

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 20 17 г.

БАКАЛАВАРСКАЯ РАБОТА

География 05.03.02

05.03.02.02 Физическая география и ландшафтоведение

**Особенности изменения климата лесостепной и степной зон
Красноярского края**

Руководитель

Л.А. Лигаева
подпись, дата

кандидат геогр. наук
должность, ученая степень

Лигаева. Н. А.
инициалы, фамилия

Выпускник

А.Е. Конникова
подпись, дата

Конникова А. Е.
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Проблема глобального изменения климата.....	5
1.1 Причины климатических изменений.....	6
1.2 Возможные последствия.....	12
2 Объекты и методы исследования.....	15
2.1 Объекты исследования.....	15
2.2 Методы исследования.....	28
3 Зональные особенности изменения климатических параметров.....	30
3.1 Изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха.....	30
3.2 Изменения среднегодовой суммы осадков.....	42
Выводы.....	54
Список использованных источников.....	56
Приложение А Среднемесячная температура приземного слоя воздуха на станциях лесостепи.....	60
Приложение Б Среднемесячная температура приземного слоя воздуха на станциях степи.....	63
Приложение В Среднемесячная сумма осадков на станциях лесостепи.....	66
Приложение Г Среднемесячная сумма осадков на станциях степи.....	69

ВВЕДЕНИЕ

Климат существенно влияет на человека и живые организмы, создавая условия для жизни и хозяйственной деятельности. В последние годы наша планета переживает эпоху глобального потепления. Эта эпоха началась около 150 лет назад, сменив так называемый «малый ледниковый период», т. е. период похолодания, достигший своего максимума где-то в середине XIX в. (рис. 1). Рост глобальной температуры воздуха в последнее столетие составил чуть больше 0.7 °С. Однако за последние 30 лет этот рост усилился. [1].

Рисунок 1 – Изменение температуры на земном шаре за последние 150 лет [2]

Причины этого процесса ученые объясняют разными факторами: антропогенным воздействием на климатическую систему, солнечной и геомагнитной активностью, изменениями в крупномасштабной атмосферной циркуляции, астрономическими условиями. В общей проблеме глобального изменения климата актуально региональное проявление этого процесса. В данной работе основное внимание уделено переходным природным зонам — степи и лесостепи Красноярского края.

Актуальность данной работы объясняется недостаточной изученностью региональных особенностей современных климатических изменений и их последствий, необходимостью их прогноза, а также практическими потребностями в достоверной информации о состоянии температурно-влажностного режима, влияющего на жизнедеятельность и продуктивность природных экосистем и сельскохозяйственных культур.

Цель: проанализировать региональные особенности пространственно-временных изменений температурных условий и увлажнения в пределах лесостепной и степной зоны Красноярского края.

Задачи:

1. Выявить общие закономерности пространственно-временного распределения приземной температуры воздуха и атмосферных осадков на территории лесостепной и степной зоны Красноярского края в период с 1916 по 2016 гг.
2. Определить тренды изменения температуры воздуха и атмосферных осадков.
3. Спрогнозировать изменение рассматриваемых климатических параметров на исследуемой территории на ближайшие 50 лет.

Предмет исследования: пространственно-временные показатели температурного режима и количества атмосферных осадков; временные тенденции в рядах температуры и атмосферных осадков и их долгосрочный прогноз.

1 Проблема глобального изменения климата

Одна из важнейших проблем нашего столетия – глобальное изменение климата и возможность его прогнозирования на большие сроки. В результате изучения материалов метеорологических наблюдений, выполняемых во всех районах земного шара, установлено, что климат не является постоянным, а подвержен определенным изменениям. Так, за последние 150 лет происходит глобальное потепление атмосферы - примерно на 1-1,5 °С. Однако это изменение имеет свои региональные и временные масштабы. Наиболее заметно на территории России потеплел климат в умеренных широтах Европейской России и в Западной Сибири зимой [3].

Глобальное потепление несет значительные, возможно даже катастрофические последствия для природы и человека. Это действительно общемировая проблема, оказывающая воздействие на все страны и регионы [4].

Изменение климата может иметь множество причин. Одни из них естественные, и они несомненны, другие же, – все же отчасти спорны – могут быть искусственно созданы людьми. Надо понимать, что люди влияют на

климат через те же физические механизмы, какими действует природа. Это влияние не вносит ничего качественно нового, но лишь количественно меняет природные явления [5]. Явления, меняющие климат, переплетены между собой, так что долю одного из них, иначе как приблизительно, оценочно, статистически выделить нельзя.

Стоит отметить, что исследования геологами осадочных отложений земной коры показали, что в прошедшие эпохи происходили гораздо большие изменения климата. Поскольку эти изменения были обусловлены природными процессами их называют естественными. Наряду с естественными факторами на глобальные климатические условия оказывает всевозрастающее влияние хозяйственная деятельность человека. [6].

1.1 Причины климатических изменений

1.1.1 Хозяйственная деятельность человека (искусственное воздействие). Принято считать, что основной причиной, которая, возможно, приводит к процессам глобального потепления, является увеличение CO_2 (углекислого газа) в атмосфере. Его называют "парниковым газом", эффект его присутствия в атмосфере напоминает эффект парника, когда коротковолновая солнечная радиация легко проникает через слой CO_2 , а затем, отражаясь от земной поверхности и превращаясь в длинноволновую радиацию, не может опять пронзить его и остается в нем, т.е. этот слой действует как пленка в парнике - создает дополнительный тепловой эффект [3].

Явление парникового эффекта позволяет поддерживать на поверхности Земли температуру, при которой возможно возникновение и развитие жизни. Если бы парниковый эффект отсутствовал, средняя температура поверхности земного шара была бы значительно ниже, чем она есть сейчас. Однако при повышении концентрации парниковых газов увеличивается непроницаемость

атмосферы для инфракрасных лучей, что приводит к повышению температуры Земли [7].

Впервые гипотеза о связи потепления и концентрации парниковых газов была высказана в конце XIX века шведским ученым Сванте Аррениусом. В начале XX века В.И. Вернадский утверждал, что человек «становится геологической силой, способной изменить лик Земли» [8] и предостерегал о том, что хозяйственная деятельность может привести к преобразованиям геологических масштабов.

По данным прямых климатических наблюдений, которые регулярно ведутся в течение последних двухсот лет, средняя температура приземной атмосферы повысилась, и среди основных причин стал рассматриваться и антропогенный фактор. Антропогенное влияние на атмосферу Земли сводится к тому, что в нее искусственным путем, сверх естественной нормы и ускоренными темпами, выбрасывается дополнительное количество тепла, аэрозолей и парниковых газов. Постепенно эта доля выросла и стала заметной на фоне природных явлений.

В обзоре Пятого оценочного доклада МГЭИК 2013 года, имеется следующий обобщающий вывод – «крайне вероятно, что антропогенное воздействие на климатическую систему было доминирующей причиной наблюдаемого потепления с середины XX века. Влияние деятельности человека проявляется посредством потепления атмосферы и океана, таяния снега и льда, подъема уровня Мирового океана, изменения частоты и интенсивности ряда экстремальных климатических явлений» [9].

Антропогенное происхождение современных климатических изменений, в частности, подтверждают палеоклиматические исследования, основанные на анализе содержания парниковых газов в пузырьках воздуха, вмёрзших в лед. Они показывают, что такой концентрации CO₂ как сейчас не было за последние 650 000 лет (а за эти годы происходило не одно потепление нашей планеты). Причем по сравнению с доиндустриальной эпохой (1750 г.) концентрация углекислого газа в атмосфере выросла на треть.

Современные глобальные концентрации метана и закиси азота также существенно превысили доиндустриальные значения [10]. Глобальные выбросы парниковых газов (ПГ) в результате деятельности человека превзошли доиндустриальные значения (рис. 2), увеличившись на 70% между 1970 и 2004 годами [11].

Рисунок 2 – (а) Глобальные ежегодные выбросы антропогенных ПГ с 1970г. по 2004г., (б) Доля различных антропогенных ПГ в суммарных выбросах в 2004г., выраженная в эквиваленте CO_2 , (с) Доля различных секторов в суммарных выбросах антропогенных ПГ в 2004г., выраженная в эквиваленте CO_2 [11]

Еще одним свидетельством роли человека в происходящих изменениях климата могут послужить результаты сопоставления данных моделирования роста глобальной температуры с данными реальных наблюдений. Учеными разработаны различные модели прошлых и будущих изменений температуры поверхности Земли. В одних моделях учитывались только естественные причины потепления, в других – дополнительно накладывался антропогенный фактор. При наложении на результаты моделирования данных прямых метеорологических наблюдений оказалось, что они совпадают с теми моделями, где учитывалось влияние человека (рис.3). То есть, в соответствии с моделями, без воздействия антропогенного фактора температура на Земле была бы сейчас ниже, чем она есть на самом деле [10].

Рисунок 3 – Изменение глобальной и континентальной температуры: сопоставление результатов моделирования и данных наблюдений [11]

За последние полмиллиона лет климат проходил через длительные периоды оледенений, регулярно прерываемые короткими теплыми периодами межледниковья. Атмосферный CO_2 хорошо соответствует этому циклу, возрастая примерно на 80-100 частей на миллион при потеплении Антарктики на 10°C . Однако при ближайшем рассмотрении можно видеть, что CO_2 в действительности следует за изменением температуры с запаздыванием около 1000 лет. Хотя этот результат и был предсказан двадцать лет назад [12], он все еще удивляет и приводит в замешательство многих. Так это потепление вызывает рост CO_2 , или наоборот? В действительности верно и то, и другое.

Увеличение содержания в атмосфере таких газов, как фреон и целого ряда галогенных газов считается также следствием хозяйственной деятельности человека и причиной возникновения озоновых дыр. Период наблюдения за озоном очень невелик и составляет около 30 лет. Замечено, что количество озона над некоторыми регионами в отдельные периоды уменьшалось на 20%, в связи с чем предположили, что вырабатываемый человечеством фреон и ведет к разрушению озона в нижней стратосфере. Конечно, этот газ разрушает озон, но он вырабатывается и накапливается в приземном слое атмосферы и не ясно, как он достигает верхних слоев и как происходит это разрушение? Однозначного научного объяснения, объективно соответствующего этой реальности, в настоящее время нет [3].

1.1.2 Естественные причины изменения климата. Межледниковья происходят примерно раз в 100 тыс. лет. Это называется циклом Миланковича (рис.4), причиной служат изменения орбиты Земли. Есть три главных вида изменений земной орбиты. Форма земной орбиты вокруг Солнца (эксцентриситет) меняется от эллипса к окружности. Земная ось по отношению к Солнцу наклонена примерно на 23° . Этот наклон колеблется между $22,5^\circ$ и $24,5^\circ$ (наклонение). При вращении Земли вокруг своей оси, направление этой оси смещается от Полярной звезды к Веге (прецессия) [13].

Результирующим эффектом этих орбитальных циклов является изменение количества солнечного света, падающего на Землю в различные

времена года, особенно в высоких широтах. Так, например, орбитальные циклы вызвали потепление в высоких широтах примерно 19 тыс. лет назад, что привело к таянию большого количества льда и наполнению океанов пресной водой. Этот поток пресной воды нарушил Атлантическую меридиональную оборотную циркуляцию (АМОС), что в свою очередь привело к перераспределению тепла между полушариями [14]. Южное полушарие и его океаны нагревались с опережением, процесс начался около 18 тыс. лет назад. По мере нагрева Южного океана, растворимость CO_2 в воде падала. Это заставляло океан отдавать CO_2 , выпуская его в атмосферу.

Циклы Миланковича



Рисунок 4 – Три основных изменения орбиты. Эксцентриситет: изменение формы земной орбиты. Наклонение: изменение наклона оси вращения Земли.

Прецессия: колебание оси вращения Земли [13]

Детали процесса отдачи CO_2 глубинными слоями океана не вполне ясны, считается, что это связано с вертикальным перемешиванием океана [15]. Дегазация CO_2 из океанов имеет несколько последствий. Увеличение количества CO_2 в атмосфере усиливает первоначальное потепление. Относительно слабого воздействия циклов Миланковича недостаточно для драматических температурных изменений, необходимых для выхода из

ледникового периода. Однако усиливающий эффект CO_2 согласуется с наблюдаемым потеплением.

CO_2 из Южного океана распределяется по всей атмосфере, распространяя потепление на север. Данные тропических морских отложений показывают потепление в тропиках около 1000 лет после антарктического потепления, что примерно соответствует времени роста уровня CO_2 . Керна гренландского льда демонстрируют запаздывание потепления в Северном полушарии по отношению к антарктическому росту CO_2 [13]. Утверждение о том, что запаздывание роста CO_2 опровергает нагревающий эффект от CO_2 демонстрирует недостаток понимания процессов, движущих циклами Миланковича. Обзор рецензируемых научных исследований на тему прошлых периодов выхода из оледенений показывает следующее [13]:

- Выход из оледенения инициируется не ростом CO_2 , а орбитальными циклами
- CO_2 усиливает потепление, которое нельзя объяснить только воздействием орбитальных циклов
- CO_2 распространяет потепление на всю планету

В целом более 90% потепления при входе в межледниковье происходит после роста уровня CO_2 [13].

В заключение следует сказать, что в сложной динамической системе, которая характеризует взаимодействие процессов в системе атмосфера-океан-континент, невозможно выделить доминанту.

1.2. Возможные последствия

1.2.1 Изменение частоты и интенсивности выпадения осадков.

Рисунок 5 – Прогноз изменения количества выпадения осадков по регионам мира к 2080-2099 гг. по сравнению с уровнем 1980-1999 гг., мм/день [16]

В целом климат на планете станет более влажным. Но количество осадков не распространится по Земле равномерно. В регионах, которые и так на сегодняшний день получают достаточное количество осадков, их выпадение станет интенсивнее (рис.5). А в регионах с недостаточным увлажнением участятся засушливые периоды [16].

1.2.2 Повышение уровня моря. В течение XX века средний уровень моря повысился на 0,1-0,2м. По прогнозам ученых, за XXI век повышение уровня моря составит до 1 м. В этом случае наиболее уязвимыми окажутся прибрежные территории и небольшие острова. Кроме этого участятся высокие приливы, усилится эрозия береговой линии [17].

1.2.3 Угроза для экосистем и биоразнообразия. Виды и экосистемы уже начали реагировать на изменение климата. Мигрирующие виды птиц стали раньше прилетать весной и позже улетать осенью.

Существуют прогнозы исчезновения до 30-40% видов растений и животных, поскольку их среда обитания будет изменяться быстрее, чем они могут приспособиться к этим изменениям. При повышении температуры на 1°C прогнозируется изменение видового состава леса. Леса являются естественным накопителем углерода (80% всего углерода в земной растительности и около 40% углерода в почве). Переход от одного типа леса к другому будет сопровождаться выделением большого количества углерода [17].

1.2.4 Таяние ледников. Современное оледенение Земли можно считать одним из самых чутких индикаторов происходящих глобальных изменений. Спутниковые данные показывают, что, начиная с 1960-х гг., произошло уменьшение площади снежного покрова примерно на 10%. С 1950-х гг. в Северном полушарии площадь морского льда сократилась почти на 10-15%, а толщина уменьшилась на 40%. По прогнозам экспертов Арктического и Антарктического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург), уже через 30 лет Северный ледовитый океан в течение теплого периода года будет полностью вскрываться из-под льда [17].

Толща Гималайских льдов тает со скоростью 10-15 м в год. При нынешней скорости этих процессов две трети ледников Китая исчезнут к 2060 г., а к 2100 все ледники растают окончательно (рис. 6).

Рисунок 6 – Изменение ледового покрова в Арктике (а) сентябрь 1998 г. и б) сентябрь 2007 г. [18]

Ускоренное таяние ледников создает ряд непосредственных угроз человеческому развитию. Для густонаселенных горных и предгорных территорий особую опасность представляют лавины, затопления или, наоборот, снижение полноводности рек, а как следствие - сокращение запасов пресной воды.

К сказанному следует добавить, что глобальное потепление угрожает создать или уже создает такие дополнительные социально-экономические угрозы как просадки грунта из-за таяния вечной мерзлоты (такие изменения могут быть опасны для зданий, инженерных и транспортных сооружений); расширение ареала инфекционных болезней (например, энцефалита, малярии); падение урожайности и т.д.

2 Объекты и методы исследования

2.1 Объекты исследования

Лесостепь – природная зона, характеризующаяся чередованием участков леса, степи и лугов. Распространена главным образом в умеренном поясе Северного полушария. Развивается в условиях значительного количества осадков и неустойчивого переменного увлажнения почв. В Евразии лесостепь

образует сплошную полосу, протянувшуюся от восточных предгорий Карпат до Алтая, а в пределах Среднеунайской равнины, некоторых межгорных котловинах Сибири, Монголии и на Дальнем Востоке она формирует отдельные участки [19].

Лесостепь Средней Сибири - это череда участков островной лесостепи, которая протянулась относительно широкой полосой с запада на восток. В ней хорошо прослеживается увеличение континентальности и засушливости в восточном направлении [20].

Территория среднесибирских лесостепей находится в большом удалении от океанов и морей, близко к центру Азиатского материка. На юге она ограничена горными системами Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау. Северная, крайняя западная и восточная границы не имеют орографических рубежей. По долготе лесостепи простираются от 89° до $96^{\circ}40'$ в.д., по северной широте - $56-50^{\circ}$. Между собой отдельные лесостепные острова разобщены Кемчугским плато на западе, отрогами Енисейского кряжа и Восточного Саяна на востоке. Характерной чертой этого пространства является ландшафтная мозаичность, которая определяется разнообразным сочетанием условий при контакте с таежной и пустынно-степной зонами.

Зона лесостепей и степей на юге Западной и Средней Сибири была выделена на основании изучения климата (Н.Н.Галахов), рельефа (М.П. Брицина), почвенного покрова (А.А.Ерохина) и растительности (Е.Л.Любимова) при разработке схемы районирования физико-географическим и почвенным отрядами Красноярской комплексной экспедиции Совета по изучению производительных сил АН СССР (1962). В основу схемы была положена «Карта ландшафтных микрорайонов Красноярского края», составленная Н.Д. Градобоевым в 1953 г.

Географическое положение: Степи и лесостепи занимают южные районы Красноярского края, значительную часть Минусинской котловины и почти всю восточную Хакасию [21].

Рисунок 7 – Природно-климатические зоны Красноярского края [22]

Приенисейские лесостепи занимают особое место в системе ландшафтных зон. Расположены они изолированными островами среди сплошных лесных массивов, где северная тайга соединяется с горной тайгой юга Сибири (рис. 8).

Рисунок 8 – Схема природного районирования центральной части Красноярского края (по М.П. Брицыной, Н.Н. Галахову, А.А. Ерохиной, Е.Л. Любимовой, Б. Н. Лиханову, 1960 г.) [23]

Зона лесостепи: 1 — южная лесостепь и степь; 2 — северная лесостепь; 3 — зона светлохвойных и лиственных травяных лесов (подтайга). Зона тайги: 4 — южная тайга; 5 — средняя тайга Северо-Енисейского края; 6 — предгорные темно-хвойные леса Кемчугского нагорья; 7 — светлохвойные леса Южно-Енисейского края. Природные округа: I — Ачинский — умеренно-влажный, наименее континентальный; II — Красноярский — умеренно-сухой и континентальный; III — Канский — сухой, наиболее континентальный. *a* — граница Западно-Сибирской низменности; *б* — граница зон; *в* — граница подзон

Рисунок 9 – Схема физико-географического районирования (по Г.М. Сергееву, 1971 г.) [26]

На юге она ограничена горными системами Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау (рис. 10), что определило положение лесостепей (рис. 8-9): наиболее северное - у Ачинской (южный предел $56^{\circ}12'$ с.ш.), наиболее южное - у Канской ($55^{\circ}28'$ с.ш.). Северная, крайняя западная и восточная границы не имеют орографических рубежей. Последние обусловлены здесь климатическими факторами и историей развития. Наибольшее смещение наблюдается в приенисейской полосе и достигает $57^{\circ}28'$ с.ш. По долготе лесостепи простираются от 89° до $96^{\circ}40'$ в.д.

Рисунок 10 – Расположение межгорных котловин на территории Средней Сибири [24]

Лесостепи в пределах Красноярского края занимают предгорные прогибы и межгорные котловины. На западе расположена Ачинско-Боготольская лесостепь, которая на юге отделена хребтом Арга от Назаровской, а на востоке Кемчугским поднятием от Красноярской лесостепи. Южные отроги Енисейского кряжа отделяют Красноярскую лесостепь от Канской [25]. Общая площадь лесостепей составляет 27,5 тыс. км² [26].

Рельеф и рельефообразующие факторы: равнинный, на западе холмистый. Высота возвышенностей 200—500 м. Много мелких озёр [21]. В формировании современного рельефа лесостепей основное значение имели неотектонические движения, литолого-структурные особенности территории, эрозионно-денудационные и аккумулятивные процессы [26].

В области распространения девонских пород формы рельефа сложились в результате переработки морфоструктур мезозойского пенеплена эрозионно-денудационными и аккумулятивными процессами. В районах же распространения слабодислоцированных отложений юры и мела развитие шло в направлении расчленения палеогеновой пенеплинзированной поверхности [26].

Современные движения земной коры, протекавшие во взаимодействии с экзогенными процессами, обусловили дифференциацию рельефа различных частей территории. С ними связано разделение ее на приподнятые и пониженные участки, отличающиеся между собой различным эрозионным расчленением и морфологией [26].

С развитием эрозионно-денудационных и аккумулятивных процессов связано формирование эрозионных уровней и серии террас на склонах речных долин. Эрозионный рельеф четко выражен вблизи основных водотоков. По мере удаления от них все большую роль приобретает плоскостной смыв. Аккумулятивный тип рельефа имеют аллювиальные террасированные равнины, а также делювиальные плащи у подножия склонов [26].

Характерная черта рельефа лесостепей – асимметричность большинства его форм. Долины меридионального направления имеют более крутые склоны западной экспозиции. У долин широтного направления заметна значительно большая крутизна склонов южной экспозиции. Водоразделы сильно смещены в сторону крутых склонов речных долин, в связи с этим междуречья также асимметричны [26].

Климат: В лесостепи относительно короткое жаркое лето и продолжительная холодная зима [27]. Климат лесостепи, как правило, умеренно-континентальный. Годовое количество осадков 600 мм. Иногда испаряемость практически равна осадкам. Абсолютный минимум в этой зоне обычно равен $-36... -40^{\circ}\text{C}$.

Лето в лесостепи часто бывает жаркое и засушливое. Иногда же оно может быть холодным и дождливым, но это редко. Средняя температура июля в зависимости от места расположения колеблется приблизительно от $18,5^{\circ}\text{C}$ до 23°C , однако вполне возможны сильные отклонения от этих величин в отдельные годы.

Абсолютный максимум в лесостепи в зависимости от широты обычно составляет чуть ниже или около 40°C в тени. Однако жара в лесостепи случается реже, чем сильные холода, в то время как в степной зоне — наоборот [28].

Климат степей континентальный. Лето более продолжительное и жаркое, чем в лесостепной и лесной зонах. Средняя температура июля $+22 ... +23,5^{\circ}\text{C}$ (жара местами достигает $+40^{\circ}\text{C}$). Относительная влажность воздуха летом бывает; около 40—50%. Погода стоит сухая, солнечная. Дожди обычно имеют ливневый характер, вследствие чего бурные потоки воды, стекающие в низины, не успевают просочиться в почву и быстро испаряются.

Частые суховеи (особенно на востоке) влекут за собой длительную засуху и пересыхание местных рек. Сильные ветры несут много пыли. Зима короче и теплее, чем в лесной зоне, но достаточно холодная, с морозами $-20... -30^{\circ}\text{C}$. Количество осадков за год не превышает 400—500 мм. [29]

Продолжительность безморозного периода - 92-120 дней, сумма осадков за год - 325-425 мм, за период с температурой более 10⁰С - 150-200 мм. [30]. На долю турбулентного тепла приходится 50-60% радиационного баланса, что обуславливает интенсивную трансформацию воздушных масс в летнее время и, как следствие этого, высокие летние температуры воздуха и, соответственно, наличие лесостепной и степной растительности.

Средняя продолжительность устойчивого снежного покрова - 160-185 дней. Зима характеризуется малым количеством осадков, низкими ночными температурами и большой сухостью воздуха. Для весеннего сезона характерно преобладание сухой, преимущественно малооблачной погоды, со значительными колебаниями температуры воздуха (переход через 0⁰).

Оттаивание почвы происходит в апреле - первой декаде мая, период «послезимья», когда еще часты заморозки и временами появляется снежный покров. Половодье имеет одну-две волны, подъем уровней небольших рек не превышает 1,5 м. Последняя фаза сезона – «предлетье» (11 мая-10 июня) самое сухое время (до 80% безосадочных дней).

Лето характеризуется как «устойчиво теплое», за счет постоянства дневных и ночных температур. Циклоническая деятельность в этот период обеспечивает выпадение небольшого количества осадков. Для осени характерно быстрое понижение температур с возвратом очень теплой и сухой погоды.

Воды: На исследуемой территории протекает тысячи рек и речек.

С юга на север Красноярского края протекает одна из крупнейших рек мира – Енисей, объединяет всю обширную территорию края с юга на север. Енисей - самая полноводная река России, свое начало берет в Саянских горах, в географическом центре Азии, образуясь от слияния двух рек - Бий-Хем (Большой Енисей) и Каа-Хем (Малый Енисей). Его основные притоки: правые - Туба, Мана, Кан, Ангара, Большой Пит, Подкаменная и Нижняя Тунгуски, Курейка и Хантайка, левые - Абакан, Сым, Елогуй, Турухан, Большая Хета.

Питание рек осуществляется в основном за счет талых снеговых вод и дождевых осадков, подземные воды имеют второстепенное значение. В холодный период реки покрываются мощным ледовым покровом. Многие малые реки зимой промерзают. На горных участках реки имеют бурное течение. На равнинах и низменностях они текут спокойно, а русла их часто делятся на протоки. В горах юга и на Средне-Сибирском плоскогорье реки сформировали врезанные долины, часто с крутыми обрывистыми берегами [31].

Енисей со своими притоками располагает энергетическими ресурсами более чем в 50 млн. киловатт - это четверть всех энергоресурсов России. На Енисее сооружены две крупнейшие гидроэлектростанции: Красноярская и Саяно-Шушенская.

На территории расположено много озер, различных по площади, глубинам, происхождению, минерализации воды, водному и ледовому режимам. В Минусинской котловине распространены в основном бессточные соленые озера эрозионного происхождения: Ладейное, Шира, Учум, Тагарское, Инголь, Иткуль, Кызыкуль, Бейское и др. В том числе комплекс озер с минеральными водами и лечебными грязями, которые имеют медицинскую ценность, около 30 из них используются как для организованного, так и неорганизованного лечения (Плахино, Плотбищенское, Тагарское, Соленое, Алтай, Бейское, Шунет, Утичье, Дус-Холь или Сватиково и др.).

На территории имеется и огромный запас подземных вод. Они питают реки в зимний сезон, служат источником водоснабжения промышленных предприятий и коммунальных служб и даже представляют производственное сырье при различных процессах химического производства. Основные артезианские бассейны края - Канский и Рыбинский в предгорьях Восточного Саяна [32].

Некоторые подземные воды (термоминеральные) используются в бальнеологических целях. Одно из самых известных - озеро Тагарское. За год на существующих курортах получают лечение более 80 тысяч человек.

В степных районах территории озер часто служат источниками сельскохозяйственного водоснабжения и орошения. Большое число озер используется в рекреационных целях [32].

Почвы: В пределах Красноярской и Канской лесостепей почвенно-растительный покров, как и климат, характеризуется концентрической зональностью. В центральной части Канской, а также на юге Красноярской лесостепей, по высоким древним террасам Кана и Енисея, находятся небольшие участки настоящих степей - «степное ядро» [33]. Прежде степные ассоциации занимали господствующее положение на водоразделах лесостепи, впоследствии были распаханы [34].

Островные лесостепи Красноярского края переходящие к югу в степи Минусинской котловины, представлены чернозёмами, главным образом плодородными серыми лесными, черноземными и каштановыми почвами. Чернозёмные почвы отличает высокая гумусированность [35]. Почвы Красноярского края характеризуются, в основном, низким естественным плодородием, повышенной эрозионной опасностью и сильной уязвимостью к неблагоприятным внешним воздействиям, как природного, так и антропогенного происхождения [36]. Наиболее уязвимы почвы, формирующиеся в неблагоприятных условиях с точки зрения рельефа, гидротермического режима, характера подстилающих пород (на крутых и щебнистых склонах гор, на мощных межгорных впадинах) [35].

Для лесостепей и степей также характерны серые лесные почвы, где наряду с ними распространены черноземы оподзоленные и выщелоченные. Черноземы оподзоленные занимают северные окраины островных лесостепей (Ачинско-Боготольской, Красноярской, Канско-Рыбинской) и лесостепей Минусинских впадин. Местами они перемежаются с темно-серыми лесными, а на юге с выщелоченными черноземами. Среди них преобладают среднегумусные и тучные (8–13%).

Выщелоченные черноземы наиболее распространенный подтип среди черноземов лесостепи. Они занимают широкие водораздельные поднятия,

обладают по сравнению с другими почвами хорошими водно-физическими свойствами. Среди них встречаются как средне-гумусные, так и тучные (6–10% гумуса), а по мощности гумусного горизонта (А+В) — маломощные (до 30 см), среднемощные (30–50 см) и мощные (более 50 см). По механическому составу преобладают тяжелосуглинистые [35,37].

Растительность: Лесостепные котловины характеризуются сложным геологическим строением, развитием карбонатных пород, сильным эрозионным расчленением. Рельеф холмисто-увалистый, за счет чего формируется большое количество водно-болотных угодий.

Кроме долин современных рек, здесь развита густая сеть сухих долин и логов и много отдельных сухих и озерных котловин. Все это накладывает резкий отпечаток на их растительный покров [30]. Процент распаханых земель на этой территории местами достигает 50% общей площади, и естественная растительность сохранилась лишь на крутых не пригодных для распашки склонов и в виде отдельных участков на водоразделах и террасах.

Для островных лесостепей характерно проникновение растительных сообществ, типичных для других зон и подзон. Так, на крутых южных склонах в долинах рек развиты крупнопольно-ковыльные и мелкоденововидные, а также каменистые и опустыненные степи, только кое-где по северным склонам растут кустарники или невысокие лиственницы. На днищах долин и кое-где в котловинах появляются заросли сочных однолетних солянок и участки белопопынников. По узким холодным долинам тянутся полосы темнохвойных елово-пихтовых или березовых лесов. Зональные типы растительности - разнотравные леса и луговые степи – приурочены к водоразделам и пологим склонам, покрытым чехлом покровных отложений четвертичного возраста. Все эти различные по своей экологии ценозы сменяются на небольших расстояниях и создают исключительно сложную и пеструю картину растительного покрова на всей территории лесостепной зоны.

Для лесостепи выделено пять комплексов растительного покрова, различных по происхождению и возрасту:

1) Комплекс настоящих, сухих и каменистых степей монгольского типа; их ареал островной, причем даже в пределах Канской и Красноярской лесостепи они образуют отдельные участки;

2) Комплекс солончаковой пустынной растительности; эта растительность наблюдается в Канской лесостепи, имеет разорванный ареал и является реликтовой, сохранившейся в местах выходов соляных вод;

3) Комплекс парковых сосновых и березовых высокотравных лесов, сходных по видовому составу, наличию эндемиков и ритму развития с горными системами Саян и Кузнецкого Алатау;

4) Комплекс темнохвойных елово-пихтовых лесов, имеющих ленточный ареал и приуроченных к долинам рек. Здесь встречается ряд северных и западных видов: например, в Канской лесостепи, в холодных узких речных долинах, много березы пушистой, арктической малины, сныти, которые можно рассматривать как реликты – наследие более влажной эпохи;

5) Комплекс разнотравных луговых степей и березовых колков, ритм развития которых полностью соответствует современным климатическим условиям. Вероятно, это самый молодой комплекс растительности лесостепей.

Закономерный компонент лесостепей – мелколиственный березовые, осиново-березовые и осиновые леса, занимающие более половины лесной площади и расположенные небольшими массивами (колками) среди полей и по склонам сопков и увалов разной крутизны преимущественно северной и восточной экспозиций. Чистые осинники встречаются относительно редко. Монопородных древостоев сосны и лиственницы сохранилось мало. В сырых и избыточно-увлажненных местообитаниях узких долин рек распространены заболоченные березовые, березово-еловые и еловые долины леса [38].

Естественный растительный покров лесостепей сохранился лишь на небольших участках, и лесостепи являются преимущественно сельскохозяйственными территориями Красноярского края. В растительном покрове островных лесостепей, протянувшихся с севера на юг можно выделить северную и южную подзоны.

В северной подзоне значительные площади водоразделов занимают низкополотные парковые травяные леса из березы, сосны, метами лиственницы сибирской. Степные ценозы приурочены к сухим долинам и южным склонам расчлененных водоразделов по долинам рек всюду тянутся темнохвойные елово-пихтовые заболоченные леса [24].

Северные лесостепи Средней Сибири (Ачинская, Красноярская, Канская) расположены изолированными островами среди сплошных лесных массивов на стыке трех тектонических структур: на западе - Западносибирской низменностью, а на юге - Алтае-Саянской горной системы, на востоке – Среднесибирское плоскогорье. Подтайга, окружающая их, представляет собой различной ширины переходную полосу от лесостепной к лесной зоне и относится к подзоне травянистых мелколиственных и хвойных лесов или к цуркумгемибореальной подзоне бореальной зоны хвойных лесов. А пределах Красноярской и Канской лесостепей почвенно-растительный покров, как и климат, характеризуется концентрической зональностью. Участки южной, наиболее ксерофильной лесостепи разбросаны пятнами среди «типичной», которая к окраинам сменяется северной [24].

Животный мир:

Лесостепи: из птиц здесь обитают серая славка, садовая камышовка, обыкновенная овсянка, седой дятел, ястребиная сова, балобан, орел-могильник, степной жаворонок, степная пустельга. Из млекопитающих – степной хорь, ласка, обыкновенный хомяк, полевая мышь, длиннохвостый суслик, волк, лисица, заяц. Много зверей и птиц, приспособившихся жить вблизи населенных пунктов: вороны, воробьи, сороки, галки, в перелесках и колках – дятлы и синицыстепная пустельгастепной хорьобыкновенный хомяк

Степи: волк, лисица, заяц, полевка, длиннохвостый суслик, хомяк, полевая мышь, а из птиц – черная ворона, скворец, степной жаворонок, ласточка-береговушка, кобчик, степная пустельгастепной жаворонок.

В реках и озерах рыбы: лещ, карась, карп, сорога (плотва), окунь, осетр сибирский, стерлядь, таймень, ленок, хариус, тугун, сиг-валек, сиг-пыжьян, нельма [39].

В целом территория находится близко к центру Азиатского материка, в большом удалении от океанов и морей. Расположена в зоне затухания воздушных масс атлантического происхождения и значительного влияния арктического континентального воздуха. Она занимает полосу контакта равнинных и горных пространств. Здесь намечается рубеж между западносибирской и центральносибирской флорой и фауной. В связи с этим природа лесостепей весьма своеобразна [26].

2.2 Методы исследования

В основу работы положены данные по температуре приземного слоя воздуха и осадкам среднемесячного разрешения с 1916 по 2016 гг., которые были взяты в архиве Среднесибирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), а также на сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации (мировой центр данных) и в последующем сгруппированы по четырем периодам: с 1916 по 1940 гг., с 1941 по 1965 гг., с 1966 по 1990 гг. и с 1991 по 2016.

Станции разделены на города степи и лесостепи Красноярского края. К зоне лесостепи относятся Агинское, Ачинск, Красноярск, и Солянка. К зоне степи – Канск, Минусинск, Светлолово.

Рисунок 11 – Исследуемые станции на карте юга Красноярского края

Закономерности пространственных и временных изменений гидротермического режима изучались методами математической статистики: проводилась оценка нормы и изменчивости статистических рядов, применялись корреляционный метод и тренд-анализ. 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 % ($p \pm 0,95$) [7]. При объеме выборки 50 лет и более это отвечает значению $R^2 \pm 0,08$, при объеме выборки 100 лет — $R^2 \pm 0,04$. Все расчеты и графики в данной работе выполнены в программе OriginPro.

3 Зональные особенности изменения климатических параметров

3.1 Изменение среднегодовых температур приземного слоя воздуха

Для описания изменений климата за определенный интервал времени используется коэффициент линейного тренда. Он характеризует среднюю скорость изменения изучаемого климатического параметра.

Рисунок 14 – Сравнительный график изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях Минусинской степи и Краснояркой лесостепи за период с 1915 по 2016 г.

На станции Минусинской степи тенденция линейного тренда составляет $+0,027^{\circ}\text{C}/\text{год}$, а на станции Красноярской лесостепи – $+0,019^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Коэффициент детерминации на этих станциях в разы больше требуемых – 0,04. Это говорит о том, что данные тенденции достоверны.

На территории степной зоны среднегодовая температура в начале тренда была равна $-0,37^{\circ}\text{C}$, в конце тренда она повысилась примерно на $2,74^{\circ}\text{C}$ и составила $+2,37^{\circ}\text{C}$. На станциях лесостепной зоны среднегодовая температура выросла за указанный период на $1,94^{\circ}\text{C}$: с $+0,04$ до $+1,98^{\circ}\text{C}$. Если учесть, что на планете в целом температура за это столетие выросла только примерно на $0,7^{\circ}\text{C}$ [1], то можно утверждать, что на исследуемой территории процессы потепления протекают несколько быстрее.

На рисунках 15,17 и 19 так же представлены графики изменения климата на территории степи и лесостепи Красноярского края в период с 1940 -2016 гг., но базирующихся уже на данных 7 метеостанций (Агинское, Ачинск, Канск, Красноярск, Минусинск, Светлолобово, Солянка). На рисунках 16 и 18 представлены графики изменения среднегодовой температуры каждой из этих станций по отдельности, откуда наглядно видно, что тенденция к потеплению климата практически везде имеет одинаковый характер (за исключением станции Канск). Все тенденции значимы. На примере 7 станций так же видно,

что линейные тренды степной и лесостепной зон имеют довольно схожий характер (рис. 19).

Тенденция линейного тренда на станциях степной и лесостепной зон имеет разницу всего в 0,003 °С/год и составляет +0,024°С и +0,021 °С/год соответственно. На станциях степи среднегодовая температура к концу тренда повысилась на 1,6 °С (с -0,42 °С в начале тренда и до 1,2°С в конце), а на станциях лесостепи на 1,8 °С (с -0,23 °С в начале тренда и до 1,57°С в конце). За 76-летний период — это довольно значительное потепление.

Рисунок 15 – Изменение среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях лесостепи за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 16 – Изменение среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях лесостепи: а) Ачинск б) Агинское в) Красноярск г) Солянка, за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 17 – Изменение среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях степи за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 18 – Изменение среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях степи: а) Канск, б) Минусинск, в) Светлолобово, за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 19 – Сравнительный график изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях степи и лесостепи за период с 1940 по 2016 г.

Чтобы проследить, какими темпами шло изменение климата на исследуемой территории весь 100–летний период был разделен на четыре по двадцать пять лет: с 1916 по 1940; с 1941 по 1965; с 1966 по 1990; и с 1991 по 2016. На рисунках 20 – 23 представлены сравнительные графики изменения среднегодовых температур, разбитые по этим периодам. За такой временной промежуток коэффициент детерминации должен быть не менее 0,16. Однако этому значению соответствуют только тренды на графиках за третий период (рис. 22). Поэтому при анализе остальных трех графиков (рис. 20, 21,23) стоит учитывать их недостоверность.

В связи с недостаточностью данных в период с 1915 – 1940 гг. этот период был рассмотрен только на основе двух станций (Красноярск и Минусинск), остальные же периоды содержали в себе данные всех семи станций.

Рисунок 20 – Сравнительный график изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях степи и лесостепи за период с 1916 по 1940 г.

Рисунок 21 – Сравнительный график изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях степи и лесостепи за период с 1941 по 1965 г.

Рисунок 22 – Сравнительный график изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях степи и лесостепи за период с 1966 по 1990 г.

Рисунок 23 – Сравнительный график изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях степи и лесостепи за период с 1991 по 2016 г.

В первый и последний периоды наблюдается тенденция к похолоданию, а второй и третий периоды наоборот имеют тенденцию к потеплению. Отсюда видно, что значения среднегодовой температуры воздуха не были монотонно возрастающими и одновременными: наблюдались потепления и похолодания. Как видно из таблицы 1, наиболее низкие значения среднегодовой температуры воздуха на исследуемых станциях отмечались в 1947 и 1969 гг., а наиболее высокие – в 2015.

Таблица 1 – Среднегодовая температура воздуха, в период с 1916 по 2016 год

Проанализировав данные, разбитые на 4 последовательных периода по 25 лет, можно сделать вывод, что за первые три периода происходило непрерывное потепление и только в последний период (1990-2016) просматривается небольшое похолодание, однако, как было выше сказано, тенденция за этот период недостоверна. Так же стоит отметить, что в каждый

из периодов в зонах степи и лесостепи тренды имели очень схожую тенденцию. Отсюда можно сделать вывод, что на исследуемой территории региональные различия несущественны.

Для более детального анализа был построен график изменения температуры по сезонам года (рис. 24), который отражает на сколько градусов стало теплее в каждый из месяцев за весь столетний период. Как можно заметить, в зимние месяцы прослеживается наибольшее потепление, которое начинается с ноября и достигает своего пика в марте, тогда как в летние месяцы оно почти несущественно. В таблице 2 это показано наиболее детально. Так, видно, что в зимний период потеплело на 3,6 °С, тогда как в летний только на 0,5 °С. В весенний и осенний периоды потеплело на 3,2 °С и 1,1 °С соответственно.

Рисунок 24 – График среднемесячного изменения температуры на станциях степи и лесостепи за период с 1916 по 2016 год

Таблица 2 – Средняя температура воздуха по месяцам с 1916 по 2016 год

Месяц	Максимальная температура, °С		
	Степь	Лесостепь	На всей территории

На рисунке 25 также представлен график изменения температуры приземного слоя воздуха за период с 1916 по 2016 год, но уже отдельно по станциям степи и лесостепи, откуда видно, что сезонные особенности потепления у этих зон схожи. И на тех и на других станциях прослеживается тенденция к наибольшему потеплению в зимние месяцы и наименьшее в летние.

Однако, как отмечается в докладе федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [40], в среднем по России зимние тренды температуры не значимы, поэтому стоит отметить, что исследуемая территория имеет отличия от общероссийской тенденции в потеплении и схожа, пожалуй, только с территорией Западной Сибири [40].

Рисунок 25 – График среднемесячного изменения температуры на станциях степи и лесостепи за период с 1916 по 2016 год

Проведенное исследование межгодовых изменений температурных условий показало, что в пределах рассматриваемой территории наблюдается современное потепление климата, что наглядно видно на рисунке 19. Потепление в лесостепной зоне происходит незначительно быстрее, всего на $0,003^{\circ}\text{C}/\text{год}$.

В целом на исследуемой территории потеплело на $1,7^{\circ}\text{C}$ за период 76 лет (1940 – 2016 гг.), и на $4,7^{\circ}\text{C}$ за столетний период (1916-2016 гг.). Температура лесостепи и степи Красноярского края повышалась более быстрыми темпами, чем на всей планете в целом.

Так же на территории отмечается наибольшее потепление в зимне-весенний период, и наименьшее в летне-осенний, тогда как на территории России в целом прослеживается иная тенденция.

Согласно тренду, среднегодовая температура к 2066 году увеличится на $1,2^{\circ}\text{C}$ лесостепной зоне и $1,1^{\circ}\text{C}$ в степной.

3.2 Изменение среднегодовой суммы осадков

Среднегодовая сумма осадков так же имеет тенденцию к росту. На рисунках 26-28 представлены графики изменения среднегодовых сумм осадков с 1916 по 2016 год, базирующихся на данных 2 метеостанций (Красноярск и Минусинск). Коэффициенты детерминации позволяют считать данные тенденции значимыми. Из рисунка 28 так же видно, что тренды имеют схожий характер, однако в лесостепной зоне скорость увеличения суммы осадков немного выше, чем в степной. Однако тенденция к росту осадков не такая явная, в отличие от тенденции роста температур.

Рисунок 26 – Изменение среднегодовых сумм осадков на станции Красноярской лесостепи за период с 1916 по 2016 г.

Рисунок 27 – Изменение среднегодовых сумм осадков на станции Минусинской степи за период с 1916 по 2016 г.

Рисунок 28 – Сравнительный график изменения среднегодовых сумм осадков на станциях Минусинской степи и Красноярской лесостепи за период с 1915 по 2016 г.

На станции Минусинской степи тенденция линейного тренда составляет $+0,53\text{мм/год}$, а на станции Красноярской лесостепи – $+0,84\text{ мм/год}$.

На территории степной зоны среднегодовая сумма осадков в начале тренда была равна 324,9 мм, в конце тренда она повысилась примерно на 53 мм и составила 377,9 мм. На станциях лесостепной зоны среднегодовая сумма осадков выросла за указанный период на 83,6 мм: с 483,3 до 566,9 мм.

На рисунках 29,31 и 33 так же представлены графики изменения среднегодовых сумм осадков на исследуемой территории в период с 1940 -2016 гг., но базирующихся уже на данных 7 метеостанций (Агинское, Ачинск, Канск, Красноярск, Минусинск, Светлолобово, Солянка).

На рисунках 30 и 32 представлены графики каждой из этих станций по отдельности, откуда видно, что в отличие от тенденции изменения температуры воздуха, тенденция в изменении осадков ведет себя в каждой из станций по-разному. Однако, в зоне лесостепи заметна в основном тенденция к росту осадков, тогда как на станциях степи, наоборот, к их уменьшению. Тенденции на многих станциях, таких как Канск, Минусинск и Солянка не значимы.

Тенденции линейного тренда на станциях степной и лесостепной зон различны, более того они противоположны по знаку, что наглядно показано на рисунке 33. В степи количество осадков растет на +0,28мм/год, а на станциях лесостепи оно имеет тенденцию к уменьшению на - 0,18 мм/год.

Среднегодовая сумма осадков к концу тренда повысилась на 20,9 мм (330,6 мм в начале тренда и до 351,5 мм в конце) на станциях степи, а на станциях лесостепи уменьшилась на 13,4 мм (с 490,2 мм в начале тренда и до 476,8 мм в конце).

Рисунок 29 – Изменение среднегодовых сумм осадков на станциях лесостепи (Агинское, Ачинск, Красноярск, Солянка) за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 30 – Изменение среднегодовых сумм осадков на станциях лесостепи: а) Агинское, б) Ачинск, в) Красноярск, г) Солянка, за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 31 – Изменение среднегодовых сумм осадков на станциях степи (Канск, Минусинск, Светлолобово) за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 32 – Изменение среднегодовых сумм осадков на станциях степи: а) Канск, б) Минусинск, в) Светлолобово, за период с 1940 по 2016 г.

Рисунок 33 – Сравнительный график изменения среднегодовых сумм осадков на станциях степи и лесостепи за период с 1940 по 2016 г.

Так же, как и на примере с температурой приземного слоя воздуха, весь период был разбит на промежутки по двадцать пять лет. Графики изменения сумм осадков по этим периодам представлены на рисунках 34 – 37.

В первый период (1916-1940) наблюдается заметный рост годового количества осадков (рис. 34), все тенденции в этот период достоверны. Во все последующие периоды тренды ведут себя по-разному. В период с 1941 по 1965 год наблюдается уменьшение осадков степной зоне и небольшое увеличение в лесостепной, в период с 1966 по 1990 год, наблюдается противоположная тенденция, где в степной зоне наоборот прослеживается рост осадков, а в лесостепной небольшое их сокращение. И в последний период, с 1991-2016 в обеих зонах прослеживается небольшой спад среднегодовой суммы осадков.

Однако стоит учитывать, что тенденции всех трендов с 1941 по 2016 год являются недостоверными.

Рисунок 34 – Сравнительный график изменения сумм осадков на станциях степи и лесостепи за период с 1941 по 1965 г.

Рисунок 35 – Сравнительный график изменения сумм осадков на станциях степи и лесостепи за период с 1941 по 1965 г.

Рисунок 36 – Сравнительный график изменения сумм осадков на станциях степи и лесостепи за период с 1966 по 1990 г.

Рисунок 37 – Сравнительный график изменения сумм осадков на станциях степи и лесостепи за период с 1991 по 2016 г.

Проанализировав данные, по рассмотренным выше четырем периодам, можно сделать вывод, что количество среднегодовых сумм осадков не является стабильным. Как видно из таблицы 3, максимумы и минимумы среднегодового количества осадков не поддаются какой-либо закономерности. В степной зоне максимум осадков пришелся на 1936 год, тогда как в лесостепной на 1938 год, а минимумы на 1931 и 1920 годы соответственно. Однако, и максимальное, и минимальное количество осадков приходится на первый из рассмотренных четырех периодов, а именно в период с 1916 по 1940 год. В последующие периоды тенденция среднегодового хода осадков имела более стабильный характер.

Таблица 3 – Среднегодовая сумма осадков, в период с 1916 по 2016 год

Чтобы более детально изучить тенденцию в изменения сумм осадков, был построен график их среднемесячного изменения (рис. 38). Проанализировав этот график, можно сделать вывод, что в отличие от температуры воздуха, количество осадков имеет наибольшую тенденцию к росту в летние месяцы, тогда как в зимний период этот рост наименьший, а где-то даже имеет отрицательный характер.

В таблице 4 можно рассмотреть этот процесс подробнее. Так, в зимний период, за исследуемые 100 лет, сумма осадков увеличилась только на 2,47 мм, тогда как в летний период этот рост превзошел зимний более чем в четыре раза – на 10,65 мм.

В весенний и осенний периоды рост осадков за столетний период составил – 4,9 мм и 2,67 мм соответственно.

Рисунок 38 – График среднемесячного изменения количества осадков на станциях степи и лесостепи за период с 1916 по 2016 год

Проведенное исследование изменений среднегодовых сумм осадков показало, что в пределах рассматриваемой территории наблюдается различная тенденция в увлажнении климата за последние 76 лет, что видно на рисунке 33.

В степи количество осадков растет на +0,28мм/год, а на станциях лесостепи оно имеет тенденцию к уменьшению на - 0,18 мм/год.

Так, в степи за этот период наблюдается увеличение среднегодовых сумм осадков на 20,9 мм, а на станциях лесостепи наоборот стало более засушливее на 13,4 мм. Однако, в период с 1916 по 1940 год, наблюдался бурный рост среднегодового количества осадков, которое всего за 25 лет увеличилось на 176,8 мм в зоне лесостепи и на 162,9 мм в степной зоне.

В отличие от температуры воздуха, рост осадков приходится в основном на летний период, и превышает рост в зимнее время более, чем в 4 раза.

Согласно тренду, количество осадков сократится на 8,8 мм на территории лесостепи и увеличиться 13,7 мм на территории степи.

ВЫВОДЫ

Изменчивость климатических характеристик последних десятилетий в региональном масштабе происходит на фоне отмечающегося в настоящее время глобального потепления. Вместе с тем географические особенности конкретной территории – рельеф, специфический режим атмосферных циркуляций и др. – накладывают отпечаток на характер изменения локального климата. В данной работе рассмотрены изменения климатических характеристик зон степи и лесостепи Красноярского края.

Повышение температуры воздуха можно объяснить, как увеличением солнечной активности, из-за чего все природные процессы стали происходить более быстрыми темпами, так и антропогенными факторами.

Сезонной особенностью здесь является то, что в отличие от температуры, рост осадков приходится в основном на летний период, и превышает рост в зимнее время более, чем в 4 раза.

Зона островных степей и лесостепей Красноярского края в основном расположена на одних широтах. Поэтому они характеризуются сравнительно однозначными термическими условиями.

13.7 мм и составит 365,3 мм. Таким образом, дальнейшее изменение климатических параметров может привести к изменению функционирования лесостепных и степных ландшафтов и смещению границ природных зон.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Котляков, В. М. О причинах и следствиях современных изменений климата / В.М. Кузьмин // Солнечно-земная физика. – 2012. – Вып. 21. – С. 110–114.
2. Филандышева, Л.Б. Зональные особенности изменения климатического режима Западно-Сибирской равнины и его влияния на геосистемы / Л.Б.

Филандышева, Н.С. Евсева, Т.Н. Жилина // География и природные ресурсы. – Томск, 2015. – С. 33–42

3. Проблема глобального изменения климата [Электронный ресурс]: МетеонОВОСТИ – Режим доступа: <http://www.meteonovosti.ru/index.php?index=14&value=4>

4. Глобальное изменение климата [Электронный ресурс]: Эко-согласие – Режим доступа: <http://www.ecoaccord.org/climate/intro.htm>

5. Корзун, В.А. Изменения климата: причины, прогнозы, возможные последствия для мировой экономики // В.А. Корзун // Библиотека Института мировой экономики и международных отношений. – Москва: ИМЭМО РАН, 2012. – С. 6–7.

6. Изменение климата Земли [Электронный ресурс]: Grandars.ru – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/izmenenie-klimata.html>

7. Парниковый эффект. Справка [Электронный ресурс]: РИА Новости – Режим доступа: <https://ria.ru/documents/20090922/186036199.html>

8. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера // В.И. Вернадский // Академия наук СССР. – Москва: «Наука», 1989. – 258 с.

9. Кокорин, А.О. Обзор Пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК): обобщающий доклад / А.О. Кокорин – Москва, 2014 г. – 82 с.

10. Причины изменений климата [Электронный ресурс]: Экология и природа. Природное наследие – Режим доступа: <http://www.primas.org/article/2920>

11. Пачаури, Р. К. Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата: обобщающий доклад / Р. К. Пачаури, А. Райзингер – Женева: Женева, 2007 г. – 104 с.

12. Lorius, C., The ice-core record: Climate sensitivity and future greenhouse warming / C. Lorius, J. Jouzel, D. Raynaud, J. Hansen, and H. Le Treut // Nature. 1990. – v. 347. – P. 139–145.

13. CO₂ следует за температурой – что это означает [Электронный ресурс]: Skeptical Science – Режим доступа: <https://www.skepticalscience.com/translation.php?a=7&l=16>

14. Shakun, J.D. Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation / J.D. Shakun, P.U. Clark, Feng He, S.A. Marcott // Nature. 2012. – v. 7.

15. Toggweiler, J.R. Variation of atmospheric CO₂ by ventilation of the ocean's deepest water / J.R. Toggweiler // Paleoceanography. 1999. – v. 14. – P. 571-588.

16. Парниковый эффект. Справка [Электронный ресурс]: РИА Новости – Режим доступа: <https://ria.ru/documents/20090922/186036199.html>

17. Причины изменений климата [Электронный ресурс]: Экология и природа. Природное наследие – Режим доступа: <http://www.primas.org/article/2920>

18. Science Briefs. Could Arctic Sea Ice Retreat Drive Changes in Air Pollution Levels [Электронный ресурс]: National Aeronautics and Space Administration. Goddard Institute for Space Studies – Режим доступа: http://www.giss.nasa.gov/research/briefs/voulgarakis_01/

19. Воробьев, Г.И. Лесная энциклопедия: В 2 т./ Гл. ред. Г. И. Воробьев. – Советская энциклопедия – Москва, 1985. – 563 с.

20. Герасимов, И.П. Средняя Сибирь. Природные условия и естественные ресурсы СССР / И.П. Герасимов. – Москва: Наука, 1964. – 492 с.

21. Лесостепь и степь [Электронный ресурс]: Официальный сайт Красноярского краевого Института повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования по вопросам введения предметов НРК ГОС – Режим доступа: nrk.cross-ipk.ru/body/pie/body/5/body\natzones\степь.htm

22. Музей геологии Центральной Сибири. Природно-климатические зоны [Электронный ресурс]: Библиотека // Режим доступа: <http://www.mgeocs.ru/>

23. Лигаева, Н. А. Почвенный покров подтайги предгорий Восточного Саяна: дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.23 / Лигаева Надежда Анатольевна. – Красноярск, 2007. – 162 с.
24. Баранов, А.А. Земноводные лесостепи Средней Сибири: монография / А.А. Баранов, С.Н. Городилова. – КГПУ им. Астафьева – Красноярск, 2015. – 193 с.
25. Безруких, В. А. Географические факторы формирования и функционирования современного землепользования на территории Красноярского края / В. А. Безруких, О.Ю. Елин. – КГПУ им. Астафьева. – Красноярск, 2014. – 232 с.
26. Сергеев, Г.М. Островные лесостепи и подтайга приенисейской Сибири / Г.М. Сергеев. – Восточно-Сибирское книжное издательство: 1971. – 263 с.
27. Лесостепь и степь [Электронный ресурс]: Официальный сайт Красноярского краевого Института повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования по вопросам введения предметов НРК ГОС – Режим доступа: nrk.cross-ipk.ru/body/pie/body/5/body\natzones\степь.htm
28. Лесостепь [Электронный ресурс]: Википедия – свободная энциклопедия – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Лесостепь>
29. Лесостепь и степь [Электронный ресурс]: Животный мир России – Режим доступа: <http://naturall.ru/node/69>
30. Жуков, В.С. Птицы лесостепи Средней Сибири / А.Б. Жуков. – Новосибирск, 2006. – 491 с.
31. Корытный, Л.М. Реки Красноярского края / Л. М. Корытный. – Красноярск: Кн. изд-во, 1991. – 157 с.
32. Михеева, Е. Е. Водные ресурсы Енисейского региона / Е. Е. Михеева, В. Е. Михеев, И. В. Плющ. – Красноярск: КК ИПК РО, 2004. – 85 с.
33. Черепин, Л.М. Растительный покров южной части Красноярского края и задачи его изучения / Л. М. Черепин // Учёные записки Красноярского

государственного педагогического института: журнал. – Красноярск, 1956. – Т. 5. – С. 3–43.

34. Антипова, Е.М. Географические элементы широкоареальных групп видов лесостепных экосистем Средней Сибири / Е. М. Антипова // Современные проблемы науки и образования. – Красноярск, 2011. – 8 с.

35. Почва и почвенные ресурсы Красноярского края [Электронный ресурс]: Электронный журнал – Режим доступа: http://geolike.ru/page/gl_4253.htm

36. Бугаков, П.С. Почвы Красноярского края / П.С.Бугаков, С.М.Горбачев, В.В.Чупрова. - Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1981. – 128 с.

37. География и климат [Электронный ресурс]: Красноярский край – Режим доступа: <http://www.krasnoyarskkr.ru/geography/>

38. Антипова, Е.М. Леса северных лесостепей Южной Сибири / Е. М. Антипова // География и природные ресурсы. – Красноярск, 2006. – 75 с.

39. Природные зоны Красноярского края [Электронный ресурс]: MyShared – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/841646/>

40. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год / Г. В. Груза, М. Ю. Бардин, Э. Я. Ранькова, Э. В. Рочева [и др.]. – Москва, 2017. – 70 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Среднемесячная температура приземного слоя воздуха на станциях
лесостепи**

Год	Температура приземного слоя воздуха, °С			
	Агинское	Ачинск	Красноярск	Солянка
1916			-0,68	
1917			0,62	
1918			0,93	
1919			0,43	
1920			0,22	
1921			1,47	
1922			-0,09	
1923			0,08	
1924			0,67	
1925			0,76	
1926			1,01	
1927			0,15	
1928			0,23	
1929			-0,93	
1930			-0,25	
1931			-0,25	
1932			2,53	
1933			-0,83	
1934			0,77	
1935			-0,03	
1936			-0,04	
1937			-1,19	
1938			0,26	
1939			1,79	
1940	0,67	-0,12	0,30	-0,70
1941	-0,61	-0,08	0,11	-0,79
1942	-0,76	0,32	0,73	-0,26
1943	0,45	0,86	1,48	0,78
1944	-0,22	0,68	1,18	-0,06
1945	-1,03	-0,08	0,88	0,11
1946	-1,50	0,10	0,60	1,57
1947	-1,94	-1,43	-1,29	-2,02
1948	0,92	1,00	1,43	0,40
1949	0,05	0,00	0,33	-0,45
1950	0,04	0,34	0,87	-0,10
1951	0,05	0,48	0,92	-0,23
1952	-1,03	-1,18	-0,45	-1,60
1953	0,68	1,08	1,50	0,79
1954	-1,19	-1,26	-0,64	-1,40
1955	0,07	0,62	1,05	0,07
1956	-1,57	-0,63	-0,37	-1,28
1957	-0,47	0,05	0,72	-0,39

Продолжение приложения А

Год	Температура приземного слоя воздуха, °С			
	Агинское	Ачинск	Красноярск	Солянка
1958	0,43	0,99	1,03	0,25
1959	0,28	0,17	0,83	0,15
1960	2,78	-0,70	-0,16	-0,81
1961	0,64	0,51	0,81	-0,08
1962	1,72	1,84	2,28	1,38
1963	1,17	1,39	1,88	1,11
1964	0,04	0,73	0,93	0,24
1965	0,04	0,83	0,88	-0,09
1966	-1,17	-1,64	-1,08	-1,73
1967	-0,11	0,72	0,91	0,13
1968	-0,92	-0,76	-0,42	-1,97
1969	-1,64	-1,71	-0,98	-1,97
1970	-0,69	-0,20	0,13	-0,73
1971	-0,35	0,83	0,91	0,06
1972	-0,42	-0,47	0,18	-0,55
1973	0,77	1,79	2,20	1,32
1974	-1,91	-1,31	-1,15	-1,78
1975	0,16	1,29	1,63	0,88
1976	-1,75	-0,68	-0,39	-1,10
1977	-0,70	0,26	0,47	-0,66
1978	0,59	1,64	2,08	1,04
1979	0,13	0,42	0,76	-0,21
1980	-0,77	0,77	0,76	-0,28
1981	-0,09	1,28	1,34	0,39
1982	0,53	1,62	1,68	-1,56
1983	0,90	2,62	2,40	1,46
1984	-1,14	-0,91	-0,67	-1,31
1985	-0,94	0,13	-0,18	-1,02
1986	0,15	1,33	1,60	0,66
1987	-1,07	-0,08	-0,08	-1,09
1988	0,02	1,56	1,32	0,33
1989	0,71	2,48	2,24	1,44
1990	1,60	2,68	2,69	2,06
1991	0,38	1,61	1,46	0,45
1992	1,21	2,04	2,38	1,58
1993	0,98	1,67	2,12	1,44
1994	0,82	2,05	2,00	1,21
1995	2,30	3,29	3,43	2,63
1996	-0,19	0,22	0,23	-0,48
1997	1,81	2,97	3,06	2,25
1998	-0,42	1,21	1,35	0,51
1999	-0,02	1,80	1,43	0,35
2000	-0,28	1,03	0,84	-0,44
2001	0,58	1,79	1,74	0,64
2002	2,03	2,98	2,98	2,21
2003	1,37	2,51	2,54	1,79

Окончание приложения А

Год	Температура приземного слоя воздуха, °С			
	Агинское	Ачинск	Красноярск	Солянка
2004	1,15	2,18	2,18	1,25
2005	0,36	1,95	4,96	0,69
2006	-0,11	0,63	0,79	-0,29
2007	2,25	3,22	3,46	2,50
2008	0,93	2,16	2,19	1,32
2009	-0,79	0,21	0,20	-0,71
2010	-1,54	-0,72	-0,60	-1,48
2011	0,30	2,46	2,29	1,59
2012	-1,08	1,00	0,66	-0,28
2013	1,20	2,29	2,28	1,37
2014	1,27	1,91	2,18	1,49
2015	2,30	3,76	3,79	2,87
2016	0,41	2,38	-2,31	0,73

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Среднемесячная температура приземного слоя воздуха на станциях степи

Год	Температура приземного слоя воздуха, °С		
	Канск	Минусинск	Светлолобово
1916		-0,98	
1917		-0,43	
1918		0,18	
1919		0,45	
1920		0,30	
1921		0,42	
1922		-0,29	
1923		0,86	
1924		0,98	
1925		0,64	
1926		0,87	
1927		-0,17	
1928		-0,63	
1929		-1,43	
1930		-0,23	
1931		-0,81	
1932		1,82	
1933		-1,61	
1934		-0,75	
1935		-0,61	
1936		-0,40	
1937		-1,48	
1938		-0,14	
1939		0,84	
1940	-0,69	0,11	
1941	-0,73	-0,25	
1942	-0,43	0,23	
1943	0,33	0,64	
1944	-0,53	-0,23	
1945	0,15	-0,17	
1946	-0,21	1,27	
1947	-1,93	-1,53	
1948	0,43	0,79	
1949	-0,27	0,76	
1950	0,11	-0,04	
1951	-1,56	1,03	
1952	-0,09	-0,24	
1953	0,43	1,31	
1954	-1,31	-0,78	
1955	-0,47	0,71	
1956	-1,99	-1,00	
1957	2,33	0,21	

Продолжение приложения Б

Год	Температура приземного слоя воздуха, °С		
	Канск	Минусинск	Светлолобово
1958	0,08	0,63	-0,30
1959	-0,24	1,17	-0,62
1960	-1,07	0,49	-0,93
1961	-0,69	1,48	-0,73
1962	0,95	3,37	1,18
1963	0,39	1,78	0,67
1964	-0,49	1,35	-0,04
1965	-0,65	2,00	-0,03
1966	-2,47	0,21	-2,38
1967	-0,69	-0,26	-1,18
1968	-1,78	0,23	-1,32
1969	-2,53	-0,75	-2,07
1970	-1,88	-0,13	-1,02
1971	-1,14	0,55	-0,16
1972	-0,93	1,63	0,06
1973	0,41	1,69	0,86
1974	-2,56	0,32	-1,58
1975	0,96	1,30	0,51
1976	-1,95	0,16	-1,83
1977	-1,28	1,67	-0,29
1978	0,45	2,35	0,88
1979	-0,53	2,02	0,01
1980	-1,18	0,44	-0,73
1981	-0,36	0,87	-0,21
1982	4,18	1,98	-1,50
1983	0,91	2,19	1,31
1984	-1,78	0,03	-1,95
1985	-1,55	0,37	-0,98
1986	-0,23	1,15	0,19
1987	-1,58	1,06	-0,86
1988	-0,59	1,17	-0,24
1989	0,75	2,28	1,00
1990	1,49	2,85	1,43
1991	-0,18	1,89	0,63
1992	1,15	2,53	1,03
1993	0,89	1,41	0,60
1994	0,38	2,18	1,18
1995	2,24	2,85	2,44
1996	-1,28	0,26	-1,11
1997	1,46	3,09	1,99
1998	-0,05	2,77	1,08
1999	-0,29	1,89	0,45
2000	-0,93	2,33	0,48
2001	0,20	2,41	1,04
2002	1,87	3,51	2,16
2003	1,26	2,00	1,21

Окончание приложения Б

Год	Температура приземного слоя воздуха, °С		
	Канск	Минусинск	Светлолобово
2004	0,62	2,55	1,24
2005	0,62	1,01	0,00
2006	-0,86	1,31	-0,29
2007	1,77	4,09	2,40
2008	0,58	2,85	0,95
2009	-1,40	1,33	-1,15
2010	-2,48	0,27	-1,67
2011	0,36	1,32	0,33
2012	-1,13	0,39	-1,53
2013	1,00	2,84	1,07
2014	3,56	2,68	0,66
2015	2,09	3,96	2,67
2016	-0,23	1,52	0,12

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Среднемесячная сумма осадков на станциях лесостепи

Год	Сумма осадков, мм			
	Агинское	Ачинск	Красноярск	Солянка
1916			390,2	
1917			314	
1918			325,3	
1919			423,7	
1920			273,3	
1921			388,8	
1922			436,3	
1923			409,6	
1924			423,8	
1925			419	
1926			433,1	
1927			447,9	
1928			385,9	
1929			329,5	
1930			401	
1931			371,4	
1932			380,4	
1933			307,4	
1934			402,3	
1935			402,2	
1936			707,7	
1937			665,8	
1938			708	
1939			602,7	
1940	333,5	391	635,1	397,8
1941	442,9	426,3	634,8	595,8
1942	258,1	373,7	563,6	330,7
1943	253,8	455,7	612	351
1944	431,3	387,4	496,3	420,8
1945	301,6	371,8	431,8	285,9
1946	305	682,6	712,4	605
1947	309,8	654,1	654,1	419
1948	431,8	670,4	670,4	500,4
1949	455,15	576,9	576,7	482,2
1950	453,7	557,6	723,6	407,7
1951	384	620,4	620,2	358,4
1952	451,1	1074,5	565,9	483
1953	366,6	692,4	692,4	424,9
1954	612,4	634,9	634,9	497,2
1955	550,3	499,4	499,4	526,6
1956	393,3	602	602	354,1
1957	462,9	602	602	450,6

Продолжение приложения В

Год	Сумма осадков, мм			
	Агинское	Ачинск	Красноярск	Солянка
1958	349,8	442,4	442,4	377,7
1959	407,8	575,9	575,9	492
1960	460	590,6	595,5	564,1
1961	379	491,7	553,6	392
1962	378	541,8	397,1	369
1963	368	483,1	508,9	392
1964	371,6	449,4	573,3	422,8
1965	486,2	719,3	567,3	565,5
1966	534,6	436	654,7	515,8
1967	407,3	464,8	562,5	432,2
1968	446,6	496,3	497,9	400,2
1969	519,3	410,7	665,7	505,4
1970	453	427,6	553,2	495,9
1971	398	421,4	508,2	613,9
1972	421	506,7	637,6	532,7
1973	415	323,7	384,2	356,8
1974	419,2	447,2	486,6	407,3
1975	442,7	402,4	542,5	552,5
1976	287,9	390,2	431,6	414
1977	363,3	324,8	482,8	409,4
1978	374,6	541,2	489	448,9
1979	431,3	573,2	711,1	564,9
1980	451,7	292,2	436,6	505,2
1981	387,1	331,7	499,2	443,7
1982	483,2	496,8	536	639,5
1983	461,9	427,4	472,9	419,4
1984	468,2	488,5	576,1	447
1985	495,2	458,1	562,9	500,1
1986	450,5	360,5	418,4	437
1987	692,7	504,2	634,6	602,3
1988	444,8	491	560,2	548,8
1989	341,8	275,7	385,1	310,6
1990	362,8	496,3	632,2	441
1991	677	510,7	642,8	492,6
1992	571,9	520	493,5	505,3
1993	267,2	521,6	452	367,3
1994	433,7	533,3	597	556,9
1995	344,2	439,8	489,2	448
1996	304,7	472	576,2	499
1997	393	378,3	446,6	460,1
1998	551	427,9	545,2	620,6
1999	470,2	372,3	470,7	456,4
2000	535,6	515,8	583,5	361,5
2001	517,4	431,3	495	426
2002	528,5	415,6	613,2	331,2
2003	491	408,7	513,5	255,3

Окончание приложения В

Год	Сумма осадков, мм			
	Агинское	Ачинск	Красноярск	Солянка
2004	596,9	583,8	570,9	395,6
2005	471,8	466,2	554,2	416,1
2006	537,2	438,7	610	349,3
2007	516,7	508,8	565,4	404,7
2008	510,1	515,1	558,6	594,2
2009	609,2	524,8	643,4	653
2010	446,2	422,3	546,8	612
2011	494,4	321,8	421,2	404
2012	478,2	356,7	411,5	293,4
2013	503,5	433,1	627,5	521,5
2014	627,9	485,4	590,4	513,4
2015	384,2	621,2	549,7	407,7
2016	462,3	227,4	398,3	480,2

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Среднемесячная сумма осадков на станциях степи

Год	Сумма осадков, мм		
	Канск	Минусинск	Светлолобово
1916		266,8	
1917		265,9	
1918		252,5	
1919		386,1	
1920		253,9	
1921		258,3	
1922		265,2	
1923		261,4	
1924		255,4	
1925		390,9	
1926		224,3	
1927		304,5	
1928		394,5	
1929		321,9	
1930		324,0	
1931		189,6	
1932		289,3	
1933		333,3	
1934		362,6	
1935		322,4	
1936		560,8	
1937		486,9	
1938		461,7	
1939		353,3	
1940	332,7	360,0	
1941	433,7	326,0	
1942	292,4	354,5	
1943	312,6	328,6	
1944	394,8	439,6	
1945	315	195,1	
1946	464,8	374,2	
1947	275,2	385,8	
1948	396,3	387,1	
1949	269,3	402,2	
1950	281,4	385,0	
1951	344,5	389,5	
1952	242,5	394,5	
1953	378,3	380,6	
1954	318,4	451,7	
1955	329,5	365,2	
1956	256,9	337,8	
1957	309,6	475,4	

Продолжение приложения Г

Год	Сумма осадков, мм		
	Канск	Минусинск	Светлолобово
1958	255,1	285,3	
1959	296,6	401,6	
1960	364,6	295,5	
1961	233,4	357,2	
1962	245,7	367,5	
1963	204	359,7	
1964	244,7	242,4	
1965	412,6	319,9	
1966	351,9	388,2	338,2
1967	293,2	431,2	331,8
1968	243,1	340,3	316,4
1969	318,4	339,3	258,5
1970	292	482,2	257,1
1971	315	346,7	289
1972	322	431,9	254
1973	298	268,6	198,8
1974	219,7	305,4	276,6
1975	309	361,0	274,5
1976	300,7	306,3	320,5
1977	247,2	347,2	314,3
1978	235,3	315,0	288,7
1979	355,3	426,0	435,2
1980	307	467,0	377,2
1981	327,4	270,0	295,4
1982	390,7	325,0	255,3
1983	290,7	338,0	281,7
1984	299,6	361,0	419,3
1985	322,8	374,9	420,5
1986	274,5	306,9	307,4
1987	551,3	375,1	449,9
1988	408,1	322,4	389,9
1989	232,6	308,9	203,8
1990	351,9	324,1	443,9
1991	313	344,7	380,6
1992	285,8	492,0	443,2
1993	180,6	283,2	276,3
1994	349,3	407,1	429,5
1995	257,4	379,7	265,7
1996	353,3	433,6	338,1
1997	386,2	316,0	395
1998	537	324,5	240,7
1999	369,8	364,5	242,3
2000	457	351,5	397
2001	396,5	413,4	321,2
2002	311,7	442,4	439,2
2003	277,3	534,1	326,7

Окончание приложения Г

Год	Сумма осадков, мм		
	Канск	Минусинск	Светлолобово
2004	424,3	279,9	327,6
2005	357,7	383,4	284,1
2006	327,3	401,6	392,9
2007	411,1	345,5	345,7
2008	417,5	366,1	325
2009	347	373,3	334,9
2010	343,6	317,1	280,5
2011	310,9	321,3	320,3
2012	334,5	318,6	324,6
2013	368,1	344,3	396,3
2014	436,6	305,8	343,7
2015	305,5	336,1	384,2
2016	345,4	396,5	395,6

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 20 17 г.

БАКАЛАВАРСКАЯ РАБОТА

География 05.03.02

05.03.02.02 Физическая география и ландшафтоведение

**Особенности изменения климата лесостепной и степной зон
Красноярского края**

Руководитель Л.А. Лигаева кандидат геогр. наук
подпись, дата должность, ученая степень

Лигаева. Н. А.
инициалы, фамилия

Выпускник А.Е. Конникова
подпись, дата

Конникова А. Е.
инициалы, фамилия

Красноярск 2017