



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Анализ континентальности климата по данным годовой амплитуды температуры воздуха и годовому количеству осадков»

Исполнитель Лебедева В.А.

Руководитель доктор географических наук, профессор Сергин С.Я.

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

Сца

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С. Н.

«17» июня 2016 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
<u>24</u> <u>мая</u> 201 <u>6</u> г.	
<i>А.Май</i> подпись	<i>Мацулен А.О.</i> расшифровка подписи

Туапсе
2016



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Анализ континентальности климата по данным годовой амплитуды температуры воздуха и годовому количеству осадков»

Исполнитель Лебедева В.А.

Руководитель доктор географических наук, профессор Сергин С.Я.

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С. Н.

«____» _____ 2016 г.

Туапсе
2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Континентальность климата различных регионов Земли.....	5
1.1 Глобальная характеристика климатических поясов и зон.....	5
1.2 Годовая амплитуда температуры и годовое количество осадков как главные показатели континентальности.....	8
Глава 2 Связь годовой амплитуды температуры с годовым количеством осадков.....	13
2.1 Анализ связи годовой амплитуды температуры и годового количества осадков в пределах Евразии и Канады.....	13
2.2 Связь годовой амплитуды температуры и годовых сумм осадков в умеренной зоне европейской части России	21
2.3 Показатели континентальности климата в Краснодарском Причерноморье.....	31
Глава 3 Вертикальное распределение континентальности климата.....	37
3.1 Годовая амплитуда температуры на разных высотах в окрестности города Туапсе	37
3.2 Годовая амплитуда температуры по данным горных метеостанций	42
Заключение.....	45
Список использованной литературы.....	47

Введение

Для характеристики климатических условий тех или иных регионов используется статистические материалы инструментальных метеорологических наблюдений, проводимых на сети метеорологических станций. При описании климата основное внимание уделяется таким метеорологическим элементам, как температура воздуха у земной поверхности и атмосферные осадки. Эти показатели имеют принципиальное значение для деятельности человека. Вместе с тем, они косвенно отображают многие другие характеристики климатической системы. Так, температуры воздуха тесно связана с приходом солнечной радиации и радиационным балансом, а также с переносами тепла в атмосфере и океане. Атмосферные осадки возникают в связи с определенными процессами циркуляции атмосферы и в большой мере отображают эти процессы. В тоже время, выпадение осадков зависит от термических условий на земной поверхности. Ввиду этого температура и осадки даже более представительны для характеристики климата, чем это следует из формальных сводок данных. Проблема заключается только в том, как «выжать» косвенную информацию из имеющихся данных.

Эта проблема решается в климатологической науке многими исследователями. Тем не менее, рассуждая философски, можно с уверенностью считать, что всегда остается недоиспользованный резерв. Так, если интересоваться вопросом характеристики континентальности климата в различных регионах и на земном шаре в целом, то можно попытаться дополнить эти характеристики по имеющимся «тривиальным» данным о температурных условиях. В плане континентальности климата определенный интерес имеет также широкое рассмотрение данных об атмосферных осадках, что как правило, не делается в климатологических исследованиях. Более того, сведения о континентальности можно получить из сопоставления данных по температуре и осадкам, что в свое время в какой-то мере было сделано в работах С.Я. Сергина.

Актуальность состоит в том, что анализируется недостаточно изученный в климатологии вопрос о природе континентальности климата, прежде всего о связи годовой амплитуды температуры с годовым количеством осадков.

Объектом исследования в данной работе является континентальность климата, как одна из важных характеристик климатической системы Земли.

Предмет исследования - взаимосвязи показателей континентальности климата.

Целью работы является рассмотрение проявления континентальности климата и объяснения имеющихся закономерностей.

Для достижения поставленной цели, решаются следующие **задачи**:

- изложить представления о континентальности климата и показателях, характеризующих континентальность;
- провести анализ связи годовой амплитуды температуры с годовым количеством осадков, различных регионов России и Северного полушария;
- представить описание вертикального распределения континентальности климата по аэрологическим данным окрестности города Туапсе и совокупности горных метеостанций.

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

Информационно-методической основой являются труды авторов, представленные в списке литературы, аэрологические данные АЭ Туапсе за последние 10 лет.

Объем бакалаврской работы составляет 49 листов. Работа содержит 23 рисунка и 10 таблиц.

Глава 1 Континентальность климата различных регионов Земли

1.1 Глобальная характеристика климатических поясов и зон

Климат современной эпохи установлен на основании статистической обработки инструментальных метеорологических наблюдений, проводимых системой мировых климатических станций.

При характеристике климата основное внимание уделяется трем главным метеорологическим элементам: температуре воздуха у земной поверхности, годовой сумме атмосферных осадков и характеру распределения атмосферных осадков в течение года.

Великий русский ученый В.В. Докучаев еще в конце прошлого столетия обосновал общепланетарный закон географической зональности. Закономерное изменение компонентов природы и природных комплексов при движении от экватора к полюсам.

Зональность обусловлена в первую очередь широтным распределением по поверхности Земли солнечной энергии радиации, связанным с шарообразной формой нашей планеты, а также разным количеством осадков. В зависимости от широтного соотношения тепла и влаги закону географической зональности подвержены процессы выветривания и экзогенные рельефообразующие процессы [20, с. 167].

Согласно С.П. Хромову, основными географическими факторами формирования климата являются: географическая широта, высота над уровнем моря, распределение суши, океанические течения, растительный, снежный и ледовый покровы.

Географические пояса – это наиболее крупные зональные подразделения географической оболочки. Протягиваются, как правило, в широтном направлении и совпадают с климатическими поясами. Географические пояса отличаются друг от друга температурными характеристиками и особенностями циркуляции атмосферы.

Наиболее современной следует считать классификацию и схему

районирования Б.П. Алисова.

Им было предложено выделять климатические зоны и области, исходя из условий общей циркуляции атмосферы [22, с. 97].

На суше выделяются следующие географические (климатические) пояса: экваториальный (общий для северного и южного полушарий), субэкваториальный, тропический, субтропический и умеренный (для каждого полушария), субантарктический и антарктический пояса для южного полушария (рис. 1).

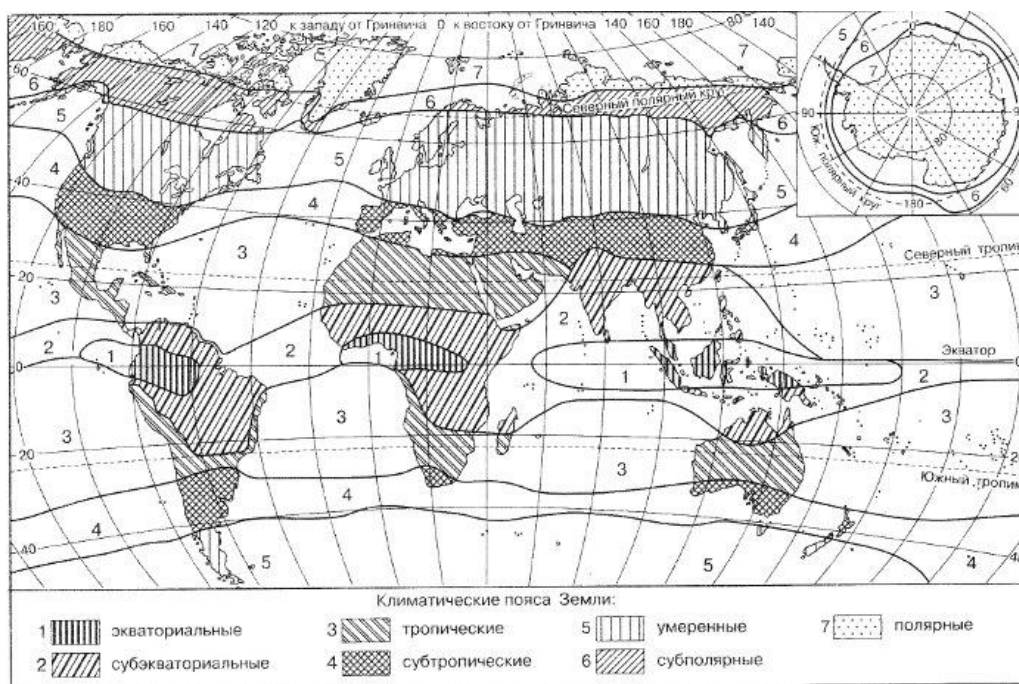


Рис. 1. Схематическая карта климатических поясов Земли (по Б.П. Алисову) [4, с. 177]

Экваториальный пояс. Температуры во всем поясе весь год высокие от 24 до 28 °С, влажность воздуха большая. Осадков много – около 2000 мм. Значительное количество осадков обусловлено не только большой абсолютной и относительной влажностью воздуха, но и его влажно-неустойчивой стратификацией. Сезонные колебания среднемесячных температур на суше (3-4°) и осадков незначительные.

Субэкваториальные пояса. Сезонная смена воздушных масс - летом экваториальных, зимой тропических (пассаты). Климат экваториальных

муссонов проявляется в чередовании сухих и влажных периодах и обуславливает четкую сезонную ритмику природных процессов. Средние месячные температуры от 15 до 32 °С. Осадков от 250 до 2000 мм в год.

Тропические пояса. Характерно преобладание пустынных и полупустынных ландшафтов на материках, в океане – высоких температур и солености воды. Преобладает антициклоническая циркуляция воздуха, низкая относительная влажность воздуха и малая облачность в большей части территории. Средние температуры самых теплых месяцев на равнинах 30- 35 °С, самых холодных не ниже 10 °С. Осадков 50- 200 мм в год (только в восточно - приокеаническом муссонном секторе при благоприятных орографических условиях выпадает 1000-2000 мм осадков в год.

Субтропические пояса. Два географических пояса, занимающих промежуточное положение между тропическим и умеренным поясами. Климат определяется периодическим чередованием воздушных масс. Среднемесячная температура летом выше 20 °С, а зимой выше 4 °С, возможны заморозки (до - 10 °С), а также выпадение снега. Субтропические пояса различаются, делятся на три основных сектора: западный приокеанический (средиземноморский) с зимним увлажнением, континентальный с малым увлажнением круглый год и восточный приокеанический (муссонный) с обильным летним увлажнением.

Умеренные пояса. Для умеренного пояса характерна четкая сезонность термического режима, определяющая периодичность климатических процессов. Средние температуры воздуха наиболее холодных месяцев над сушей в Северном полушарии от 6 до -50 °С, а в Южно - от 2 до 8 °С. Годовая сумма осадков на большей части от 500 до 800 мм, а к окраинам континентов они увеличиваются до 1000-2000 мм, а в южных внутриконтинентальных районах уменьшается до 100-200 мм в связи с ослаблением циклональной циркуляции.

Субарктический и субантарктический пояса. Субантарктический пояс (субантарктика), располагается в Южном полушарии, между умеренным (на севере) и антарктическим (на юге) поясами. Средняя температура зимой от -5

°С на Севере и до -15 °С на Юге. Летом температура воды и воздуха от 0 до 2 °С. Климат выражен высокой влажностью воздуха, штормовыми ветрами. Годовая сумма осадков 500 мм, а на ветреных склонах гор в несколько раз больше (преимущественно в виде снега).

Арктический и антарктический пояса. Постоянный климатический пояс, где преобладает одна единственная арктическая (в Южном полушарий – антарктическая) воздушная масса. Практически весь год на территории арктического климатического пояса температура воздуха не поднимается выше 0 °С, а при удалении к полюсам остается отрицательной. Годовая сумма осадков не значительная – менее 250 мм [4, с. 178].

1.2 Годовая амплитуда температуры и годовое количество осадков как главные показатели континентальности

Перемещение воздушных масс приводит к распространению влияния океанов на климат прилегающих частей материков и к обратному воздействию материков на климат океанов.

Климат может обладать большей или меньшей континентальностью (или океаничностью), поддающейся количественному выражению. Чаще всего континентальность климата рассматривается как функция годовой амплитуды температуры воздуха [10, с. 247].

Континентальность климата – это совокупность свойства климата, определяемых влиянием больших площадей суши на атмосферу и климатообразующие процессы. Основные различия в климате материков и океанов обусловлены особенностями накопления ими тепла. Поверхности материков быстро и сильно нагреваются днём и летом, и охлаждаются ночью и зимой. Над океанами этот процесс замедлен, поскольку водные массы в тёплое время суток и года накапливают в глубоких слоях большое количество тепла, которое постепенно возвращают в атмосферу в холодное время. Поэтому температура воздуха и другие характеристики климата меняются (от дня к ночи

и от лета к зиме) над материками сильнее, чем над океанами [22, с. 228].

Все воздушные массы зимой холоднее, а летом теплее, поэтому температура воздуха в каждом отдельном месте меняется в годовом ходе: средние месячные температуры в зимние месяцы ниже, а в летние выше.

Годовая амплитуда температуры воздуха – это разность средних месячных температур самого теплого и самого холодного месяца. В климатологии рассматриваются годовые амплитуды температуры, вычисленные по многолетним средним месячным температурам.

Континентальность климата тех или иных регионов Земли проявляется в годовой амплитуде температуры, годовом количестве осадков, повторяемости циклонической и антициклонических типов погоды, показателях влажности воздуха и облачности, содержание естественной пыли в воздухе и других показателях. Не все эти показатели учитываются в климатологической литературе в должной мере.

Между морским и континентальным климатами существуют также различия и в суточных амплитудах температуры, в режиме влажности и осадков. Но годовая амплитуда температуры все же наиболее ясно отражает континентальность климата.

В низких широтах годовые амплитуды температуры уменьшены по сравнению с высокими широтами, даже в континентальных условиях. Следовательно, для более точной числовой характеристики континентальности климата нужно исключить влияние широты на годовую амплитуду температуры [23, с. 38].

Малые амплитуды наблюдаются и во многих областях над сушей. Даже вдали от береговой линии, если туда часто приходят воздушные массы с моря, например в Западной Европе, но повышенные амплитуды наблюдаются и над океаном там, куда часто попадают воздушные массы с материка (в западных частях океанов северного полушария). Следовательно, величина годовой амплитуды температуры зависит не просто от характера подстилающей поверхности или от близости данного места к береговой линии, она зависит от

повторяемости в данном месте воздушных масс морского и континентального происхождения, т. е. от условий общей циркуляции атмосферы (рис. 2).

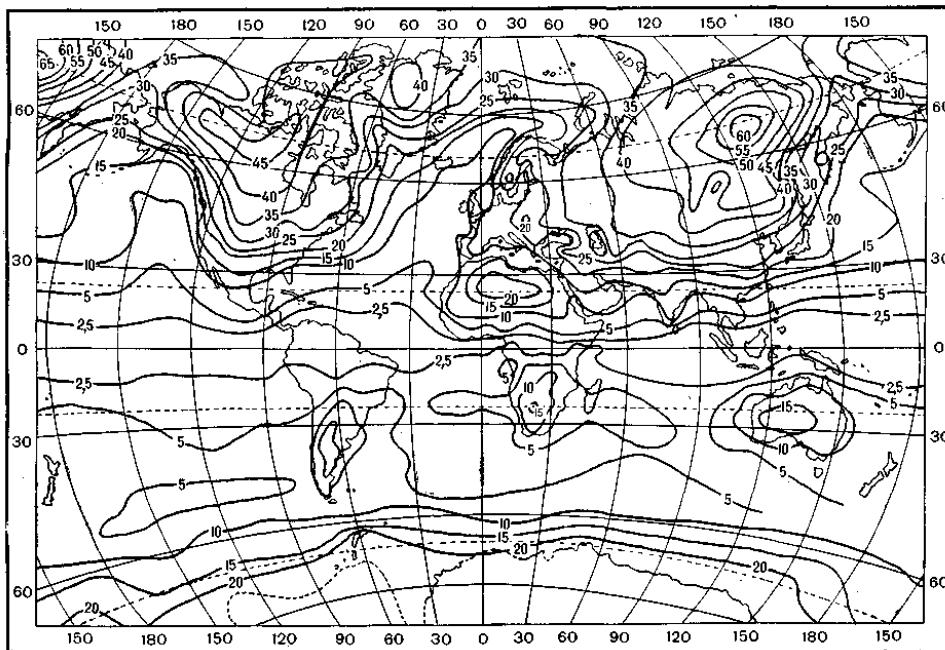


Рис. 2. Карта среднегодовой амплитуды температуры воздуха [23, с. 38]

Распределение сумм осадков по земному шару является непосредственным следствием влагооборота, поскольку выпадание осадков есть одно из его звеньев.

Следовательно, оно зависит от расположения источников влаги (прежде всего, океанов) относительно данного места и от других звеньев влагооборота, как испарение, сток, турбулентная диффузия водяного пара, конденсация.

Суточный ход осадков совпадает с суточным ходом облачности. Выделяются два типа суточного хода осадков – континентальный и морской (береговой). Континентальный тип имеет два максимума (в утренние часы и после полудня) и два минимума (ночью и перед полуднем).

Морской тип – один максимум (ночью) и один минимум (днем). Годовой ход осадков различен на разных широтах и даже в пределах одной зоны. Он зависит от количества тепла, термического режима, циркуляции воздуха, удаленности от побережий, характера рельефа [8, с. 68].

Для подробного изучения континентальности климата были предложены индексы. Индексом континентальности называют числовую характеристику климата, указывающую степень его континентальности. Все они основаны на учёте годовой амплитуды температуры, функцией которой и является индекс континентальности климата.

Для этого был предложен ряд способов, с помощью которых получаются различные индексы (показатели) континентальности климата в функции от годовой амплитуды температуры и от широты места. Особенно известен показатель Л. Горчинского:

$$R_{Гр} = \frac{1,7A}{\sin\varphi} - 20,4 \quad (1)$$

где, A - годовая амплитуда температуры;

φ – географическая широта места.

Значения индекса континентальности по Горчинскому выражаются двузначными числами, возрастающими с увеличением континентальности. Они могут изменяться от нуля до бесконечности.

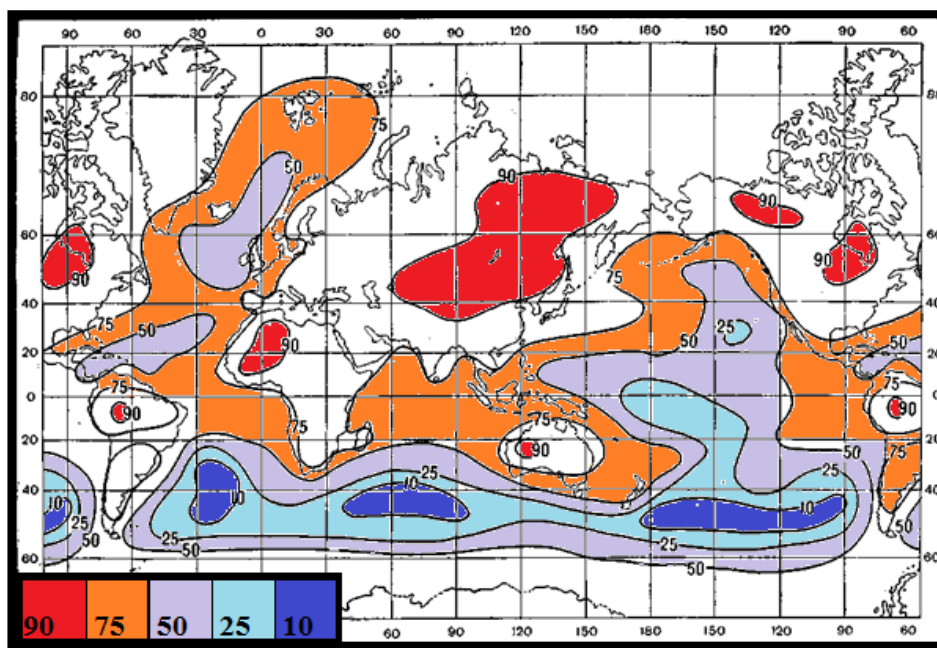
Несколько измененный индекс континентальности предложен С. П. Хромовым:

$$K = \frac{A - 5,4 \sin \varphi}{A} \quad (2)$$

где, $5,4 \sin \varphi$ – величина амплитуды температуры на данной широте.

Этот индекс континентальности говорит о том, какая доля годовой амплитуды температуры воздуха в данном месте создается за счет наличия суши на Земном шаре, а также каков континентальный вклад в годовую амплитуду температуры.

На рис. 3 изображена карта распределения индекса континентальности, которая составлена автором данной работы [24, с. 258].



**Рис. 3. Карта распределения индекса континентальности С.П. Хромова по
Земному шару¹**

Здесь видно, что во внутренних частях всех трех океанов южного полушария индекс континентальности (К) меньше 10%. Над северным Атлантическим океаном он выше 25%, а над крайним западом Европы — между 50 и 75%. Над Центральной и Северо-Восточной Азией выше 90%. Также выше 90% он на небольших площадях внутри Австралии и северных частей Африки и Южной Америки.

Следовательно, если судить по годовой амплитуде температуры, то самый морской климат на материке больше подвержен влиянию суши, чем океана. Так в центре северного Атлантического океана влияние материков на годовую амплитуду температуры лишь немногим меньше, чем влияние самого океана. Это объясняется выносом на океан воздушных масс с суши и только в умеренных широтах океанов южного полушария влияние суши на годовую амплитуду температуры незначительно [14, с. 28].

¹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Глава 2 Связь годовой амплитуды температуры с годовым количеством осадков

2.1 Анализ связи годовой амплитуды температуры и годового количества осадков в пределах Евразии и Канады

Континентальность климата (КК) чаще всего характеризуют величинами амплитуды годового хода температуры воздуха (А) и количеством осадков (Р).

Важным показателем КК, особенно во внетропических широтах, является годовая амплитуда температуры. Известна зависимость амплитуды температуры от географической широты, что связано с увеличением годовой амплитуды приходящей солнечной радиации при возрастании широты. Эта зависимость учитывается в индексах континентальности, предложенных С.П. Хромовым и другими авторами [24, с. 168].

С.П. Хромов дает сравнимую оценку степени континентальности в пределах материков и океанов. Влияние широты местности φ на континентальность в этой формуле исключается вычитанием чисто океанической амплитуды температуры, равной $5,4\sin\varphi$.

Если рассматривать второй показатель континентальности – количество осадков, то климат тем континентальнее, чем меньше количество осадков. Осадки характеризуют интенсивность и повторяемость потоков воздуха, вторгающихся на материк с океана, а во внетропических широтах – еще и интенсивность циклонической деятельности. Тем самым в осадках опосредуется комплексное влияние океана на климат континентов.

Некоторые авторы уже предпринимали попытку охарактеризовать КК, увязав амплитуду температуры с осадками.

В работе С.Я. Сергина и М.С. Щегловой выявлена статистическая зависимость амплитуды А от количества осадков, в соответствии с которой величина А уменьшается с увеличением Р:

$$A=663P-0,63 \quad (3)$$

Отмеченная зависимость находит применение при построении математических моделей климата, а также при анализе данных по изменению климата. Ввиду этого, возникает необходимость рассмотреть зависимость амплитуды температуры от количества осадков [15, с. 4].

Для дальнейшего изучения связи A с P по методическому предложению С.Я. Сергина построены широтные профили этих величин на двух материках: Евразии и Северной Америке. Работа выполнена М.П. Цереновой. Используются данные метеостанции, близко расположенных к 50° с.ш..

Тем самым исключается влияние широты. На обоих профилях не имеется среднегорных и высокогорных станций, что позволяет исключить влияние высоты. Ниже представлен климатический профиль Евразии (рис. 4).

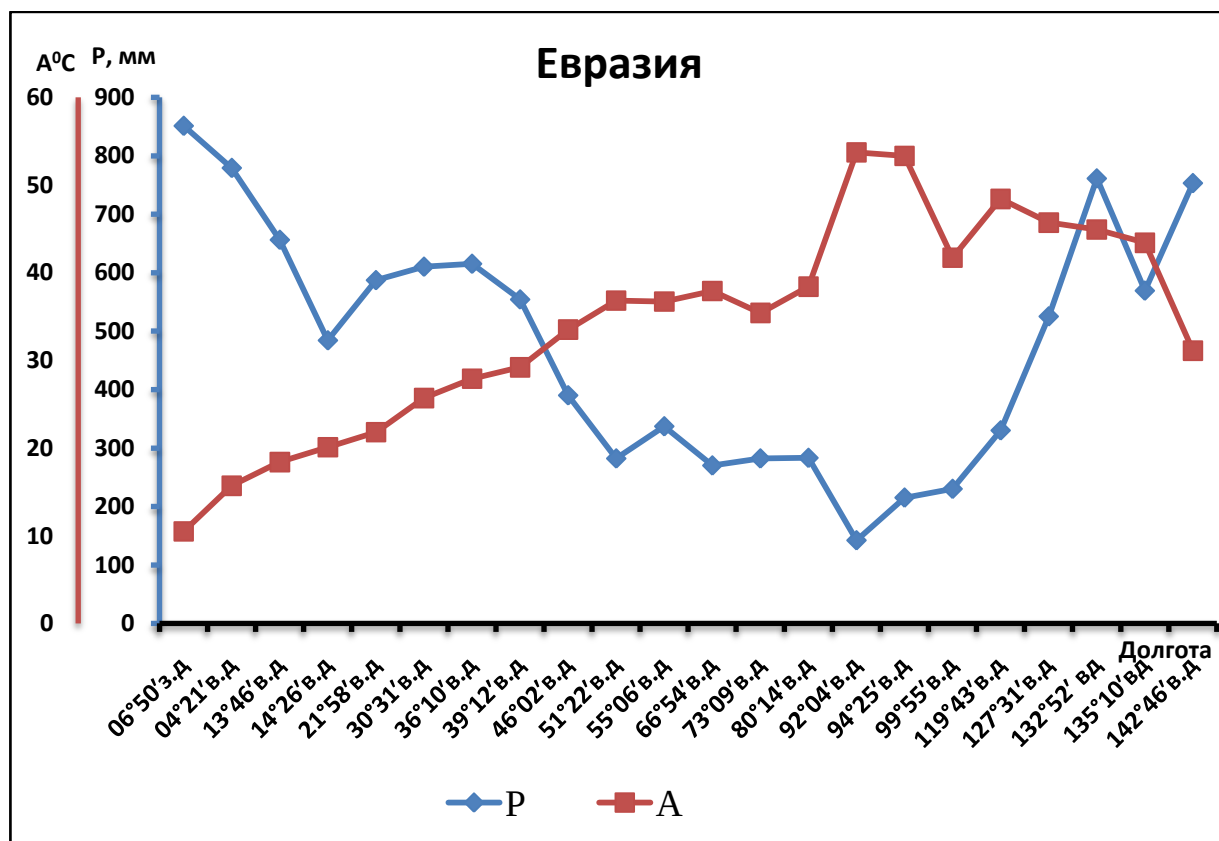


Рис. 4. Климатический профиль Евразии²

На берегу Атлантического океана количество осадков значительное, а значение амплитуды пониженное. Подобная картина имеет место и на берегу Тихого океана. В средней части материка, наоборот, имеет место минимальное

² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

значение P и максимальное значение A . Тем самым, главная закономерность заключается в том, что кривая осадков – вогнутая, а кривая амплитуды – выпуклая. Она наглядно свидетельствует об отмеченной выше корреляции амплитуды и осадков. При этом имеются участки профиля, где эта связь ослабевает и даже нарушается в силу местных климатических особенностей. Последние нуждаются в специальном анализе.

График интересен тем, что на нем видна граница между западным переносом и муссонной циркуляцией. В районе 92° в.д. наблюдается минимум количества осадков, который совпадает с максимальной величиной амплитуды температуры. Тем самым, в левой (западной) части профиля отражается влияние Атлантики, а правее (восточнее) – сказывается влияние Тихого океана.

По-видимому, граница между западным переносом и муссонной циркуляцией проходит именно в этом в районе. Данное предположение в свою очередь нуждается в более обстоятельном изучении. Если оно оправдается, то появится возможность уточнить схему климатического районирования Б.П. Алисова.

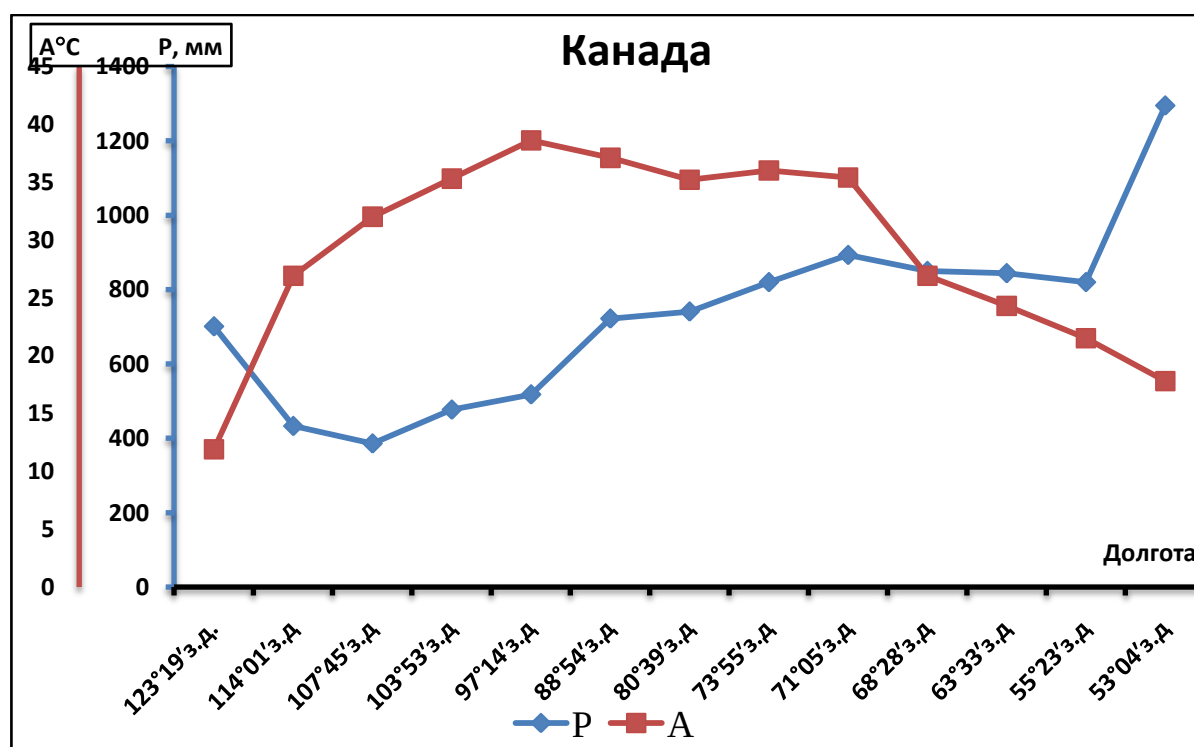


Рис. 5. Климатический профиль Канады³

³ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Таблица 1

Годовая амплитуда температуры (А) и годовое количество осадков (Р) для метеостанций России на 55-ой параллели⁵

Метеостанции	Амплитуда А°С	Годовое количество осадков, Рмм
Калининград	20,6	749
Вильнюс	22,8	632
Витебск	25,5	658
Смоленск	26,4	665
Москва	28,1	618
Рязань	29,9	554
Чебоксары	31,1	526
Казань	34,0	477
Уфа	30,0	561
Челябинск	33,6	497
Курган	36,4	402
Петропаловск	38,4	460
Омск	37,8	395
Новосибирск	38,1	413
Кемерово	36,3	533
Красноярск	39,0	501
Петропаловск-Камчатский	20,2	697

Из табл. 1 хорошо видны возрастания годовой амплитуды в направлении с запада на восток, а также изменение годового количества осадков. По данным табл. 1 построен профиль (рис. 7) годовой амплитуды температуры и годового количества осадков (за период 30 лет). Начало профиля находится на берегу Балтийского моря, а конец профиля - на берегу Тихого океана.

В соответствии с данными графика (рис. 7), годовая амплитуда температуры увеличивается от берега Балтийского моря к срединной и восточной части материка. Далее, она уменьшается к берегу Тихого океана. Так, в Калининграде она составляет 20,6°С, а в Петропавловске - 38,4°С, в Петропавловске - Камчатском – 20,2°С. Этот факт иллюстрирует закономерное

⁵ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

возрастание и уменьшение значения A при постепенном изменении количества осадков.

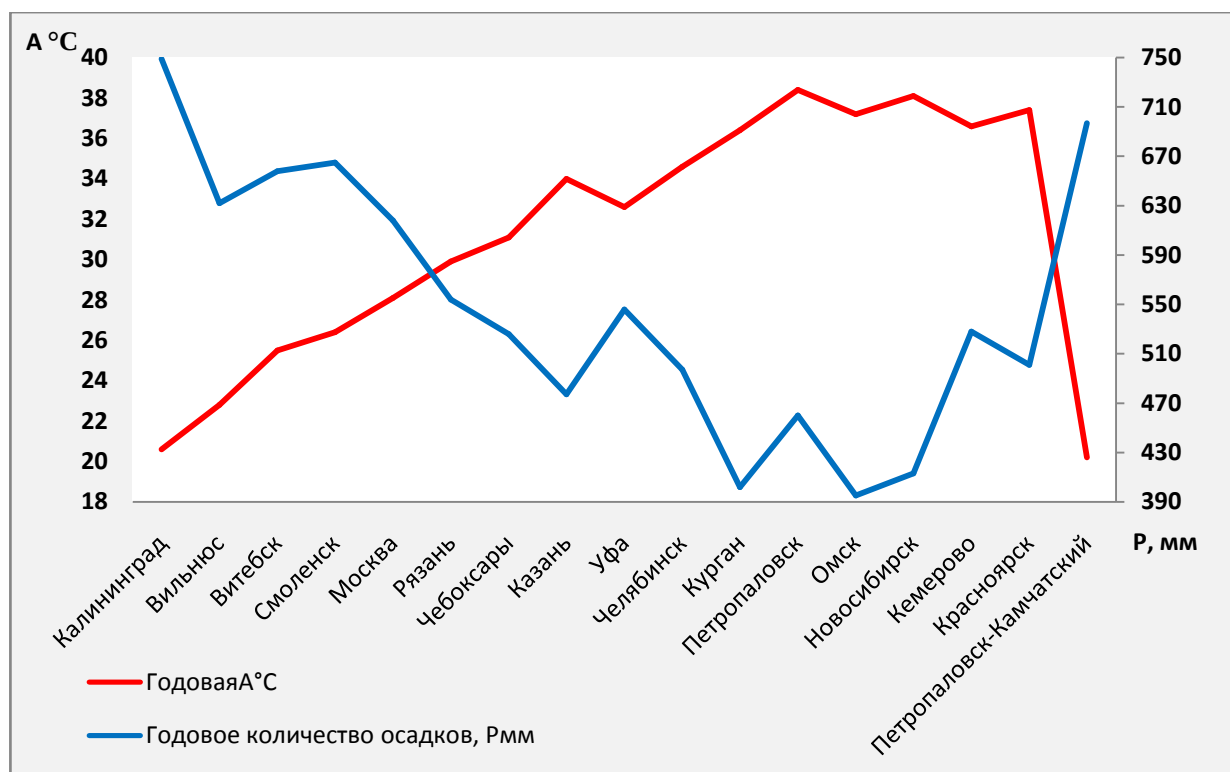


Рис. 7. График профиля годовой амплитуды температуры (A) и годового количества осадков (P) на параллели 55° с.ш. (в пределах бывшего Советского союза)⁶

Так в Калининграде годовое количество осадков составляет 749 мм, в Петропавловске - 460 мм, в Петропавловске - Камчатском - 697 мм. В первую очередь это объясняется тем, что в Прибалтийском районе преобладает морской климат умеренных широт, в Петропавловске континентальный, а на Камчатке – вновь морской, приуроченный к Тихому океану [11, с. 328].

Корреляция сопоставляемых величин не вызывает сомнений. Она является не прямой, а обратной (отрицательной), что явно отображено на рис. 8. Это равносильно тому, что увеличение одной переменной (A) связано с уменьшением другой (P).

Для графического представления корреляционной связи рассчитан коэффициент корреляции (r), который равен -0,92 (рис. 8).

⁶ Рисунок получен по данным, полученным в процессе исследования

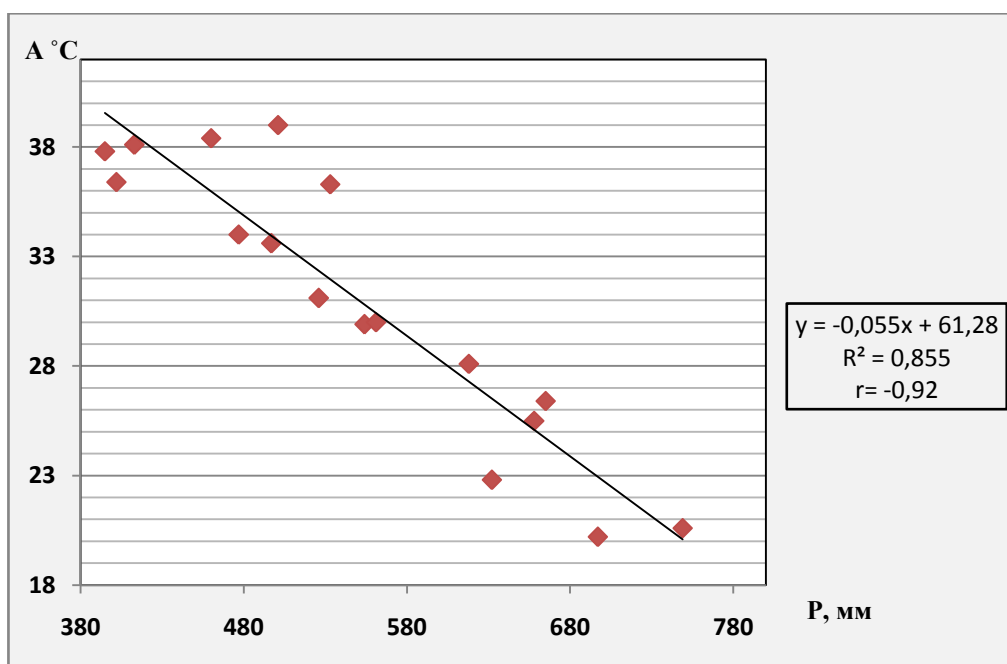


Рис. 8. Корреляционная зависимость А и Р⁷

На земном шаре наблюдается общая закономерность: с удалением от океанов вглубь материка годовые амплитуды возрастают, т.е. увеличивается континентальность климата.

Для России на 55-ой параллели влияние океанов на годовую амплитуду уменьшается по мере удаления вглубь материка.

Таблица 2

Годовая амплитуда температуры воздуха (А) и индексы континентальности (К) Горчинского и Хромова для метеостанций России на 55-й параллели⁸

Метеостанции	А, °С	К (Горчинского)	К (Хромова)
Калининград	20,6	22,8	0,79
Вильнюс	22,8	27,5	0,79
Витебск	25,5	32,5	0,81
Смоленск	26,4	35,1	0,83
Москва	28,1	37,9	0,84
Рязань	29,9	42,4	0,84
Чебоксары	31,1	43,3	0,86

⁷ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

⁸ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 2

Казань	34,0	50,1	0,85
Уфа	30,0	42,6	0,87
Челябинск	33,6	49,3	0,86
Курган	36,4	55,1	0,87
Петропаловск	38,4	60,2	0,88
Омск	37,8	59,1	0,88
Новосибирск	38,1	58,6	0,89
Кемерово	36,3	54,9	0,87
Красноярск	39,0	59,5	0,88
Петропаловск- Камчатский	20,2	22,6	0,79

По данным табл. 2 рассчитаны индексы континентальности (К) по формулам Горчинского и Хромова (формулы 1 и 2). Они отображают числовую характеристику климата, указывающую степень его континентальности (рис. 9 и 10).

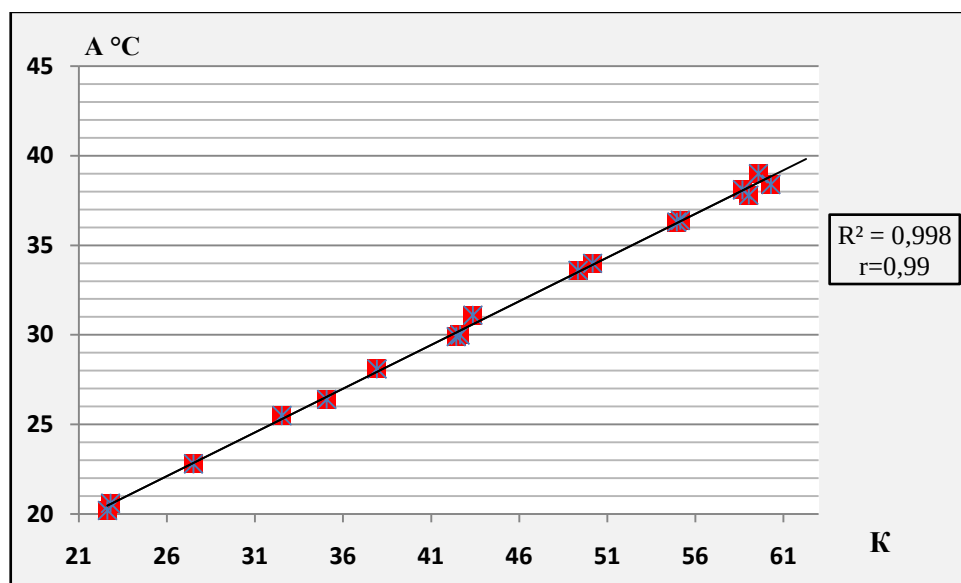


Рис. 9. График зависимости годовой амплитуды температуры воздуха (А) и индекса континентальности (К) Горчинского⁹

В соответствии с полученным графиком (рис. 9), между показателем (К) Горчинского и годовой амплитудой температуры воздуха наблюдается практически линейная зависимость. Чем ближе значение корреляционного

⁹ Рисунок получен по данным, полученным в процессе исследования

отношения к единице, тем сильнее и ближе к детерминированной функциональной зависимости связь между признаками, а именно А и К.

Коэффициент корреляции по Горчинскому равен 0,99, что свидетельствует о весьма тесной связи. Если вычислить коэффициент корреляции величины А с индексом С.П. Хромова, то он меньше и равен 0,95 (рис. 10) [24, с. 227].

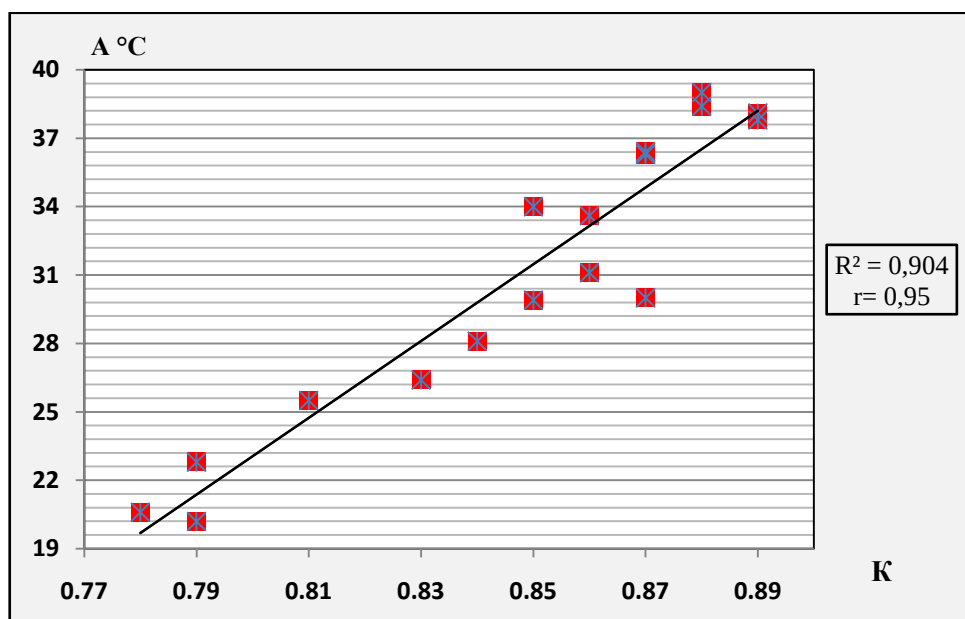


Рис. 10. График зависимости годовой амплитуды температуры воздуха (А) и индекса континентальности (К) Хромова¹⁰

2.2 Связь годовой амплитуды температуры и годовых сумм осадков в умеренной зоне европейской части России

В предыдущем параграфе рассмотрена связь годовой амплитуды температуры с годовыми осадками в масштабе больших регионов Северного полушария. Эта связь имеет место в реальности и получает математическое выражение. Закономерно задать вопрос: насколько проявляется исследуемая связь в масштабах небольших регионов.

Для ответа на этот вопрос воспользуемся материалами, во-первых, для Центральных областей России, которые имеются в научно-прикладном

¹⁰ Рисунок получен по данным, полученным в процессе исследования

справочнике по климату СССР, во-вторых, для ряда метеостанций Ростовской области по работам Панова В.Д., Лурье П.М., Ларионова Ю.А.

Расположение Центральных областей России показано на рис. 11.

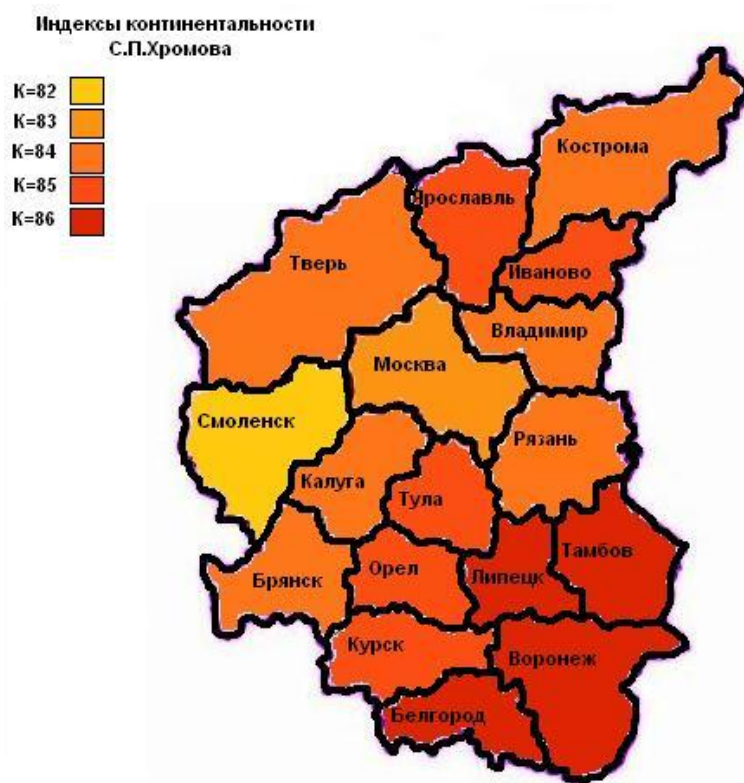


Рис. 11. Карта центральной области России¹¹

Таблица 3

Годовая амплитуда температуры (А), годовое количество осадков (Р), логарифмы А и Р, индекс континентальности С.П. Хромова для метеостанций центральных областей России¹²

Станция	А, °С	Lg А	Р, мм	Lg Р	К
Кострома	28,1	1,448	625	2,795	84
Ярославль	29,9	1,476	591	2,771	85
Белгород	28,4	1,453	553	2,742	86
Курск	28,0	1,447	587	2,768	85
Богучар	29,8	1,474	539	2,731	86
Орел	28,2	1,450	571	2,756	85
Елец	29,8	1,474	523	2,718	86

¹¹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹² Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 3

Моршанск	30,6	1,486	547	2,742	86
Брянск	27,2	1,434	597	2,775	84
Калуга	28,1	1,448	654	2,815	84
Тула	28,5	1,455	598	2,776	85
Тверь	28,1	1,448	654	2,815	84
Смоленск	24,2	1,384	738	2,868	82
Москва	25,9	1,413	707	2,815	83
Рязань	27,1	1,433	575	2,759	84
Владимир	27,3	1,436	585	2,767	84
Иваново	30,2	1,481	612	2,787	85

В ходе исследования были использованы многолетние данные температуры воздуха и годового количества осадков по имеющемуся на станции ряду наблюдений за период 1881-1980 гг. Эти данные будут использованы в табл. 3[18, с. 134].

По данным табл. 3 построен график корреляции амплитуды (А) с годовым количеством осадков (Р) (рис. 12), а также $\lg A$ и $\lg P$ (рис.13).

Имеющиеся в табл. 3 значения (А) мало различаются между собой, аналогично для величины значений (Р).

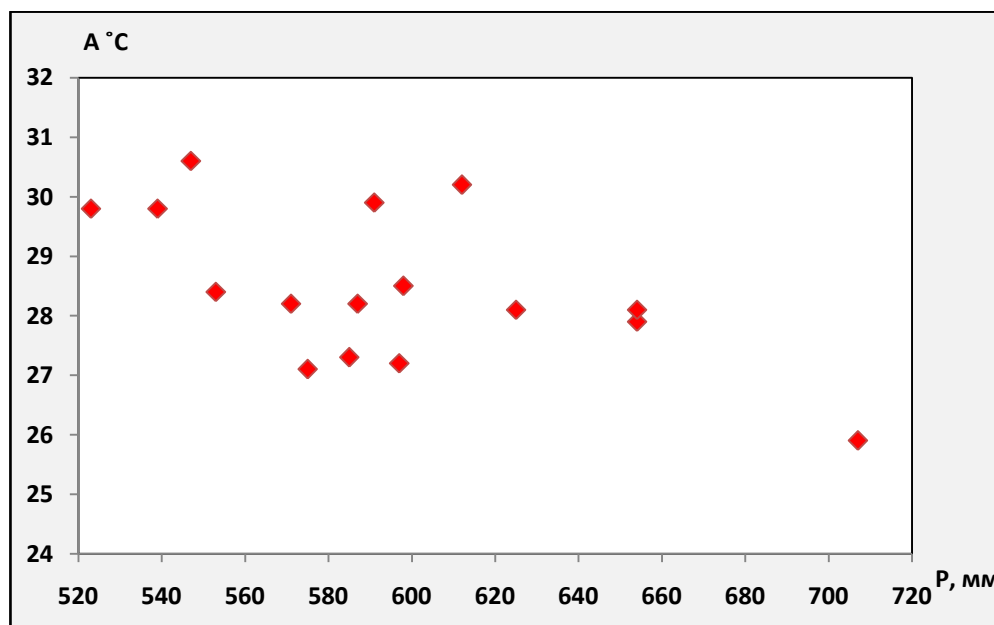


Рис. 12. График корреляции величин А и Р для метеостанций центральных областей России (по табл. 3)¹³

¹³ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Для анализа закономерности взаимной связи этих величин построен график их корреляции (рис. 12). Подобным образом построен график для величин $Lg A$ и $Lg P$ (рис. 13).

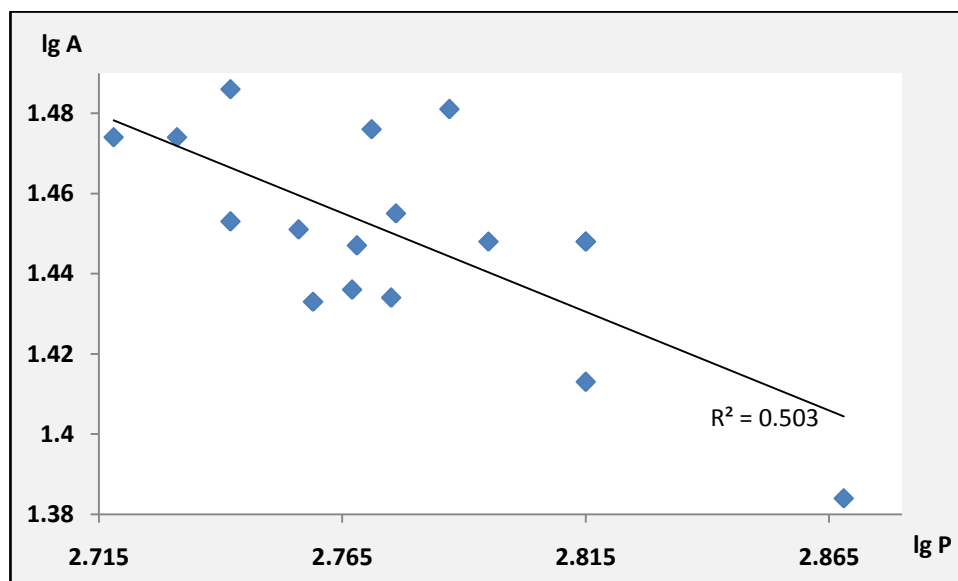


Рис. 13. График корреляции $lg A$ и $lg P$ для метеостанций центральных областей России (по табл. 3)¹⁴

На рис. 12 отображается зависимость между годовой амплитудой температуры и годовым количеством осадков. С увеличением количества осадков (P) величина амплитуды температуры (A) уменьшается.

На данном графике (рис. 12) видно, что зависимость нелинейная, сравнительно слабо выраженная, корреляционная зависимость отрицательная (коэффициент корреляции равен $-0,74$).

Полученная зависимость вполне подобна связи A с P с масштабе больших регионов Северного полушария. Таким образом, характер связи - один и тот же для территорий разного масштаба.

Подобным образом оказывается, что значение $lg A$ и $lg P$ также имеет корреляционную зависимость между собой. По полю точек видно, что эта корреляция более тесная по сравнению с корреляцией на рис. 12. Кроме того она имеет линейный характер. Аппроксимирующая прямая линия показана на рисунке. Она построена в программе MS Excel, где в данном случае

¹⁴ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

используется метод наименьших квадратов.

На рис. 12 и 13 видна зависимость между двумя показателями континентальности климата, которым посвящена данная классификационная выпускная работа.

Выше, в параграфе 2.1 формула (3) дает математическое описание связи $\lg A$ с $\lg P$. Рассматриваемые в данном параграфе материалы позволяют проверить работоспособность формулы (3). С этой целью рассчитаем по (3) значение $\lg A$ по фактическим данным о $\lg P$. Результат расчета показан на рис. 14.

Очевидно, что зависимость работает, поскольку график практически линейный, почти детерминированный.

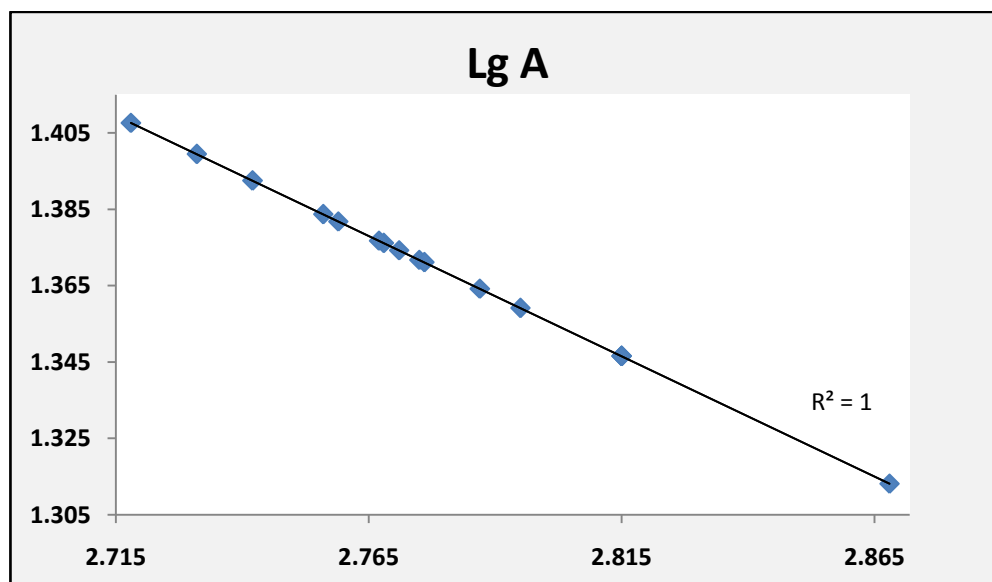


Рис. 14. График расчета значений величины $\lg A$ по значениям величины $\lg P$ ¹⁵

Аналогичная работа по изучению взаимосвязи величин A и P проделана для Ростовской области.

Ее территория расположена в западной подобласти атлантико – континентальной степной области умеренного пояса (рис. 15). Для нее характерно недостаточное увлажнение, жаркое и сухое лето и сравнительно теплая зима. Для области основными факторами, определяющими

¹⁵ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

климатические условия, являются солнечная радиация и циркуляция атмосферы. Подстилающая поверхность на климатообразование существенного влияния не оказывает, поскольку рельеф области равнинный с небольшими возвышенностями. Азовское и Каспийское моря также не оказывают существенного влияния на климат области: Азовское из-за своих малых размеров, а Каспийское – из-за отдаленности.

Общие закономерности изменения элементов климата области определяются ее положением на крайнем юго-востоке Европейской территории России, равнинностью рельефа со сравнительно невысокими возвышенностями по ее окраинам. Южное положение области, определяет высокий приход солнечной радиации, а положение в степной зоне – недостаточную влагообеспеченность, особенно в юго-восточной части [20, с. 68].

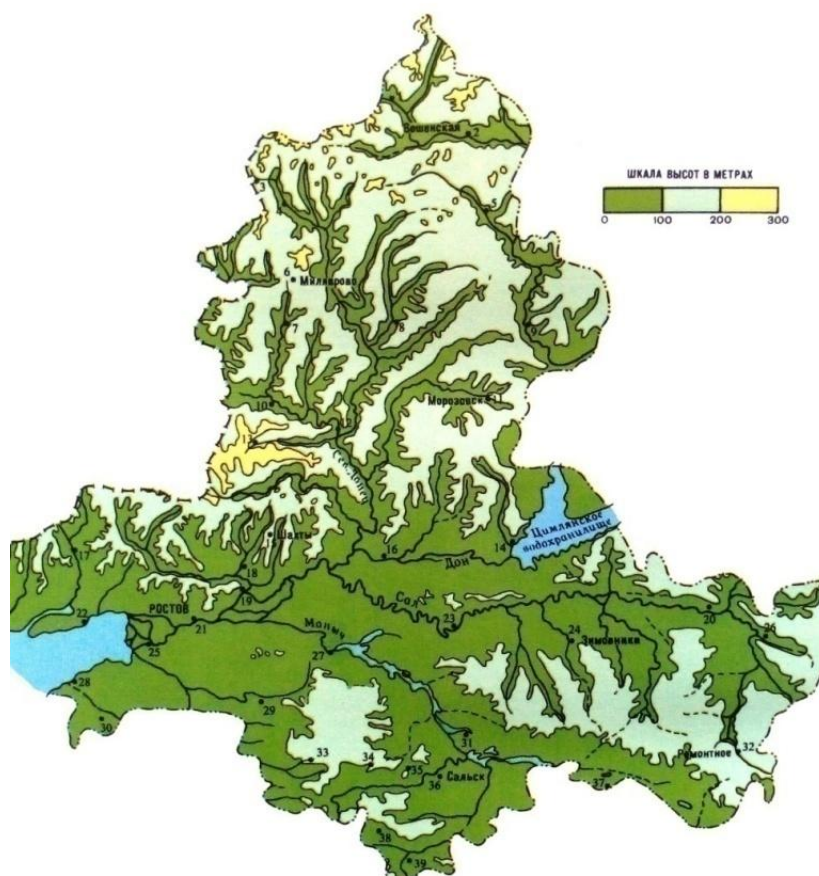


Рис. 15. Физико-географическая карта Ростовской области [12, с. 129]

Температура воздуха на территории области определяется особенностями

радиационного режима, сезонной циркуляцией атмосферы и рельефа. Средняя годовая температура воздуха в области составляет 8,2 °С при 6,5 – 6,9 °С на севере и 9,2 – 9,5 °С на юге.

Распределение осадков по территории области определяется ее географическим положением на юге России, особенностями циркуляции атмосферы, орографией – обширными равнинами и невысокими возвышенностями, близостью Азовского, Черного и Каспийского морей. Среднее годовое количество осадков составляет в области 479 мм, изменяясь от 421 мм на севере (Казанская) до 322 мм в юго-восточной части (Ремонтное) [12, с. 87].

В табл. 4 представлены данные о среднемесечной температуре воздуха и годовом количестве осадков, а также о логарифмах этих величин для Ростовской области.

Таблица 4

Данные о годовой амплитуде температуры (А) и годовом количестве осадков (Р), а также логарифмы А и Р для Ростовской области¹⁶

Станция	Амплитуда °С;		Сумма осадков (мм);	
	Lg A		Lg P	
Казанская	30,6	1,486	421	2,624
Чертково	30,1	1,478	442	2,645
Боковская	30,5	1,484	394	2,595
Миллерово	30,0	1,477	451	2,654
Морозовск	30,6	1,485	377	2,576
Каменск-Шахтинский	29,6	1,471	414	2,617
Шахты	29,4	1,468	423	2,626
Цимлянск ГМО	30,4	1,483	391	2,592
Константиновск	30,1	1,479	413	2,615
Матвеев Курган	28,5	1,459	422	2,625

¹⁶ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 4

Ростов-на-Дону ГМО	28,6	1,456	483	2,683
Мартыновка	29,4	1,464	409	2,611
Таганрог маяк	29,1	1,469	487	2,687
Зимовники	30,2	1,481	379	2,578
Заветное	31,4	1,497	341	2,533
Веселый	28,7	1,458	397	2,599
Маргаритово	28,5	1,455	457	2,660
Зерноград	28,4	1,453	486	2,687
Пролетарск	29,4	1,468	417	2,620
Ремонтное	30,2	1,480	322	2,653
Гигант	29,0	1,462	450	2,658

По данным табл. 4 построен график корреляции величин А и Р для Ростовской области (рис. 16).

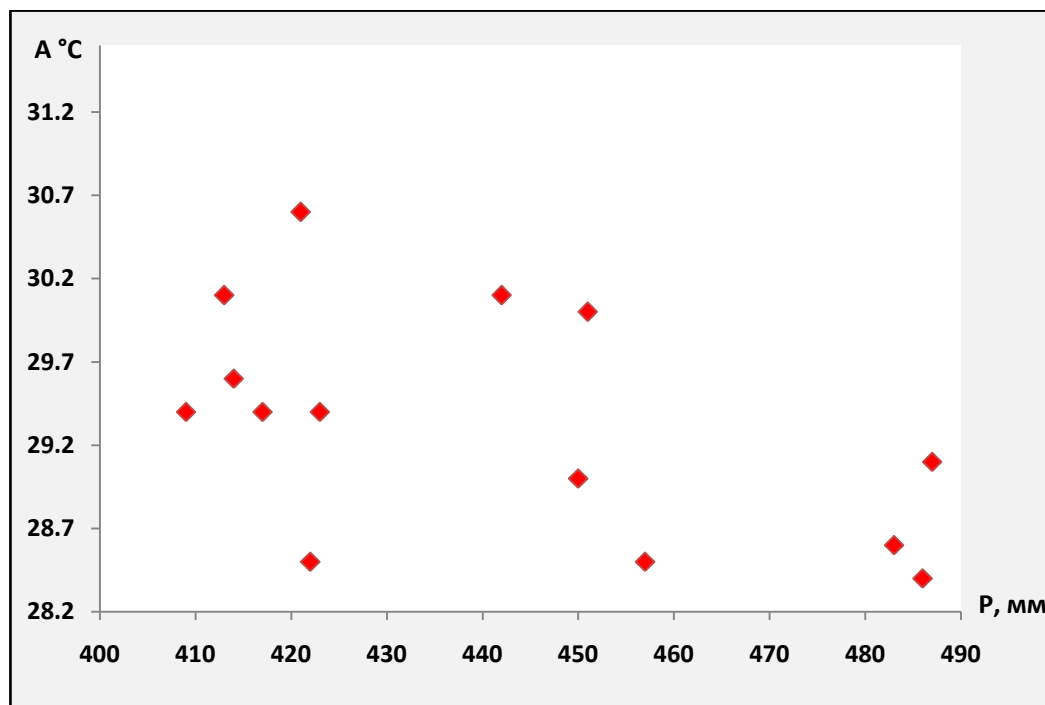


Рис. 16. График корреляции величин А и Р для метеостанций Ростовской области (по данным среднемесячных температур воздуха)¹⁷

¹⁷ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Корреляционное поле отображает взаимообусловленность величин А и Р по данным среднемесячных температур воздуха (рис. 16).

Степень соответствия трендовой модели незначительна. Это подтверждает коэффициент корреляции, который равен -0,68.

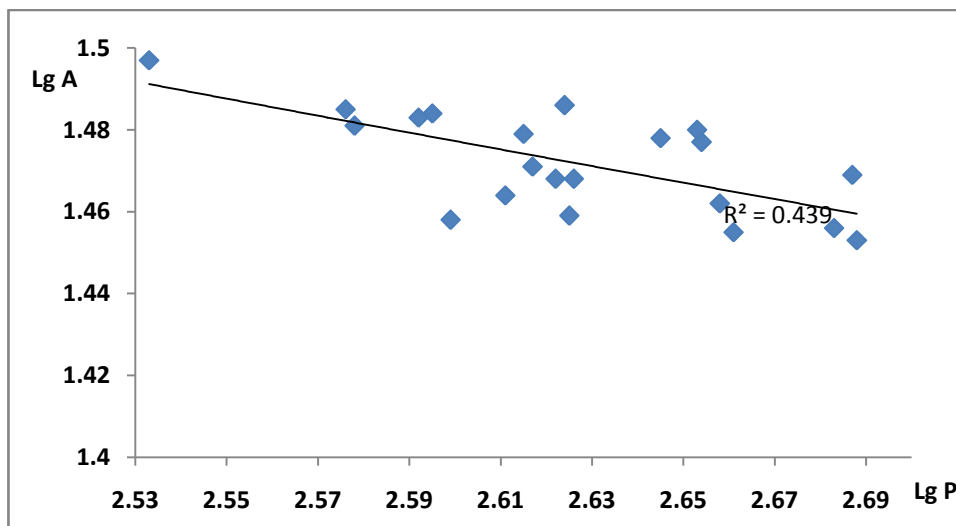


Рис. 17. График корреляции lgA и lgP для метеостанций Ростовской области (по данным среднемесячных температур воздуха)¹⁸

Зависимость между значениями lg A и lg P имеется, но не является тесной.

Аналогичным образом построены рисунки 18 и 19 по табл. 5. На них для корреляционного соотнесения использованы данные абсолютного максимума и минимума температуры воздуха.

Таблица 5

Годовая амплитуда (А), вычисленная по абсолютному максимуму и минимуму температуры воздуха; годового количества осадков (Р); логарифмы А и Р для Ростовской области¹⁹

Станция	Амплитуда °С;		Сумма осадков (мм);	
	Lg A		Lg P	
Казанская	78	1,892	421	2,624
Чертково	74	1,869	442	2,645
Боковская	80	1,903	394	2,595
Миллерово	76	1,880	451	2,654
Морозовск	79	1,897	377	2,576

¹⁸ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹⁹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 5

Каменск-Шахтинский	82	1,914	414	2,617
Шахты	74	1,869	423	2,626
Цимлянск ГМО	74	1,869	391	2,592
Константиновск	77	1,886	413	2,615
Матвеев Курган	74	1,869	422	2,625
Ростов-на-Дону ГМО	73	1,863	483	2,683
Мартыновка	77	1,858	409	2,611
Таганрог маяк	72	1,857	487	2,687
Зимовники	77	1,886	379	2,578
Заветное	79	1,897	341	2,533
Веселый	78	1,892	397	2,599
Маргаритово	75	1,875	457	2,660
Зерноград	75	1,875	486	2,687
Пролетарск	77	1,886	417	2,620
Ремонтное	79	1,897	322	2,653
Гигант	75	1,875	450	2,658

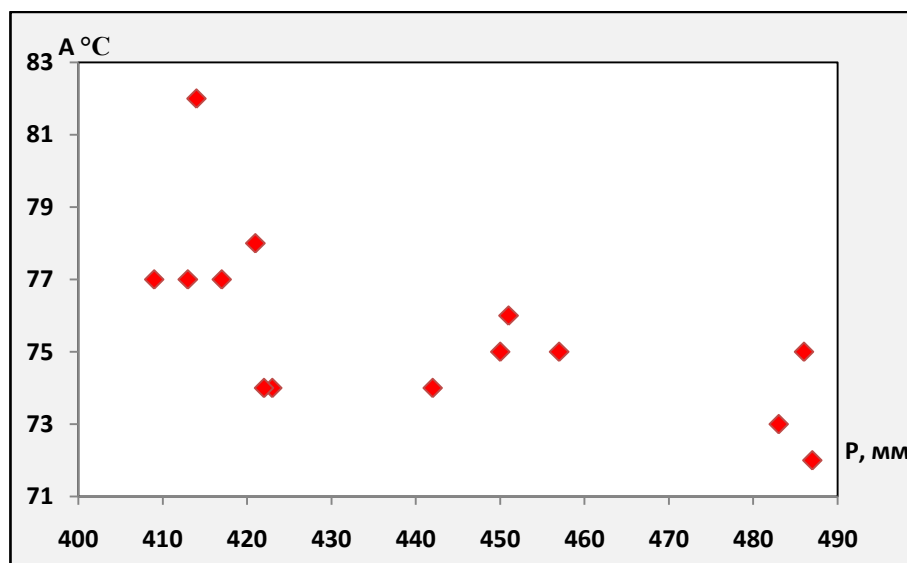


Рис. 18. График корреляции величин А и Р для метеостанций Ростовской области (по данным абсолютного максимума и минимума температуры воздуха)²⁰

Взаимообусловленность параметров А и Р, а также lg А и lg Р, отражается и имеется подобная средняя корреляционная связь.

Таким образом, визуальный анализ корреляционного соотношения

²⁰ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

подтверждает наличие статистической зависимости между исследуемыми признаками А и Р.

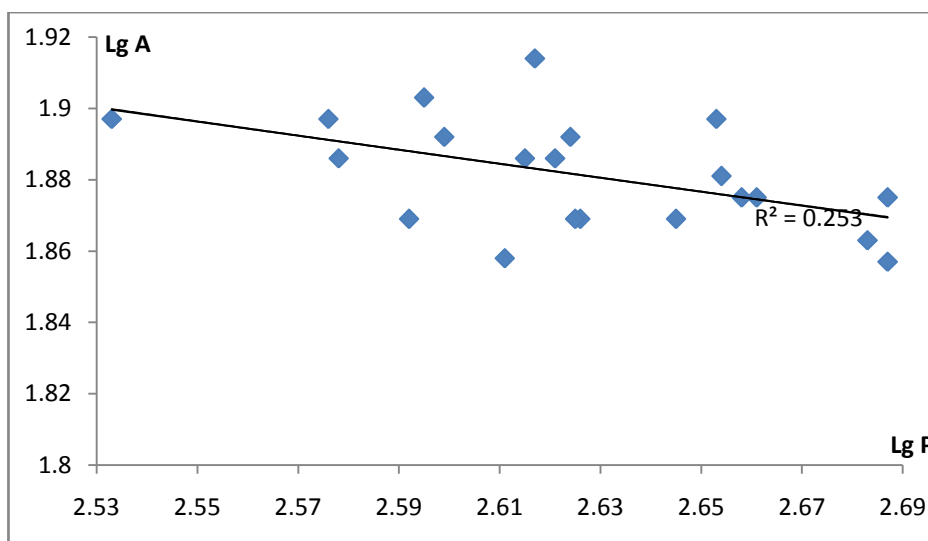


Рис. 19. График корреляции lgA и lgP для метеостанций Ростовской области (по данным абсолютного максимума и минимума температуры воздуха)²¹

Это имеет существенное значение для подтверждения зависимости годовой амплитуды температуры воздуха и годового количества осадков Ростовской области. А также других анализируемых областей территорий России и Западного полушария [1, с. 198].

2.3 Показатели континентальности климата в Краснодарском Причерноморье

В описании климата Черноморского побережья Кавказа принято подчеркивать признаки морского влияния. В то же время, не следует приуменьшать влияние суши, которое является не только местным, но и фоновым, поскольку Черное море находится в материковом окружении. Представляет интерес провести анализ континентальности климата данного региона в сопоставительном плане.

²¹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

С этой целью рассмотрим данные по районам, близким по широтному положению и высоте над уровнем моря, но различающимся по своему месту в конфигурации океан-материк и море-суша. В северной Атлантике выделен «срединный район», равноудаленный от Северной Америки и Европы; метеостанция Ла-Корунья располагается на атлантическом побережье Испании; Туапсе и Грозный - в пределах Кавказа, соответственно в зоне непосредственного влияния Черного моря и вне этой зоны; Туркестан и Турфан - в районах Средней и Центральной Азии, удаленных от Атлантического океана и от морей (табл.6).

Таблица 6

Сопоставление континентальности климата нескольких районов

Атлантико-Евразийской зоны [16, с. 59]

Метеостанция	с.ш.	Высота, м	t_r , °C	t_x , °C	t_r , °C	A, °C	K
Атлантический океан	43°-44°	0	16,0	12,0	20,0	8,0	0,56
Ла-Корунья	43°22′	58	13,6	9,3	18,3	9,0	0,58
Туапсе	44°09′	79	13,6	4,4	23,4	19,0	0,80
Грозный	43°19′	126	10,1	-4,0	23,8	27,8	0,86
Туркестан	43°16′	217	11,1	-5,6	28,3	33,9	0,89
Турфан	42°56′	30	14,3	-8,7	33,4	42,1	0,91

t_x , t_r , t_r – климатическая норма температуры воздуха в наиболее холодный месяц года, наиболее теплый месяц и в среднем за год. A- амплитуда (размах) годового хода температуры. K- индекс континентальности климата по С.П. Хромову.

Годовая амплитуда температуры в «срединной» части Северной Атлантики, равноудаленной от Северной Америки Европы, не превышает 8°C. На берегу океана, в Ла-Корунья, амплитуда составляет 9°C и климат можно считать вполне морским. В Туапсе амплитуда вдвое больше, чем в Ла-Корунья, но не столь сильно отличается от амплитуды в Грозном, где климат является

вполне континентальным. Что касается Туркестана и Турфана, с их резко континентальным климатом, то амплитуда температуры там соответственно в два раза и в два с лишним раза больше, чем в Туапсе.

Индекс континентальности (К) в табл. 6 вычислен по формуле (2). Принимая во внимание, что теоретически $0 \leq K < 1$. В «срединной» части Северной Атлантики его значение составляет 0,56, поскольку существенное климатическое влияние оказывают окружающие материки. В Ла-Корунья значение К немного больше, а в Туапсе - намного больше отмеченного океанического значения.

В соответствии с данными об А и К, климат изучаемого региона никоим образом нельзя назвать морским. По рассматриваемым показателям его следует отнести к умеренно - континентальному или даже континентальному [19, с. 378].

Влияние моря на континентальность климата в пределах изучаемого региона можно продемонстрировать, сравнивая годовую амплитуду температуры береговых и удаленных от берега метеостанций. Воспользуемся данными табл. 6 - 7 проведем сопоставление на трех участках региона.

Таблица 7

Средняя месячная и годовая температура воздуха (°С) [16, с. 81]

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тамань	-0,4	-0,2	3,5	9,2	15,4	20,2	23,4	23,0	18,0	12,6	6,4	2,2	11,1
Анапа	1,3	1,6	5,1	9,9	15,3	19,6	22,9	22,8	18,0	13,2	7,5	3,8	11,8
Маркотхский перевал	-1,0	-1,4	2,0	7,6	13,1	17,1	20,3	20,2	15,6	10,9	4,9	0,9	9,2
Новороссийск	2,6	2,7	5,8	10,6	15,9	20,2	23,6	23,7	19,2	14,2	8,6	5,0	12,7
Абрау-Дюрсо	1,2	1,5	4,7	9,8	15,3	19,4	22,6	22,6	17,8	12,6	7,2	3,7	11,5
Геленджик	4,0	3,8	6,8	10,7	15,5	19,8	23,2	23,6	19,3	14,6	9,8	6,4	13,1
Джубга	2,6	2,8	5,8	10,2	15,2	19,2	22,2	22,2	17,8	13,2	8,1	4,5	12,0
Гойтх	-0,2	0,6	4,2	9,7	14,6	18,0	20,6	20,2	15,6	10,9	5,8	1,7	10,1

Продолжение таблицы 7

Туапсе	4,4	4,7	7,2	11,1	16,1	20,0	23,0	23,4	19,5	15,1	10,2	6,7	13,4
Лазаревское	5,6	5,7	8,0	11,6	15,9	19,8	22,4	23,0	19,7	15,4	11,2	7,8	13,8
Ачишко	-5,5	-5,5	-2,5	2,2	6,9	9,8	12,6	12,9	9,4	5,7	1,1	-2,7	3,7
Красная Поляна	-0,1	0,8	4,2	9,2	14,0	16,9	19,3	19,4	15,3	10,9	6,3	2,0	9,8
Калиново озеро	3,3	3,7	6,3	10,8	15,1	18,3	20,8	21,3	18,0	14,2	9,8	6,0	12,3
Сочи, оп. ст.	5,8	5,9	8,1	11,6	16,1	19,9	22,8	23,2	19,9	15,9	11,6	8,2	14,1
Адлер	5,0	5,4	7,7	11,3	15,8	19,7	22,6	22,8	19,2	14,9	10,4	6,9	13,5

Таблица 8

Годовая амплитуда температуры (А) на метеостанциях, находящихся на расстоянии L от моря на трех участках, региона [16, с. 59]

Участок	Метеостанции	L, км	A, °C
Новороссийск	Новороссийск	0,1	21,1
	Маркотхский перевал	3	21,3
	Абрау-Дюрсо	4	21,4
Туапсинский	Туапсе	0,5	19,0
	Гойтх	29	20,8
Сочинский	Сочи, оп.ст	1	17,4
	Адлер	1	17,8
	Калиново озеро	11	18,0
	Красная поляна	35	19,5
	Ачишко	35	18,4

Из сравнения значений А на береговых и горных метеостанциях видно, что море заметно сглаживает годовую пульсацию температуры. В проведенном сопоставлении континентальности климата характеризуется в условиях

реального рельефа местности.

Ввиду этого данные табл. 8 отражают влияние не только расстояния от берега моря, но и рельефа, прежде всего, высоты местности. В климатологии известно, что с увеличением высоты значения A уменьшаются.

В случае, если бы воздействие высоты было исключено, различие значений A в направлении море – суша увеличилось бы еще отчетливее. Более всего это касается метеостанции Ачишко, высота которой (1800 м) в несколько раз превышает высоту других горных метеостанций региона.

В соответствии с данными табл. 7 - 8, годовая амплитуда температуры увеличивается от юго-восточной к северо-западной части региона. В Тамани она составляет 23,8 °С, а в Сочи- 17,4 °С.

Этот факт нельзя объяснить известной в климатологии закономерностью возрастания значений A с увеличением широты. Протяженность региона по меридиану слишком мала, чтобы широтный фактор сыграл сколько-нибудь заметную роль. Авторы работы обратили внимание на то, что области с морским и континентальным климатом принципиально различаются по количеству осадков. Выявлена корреляция годовой пульсации температуры с годовой суммой осадков. На основе обработки массива данных по метеостанциям в зоне 45°-65° с.ш. получено следующее уравнение связи:

$$\text{Lg } V = 2,67 - 0,63 \text{ lg } P \quad (4)$$

где, V – годовая пульсация температуры (°С), представляющая собой среднее квадратическое отклонение месячных температур от годовой нормы;

P – годовое количество осадков (мм).

Годовой ход температуры является почти синусоидальным, вследствие чего $V = A / 2\sqrt{2}$. Учитывая это, можно записать выражение для годовой амплитуды температуры в той же широтной зоне:

$$\text{Lg } A = 3,12 - 0,63 \text{ lg } P \quad (5)$$

В изучаемом регионе корреляция $\lg A$ с $\lg P$ показана на рис. 20.

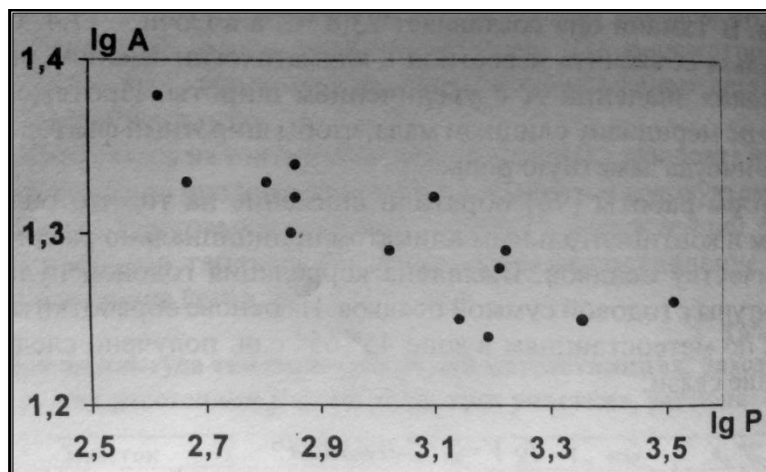


Рис. 20. График корреляции $\lg A$ с $\lg P$ в Краснодарском Причерноморье²²

Очевидно, что пространственные вариации A связаны с различиями количества осадков. Из имеющихся точек корреляционного графика более всего выпадает метеостанция Ачишко – в связи с тем, что мы не учитываем уменьшения A с высотой местности. Задачу статистического анализа рассматриваемой связи и определения аппроксимирующего выражения мы не ставим.

В соответствии со сравнительно большим размахом годовых температур, в Краснодарском Причерноморье наблюдается широкий спектр типов погоды, от жарких до морозных [16, с. 26].

²² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Глава 3 Вертикальное распределение континентальности климата

3.1 Годовая амплитуда температуры на разных высотах в окрестности города Туапсе

Ценную информацию о состоянии высоких слоев атмосферы дают косвенные методы, основанные на изучении геофизических явлений, происходящих в высоких слоях атмосферы. Критическое изучение явлений, зависящих от состояния этих слоев, позволяет судить об имеющихся там условиях, то есть о температуре, давлении, плотности слоев, особенностях состава [24, с. 18].

Нижние наиболее плотные слои атмосферы, вплоть до 10-20 км над поверхностью Земли, уже давно стали для метеорологов предметом интенсивного изучения, поскольку в этих слоях происходят явления погоды.

Аэрологические измерения до больших высот позволили получить значения физических величин, характеризующих состояние атмосферы на различных высотах. Весьма важным оказалось открытие слоистой структуры свободной атмосферы.

Общую структуру атмосферы можно описать несколькими разными способами, каждый из которых дает свою классификацию распределения по высоте различных областей, соответствующих определенным физическим процессам.

Предполагалось, что выше 9-10 км температура сохраняется постоянной (около -50 , -55°C), а вертикальное перемешивание отсутствует, благодаря чему газы, входящие в состав атмосферного воздуха, находятся в диффузионном равновесии.

Этот слой был назван стратосферой, в отличие от слоя, расположенного под ним и именуемого тропосферой. Граница между этими слоями была названа тропопаузой. В то время считалось, что атмосфера выше 150 км должна в основном состоять из молекулярного водорода.

Эти представления были опровергнуты в результате дальнейших

исследований свободной атмосферы.

В соответствии с этими представлениями и сложилась в начале XX в. Следующая классификация слоев в атмосфере Земли: тропосфера, стратосфера и ионосфера [3, с. 213].

Тропосфера - это нижний слой атмосферы, тонкий по сравнению с ее общей протяженностью, в котором, однако, сосредоточена основная масса всей атмосферы. Верхняя граница тропосферы располагается на высотах от 7 до 18 км в зависимости от географической широты, времени года, свойств земной поверхности; средняя высота ее в умеренных широтах принимается равной примерно 10-11 км. Наиболее характерной особенностью тропосферы является наблюдаемое в ней понижение температуры с высотой примерно на 6° на 1 км (в средних выводах).

Стратосфера характеризуется тем, что в ней температура с высотой остается почти неизменной или повышается. Наиболее низкая ее температура наблюдается в экваториальной области, где она составляет $-70, -80^{\circ}$. В средних широтах она равна примерно $-55, -60^{\circ}$ [6, с. 67].

Разность средних месячных температур самого теплого и самого холодного месяца называют годовой амплитудой температуры воздуха. В климатологии рассматриваются годовые амплитуды температуры, вычисленные по многолетним средним месячным температурам.

Годовая амплитуда температуры воздуха, прежде всего, растет с географической широтой. На экваторе приток солнечной радиации меняется в течение года очень мало; по направлению к полюсу различия в поступлении солнечной радиации между зимой и летом возрастают, а вместе с тем возрастает и годовая амплитуда температуры воздуха.

Над океаном, вдали от берегов, это широтное изменение годовой амплитуды, однако, невелико. Если бы Земля была сплошь покрыта океаном, свободным ото льда, то годовая амплитуда температуры воздуха менялась бы от нуля на экваторе до $5-6^{\circ}$ на полюсе.

Годовые амплитуды температуры над сушей значительно больше, чем

над морем (так же как и суточные амплитуды). Даже над сравнительно небольшими материковыми массивами южного полушария они превышают 15°, а под широтой 60° на материке Азии, в Якутии, они достигают 60°.

С высотой годовая амплитуда температуры убывает. В горах внетропического пояса это убывание в среднем 2°C на каждый километр высоты. Однако во внетропических широтах значительный годовой ход температуры остается даже в верхней тропосфере и в стратосфере. Он определяется сезонным изменением условий поглощения и отдачи радиации не только земной поверхностью, но и самим воздухом [21, с. 179].

Особый интерес представляет изменение годовой амплитуды температуры воздуха на различных изобарических поверхностях в окрестностях города Туапсе.

АЭ Туапсе расположена на мысе Кадош, выступающем в Черное море с горы Паук, высота которого над уровнем моря 258 м. Расстояние от города до горы Кадош составляет 12 км. Место выпуска радиозондов - очищенная от леса площадка.

В тропосфере годовой ход изменений температуры ослабевает с высотой, но в стратосфере годовой ход температуры отчетливо выражен. Более того, амплитуда годового хода здесь возрастает с высотой.

Представление о годовой амплитуде температуры воздуха представлены в виде табл. 9. В ней приведены данные аэрологических наблюдений, проведенных в Туапсе, станция Кадош, в период с 2005 по 2015 года.

Таблица 9

Изменение амплитуды температуры воздуха на изобарических поверхностях по данным аэрологического зондирования (станция Кадош)²³

Год	Приземные данные	Давление (мб)			
		1000	500	100	20
2005	17,8	8,9	11,2	4,8	17,9
2006	18,7	9,4	12,6	4,6	18,6
2007	19,0	11,4	11,8	4,8	18,7

²³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Продолжение таблицы 9

2008	18,7	10,8	11,3	4,7	17,6
2009	17,8	12,1	12,7	5	17,4
2010	17,6	11,6	11,6	4,6	18,8
2011	18,4	10,7	13,1	4,3	19,3
2012	17,9	11,4	11,8	3,9	19,7
2013	18,3	12,4	11,6	4,7	20
2014	18,6	13,7	13	5,3	20,8
2015	19,2	12,6	12,6	4,2	19,2

По данным табл. 9 построен график (рис. 21), на котором показан многолетний ход амплитуды температуры на основных изобарических поверхностях, а именно: 1000, 500, 100 и 20 (мб) миллибар.

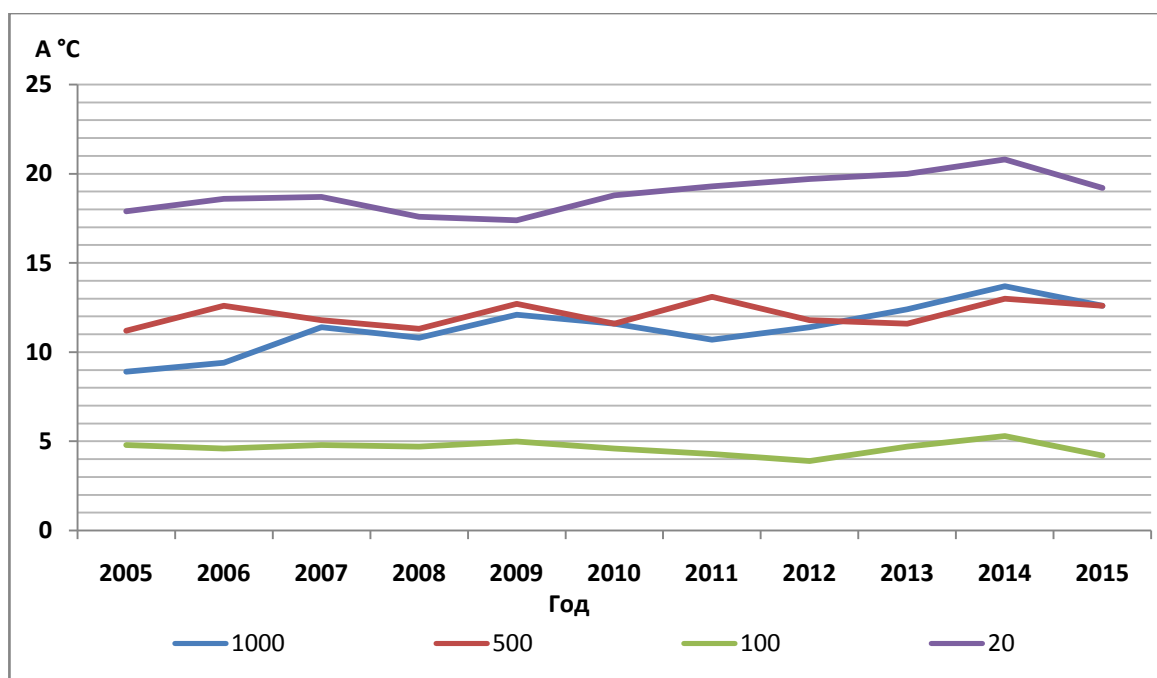


Рис. 21. График изменение амплитуды температуры воздуха на основных изобарических поверхностях в период с 2005 по 2015 года²⁴

Видно, что годовая амплитуда температуры имеет тенденцию изменяться с высотой. Для более подробного рассмотрения изменения амплитуды с высотой построен график корреляции амплитуды температуры за 10 лет (рис. 22).

²⁴ Рисунок получен по данным, полученным в процессе исследования

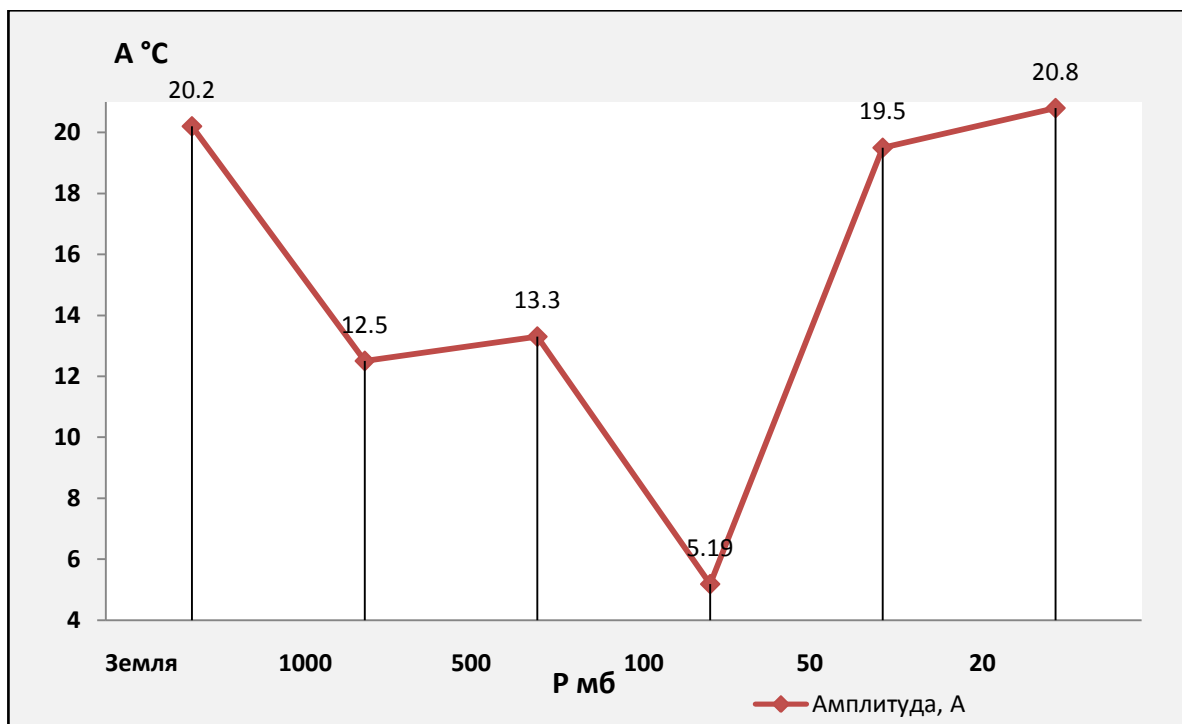


Рис. 22. График многолетнего хода амплитуды температуры воздуха на основных изобарических поверхностях, по данным аэрологического зондирования станции Кадош²⁵

На рис. 22 видно, что в тропосфере амплитуда с высотой убывает, а выше 100 мб (около 16 км) амплитуда с высотой растет. Кроме того, выше 50 мб (около 20 км) с увеличением высоты наблюдается опережение времени наступления максимума температуры.

Это указывает на то, что температурная волна распространяется сверху вниз и источник тепла расположен на больших высотах. Причиной нагревания воздуха на этих высотах является поглощение озоном ультрафиолетовой радиации Солнца.

Таким образом, амплитуда температуры воздуха убывает с высотой. Это резко выражено увеличением годовой амплитуды температуры выше 20 мб, где сезонные изменения содержания озона максимальны. В слое же между 100 и 50 мб, напротив, сказывается преимущественно влияние источников тепла более низких уровней [13, с. 287].

²⁵ Рисунок получен по данным, полученным в процессе исследования

3.2 Годовая амплитуда температуры по данным горных метеостанций

Согласно климатологическим исследованиям климатические условия в одной и той же области Земли могут сильно различаться в зависимости от высоты конкретного места. При этом изменения с высотой намного больше, чем изменения с широтой - в горизонтальном направлении [5, с. 247].

Средиземноморский, зимний максимум осадков характерен для Черноморского побережья Кавказа. Особенно он хорошо выражен на участке Туапсе- Адлер, вверх по долинам рек и на склонах, обращенных к югу в сторону влагонесущих юго-западных потоков.

Такой годовой ход сохраняется по долинам, а также на горных станциях Ачишко (высота 1880 м) и Красная Поляна (высота 566 м). Зимний максимум осадков здесь в два раза превышает летний.

По мере передвижения по побережью на север зимний максимум ослабевает, но еще сохраняется до самой Тамани. Здесь наряду с зимним возникает и летний максимум, причем переходный характер проявляется в том, что в этом районе на одних станциях несколько лучше выражен зимний максимум, на других - летний, а на третьих они равны [9, с. 98].

В предгорной части Кавказа годовой ход осадков имеет одновершинный тип с резко выраженным максимумом, который наблюдается повсеместно в июне, а минимум в январе.

Амплитуда осадков за теплый и холодный периоды велика. Количество зимних осадков составляет по отношению к летним всего одну треть и даже одну четвертую часть. Однако доля зимних осадков увеличивается с высотой.

Своеобразный ход осадков можно отметить в горных котловинах, где благодаря защищенности станций почти со всех сторон годовой ход выражен слабо. Например, на станции Архыз с мая по октябрь наблюдается одинаковое количество осадков.

Как известно в горах температура воздуха падает с высотой. Следовательно, чем выше горная возвышенность, тем меньше амплитуда

температуры воздуха [17, с.29].

Таблица 10

Амплитуда температуры воздуха по горным метеостанциям²⁶

Высоты	Высота	Амплитуда
Баксан	450	9,40
Заманкул	458	9,37
Красная поляна	567	8,75
Ессентуки	614	8,17
Алагир	639	7,85
Гузерибль	668	7,06
Орджоникидзе	696	6,87
Даргавс	1424	5,13
Архыз	1438	4,28
Ачишко	1880	3,84
Цей	1910	1,41
Бермамыт	2582	0,035

Климат Большого Кавказа определен южным расположением, близостью Средиземного и Черного морей, а также значительной высотой горных хребтов.

Используя данные по температуре воздуха из климатического справочника СССР, рассчитаны амплитуды температуры воздуха (табл. 10) для отдельных горных метеостанций Большого Кавказа. По данным табл. 10 построен график (рис. 23) [7, с. 29].

Большой Кавказ является неким барьером на пути движения масс воздуха с запада. Больше всего осадков приходится на южные склоны, а максимальное количество в западной части Кавказа.

На рис. 23 ярко выражен ход изменения амплитуды температуры воздуха. Так, для горной метеостанции Даргавс (высота над уровнем моря 1424 м.) амплитуда 5,13 °С, а для Бермамыта (2582 м.) амплитуда составляет 0,035 °С.

²⁶ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

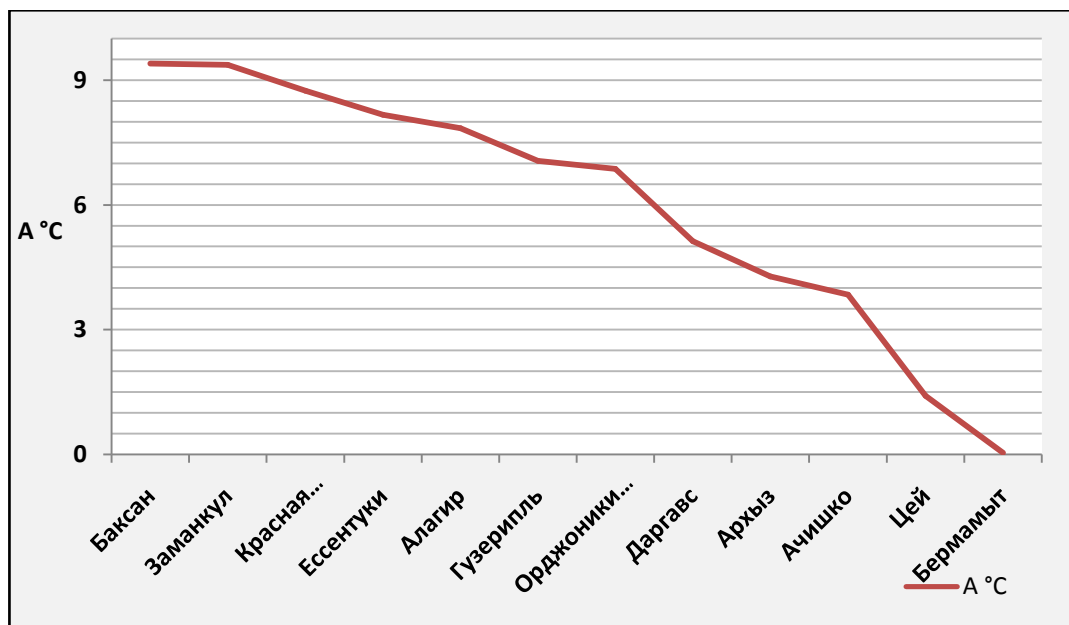


Рис. 23. График изменения годовой амплитуды температуры с высотой по данным горных метеостанций в пределах Большого Кавказа²⁷

Тем самым подтверждается климатическая закономерность, что с высотой годовая амплитуда температуры убывает. Также, в горах намечаются и характерные изменения с высотой облачности и осадков. Осадки, как правило, сначала возрастают с высотой местности, но, начиная с некоторого уровня, убывают. В результате в горах создается высотная климатическая зональность [19, с. 423].

²⁷ Рисунок получен в результате проделанной работы

Заключение

В результате проделанной работы сформулированы следующие **выводы**. В данной работе акцентируется внимание на том, что главные показатели климата - это годовая амплитуда температуры и годовое количество осадков. Автором работы получены новые подтверждения тесной связи этих показателей – в продолжение результатов, ранее полученных профессором С.Я. Сергиным. Связь выявлена и показана в масштабах континентов, больших и малых регионов России. Она доказана с помощью графиков и коэффициентов корреляции амплитуды температуры с годовыми осадками.

В работе показана тесная связь годовой амплитуды температуры с годовыми суммами осадков по широтному профилю России, а также по профилям через Евразию и Северную Америку. Профили температуры являются обращенными по отношению к профилям осадков. Например на профиле от Калининграда до Петропавловска - Камчатского имеют место следующие парные значения амплитуды и осадков: 20,6°C и 749 мм – в Калининграде, 38,4 °C и 460 мм – в Петропавловске (Северный Казахстан), 20,2 °C и 697 мм – в Петропавловске - Камчатском.

Построены графики корреляции годовой амплитуды температуры с годовым количеством осадков для разных регионов России: 1) для Центральных Западных областей ЕТР; 2) для Ростовской области. Теснота связи определена с помощью коэффициента корреляции. При выражении показателей амплитуды и осадков в виде логарифмов коэффициенты корреляции равны: -0,71 для Центральных областей и -0,68 для Ростовской области. Они являются отрицательными, поскольку с увеличением количества осадков амплитуды температуры уменьшаются.

Исследовано распределение годовой амплитуды температуры по вертикали по данным аэрологического зондирования на станции Кадош. Получено вертикальное распределение годовой амплитуды в тропосфере и в стратосфере. Амплитуда в тропосфере уменьшается с высотой вплоть до

тропопаузы. Амплитуда температуры в стратосфере увеличивается с высотой. Это не связано с процессами в тропосфере. Термический режим в стратосфере обладает значительной самостоятельностью.

Привлекая данные по горным метеостанциям Большого Кавказа установлено, что в горных условиях амплитуда температуры уменьшается с высотой. Это уменьшение происходит подобно тому, как в свободной атмосфере, в частности, на станции Кадош. Тем самым подтверждается известная в климатологии закономерность по вертикальному изменению амплитуды температуры воздуха.

В целом, результаты проведенной работы дополняют знания о континентальности климата. Они позволяют наметить расширения в исследованиях климатических условий по другим регионов России и мира. Кроме того, имеется возможность изучать связь вариаций годовой амплитуды температуры воздуха с годовым количеством осадков в ходе долговременных изменений климата.

Список использованной литературы

1. Балинова В.С. Статистика в вопросах и ответах: учеб. пособие. - М.: ТК. Велби, Изд-во Проспект, 2004. - 344 с.
2. Белинский В.А., Побияхо В.А. Аэрология. - Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 464 с.
3. Зайцева Н.А. Аэрология. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 325 с.
4. Иванов Н.Н. Ландшафтно- климатические зоны земного шара. – М.: изд. Ленинград, 1948. - 234 с.
5. Иванов-Холодный Г.С. Физика верхней атмосферы Земли. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 395 с.
6. Калиновский А.Б., Пинус Н.З. Аэрология. Методы аэрологических измерений. - Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 367 с.
7. Климатический справочник СССР. Выпуск 13. Краснодарский, Ставропольский края, Кабардино-Балкарская, Северо-Осетинская АССР и Грозненская область Метеорологические данные за отдельные годы. Часть 1 Температура воздуха взято. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. - 360 с.
8. Климатология и метеорология: учеб. пособие по курсу «Науки о Земле» К49 для студентов, обучающихся по специальности 28020265 «Инженерная защита окружающей среды» / сост. В. А. Михеев.- Ульяновск: УлГТУ, 2009. - 114 с.
9. Конюкова Л.Г., Орлова В.В., Швер Ц.А.. Климатические характеристики СССР по месяцам. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 142 с.
10. Любушкина С.Г. Общее землеведение: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. «География» / С.Г. Любушкина, К.В. Пашканг, А.В. Чернов; Под ред. А.В. Чернова. - М.: Просвещение, 2004. - 288 с.
11. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 3. Многолетние данные. Части 1-6, Выпуск 28. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 365 с.
12. Панов В.Д., Лурье П.М., Ларинов Ю.А.. Климат Ростовской области:

- вчера, сегодня, завтра. - Ростов-на-Дону, 2006 . – 487 с.
- 13.Пинус Н.З., Шмелер С.М. Аэрология, часть 2. Физика свободной атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 350 с.
 14. Рубинштейн Е.С. О влиянии распределения океанов и суши на земном шаре. «Известия Всесоюзного географического общества». – М., 1953. – 85 с.
 - 15.Сергин С.Я., Щеглова М.С. Зависимость амплитуды годового хода температуры от количества осадков. – Владивосток: Академия Наук СССР, 1974. – 6 с.
 - 16.Сергин С.Я., Яйли Е.А., Цай С.Н., Потехина И.А. Климат и природопользование Краснодарского Причерноморья. - СПб.: Изд. РГГМУ, 2001. – 188 с.
 - 17.Справочник по климату СССР выпуск 13 Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 356с.
 - 18.Справочник по климату СССР выпуск 13 Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 356с.
 - 19.Тверской П.Н. Курс метеорологии (физика атмосферы). - Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 670 с.
 - 20.Ушаков С.А., Ясаманов Н.А. Дрейф материков и климаты Земли. – М.: МЫСЛЬ, 1984. – 202 с.
 - 21.Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 455 с.
 - 22.Хромов С.П., Мамонтова Л.И.Метеорологический словарь. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 368 с.
 - 23.Хромов С.П. К вопросу о континентальности климата. «Извещение Всесоюзного географического общества», 1957. – 94 с.
 - 24.Хромов С.П. Метеорология и климатология развитие науки, географические факторы климата. Тепловой режим атмосферы. Индексы

континентальности. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 345 с.

- 25.Церенова М.П. Континентальность климата в пределах Евразии и Канады. Научная публикация. – Туапсе, 2013. – 8 с.