

На правах рукописи

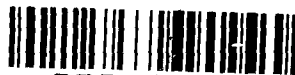


АХСАЛБА АСИДА КОНСТАНТИНОВНА

**ФИЗИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМА
ОСАДКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАЗЕМНЫЕ
ЭКОСИСТЕМЫ АБХАЗИИ**

25. 00 30 – Метеорология, климатология, агрометеорология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико – математических наук



00306568 1

Нальчик – 2007

Работа выполнена в Абхазском государственном университете

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор **Экба Январби Алиевич**

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор **Тлисов Мухамед Идрисович**
кандидат физико-математических наук
Марченко Павел Евгеньевич

Ведущая организация: Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия,
г Нальчик

Защита состоится 9 октября 2007 г в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 327.001.01 при Высокогорном геофизическом институте по адресу. 360030, КБР, г Нальчик, пр Ленина, 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Высокогорного геофизического института, г Нальчик, пр Ленина, 2.

Автореферат разослан « 7 » сентября 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, доктор физ.-мат наук,
профессор



А В Шаповалов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Изучение региональных климатических изменений на фоне происходящего глобального потепления климата в современный период имеет большое научное и практическое значение. Сопоставление данных многолетних наблюдений за погодой и климатом на территории Абхазии с другими источниками позволяет выявить общие закономерности и индивидуальные специфические черты, обусловленные как природными, так и антропогенными факторами, роль которых становится все более заметной в последние десятилетия. Атмосферные осадки могут служить естественным индикатором вещественного состава и мощности источников антропогенного загрязнения локального и трансграничного происхождения - это является важным аспектом изучения экологических свойств атмосферных осадков, выпадающих на территории Республики Абхазия. В связи с этим, несомненно, актуальными представляются исследования, направленные на проведение комплексной оценки режима атмосферных осадков и температур воздуха, а также уровня и условий формирования химического состава осадков на территории Абхазии. Тем более что после 1970-х гг нет публикаций климатического описания и химического состава осадков в Республике Абхазия.

Цель и задачи исследования

Целью работы является исследование динамики метеопараметров, характеризующих режимы осадков и температуры, выявление особенностей формирования химического состава осадков, их влияния на наземные экосистемы Абхазии.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- исследованы закономерности территориального распределения атмосферных осадков и температур приземного слоя воздуха в зависимости от рельефа,
- изучены основные особенности и выявлены факторы многолетней изменчивости сумм осадков и температуры воздуха,
- проведен расчет прикладных климатических характеристик;
- исследованы изменчивости сумм осадков и температур в период глобального потепления,
- исследованы зависимости химического состава осадков от их интенсивности, фазового состава и метеоусловий,
- выявлено влияние режима осадков на продуктивность агроценозов.

Объектом исследования явились атмосферные осадки, температура воздуха и наземные экосистемы в Абхазии.

Исходные данные и методика исследования

В ходе выполнения диссертационной работы были использованы данные о годовых и сезонных суммах атмосферных осадков и температур воздуха по 4-м метеостанциям (Гагра, Псху, Сухум, Гкуарчал), а также данные по химическому составу осадков по 4-м пунктам (Маяк, Сухум, Гудаута, Хуап), полученные под руководством автора совместно с Абхазским государственным центром экологического мониторинга

В основу исследований положены методы математической статистики и физико-географического анализа.

Достоверность результатов

Достоверность результатов обеспечена использованием больших массивов исходной информации с последующей оценкой и статистической обработкой. Широко применялся метод сравнительного анализа.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые за последние 36 лет для территории Абхазии проведен системный анализ межгодовой и внутрисезонной изменчивости атмосферных осадков и температуры воздуха;

- получены нормативные оценки годовых, сезонных сумм осадков и температуры приземного слоя воздуха;
- получено регрессионное уравнение для оценки влияния температуры на распределение осадков в период регионального потепления климата выявлены скрытые периодичности во временных рядах сумм осадков и температур,
- дана характеристика особенностей формирования химического состава осадков;
- выявлена экологическая роль осадков и температуры воздуха на территории Абхазии.

Практическая значимость работы:

выводы, сделанные в диссертации, позволяют получить полное представление о физических механизмах формирования изменений климата в условиях Абхазии,

условия формирования ионного состава осадков составляют основу рекомендаций к их прогнозу. Они могут быть использованы в качестве исходных при изучении условий загрязнения в регионе;

полученные результаты при изучении выпадения кислотных осадков в регионе могут быть использованы при планировании строительства различных объектов, в сельскохозяйственной деятельности и пр ;

рассчитанные прикладные климатические характеристики имеют социальное - экономическое значение для Республики Абхазия.

Основные защищаемые положения:

- закономерности пространственно-временной изменчивости атмосферных осадков и температуры воздуха – научная основа для объективной оценки изменений климата в Абхазии;
- географические особенности региона, метеорологические условия и антропогенная нагрузка играют важную роль в формировании ионного состава осадков и выпадения кислотных дождей;
- современное глобальное потепление климата оказало значительное влияние на окружающую среду, отразилось на величине ряда важнейших для экономики прикладных климатических характеристиках.

Апробация работы

Результаты работы были представлены на следующих конференциях:

Международной научно-практической конференции "Биосфера и человек" (Майкоп, 2001); Итоговой научной конференции Абхазского государственного университета (2002 г.); Второй международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы экологии в условиях современного мира" (Майкоп, 2002); Второй региональной конференции "Биологическое разнообразие Кавказа" (Сухум, 2002); Международной научно-практической конференции "Биосфера и человек" (Майкоп, 2003); Международной научной конференции "Проблемы экологии горных территорий" (Нальчик, 2003); Научных чтениях, посвященных 10-летию ИЭГТ КБНЦ РАН "Проблемы экологии горных территорий" (Нальчик, 2004), Научных чтениях, посвященных 25-летию АГУ и 10-летию ИЭГТ КБНЦ РАН "Биологическое разнообразие Кавказа" (Нальчик, 2004)

Личный вклад автора заключается в:

- выборе задач, путей и способов их решения, формулировок и обоснований научных положений;
- формировании баз данных по метеорологическим элементам, гидрохимическим параметрам и урожайности агроценозов Абхазии;
- выявлении современных закономерностей изменения климата для зон с экологическими проблемами;
- проведении мониторинга химического состава атмосферных осадков на территории Абхазии.

Публикации По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ.

Фрагменты диссертационной работы были доложены на кафедре метеорологии и климатологии географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова весной 2006г.

Структура и объем работы Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка литературы,

включающего 133 источника, в т ч 12 работ иностранных авторов. Общий объем работы составляет 175 страниц машинописного текста Работа иллюстрирована таблицами (25) и рисунками (37).

Автор выражает искреннюю благодарность и глубокую признательность научному руководителю д.ф.м.н., профессору АГУ Я.А. Экба, а также профессору А.А. Исаеву, доцентам Н.Н. Соколихиной, И.Д. Ереминой и другим сотрудникам и преподавателям кафедры метеорологии и климатологии географического факультета МГУ за оказанную помощь в работе.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формируются цель и задачи, определяется объект и предмет исследования, обосновывается научная новизна результатов исследования и их практическая значимость.

В первой главе рассматриваются вопросы научных исследований в РА и за рубежом по оценке временной, пространственной структуры осадков, температуры воздуха и формирования химического состава осадков. Дается краткая характеристика радиационного и циркуляционного режимов Абхазии, роль циклонической деятельности (обстоятельно изученных в трудах Н.С. Куфтыревой и др, В.П. Ломинадзе, Г.И. Чиракадзе) в формировании погоды региона.

Физико-географическое описание зон Абхазии способствует пониманию особенностей формирования в них климатического режима, различий в термическом и влажностном режимах

Поскольку глобальные изменения климата оказывают влияние на региональный климат, то это выдвигает требования решить задачу по изучению термического и влажностного режима в регионе на основе их векового хода. В результате в работе был изучен термический и влажностный режим Республики Абхазия за период с 1904 по 2006 г.

Для выявления особенностей формирования химического состава атмосферных осадков в Абхазии в данной главе приводятся результаты исследования химического состава атмосферных осадков выпадающих на Кавказе и на Черноморском побережье Кавказа

Согласно разработанной концепции, следующим этапом изучения будут методы статистической обработки экспериментальных данных, а также методы измерения количества осадков, температуры воздуха и качественного анализа атмосферных осадков

Вторая глава посвящена характеристике исходного материала, методике исследований атмосферных осадков, температуры воздуха и химического состава осадков

Наблюдения за атмосферными осадками, проводимые на территории Абхазии, состоят из определения вида осадков, времени выпадения и количества выпавших осадков

Измерения атмосферных осадков и температуры воздуха проводятся по стандартной методике, принятой на метеостанциях Росгидромета

Число дней с осадками различного вида (твердые, жидкие, смешанные) дается по данным визуальных наблюдений

В качестве исходного материала в работе были использованы месячные, годовые суммы осадков и температуры воздуха по четырем станциям Абхазии - Ткуарчал, Сухум, Гагра и Псху. Длина ряда постанционных данных в Абхазии не одинакова, за начало наблюдений взят 1904 г., что отвечает условиям однородности и непрерывности лишь для одной станции – Сухум Второй, меньший по продолжительности ряд наблюдений, включает периоды с 1951 по 1990 г. по двум станциям – Ткуарчал и Псху, и 2006 г. по станции Гагра. Ряды наблюдений по температуре воздуха (Гагра) и по атмосферным осадкам (Псху, Гагра и Ткуарчал) были частично восстановлены с использованием методов разностей и корреляционного анализа по данным ряда близлежащих станций

Для выявления региональных особенностей распределения атмосферных осадков и температуры воздуха рассчитывался ряд статистических параметров - климатическая норма, среднее квадратическое отклонение (СКО), мода, медиана, коэффициенты асимметрии и эксцесса и др.

Исследования химического состава осадков на территории Абхазии были начаты Г.Д. Супаташвили (1973), далее исследования были продолжены нами совместно с экологической службой РА в 2002г. В каждой пробе осадков определяется содержание анионов гидрокарбонатов (HCO_3^-), сульфатов (SO_4^{2-}), хлоридов (Cl^-), нитратов (NO_3^-) и катионов аммония (NH_4^+), суммарное содержание натрия и калия (Na^+ и K^+), кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}). Также определяем содержание тяжелых металлов цинка (Zn^{2+}), свинца (Pb^{2+}), ртути (Hg^{2+}) и содержание радионуклидов. суммарная β - активность. Кислотность проб определяли по показателю pH. Отбор проб и химический анализ осадков проводятся в соответствии с общепринятыми методами

Третья глава диссертационной работы посвящена изучению режима атмосферных осадков и температур приземного слоя воздуха

Республики Абхазия за период инструментальных наблюдений (1904-2006 гг.)

Отличительной чертой влажностного и температурного режима территории Абхазии является вертикальная зональность, которая часто нарушается особенностями орографической структуры и адвективными процессами

Большее количество осадков получают склоны, ориентированные с моря, а следовательно к господствующим воздушным течениям.

Анализ годовых сумм осадков, осредненных по скользящим пятилеткам прибрежной, предгорной и горной зон и по данным метеорологических станций, показывает, что наименьшее количество осадков наблюдается в Гагре. Это объясняется хорошей защищенностью территории с севера и северо-запада отрогами Гагрского массива, не пропускающего холодные воздушные массы. Уравнения линейных трендов показывают, что за период 1951-1990 гг. осадки в г. Ткуарчал ($y = 4,8968x + 2099,9$), г Гагра ($y = 1,8422x + 1316,3$) и с. Псху ($y = 2,1647x + 2109,8$) имеют тенденцию к повышению.

Уравнение линейного тренда годовых сумм осадков г. Сухум (1904-2006 гг.) имеет вид. $y = 2,8016x + 1374,6$, что свидетельствует об увеличении осадков, в частности, за 103 года они увеличились на 289 мм В период регионального потепления (1993-2006 гг.) прирост осадков составил 312 мм. Средняя многолетняя величина годовой суммы осадков за период 1904-2006 гг. равняется 1520 мм, в период регионального потепления (1993 -2006 гг.) 1674 мм.

В г Гагра амплитуда колебаний осадков незначительна, причем за период 1951-2006 гг. наблюдается увеличение годовых сумм осадков Уравнение линейного тренда имеет вид $y = 5,0576x + 1276,6$, за 56 лет осадки увеличились на 283 мм В период регионального потепления, за 14 – летний период прирост осадков составил 296 мм Средняя многолетняя величина годовой суммы осадков за период 1951-2006 гг равняется 1421 мм, в период регионального потепления (1993-2006 гг) 1550 мм.

Анализ среднегодовых температур Псху, Гагра, Сухум и Ткуарчал показал, что температура понижается с увеличением высоты, достигая на Псху (685 м над ур. м.) $7,2^{\circ}\text{C}$. Уравнения линейных трендов за период 1951-1990 гг. характеризуют понижение температуры по всем станциям (Псху: $y = -0,0109x + 9,4054$, Гагра $y = -0,0255x + 15,049$, Сухум $y = -0,0073x + 14,513$, Ткуарчал. $y = -0,0027x + 13,453$).

На рис.1 представлен временной ход температуры воздуха г Сухум за период 1904-2006 гг Из рисунка следует, что с 1904 по 1992 гг температура понижалась, за 89-летний период понижение температуры

оценивается величиной $0,9^{\circ}\text{C}$, а с 1993 г. температура повышается, за 14-летний период прирост температуры составил $2,0^{\circ}\text{C}$.

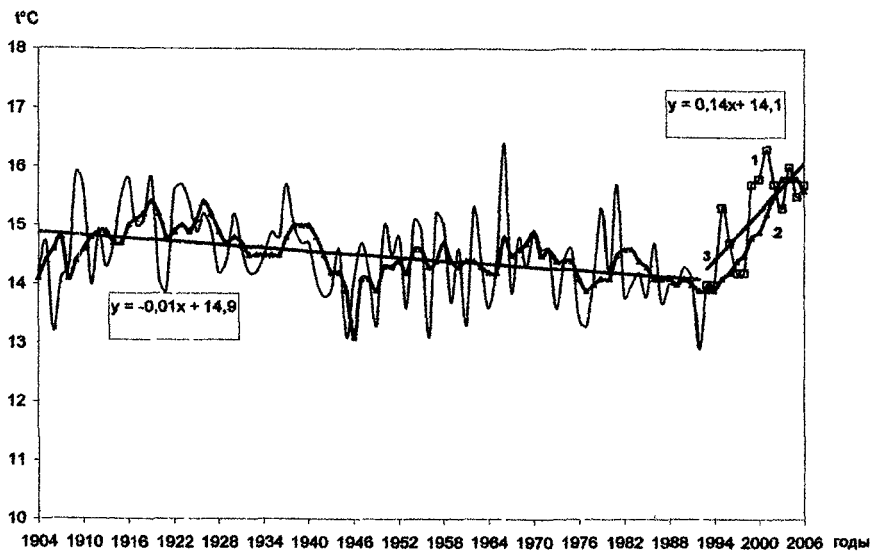


Рис.1. Колебания и тренды среднегодовых температур за период 1904-2006 гг. г. Сухум,

1 – среднегодовая температура, 2- скользящие пятилетние, 3- линии тренда

Межгодовая изменчивость и тренды среднегодовых температур г. Гагра за период 1951- 2006 гг. показали, что с 1951-1992 температура воздуха понижалась, за 42 – летний период понижение оценивается величиной $1,3^{\circ}\text{C}$, а с 1993 г. температура снова повышается (за последние 14 лет повысилась на $2,3^{\circ}\text{C}$).

Нужно отметить, что повышение температуры воздуха на территории Республики Абхазия в период регионального потепления (1993-2006 гг.) происходит параллельно с ростом атмосферных осадков. Нами была построена графическая корреляция между годовыми суммами осадков и среднегодовых температур за период 1993-2006 гг. (рис.2). На основании этой зависимости выведена формула (1), которая справедлива для значений температур в интервале от 14°C до $16,5^{\circ}\text{C}$.

$$R (\text{мм}) = 546,3 + 72,3 t (^{\circ}\text{C}), \text{ при } 14^{\circ} < t < 16,5^{\circ} \quad (1)$$

Увеличение сумм годовых осадков в период регионального потепления происходит, в основном за счет повышения количества осенних осадков (примерно на 30 %). Следовательно, региональное потепление, отмеченное в конце XX и начала XXI вв. при росте приземной температуры на 2,0°C/ 14 лет, не привело к повышению аридизации территории Абхазии.

Для выявления циклических составляющих ряда атмосферных осадков и температуры воздуха в работе использовано интегральное преобразование Фурье

Временные ряды значений метеопараметров можно описать моделью вида:

$$X_t = m_t + \xi_t, \quad (2)$$

где X_t - наблюдаемый временной ряд; ξ_t - некоррелированные случайные величины с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2 ; m_t – детерминированная основа ряда.

Далее делается очевидное предположение, что ряды метеопараметров являются полигармоническими. Из такого предположения следует, что слагаемое m_t в выражении (2) можно описать в виде периодической функции:

$$m_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m (\alpha_i \cos \omega_i t + \beta_i \sin \omega_i t), \quad (3)$$

где $\alpha_0, \alpha_i, \beta_i, \omega_i=2\pi/T$ - неизвестные параметры

Такое представление полагает, что процесс изменения среднегодовой температуры и сумм осадков является суммой конечного числа гармоник, которые характеризуются своими амплитудами, периодами и сдвигами

Оценки истинных значений параметров $\alpha_0, \alpha_i, \beta_i$ производятся по формулам:

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t, \\ \alpha_i &= \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N X_t \cos \omega_i t, \\ \beta_i &= \frac{2}{N} \sum_{t=1}^N X_t \sin \omega_i t, \end{aligned} \quad (4)$$

$$a_k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t (-1)^t, \text{ если } N - \text{ четное.}$$

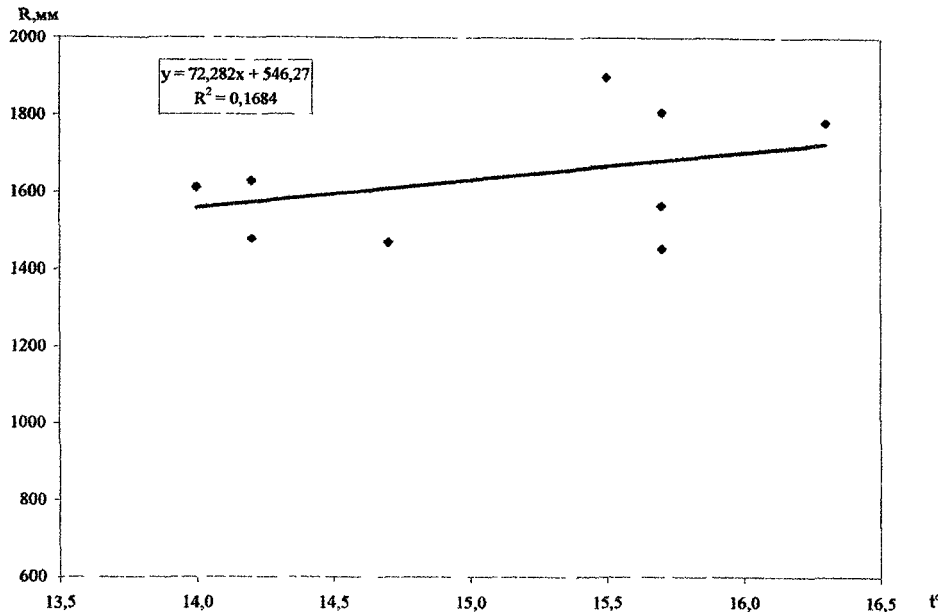


Рис. 2. Корреляционная зависимость годовых сумм осадков и среднегодовых температур за период 1993-2006 г. по ст Сухум.

Для выделения скрытых периодичностей во временных рядах определялась величина оценки амплитуды периодической составляющей временного ряда $R_i^2 = a_i^2 + b_i^2$ и строились зависимости R_i от T/i , которые называются периодограммами. Периодограммы имеют острые пики в точках T/i , которые соответствуют скрытым периодичностям и позволяют решить задачу их выделения.

Если среди периодов есть один или несколько периодов, которые явно выделяются на периодограмме, то проблема выбора решается в пользу этих периодов.

По изложенной методике нами были проведены расчеты скрытых периодичностей, заложенных во временных рядах значений параметров сумм осадков и среднегодовых температур г. Сухум.

Результаты расчетов периодограмм для временных рядов значений параметров суммы осадков и среднегодовой температуры показали, что во временном ряде сумм осадков выявлены 50, 20, 12, 7, 4, 2 – летние периоды. Во временном ряде среднегодовых температур выявлены 17, 11, 7, 4 - летние периоды. Следует заметить, что во временных рядах значений параметров сумм осадков, в отличие от временных рядов значений параметров средних температур, присутствуют длинные (50 лет) и короткие (2 года) периоды. Средние периоды в тех и других исследуемых рядах совпадают.

Характерной чертой внутригодового распределения атмосферных осадков является неравномерность. В этом отношении имеется большое различие между северной и южной частями побережья и между низменной и высокогорной зонами.

С повышением высоты местности над уровнем моря распределение осадков по сезонам года меняется, значительно повышаются летние осадки. С высотой меняется не только количество и сезонное распределение, но и характер осадков. В прибрежной зоне осадки в основном выпадают в виде дождя.

В северной части побережья (Гагрский район) за период инструментальных измерений (1951 – 2006 гг.) зимние осадки составляют 28,9% от годовых сумм осадков, осенние - 26,7%, летние - 19,9%

В Сухуме за период 1904-2006 гг. максимум осадков приходится на осень, что составляет 26,8% от годовых сумм осадков, зимние - 25,7%, летние - 22,0%.

Среди множества процессов и явлений, формирующих состояние и критерии комфортности (или дискомфорта) жизнедеятельности живых организмов в окружающей среде, роль температуры (как интегрирующего фактора природно-климатических особенностей) является преобладающей

В Сухуме абсолютная минимальная температура во время самой холодной зимы 1911 года доходила до $-11,8^{\circ}$ (февраль), в то время как в Гагре она не понижалась ниже -10° . С увеличением высоты и отдаленности от моря абсолютные минимумы резко падают. На Гагрском хребте (1640 м абсолютной высоты) минимальная зимняя температура равна -23° . Еще выше в высокогорной зоне морозы могут достигать $-30-35^{\circ}$.

За время существования Сухумской метеорологической станции число дней ниже 0° в среднем за год составляло не более 15, ниже -5° - 1-2 дня, ниже -7° - около одного дня. Эти данные говорят о том, что морозы ниже -5° на Черноморском побережье Абхазии очень редки и

связаны с вторжением холодных арктических и континентальных сибирских воздушных масс, которые редки и непродолжительны.

Понижение температуры ниже 0° (до -7° и даже -15°), приводящие к гибели теплолюбивые субтропические растения (цитрусовые, эвкалипты, маслины и др.), происходят, главным образом, при холодных арктических вторжениях. В других случаях в прибрежной полосе Абхазии минимальные температуры обычно не опускаются ниже 0° и у многих растений вегетация не прекращается.

Абсолютный минимум температуры в Абхазии падает не на январь (как бывает в условиях континентального климата), а на февраль. Из 13 случаев, критических для субтропических культур, абсолютный минимум температуры 6 раз падал на февраль, 4 раза на январь, 2 раза на март и только 1 раз на декабрь. Замечено, что резкие похолодания в большинстве случаев (9 из 13) бывают при теплой осени, которая создает благоприятные синоптические условия для вторжения холодных масс в январе, феврале и марте

Наиболее значительные инверсии наблюдаются в котловинах, так как здесь, при наличии притока холодного воздуха, сток невозможен. Равнина имеет нормальную инверсию и нормальную минимальную температуру, а верхняя часть склонов предгорий перегрета, особенно если они обращены в сторону моря.

Таким образом, наиболее теплая часть склона находится в пределах 50-300 м над уровнем моря, а низменности, закрытые долины, котловины, овраги и нижние части склонов примерно до 50-60 м высоты, более морозоопасны.

В XX веке среднегодовая температура составляла $15,1^{\circ}\text{C}$ в 1904 году и $13,3^{\circ}\text{C}$ в 1991 году. Отмечая похолодание $\Delta t^{\circ} = 1,8^{\circ}\text{C}$.

Летние температуры понизились с $22,5^{\circ}\text{C}$ (1904) до $22,0^{\circ}\text{C}$ (1991), $\Delta t^{\circ} = -0,5^{\circ}\text{C}$. Зимние температуры понизились с $8,3^{\circ}\text{C}$ (1904) до $6,1^{\circ}\text{C}$ (1991), $\Delta t^{\circ} = -2,2^{\circ}\text{C}$. За последние 10 лет с 1992-2001 годы произошло резкое повышение годовых температур с $12,9^{\circ}\text{C}$ (1992) до $15,9^{\circ}\text{C}$ (2001). Зимние с 4°C (1992) до 8°C (2001), $\Delta t^{\circ} = +4^{\circ}\text{C}$; летние с $22,2^{\circ}\text{C}$ (1992) до $25,9^{\circ}\text{C}$ (2001), $\Delta t^{\circ} = +3,7^{\circ}\text{C}$; осенние с $14,8^{\circ}\text{C}$ (1992) до $16,5^{\circ}\text{C}$ (2001), $\Delta t^{\circ} = +1,7^{\circ}\text{C}$; весенние с $11,4^{\circ}\text{C}$ (1992) до $14,9^{\circ}\text{C}$ (2001), $\Delta t^{\circ} = +3,5^{\circ}\text{C}$. За весь период наблюдения самая низкая сезонная температура (3°C) наблюдалась зимой 1992 года. Самая низкая среднемесячная температура (1°C) наблюдалась в феврале 1911 года, в январе 1950 года (1°C), в феврале 1959 года ($1,2^{\circ}\text{C}$), в январе 1992 года ($1,7^{\circ}\text{C}$).

В период глобального потепления (1991-2006 гг.) по сравнению с климатической нормой, вычисленной за 30-летний период (1961-1990 гг.) в г. Сухум среднегодовая температура повысилась на $0,7^{\circ}\text{C}$, весенний

период на $0,5^{\circ}\text{C}$, летний на $1,4^{\circ}\text{C}$, осенний на $0,5^{\circ}\text{C}$, а в зимний период отмечается отрицательная аномалия $-0,1^{\circ}\text{C}$. В г. Гагра среднегодовая температура повысилась на 1°C , наибольший прирост температуры отмечается в летний период $2,3^{\circ}\text{C}$, зимний период на 1°C , весенний на 1°C и осенний на $1,9^{\circ}\text{C}$.

Нами были рассчитаны климатические показатели по температуре воздуха для всего периода наблюдений в 2-х городах Абхазии (табл.1). Размах колебаний ($t_{\max} - t_{\min}$) в Гагре наиболее велик и составляет $12,2^{\circ}\text{C}$ (январь), минимум отмечается летом $6,2^{\circ}\text{C}$ в июне. Величина СКО меняется в пределах от $2,1^{\circ}\text{C}$ (январь, февраль, май) до $1,3^{\circ}\text{C}$ (июль). Заметим, что в июле температурный режим менее устойчив, чем в июне.

Таблица 1

Основные статистические характеристики температуры воздуха городов Сухум (1904-2006 гг.) и Гагра (1951-2006 гг.)

Характеристика	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
СУХУМ													
Среднее	6,2	6,4	8,7	12,9	18,5	20,7	23,4	23,6	20,3	16,2	12,1	8,2	14,6
Медиана	6,3	6,6	8,6	12,6	17,2	20,6	23,4	23,5	20,2	16,1	12,2	8,2	14,6
Мода	6,3	8,1	9,3	12,4	17,2	19,8	23,0	23,1	20,3	15,6	11,9	10,1	14,2
СКО	2,0	2,0	2,0	1,9	1,4	1,3	1,2	1,5	1,4	1,9	1,8	1,9	0,8
Дисперсия	4,0	4,2	4,1	3,7	2,1	1,8	1,5	2,2	2,1	3,6	3,3	3,6	0,6
Экссесс	0,7	-0,2	-0,5	1,9	0,7	0,4	0,7	1,0	-0,3	0,2	1,5	-0,9	-0,5
Асимметрия	0,0	-0,4	-0,1	0,9	0,7	0,4	0,7	1,0	-0,3	0,2	1,5	-0,9	-0,5
Размах	11,7	9,5	8,8	11,9	9,1	7,8	7,2	8,7	6,8	9,5	10,5	8,1	3,5
Минимум	1,0	1,0	4,1	8,0	12,0	16,7	20,0	20,2	16,6	11,7	6,3	4,0	12,9
Максимум	12,7	10,5	12,9	19,9	21,1	24,5	27,2	28,9	23,4	21,2	16,8	12,1	16,4
ГАГРА													
Среднее	6,6	7,1	8,7	12,4	17,9	21,3	23,3	23,5	20,2	15,8	12,1	8,8	14,8
Медиана	6,3	7,5	8,6	12,2	17,8	21,4	23,1	23,5	19,9	15,7	12,4	8,7	14,7
Мода	6,0	7,7	8,2	11,3	20,1	20,1	23,7	23,3	19,9	16,4	13,2	10,1	14,2
СКО	2,1	2,1	1,9	1,7	2,1	1,6	1,3	1,4	1,4	1,8	1,6	1,9	0,8
Дисперсия	4,5	4,2	3,5	2,8	4,5	2,5	1,6	2,0	2,0	3,2	2,6	3,5	0,6
Экссесс	0,7	0,1	-0,7	0,7	-1,1	-1,1	0,6	0,6	-0,1	-0,2	0,9	0,9	-0,1
Асимметрия	-0,0	-0,4	0,2	0,5	0,1	-0,0	0,6	0,6	0,3	0,1	-0,6	-0,1	0,2
Размах	12,2	9,6	7,6	8,6	7,6	6,2	6,5	7,4	7,1	8,5	8,7	8,0	3,4
Минимум	1,0	2,1	5,1	8,8	14,1	18,1	20,4	20,9	16,7	11,5	6,7	5,0	13,4
Максимум	13,2	11,7	12,7	17,4	21,7	24,3	26,9	28,3	23,8	20,0	15,4	13,0	16,8

В Сухуме величина размаха колебаний наиболее значительна в апреле (11,9 °С), минимум перепада отмечается в сентябре (6,8 °С). Межгодовая изменчивость СКО максимальна в январе, феврале и в марте (2,0 °С), а в июле минимальна (1,2°С).

По данным ВМО самым тёплым на планете за последние 150 лет был 2000 год, в Абхазии самым тёплым был 2001 год.

Максимум осадков во всех высотных районах Абхазии приходится на осенние месяцы, когда море теплее суши. Минимум осадков наблюдается летом, то есть, обратно пропорционально росту температуры воздуха. Это обусловлено тем, что в летнее время море холоднее воздуха. В результате чего над морем создается устойчивое атмосферное давление, затрудняющее образование восходящих потоков воздуха.

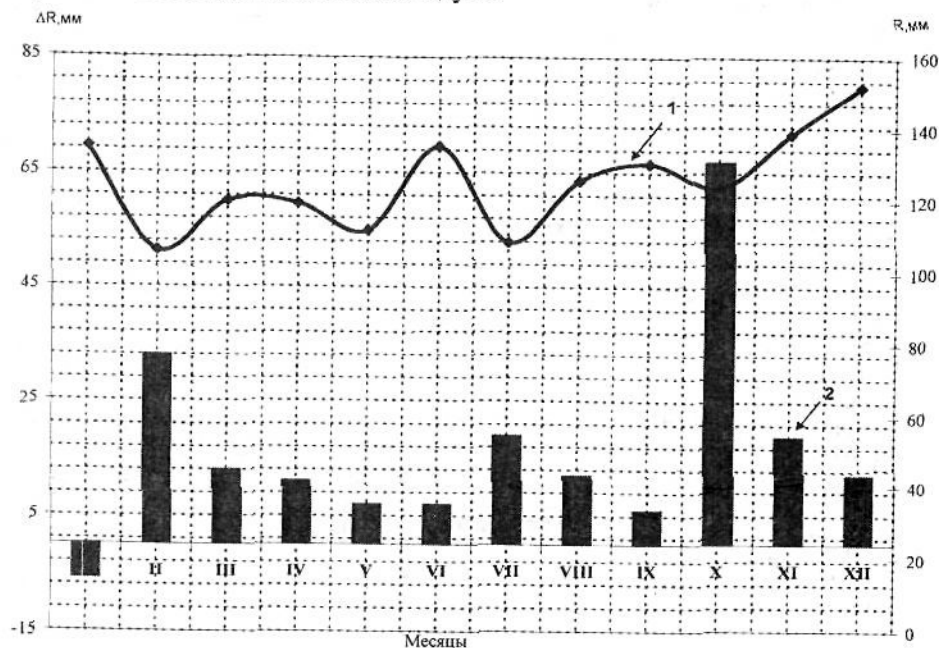


Рис.3. Годовой ход осадков —«норм» ($R, \text{мм}$) за 1961-1990 гг (1), отклонения ($\Delta R, \text{мм}$) осадков за 1990-2006 гг.(2) от норм (1); справа шкала норм, слева —шкала отклонений, г. Сухум.

Сравнительный анализ месячных сумм осадков за последние годы (1991-2006 гг.) с климатической нормой (1961-1990 гг.) г. Сухум представлен на рис. 3. Из рисунка видно, что наибольшие положительные отклонения месячных сумм осадков за 1991 – 2006 гг. от

месячных норм за 1961-1990 гг. приходится - на октябрь (67 мм), а наибольшие отрицательные отклонения от норм – на январь (6 мм).

В г. Гагра наибольшие положительные отклонения месячных сумм осадков за 1991-2006 гг. от месячных норм за 1961-1990 гг. приходится на февраль (55 мм), а наибольшие отрицательные отклонения от нормы - декабрь - 22 мм) Для выявления региональных особенностей распределения атмосферных осадков нами были рассчитаны параметры временного распределения месячного и годового количества осадков г. Сухум и г. Гагра за различные периоды: 1904 -2006 , (для Гагры 1951-2006), 1961-1990, 1991-2006 гг, что позволяет охарактеризовать его в целом и по частям, включая замое теплое десятилетие. Время наступления максимумов среднеквадратического отклонения (σ) определяется характером преобладающих циркуляционных процессов и наблюдается в разные месяцы. Из данных табл 1 обнаруживается факт возрастания неустойчивости месячных сумм осадков в период 1991-2006 гг по сравнению с другими периодами (1904-2006 гг , 1961-1990 гг) в Сухуме, максимум σ наблюдается в августе (114,5 мм)

Таблица 2

Параметры временного распределения месячного и годового количества осадков г. Сухум

Период, (годы)	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
А) среднеквадратическое отклонение, мм													
1904 – 2006	77,3	57,2	63,1	44,5	59,1	67,8	68,7	86,2	84,6	71,9	71,4	71,8	262,2
1961 – 1990	99,4	50,6	44,3	38,9	67,9	65,6	67,7	83,5	74,0	71,5	80,9	80,0	262,5
1991 – 2006	55,1	53,4	63,2	33,9	41,7	88,8	72,9	114,5	83,9	47,7	75,9	79,2	286,5
б) коэффициент вариации, %													
1904 – 2006	58,0	46,7	50,7	35,9	53,3	57,1	60,0	74,3	60,4	53,7	51,6	50,0	17,3
1961 – 1990	79,6	37,6	33,7	29,8	57,0	43,6	56,0	57,8	53,9	37,4	53,4	48,7	15,4
1991 – 2006	42,7	38,4	47,6	26,1	34,9	62,6	57,1	83,0	61,1	25,0	48,2	48,3	16,8
в) коэффициент асимметрии, д. ед													
1904 – 2006	1,1	0,7	1,4	0,3	1,0	0,5	0,6	2,1	1,1	0,2	0,4	0,5	0,3
г) коэффициент эксцесса, д. ед													
1904 – 2006	1,9	0,5	5,7	-0,2	2,1	0,2	-0,1	6,6	1,8	-0,8	0,04	-0,2	0,3

Распределение коэффициента вариации (C_v), асимметрии и эксцесса по месяцам также представлены в табл 2 за различные периоды осреднения, максимальные значения коэффициента вариации (C_v) в период 1991-2006 гг. приходятся на август (83,0 %). Асимметрия (A_s) достаточно высока в августе (2,1) Коэффициент эксцесса месячных сумм осадков существенен в августе (6,6) и минимален в октябре (-0,8)

В четвертой главе рассматриваются географические и общециркуляционные условия формирования ионного состава осадков в регионе

Почти все вещества, присутствующие в атмосфере в малых количествах, также присутствуют в осадках Для Абхазии получено преобладание в осадках натриево-калиевого ($Na^+ + K^+$), нитратного (NO_3^-) и гидрокарбонатного иона (HCO_3^-), как и для осадков, выпадающих в других пунктах Черноморского побережья Кавказа

Были изучены концентрации ионов отдельно для проб дождя и мокрого снега Результаты показали, что гидрокарбонаты имеют практически одинаковую концентрацию как в пробах дождя, так и мокрого снега, а концентрации ионов хлорида, сульфата, натрия, калия и кальция зависят от агрегатного состояния осадков. Общая минерализация осадков на территории Абхазии довольно значительна (за период IV.2002 – III 2007 г среднее значение составляет 42,08 мг/л, при экстремальных значениях 84,50 мг/л – в центре Сухума, сентябрь 2006 г и 22,96 мг/л – в с Хуап, декабрь 2006 г.)

С увеличением высоты местности сумма осадков увеличивается, а содержание компонентов в них, наоборот, уменьшается В отличие от других прибрежных районов наименьшая минерализация (28,10 мг/л) наблюдается в с. Хуап, так как пункт отбора проб находится на расстоянии 16 км от берега моря и на высоте 372 м

Обнаружена связь между ионным составом атмосферных осадков и метеорологическими элементами При увеличении температуры воздуха поверхностный слой почв и пород высыхает. Одновременно увеличивается мощность и интенсивность восходящих потоков в атмосферу (терригенных частиц) При возрастании скорости ветра усиливается запыленность воздуха и увеличивается испарение осадков С другой стороны, при увеличении относительной влажности воздуха атмосферная влага быстро конденсируется на аэрозолях, и они начинают выпадать более активно

По полученным результатам (для пункта Маяк и Сухум – центр города) величина минерализации (ΣM , мг/л) имеет наибольшую

положительную корреляционную зависимость со скоростью ветра U , м/с $r = 0,89$ (Маяк), $r = 0,87$ (Сухум- центр города) и температурой воздуха (T , °C) $r = 0,85$ (Маяк), $r = 0,97$ (Сухум- центр города). Отрицательная корреляционная связь обнаружена между минерализацией и относительной влажностью (F , %) $r = -0,91$ (Маяк), $r = -0,95$ (Сухум- центр города), а также и количеством осадков (R , мм) $r = -0,87$ (Маяк), $r = -0,89$ (Сухум- центр города).

Частые вторжения термически разнообразных воздушных масс в сложных орографических условиях Абхазии оказывают влияние на минерализацию осадков. На Маяке максимальное значение минерализации наблюдается при перемещении воздушных масс с юго-запада и юга (68,28 мг/л), минимум с северо-запада (40,61 мг/л). А в центре г Сухум максимум с северо-запада и юга (43,10 мг/л) и минимум с севера (30,02 мг/л).

Важное значение имеют присутствующие в атмосферных осадках в незначительных количествах радиоактивные вещества. Среднегодовые значения суммарной β -активности проб осадков в г. Сухум не превышают ПДК (40 Бк/л). Однако годовой ход суммарной β -активности показывает, что в июне месяце наблюдается максимальное значение радиационной активности нуклидов, достигающее 49,04 Бк/л. А также с мая по август суммарная β -активность имеет высокие значения, видимо это связано с увеличением мощности и интенсивности восходящих потоков обуславливающих поступление радиоактивных веществ с земной поверхности за счет повышения температуры воздуха.

Содержание тяжелых металлов: цинка (Zn^{2+}), ртути (Hg^{2+}) и свинца (Pb^{2+}) в пробах атмосферных осадков минимальное, среднее значение цинка Zn^{2+} и свинца не превышает 0,1 мкг/л, а ртуть в осадках не обнаружена.

Для агрохимиков, почвоведов и экологов важно знать количество минеральных солей, поступающих с осадками на поверхность почвы. Поступление веществ с атмосферными осадками зависит как от минерализации осадков, так и от количества. По нашим наблюдениям среднее многолетнее суммарное количество солей, поступающих с атмосферными осадками на поверхность почвы, составило на Маяке (IV.2002 – I 2005) -220,9 кг/га и в центре г Сухум (VIII 2005 – III.2007) - 178,8 кг/га. В теплый период сумма главных ионов существенно выше (на Маяке – 114,3 /га и в центре Сухума -110,6 кг/га), чем в холодный период (на Маяке - 106,6 кг/га, в центре Сухума - 68,2 кг/га) Это объясняется тем, что

общее количество осадков в теплый период больше, чем в холодный, а также в этот период вследствие повышения температуры развивается конвекция и не закрепленные растительным покровом частицы почвы поднимаются в воздух, а выпадающие осадки поглощают и растворяют их

Пятая глава посвящена изучению экологической роли температуры воздуха и атмосферных осадков на основе их позитивного и негативного воздействия на различные отрасли народного хозяйства

Среди весьма серьезных проблем экологического плана наибольшее беспокойство вызывает выпадение кислотных осадков (пробы атмосферных осадков с $\text{pH} < 5,0$)

Вблизи мест отбора проб на территории Абхазии нет никаких промышленных предприятий. Но в центре г. Сухум пробы отбираются вблизи автомагистрали, которая наверняка оказывает влияние на величину показателя pH или концентрацию ионов в пробе в сторону увеличения дождевых эпизодов с $\text{pH} < 5,0$, в связи с выбросами в атмосферу окислов азота

За время наблюдений (IV 2002 – III 2007 г.) на территории Абхазии значение pH осадков менялось значительно: от минимального $\text{pH} - 4,45$ (дождь в марте 2007 г. в центре Сухума) до максимального $\text{pH} - 7,66$ (дождь в апреле 2002 г. на Маяке). Наибольшая повторяемость (модальное значение) приходится на величину 6,0. Среднее значение pH по всем пунктам (Маяк, Сухум-центр города, Гудаута и Хуап) выше нормы и составляет 6,10 (слабокислое). Это объясняется тем, что на территории Абхазии очень много известняковых пород, а процессы, связанные с размыванием и выветриванием известняков приводят к расщеплению осадков ($\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$), коэффициент корреляции $r = 0,86$.

Более низкие значения pH , т.е. кислотность осадков выше, в центре Сухума (среднее значение $\text{pH} - 5,92$) и Хуап ($\text{pH} - 5,98$).

По сезонам года наблюдается изменение концентрации гидрокарбонатов. В теплый период (IV–X) концентрация гидрокарбонатов увеличивается, а в холодный (XI–III) – уменьшается, что связано с замерзанием и снежным покровом горных пород.

Кислотность осадков подвергается суточным изменениям. Эти изменения нами прослежены в с. Хуап. В течение одних суток (14.11.06 г.) было отобрано две пробы – в начале и конце выпадения осадков. Анализ проб показал, что в первой пробе pH равен 5,77, во второй пробе pH занижен и составляет 5,46. Это обусловлено тем, что содержание в воздухе щелочных элементов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), расщепляющих

осадки, уменьшилось за счет их вымывания и соответственно увеличилась кислотность осадков.

Для выяснения влияния географических факторов на значение pH нами были одновременно отобраны 10 проб в г. Гудаута и с. Хуап. Сравнительный анализ проб, показал, что в с. Хуап среднее значение таких щелочных ионов как натрий, калий, гидрокарбонат-ионы, гораздо ниже, чем в г. Гудаута (в с. Хуап: HCO_3^- -10,07 мг/л, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -7,55 мг/л, а в г. Гудаута: HCO_3^- -10,68 мг/л, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ -11,42 мг/л) и соответственно значение кислотности ниже, чем в г. Гудаута, что подтверждают результаты исследований проведенных Г.Д. Супаташвили

Анализ сезонных изменений кислотных осадков на территории Абхазии показал, что в пунктах Маяк и Гудаута наименьшие значения кислотности отмечаются в зимний период. Поскольку оба пункта расположены в непосредственной близости от моря, то в зимний период за счет усиления штормовых процессов происходит расщепление кислотных осадков. В центре Сухума и с. Хуап понижение кислотности наблюдается в весенне-летний период, что связано с поступлением щелочных ионов с поверхности почвы и моря вследствие интенсификации континентальных восходящих потоков. Наибольшее значение кислотности по всем пунктам отмечено в центре г. Сухум в зимний период, что обусловлено уменьшением концентрации гидрокарбонатов за счет их покрытия снегом и наличием инверсионных слоев, препятствующих рассеиванию аэрозольных примесей в верхней тропосфере.

При подробном анализе проб дождевой воды выявлена зависимость между показателем pH и типом воздушных масс. При перемещении северных воздушных масс через территорию Абхазии наблюдается наибольшее значение кислотности (pH=5,69). Северные воздушные массы проникают на территорию Абхазии через г. Новороссийск, огибая Кавказский хребет. В результате своего перемещения через континент они захватывают сульфаты и нитраты, которые приводят к повышению кислотности. Южные воздушные массы проходят над морем, где атмосфера содержит меньше кислотообразующих веществ. Поэтому при перемещении воздушных масс с юга кислотность проб дождя низкая.

По результатам мониторинга химизма осадков в Абхазии средние значения сульфатов незначительны по всем пунктам. Относительно высокое значение сульфат-иона было зафиксировано на Маяке (7,5 мг/л), минимальное в с. Хуап (3,32 мг/л). Высокое среднее значение (7,5 мг/л) сульфат-иона на Маяке наверняка связано с влиянием моря.

При высокой концентрации в растворе катионов кальция задерживается поступление в корни ионов водорода и алюминия и отрицательное влияние их ослабляется

На территории Абхазии в качестве буфера может выступать известняк (CaCO_3), но выпадающие в центре г.Сухум кислотные осадки могут снизить концентрацию карбонат-иона и привести к подкислению почвы в данном регионе

Прибрежная территория Республики Абхазия (РА) относится к зоне рискованного земледелия, и многие сельскохозяйственные культуры часто страдают из-за засух, недостатка почвенной влаги. Большая часть летних осадков выпадает со значительными перепадами в виде кратковременных ливней, не успевающих в достаточной мере увлажнить почву. Естественная увлажненность территории нами была охарактеризована часто применяемой в мелиоративной практике формулой ГТ Селянинова (гидротермическим коэффициентом (ГТК)), которая представляет собой отношение суммы осадков ($\sum R$) к сумме температур ($\sum t^\circ$) выше 10°C за вегетационный период, уменьшенной в 10 раз.

Несмотря на значительное количество осадков в вегетационный период их минимальное значение приходится на летние месяцы. Поэтому наиболее репрезентативным явилось сезонное распределение ГТК летнего периода

Анализ ГТК за вековой период (1904-2006 гг.) для прибрежной зоны РА показал, что летние засухи наблюдались в Абхазии при значениях $\text{ГТК} < 1,3$ каждые 3-4 года

Учитывая разнообразие климатических условий был проведен сопоставительный анализ временного хода ГТК г.Сухум и г.Гагра (1986-2006 гг.), который показал, что в Гагре значения ГТК и амплитуды их колебаний наименьшие. Параметры уравнений трендов указывают на то, что ГТК для Сухума ($y = 0,0134x + 1,5767$) наблюдается незначительное увеличение, а ГТК для Гагры ($y = 0,0265x + 0,9848$) за период 1986-2006 гг. увеличился на 20% за последнее десятилетие. Наименьшее значение ГТК в Сухуме наблюдалось в 1997 и 2001 гг., а в Гагре в 1996 и 1998 гг.

Найденные коэффициенты увлажненности на территории Абхазии могут быть использованы для решения вопросов, связанных с мелиоративными мероприятиями

Особенности распределения атмосферных осадков на территории Абхазии вызвали интерес к изучению влияния атмосферных осадков на урожайность таких ценных для республики культур, какими являются табак, цитрусовые и чай

Детальный анализ количества атмосферных осадков за вегетационный период (в среднем с IV по IX мес.) и урожайность табака, мандарин и чая (ц/га) показал, что максимум атмосферных осадков соответствует максимуму урожайности С 2000 г. урожайность табака имеет тенденцию к уменьшению. Причиной этому является выпадение обложных осадков препятствующих своевременному сбору урожая осенью, а также в частности табак при температуре 16 – 24⁰С и высокой влажности почвы заболевает черной корневой гнилью

В последнее десятилетие на территории Абхазии увеличились суточные суммы осадков В отдельные дни выпадает до 150- 200 мм осадков в сутки, в 2001г. в сентябре месячная сумма осадков составила 405,5 мм, а в августе 2004 г. составила 497,3мм

Потепление климата в последние десятилетия привело к усилению контраста метеоявлений. кроме того, что увеличились период засухи в летнее время и период избыточных осадков осенью, что отрицательно сказалось на интенсивности вегетации фитоценозов весной, созревании и уборке урожаев осенью, участились паводки весной и осенью, которые вызывают затопление низменных территорий.

В заключении перечислены полученные в диссертационной работе основные результаты

1 В результате физико-статистического анализа характеристик временных рядов метеорологических параметров, характеризующих режим атмосферных осадков в различные сезоны года, пришли к выводу, что происходит увеличение осенних осадков и уменьшение летних осадков. Среднее значение осенних осадков за период 1904-2006 гг по ст. Сухум составляет 26,8%, по ст. Гагра – 26,7%, летние осадки – 20,0% (Сухум), 19,9 % (Гагра). Увеличение количества осадков осенью обусловлено, главным образом увеличением количества дней с осадками

2 Выявлено, что в период регионального потепления в прибрежной зоне Абхазии морской тип климата стал более выраженным (с максимумом осадков в осенний период и минимумом в летний период) Основными факторами в осадкообразовательных процессах как холодного, так и теплого периодов являются адвективные процессы с запада

3 Получены эмпирические зависимости изменчивости температуры воздуха и сумм осадков в период регионального потепления, которые показали, что за последнее время (1991-2006 гг) наблюдается тенденция увеличения среднемесячных температур по сравнению с климатической нормой.

4. Анализ прикладных характеристик, рассчитанных для Абхазии, показал, что за период инструментальных измерений в г. Сухум (1904-2006 гг.) осадки увеличились на 289 мм, в г Гагра (1951-2006 гг.) на 283 мм. В период регионального потепления (1993-2006 гг.) прирост осадков в г Сухум составил 312 мм, в г Гагра 296 мм. Получена эмпирическая формула, характеризующая увеличение годовых сумм осадков в зависимости от среднегодовых температур воздуха

5 Проведен анализ временных рядов разложением в ряд Фурье, во временном ряде сумм осадков выявлены 50, 20, 12, 7, 4, 2 – летние периоды, во временном ряду среднегодовых температур выявлены 17, 11, 7, 4 – летние периоды

6 Проведен анализ ионного состава атмосферных осадков на территории Абхазии, в результате выявлено, что осадки выпадающие на территории Маяка относятся к натриево-калиево-гидрокарбонатным, в центре г Сухум натриево-калиево нитратным, в г Гудауте и селе Хуап гидрокарбонатно-натриево-калиевым. Среднее многолетнее суммарное количество солей, поступающих с атмосферными осадками на поверхность почвы на Маяке за период с IV 2002 по I 2005г, составило 219,78 кг/га, в центре г Сухум за период с VIII 2005 по III 2007 г - 175,02 кг/га. По результатам анализа минерализации осадков выявлено, что среднее значение минерализации на Маяке составляет – 45,5мг/л, в центре г. Сухум – 39,5 мг/л, в г Гудаута – 38,9 мг/л, в селе Хуап – 28,1 мг/л

7 Выявлено влияние воздушных масс различного генезиса на ионный состав осадков, максимальное значение минерализации отмечено при перемещении воздушных масс с юга 75,3 мг/л, и более низкие значения минерализации при северных вторжениях 44,1 мг/л.

8 На величину водородного показателя оказывает влияние ряд факторов регионального характера (подстилающая поверхность, морская акватория), в связи с этим средние значения рН в атмосферных осадках не опускаются ниже нормы (5,5) и составляют в среднем – 6,10 (слабокислые). Однако в центре г Сухума наблюдаются дождевые эпизоды с рН < 5,0

9 Выявлено, что на побережье Абхазии при общем избытке осадков наблюдается дефицит влаги в летний период. Частота появления летних засух, определяемых как понижение ГТК до значений менее 1,3, составляет 3-4 года. В последнее десятилетие самыми засушливыми были 1997г и 2001г. (ГТК < 0,8).

10 Выявлено влияние избыточных сумм осадков осенью, которые отрицательно сказываются на созревании урожая фитоценозов, также избыточные осадки весной и осенью вызывают паводки,

затопление низинных территорий и активизацию склоновых процессов, особенно на горных участках, подверженных антропогенному воздействию.

Результаты могут быть применены в различных отраслях народного хозяйства Абхазии, в частности при планировании сельскохозяйственного производства, прогнозе паводков, а также при строительстве гидротехнических сооружений.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Экба Я.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К.** Атмосферные осадки, как экологический фактор, лимитирующий продуктивность субтропических агроценозов// Тр. Межд конф.: "Биосфера и человек".- Майкоп, 2001 - С 336-338
2. **Дбар Р.С., Экба Я.А., Ахсалба А.К.** Экологические аспекты потепления климата в Абхазии// Материалы II Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы экологии в условиях современного мира". - Майкоп, 2002. -С. 74-76.
3. **Дбар Р.С., Экба Я.А., Ахсалба А.К.** Исследование загрязнения атмосферных осадков на территории Абхазии// Материалы II Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы экологии в условиях современного мира". - Майкоп, 2002. -С. 76-78.
4. **Экба Я.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К.** О влиянии атмосферных осадков на продуктивность экосистем. - Сухум: АГУ, 2002. - С. 313-320.
5. **Экба Э.А., Ахсалба А.К.** Временная изменчивость атмосферных осадков на территории Абхазии// Тр. АГУ, Сухум,2002.- Ч.1. - С.59-64.
6. **Дбар Р.С., Экба Я.А., Ахсалба А.К.** Тенденции изменения климата юго-западного Кавказа в XX столетии// Тр. Межд. конф. "Биосфера и человек".- Майкоп, 2003 - С. 38-41.
7. **Экба Я.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К.** Экологическая роль атмосферных осадков и их влияние на продуктивность экосистем// Тр. Международной конференции "Проблемы экологии горных территорий".- Нальчик, 2003.- С.193-200
8. **Ахсалба А.К.** Частота появления атмосферной засухи и ее влияние на биоценозы Абхазии// Тр. 3-ей Межд. конф.: "Биоразнообразие Кавказа". - Нальчик. Изд-во КБНЦ РАН, 2004. - С. 12-15.

9. **Экба Я.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К.** Дендроклиматическая оценка воздействия глобального потепления на хвойные лесные ценозы Абхазии// Тр. 3-ей Межд. конф : "Биоразнообразие Кавказа". - Нальчик, изд-во КБНЦ РАН, 2004. - С 92-107.
10. **Ахсалба А.К.** Многолетние изменения температуры воздуха и атмосферных осадков на территории Абхазии// Известия вузов Северо-Кавказского региона - Ростов - на – Дону, - 2007. – Вып. 5
– С 10 – 17

Сдано в набор 5 09.07 г Подписано в печать 6 09 07 г
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная Формат 60x84 ¹/₁₆
Бумага писчая Усл п л 1,0 Тираж 80 Заказ №918

Государственное учреждение
«Высокогорный геофизический институт»