

3. *Митько В.Б.* Геополитические факторы, определяющие содержание Арктической доктрины России // Труды научно-практ. конф. «ГМО хозяйственной деятельности в Арктике и замерзающих морях». – СПб., 2002.
4. *Митько В.Б., Минина М.В.* Международное арктическое сотрудничество в области охраны окружающей среды // Труды конф. «Экологическая безопасность: природа, человек, общество». – СПб., 2004.
5. *Митько В.Б., Минина М.В.* Геополитические факторы, определяющие устойчивое развитие Арктики в 21 веке // Труды Международной научно-практ. конф. «Наука и техника для устойчивого развития Северных регионов». – СПб., 2003.
6. *Шлямин В.А.* Россия в «Северном измерении»/ Петрозаводск: – ПетрГУ, 2002.
7. III International Workshop «Rational exploitation of the coastal zone of the northern seas». Kandalaksha, 1999. Materials of the reports.- St. Petersburg, RSHMU Publishers.
8. *Яковлев В.В.* Экологическая опасность, оценка риска. – СПб.: НП «Стратегия будущего», 2006.
9. Нефть и газ российской Арктики: экологические проблемы и последствия. Доклад объединения Беллона. – Осло – СПб. – Мурманск, 2007. [www.bellona.org](http://www.bellona.org)

**Митько Валерий Брониславович**

Российский государственный гидрометеорологический университет

E-mail: [vmitko@yandex.ru](mailto:vmitko@yandex.ru); [vmitko@ArcticAS.ru](mailto:vmitko@ArcticAS.ru)

198188, Россия, Санкт-Петербург, ул. Васи Алексева, 30, оф. 62

Тел.: +7(812)784-7518

**Mitko Valery Bronislavovich**

Chairman of SPb branch of Geo-policy and Safety Section of RANS, Russia.

E-mail: [vmitko@yandex.ru](mailto:vmitko@yandex.ru); [vmitko@ArcticAS.ru](mailto:vmitko@ArcticAS.ru)

Of. 62, 30, Vasi Alekseeva Str., St. Petersburg, 198188, Russia

Ph.: +7(812) 784-7518

УДК 551.510.04

**А. К. Ахсалба, Я. А. Эмба**

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В СУХУМЕ**

*Проводится анализ кислотного и ионного состава атмосферных осадков, выпадающих на территории г. Сухум, что дает возможность оценить экологическое состояние атмосферы.*

*Результаты мониторинга показывают увеличение значений кислотности и минерализации в пробах атмосферных осадков, что связано с увеличением количества транспортных средств и отсутствием утилизации твердых бытовых отходов в районе Сухума.*

*Атмосферные осадки; мониторинг; химизм осадков; кислотность; минерализация; экосистема; импактные районы.*

A. K. Akhsalba, Y. A. Ekba

### THE PECULIARITIES OF FORMING CHEMICAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN SUKHUM

*The analysis of acid and ionic composition of precipitation on the territory of Abkhazia is regularly carried out which gives opportunity to monitor the ecological situation in the atmosphere.*

*The results of the monitoring tests show the increase of outcome of the acid and mineralization of precipitations, which is the result of increasing amount of transport and lack of garbage disposal dumps in the city of Sukhum.*

*Atmospheric precipitation; monitoring; chemism of precipitation; acidity; salinity; ecosystem; impact regions.*

Среди множества проблем, стоящих в настоящее время перед человечеством, проблема загрязнения воздуха в городах, занимает, пожалуй, одно из первых мест. Основными источниками загрязнения атмосферы Абхазии являются автомобильный транспорт и не утилизированные бытовые отходы.

Поскольку атмосферные осадки являются инструментом очищения атмосферы от естественных и антропогенных загрязнений [2], изучение химического состава осадков, проводимое на территории г.Сухум, является удобным методом мониторинга атмосферных загрязнений.

Попадающие в воздух загрязняющие вещества в значительной мере подвергаются физическим и химическим преобразованиям в атмосфере. Очень часто загрязняющие вещества, испытав частичное или полное химическое превращение, выпадают в осадок, изменив свое агрегатное состояние. Это приводит к отрицательным последствиям, так как малоопасные для окружающей среды вещества в атмосфере превращаются в агрессивные, вредные для окружающей среды соединения [6,7,8].

В связи с усилением антропогенного загрязнения окружающей среды особое внимание уделяется изучению кислотных осадков.

Основными кислотообразующими веществами являются диоксид серы и оксид азота.

Сера входит в состав выбросов в не полностью окисленной форме. Если соединения серы находятся в воздухе в течение достаточно длительного времени, то под действием содержащихся в воздухе окислителей они превращаются в серную кислоту или сульфаты.

В «чистых» районах земли, удаленных от антропогенных источников загрязнения атмосферы, могут наблюдаться весьма низкие значения pH дождя. Возможное объяснение низким фоновым значениям pH даются в [3], где теоретически показано, что в отсутствие такого щелочного агента как углекислый кальций, природные уровни концентрации двуокиси серы могут обеспечить кислотность дождевых осадков вплоть до pH=4,5. Следует также учесть вклад сельского хозяйства в окисление осадков.

#### Исходные данные и методика

Регулярные наблюдения за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков были организованы Абхазским государственным центром экологического мониторинга (АГЦЭМ) совместно с кафедрой прикладной экологии Абхазского государственного университета (АГУ) в 2002 году. Исследования выполнены на

основе обобщений данных по химическому составу осадков за период с IV.2002 по VI.2008, обработка фактических данных проведена с учетом рекомендаций [1,2,3,5].

Данные о количестве выпавших осадков получали по измерениям осадкомера Третьякова по стандартной методике, принятой на станциях Росгидромета.

Для определения влияния на химизм осадков метеорологических элементов проводились измерения основных метеорологических элементов, таких как: температура воздуха, скорость и направление ветра, общее количество осадков, время выпадения, относительная влажность воздуха.

Содержание в пробах таких компонентов, как  $NO_3$ ,  $HCO_3$ ,  $pH$  и  $SO_4$  определяется непосредственно после выпадения осадков и отбора проб, так как их концентрация изменяется во времени [5,6].

Общая минерализация определяется суммированием анионов и катионов. Кислотность проб определяется по водородному показателю  $pH$ .

### Результаты и обсуждения

Атмосферные воды наименее изучены в химическом отношении и отличаются крайней изменчивостью своего состава во времени и пространстве. Ввиду такого непостоянства принято оперировать средними годовыми значениями того или иного компонента в осадках, указывая его экстремальные значения.

Несмотря на неустойчивость, состав атмосферных осадков в целом характеризует географическое положение местности. Минерализация атмосферных осадков, как правило, ниже минерализации поверхностных и подземных вод [4]. Средняя минерализация атмосферных осадков на севере составляет всего 10 мг/л, в средней полосе она увеличивается до 30 мг/л, в южных районах достигает 60 мг/л, а в пустынных и полупустынных районах средняя минерализация еще выше [3].

Атмосферные осадки существенно отличаются от поверхностных и подземных вод не только минерализацией, но и характером преобладающих ионов и содержанием органического вещества. Атмосферные осадки обогащены ионами  $SO_4^{2-}$  и чище, чем другие воды. Большой удельный вес в атмосферных осадках имеют компоненты биогенного происхождения  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ , концентрация которых иногда достигает 20-25 % количества вещества эквивалентов [5]. Концентрация и соотношение различных примесей в осадках существенно зависят от всего предшествующего развития воздушных масс. В составе осадков должно отражаться, двигалась ли воздушная масса над открытой морской поверхностью или же над континентом с его многочисленными источниками загрязнения.

Механизм захвата падающими каплями воды и снежинками различных ингредиентов загрязнений атмосферы весьма сложен.

Сравнительная простота, с которой могут быть получены сведения о составе и количестве веществ, поступающих на подстилающую поверхность с осадками, резко контрастирует со сложностью физико-химических процессов, в результате которых исследуемые газообразные или аэрозольные вещества попадают в отбираемую пробу.

Средние многолетние значения (IV.2002-VI.2008 г.) определяемых компонентов осадков в Сухуме представлены в табл. 1. Здесь же приведены среднесезонные концентрации ионов отдельно для проб дождя и снега. Из таблицы видно, что во всех осадках не зависимо от агрегатного состояния вещества среди анионов преобладает ион гидрокарбоната, а среди катионов - суммарное содержание натрия и

калия, поэтому атмосферные осадки выпадающие на территории г. Сухум относятся к гидрокарбонатно - натриево – калиевому классу. В теплый период года поступление гидрокарбонатов в атмосферу не ограничено, поэтому суммарное содержание ионов в дождевых пробах немного выше (43,23 мг/ л), чем в снеговых (41,06 мг/ л). Следует отметить, что часть ионов имеет практически одинаковую концентрацию как в дождевых, так и в снеговых пробах (кальций, магний, суммарное содержание натрия и калия, аммоний), концентрация ионов гидрокарбоната, сульфата, нитрата явно зависят от агрегатного состояния осадков.

В годовом ходе минерализации – сумма концентраций всех ионов максимум наблюдается в апреле и сентябре (рис.1). В этот период вследствие повышения температуры начинается развиваться конвекция и не закрепленные растительным покровом частицы почвы поднимаются в воздух, а выпадающие осадки поглощают и растворяют их. С октября по март, как известно, в прибрежной зоне Абхазии осадки выпадают чаще и они более обильные, в связи с чем, пробы разбавлены и значения минерализации наименьшие.

Таблица 1

Средние значения химического состава атмосферных осадков в г. Сухум

Вид осадков	Концентрация ионов, мг/л								Сумма ионов
	$HCO_3^-$	$SO_4^{2-}$	$Cl^-$	$NO_3^-$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Na^+ +$	$NH_4^+$	
Все осадки	12,50	4,62	5,62	9,26	1,24	0,32	10,49	0,13	44,18
Дождь	12,57	3,98	5,39	9,20	1,23	0,31	10,50	0,05	43,23
Снег	7,93	8,36	4,32	8,19	1,28	0,52	10,38	0,08	41,06

Многолетние изменения средних годовых значений суммарной минерализации осадков представлены на рис.2. Максимальные средние значения минерализации (44,2 мг/ л) отмечены в 2006 г., минимальные в 2003 г. (30,9 мг/ л). Уравнение линейного тренда минерализации за весь период наблюдений свидетельствует о тенденции увеличения загрязненности осадков, который характеризуется положительным коэффициентом при переменной (рис.2).

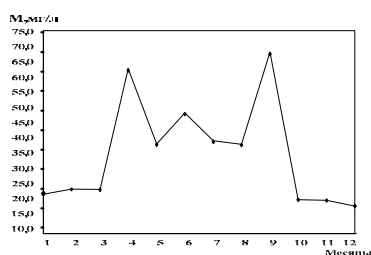


Рис. 1. Годовой ход суммарной минерализации атмосферных осадков за период IV.2002-VI.2008 г.

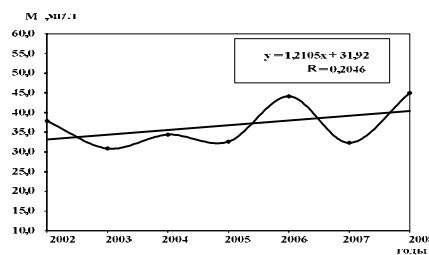


Рис.2. Многолетние изменения средних годовых значений суммарной минерализации осадков за период IV.2002-VI.2008 г.

Результаты мониторинга позволяют оценить источники антропогенного загрязнения локального и трансграничного происхождения, а также метеорологические условия, способствующие формированию предельных концентраций кислотности или щелочности осадков, с целью оптимизации режима антропогенных вы-

бросов. Они необходимы для оценки химического воздействия эпизодов кислотного или щелочного выпадения осадков на подстилающую поверхность, живые организмы, объекты городской среды производственного, бытового и, особенно, культурного назначения, подвергающихся атмосферной коррозии.

Значение водородного показателя среды (рН) атмосферных осадков в г.Сухум за все время наблюдений (IV.2002 – VI. 2008 г.) менялось от минимального – 4,45 (дождь в марте 2007 г.) до максимального 7,66 (дождь в апреле 2002 г.) (табл.2). За норму кислотности принимают рН = 5,00 [2,3]. Среднее значение рН за весь период наблюдений принимает значение равное 6,0 (слабокислое). Выпадение очень кислых осадков (рН <4) и сильнощелочных осадков (рН >8) не наблюдается.

На рис.3 представлен годовой ход средних месячных значений кислотности осадков в Сухуме за весь период наблюдений (IV.2002 -VI.2008 г.).

Таблица 2

Даты выпадения наиболее кислых и щелочных осадков

Кислотные эпизоды (дожди)	
рН	Дата*
4,73	07.10.05
4,96	21.12.06
4,75	22.12.06
4,94	14.01.07
4,45	17-18-19.03.07
4,90	17-18.12.07
4,76	24-25.01.08
4,92	28-29.01.08
Щелочные эпизоды (дожди)	
7,66	6.04.02
7,62	3-4-5-6.09.06
7,25	8.03.06
7,14	17.04.08

\*- число, месяц, год

В теплый сезон (апрель-октябрь) обычно выпадали нейтральные осадки (среднее значение рН 6,3, мода 5,9), а в холодный период (ноябрь – март) более характерны слабокислые осадки (рН 5,6, мода 5,3). Стандартное отклонение среднегодовых значений рН атмосферных осадков равно 0,27, т.е. разброс значений рН незначительный. В последние два года наблюдается выпадение кислотных осадков, характерен максимум кислотности в зимний период и ранней весной (минимальные значения рН). По видимому, это связано с покрытием известняковых пород снегом, что препятствует вымыванию и выветриванию этих пород. Как известно, известняковые породы приводят к расщелачиванию атмосферных осадков [1,3].

Многолетние изменения среднегодовых значений рН осадков представлены на рис.4. Из рисунка следует, что за все годы наблюдений значения рН выше нормы, при этом относительно низкое значение приходится на 2007 г. (среднее значение рН 5,5), а самое высокое в 2002 г., среднегодовое значение рН составило

6.3. Следует также отметить, что линия тренда показывает отрицательную тенденцию значений pH.

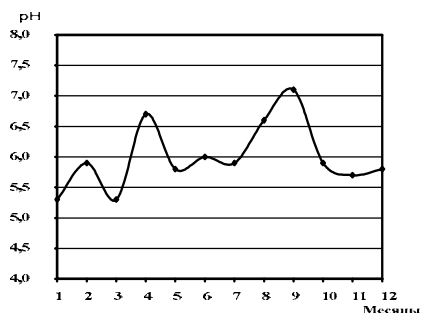


Рис.3. Годовой ход показателя кислотности осадков (pH) за период IV.2002-VI.2008 г. г.Сухум

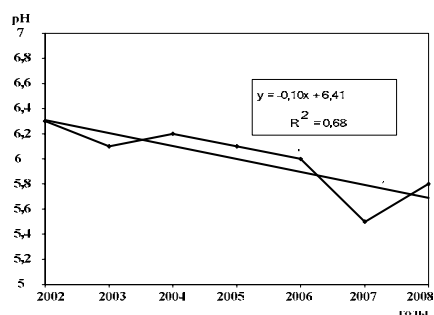


Рис. 4. Многолетние изменения значений pH за период IV.2002 - VI. 2008 г. г. Сухум

Итак, по нашим наблюдениям, за период IV. 2002- VI. 2008 гг. среднегодовые значения кислотности остаются в основном ниже нормы. Но в последние два года выявлено повышение кислотности осадков, что, по-видимому, связано с существенным увеличением интенсивности движения автотранспорта и сжигание не утилизированных бытовых отходов в Сухуме.

#### Заключение

На основе проведенного анализа и обобщения имеющейся информации по химическому составу атмосферных осадков на территории г. Сухум можно сделать следующие выводы.

1. В годовом ходе минерализации и основных составляющих ионов в осадках (гидрокарбонатов, суммарное содержание натрия и калия) максимум наблюдается с апреля по сентябрь. Наименьшие концентрации ионов отмечаются с октября по март.
2. За все годы наблюдений средние годовые концентрации почти всех ионов и их суммарного показателя – минерализации – имеют тенденцию к увеличению.
3. Среднее значение pH – 6,0 (слабокислое). В теплый сезон (апрель-октябрь) за период IV. 2002 – VI. 2008 г. обычно выпадали нейтральные осадки (среднее значение pH= 6,3, мода 5,9), а в холодный период (ноябрь – март) более характерны слабокислые осадки (pH =5,6, мода 5,3). В последние два года выявлено повышение кислотности осадков, однако, выпадения очень кислых (pH <4) и сильно-щелочных осадков (pH >8) не наблюдается.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Еремينا И.Д. Многолетние наблюдения за химическим составом атмосферных осадков в Москве// Вестник МГУ. 2004. №2. С. 21–26.
3. Израэль Ю. А., Назаров И. М., Филлипова Л. М. Кислотные дожди. – Л.: Гидрометеиздат, 1983.- 204 с.

4. *Красовский Г.Н., Егорова Н.А.* Современные проблемы охраны водных объектов от химического загрязнения// Вестник АМН СССР. 1991. №1. С.38.
5. Сборник методик и инструктивных материалов по определению вредных веществ для контроля источников загрязнения окружающей среды. – Краснодар, 1994. – Ч.2, 3. – 218 с.
6. *Суркова Г.В.* Химия атмосферы. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 210 с.
7. *Экба Я.А., Дбар Р.С.* Экологическая климатология и природные ландшафты Абхазии. – Сочи: Изд-во. «Папирус-М- Дизайн», 2007. – 324 с.
8. *Юнге Х.* Химический состав и радиоактивность атмосферы. – М.: Мир, 1965. – 424 с.

**Ахсалба Асида Константиновна**

Абхазский государственный университет

E-mail: [sgiana@mail.ru](mailto:sgiana@mail.ru)

384904, Республика Абхазия, г. Сухум, ул. Университетская, 1

Тел.: 81099544217190

**Экба Январби Алиевич**E-mail: [absu1@mail.ru](mailto:absu1@mail.ru)**Akhsalba Asida Konstantinovna**

Hydrophysical institute of Abkhazian Science Academy

E-mail: [sgiana@mail.ru](mailto:sgiana@mail.ru)

1, Universitetskay Str., Sukhum, 384904, Republic of Abkhazia

Ph.: 81099544217190

**Ekba Yanvary Alievich**E-mail: [absu1@mail.ru](mailto:absu1@mail.ru)

УДК 591.5:592(1-21)

**Н. И. Еремеева****СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ ХОРТОБИЯ НА  
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ**

*В крупном промышленном городе Сибири – г. Кемерово – исследовали особенности формирования населения хортобионтов на естественных и искусственных (газонах) лугах. Установлен таксономический состав населения травостоя, особенности и пути формирования структуры доминантной группы населения травостоя.*

*Экология насекомых; урбанизация; городская среда; хортобионты (обитатели травостоя); население травостоя; полужесткокрылые; экологические группы насекомых.*

**N.I. Eremeeva****SPECIFICITY OF FORMATION OF GRASS-LIVING POPULATION  
ON URBANIZED TERRITORY**

*In large industrial city of Siberia – city Kemerovo – investigated features of formation of the population of chortobionts on natural and artificial (lawns) meadows. Regu-*