

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ
ВОДОРОДА С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ НА ТЕРРИТОРИИ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РФ**

Семенец Елена Сергеевна

Аспирант

*Главная Геофизическая Обсерватория им. А.И. Воейкова, Отдел мониторинга и
исследования химического состава атмосферы, Санкт-Петербург, Россия*

E-mail: elena573s@ya.ru

Выпадение кислотных дождей стало в настоящее время широко распространенным явлением, приводящим к закислению природных сред и существенным негативным экологическим изменениям на территории целых регионов. Выпадающие с осадками или образующиеся на поверхности свободные ионы водорода способны оказывать комплекс неблагоприятных эффектов, как в прямой, так и в косвенной форме.

Прямому влиянию в наибольшей степени подвержены растительные сообщества. В косвенной форме выпадающие с осадками или образующиеся на поверхности свободные ионы водорода полностью или частично поглощаются при реакциях с компонентами почвы. Это приводит к выщелачиванию питательных элементов и повышению концентрации токсических металлов, вызывая формирование ареалов вторичного загрязнения [1].

На территории России зона кислых осадков охватывает северо-западные и западные районы [2]. Наблюдения за кислотностью атмосферных осадков в Северо-Западном Федеральном Округе организовано на 25 станциях. Однако анализ массива накопленных данных показал, что не все имеющиеся результаты определения рН могут быть рекомендованы к использованию [3]. В итоге для анализа были взяты данные по кислотности атмосферных осадков 22 станций за период времени с 2007 по 2011 гг.

Учитывая, что режим измерения рН для рассматриваемых станций носит как суточный, так и единичный характер, а так же тот факт, что величина рН является отрицательным десятичным логарифмом концентрации ионов водорода, значения рН были пересчитаны в концентрацию иона водорода и приведены к средневзвешенным значениям с учетом количества выпавших осадков (формула 1):

, (1)

где $C_{срвз}$ – средневзвешенная концентрация иона водорода в мг/л;

C_i – концентрация иона водорода в пробе, мг/л;

q_i – количество осадков, мм,

t – количество измерений за месяц.

Величина влажного выпадения вычислялась по формуле:

, (2)

где

$P_{[H]}$

—

величина влажного выпадения, $мкг/м^2 год$;

$C_{срвзj}$

—

концентрация ионов водорода за месяц, мг/л;

Q_j

—

месячная сумма осадков, мм;

n

—

число месяцев в году с осадками.

Таким образом, значение влажного выпадения иона водорода за год получается умножением найденной его концентрации на суммарное количество атмосферных осадков за год на данной метеостанции.

Результаты наблюдений за кислотностью атмосферных осадков в исследуемом регионе показывают, что величина рН колеблется в достаточно широких пределах. Минимальные значения величины рН за исследуемый период составили 3.12, 3.25 и 3.45 единиц и отмечаются соответственно на станциях Санкт-Петербург, Мурманск и Никель. Максимальные значения наблюдались на станциях Апатиты, Мончегорск и Санкт-Петербург и составляли соответственно 8.13, 8.90 и 9.96 единиц.

В качестве основной классификации атмосферных осадков по кислотно-щелочным свойствам взята классификация, предложенная Рябошапко А.Г.[4]. Так по данной классификации осадки со значением величины рН < 5.00 относятся к кислым, а со значением рН > 6.00 – к щелочным. За период наблюдения число случаев выпадения кислых осадков составило 21 %, из которых примерно 19 % приходится на слабокислые осадки с величиной рН от 3.00 до 4.00 единиц, и 2 % на - очень кислые, с величиной рН < 3.00 единиц. Доля щелочных осадков составляет 43 %, из которых 33 % случаев выпадения приходится на осадки со слабощелочной реакцией среды (рН от 6.00 до 7.00 единиц).

Таким образом, несмотря на то, что Северо-Западный Федеральный Округ является регионом повышенной кислотности атмосферных осадков, здесь наблюдаются районы, где атмосферные осадки имеют нейтральную или щелочную реакцию среды.

Используя данные о величине рН и годовую сумму осадков, для каждой исследуемой станции была рассчитана величина влажного выпадения иона водорода. Минимальные количества выпадений иона водорода на исследуемой территории характерны для станций Перевал, Кола, Амдерма и Ухта. Здесь величина влажного выпадения не превышает 0.30 мг/м^2 в год. Исключение составляет только станция Ухта, для которой характерно резкое увеличение количества выпадающего иона водорода до 0.50 мг/м^2 в 2011 году (рис.1)

Рисунок 1 – Величина выпадения иона водорода с атмосферными осадками, $\text{мг/м}^2\text{год}$

Максимальные значения в течение всего исследуемого периода характерны для ст. Мурманск, Мончегорск и Никель (рис. 2).

Рисунок 2 – Величина выпадения иона водорода с атмосферными осадками, $\text{мг/м}^2\text{год}$

Для станций Санкт-Петербург и Калевала характерно снижение количества выпадающего иона водорода с атмосферными осадками. Так, если в первый год наблюдения величина влажного выпадения составляла 19 и $35.9 \text{ мг/м}^2\text{год}$ соответственно, то в 2011 году величина влажного выпадения снизилась в несколько раз и составляет соответственно 0.17 и $0.07 \text{ мг/м}^2\text{год}$.

Величина плотности выпадения иона водорода зависит от величины рН и суммы выпадающих осадков. Причем, чем ниже величина рН и чем выше количество осадков,

тем больше величина влажного выпадения. Для примера на рисунке 3 представлен осредненный годовой ход величины рН и выпадения иона водорода для станций Мурманского УГМС, в пределах которых наблюдается наибольшая плотность выпадения.

Рисунок 3 – Осредненный ход величины рН и выпадения иона водорода

Как видно из рисунка, осредненный годовой ход величины рН характеризуется максимумом кислотности в весенне-летний период. Наибольшая величина плотности выпадения иона водорода наблюдается так же в этот период. Однако, данный ход изменения величины рН не характерен для ст. Мурманск. Осредненный годовой ход отличается гораздо большей изменчивостью. Минимальные значения рН, а следовательно наибольшая величина выпадения приходится на январь, март, май и октябрь. Максимальные значения рН наблюдаются в апреле и в течение летнего периода. Однако в летний период величина выпадения больше, чем в апреле. Данное сезонное изменение в количестве плотности выпадения иона водорода обусловлены, прежде всего, различием количества выпадающих осадков.

Литература

1. Кислотные атмосферные осадки и их влияние на лесные экосистемы // Лесоводство лесоразведение: обзор. информ. / Всерос. науч.-исслед. и информ. центр по лесным ресурсам.–1995.–№ 6.–С.21 – 35.
2. Чистякова, М.В. Химический состав атмосферных осадков [Текст] / М.В. Чистякова, М.Т. Павлова, Н.А. Першина // Современные исследования Главной Геофизической Обсерватории, т.2.–2001.–С. 294 – 311.
3. Полищук, А.И. Методическое письмо о состоянии работ по наблюдению за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков в 2009-2010 гг. [Текст] / А.И. Полищук, Н.А. Першина, М.Т. Павлова, Е.С. Семенец, Т.А. Соколова.–СПб: ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», 2011.–60 с/
4. Рябошапка, А.Г. Атмосферный перенос и выпадения закисляющих веществ с осадками в северо-западной части России [Текст] / А.Г. Рябошапка, П.А. Брюханов, И.М. Брускина // Метеорология и гидрология.– 2010.– выпуск 6.– С. 50 – 60.
5. Свистов, П.Ф. Качественная оценка загрязнения окружающей среды (по данным о химическом составе атмосферных осадков) [Текст] / П.Ф. Свистов, А.И. Полищук, Н.А. Першина // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова (Специальный выпуск № 2).–2010– 18 с.

Иллюстрации

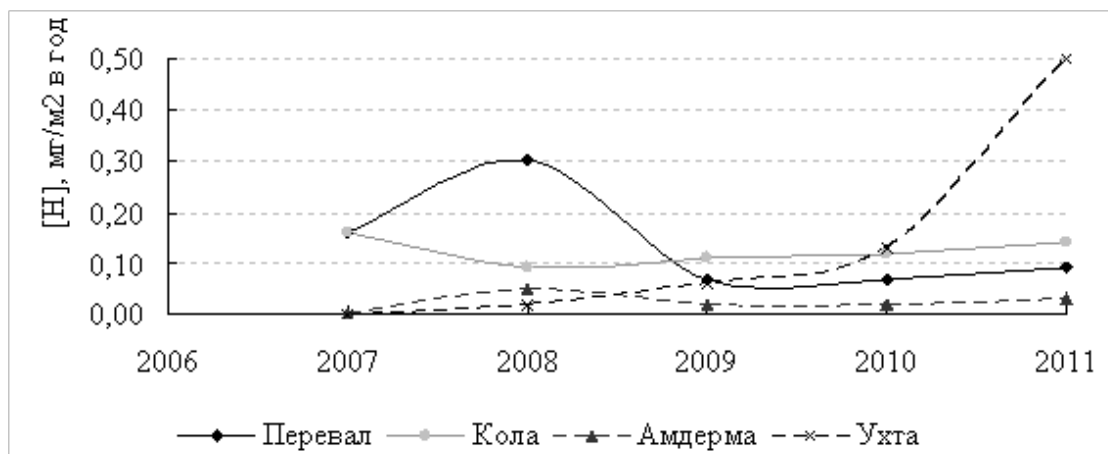


Рис. 1: рисунок 1 - Величина выпадения иона водорода с атмосферными осадками, мг/м2год

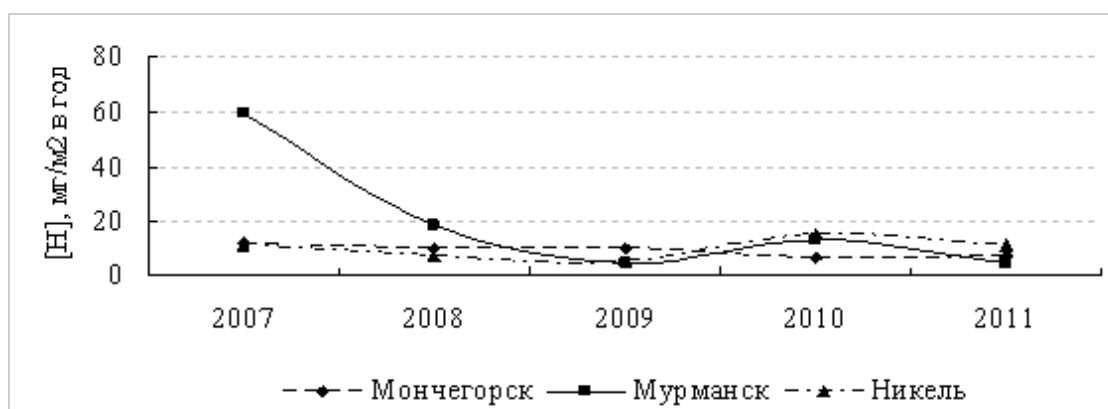


Рис. 2: рисунок 2 - Величина выпадения иона водорода с атмосферными осадками, мг/м2год

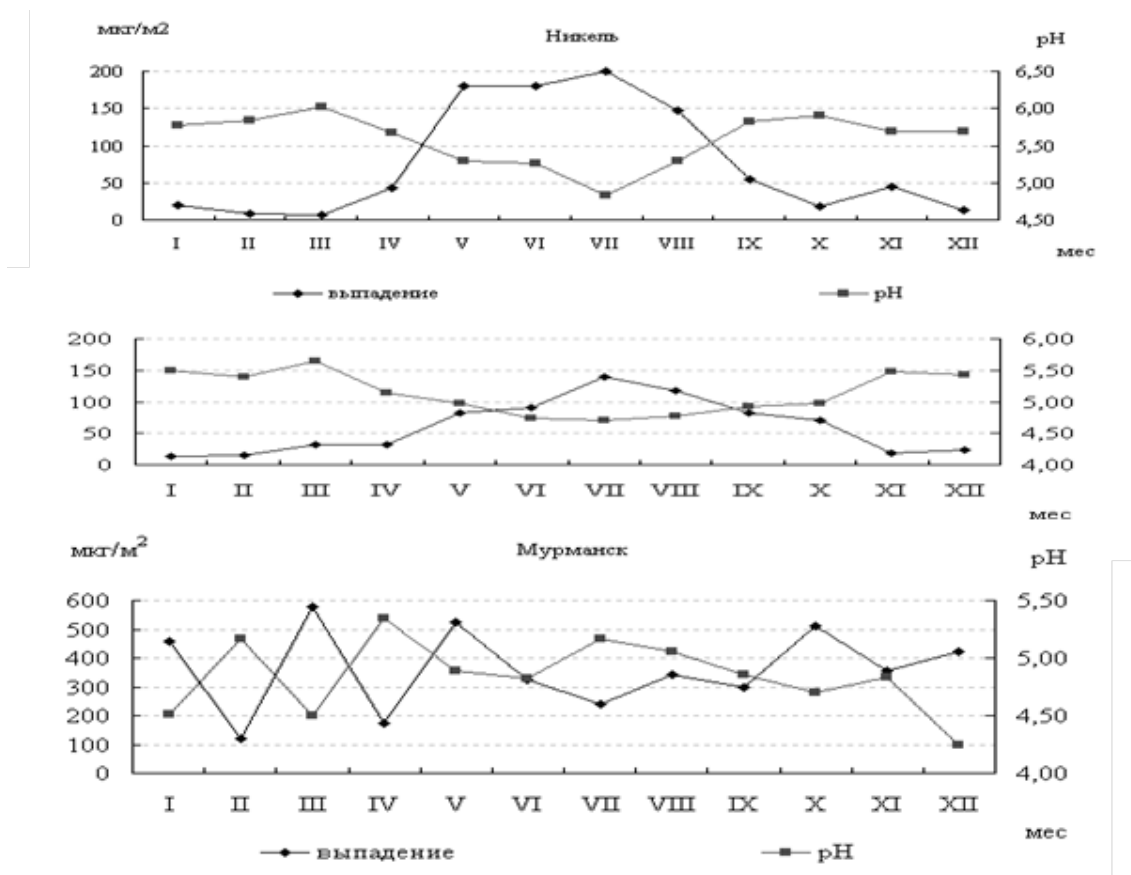


Рис. 3: рисунок 3 - Осредненный ход величины рН и выпадения иона водорода

$$C_{\text{сред}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

Рис. 4: формула 1

$$P_{[R]} = \sum_{j=1}^n C_{\text{сред}j} \times q_j \times 10^3$$

Рис. 5: формула 2