

Хильчевский В.К.¹, Курило С.М.¹, Забокрицкая М.Р.², Олегов А.Д.¹

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

²Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, Луцк

О ВЛИЯНИИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Исследование химического состава атмосферных осадков является одной из важных задач мониторинга окружающей природной среды, поскольку позволяет одновременно получать информацию и об уровне загрязнения атмосферного воздуха, и о возможных последствиях этого загрязнения для сопредельных сред - поверхностных вод, почв, растительности. Данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферных осадках является основным материалом для оценки регионального загрязнения атмосферы промышленных центров, городов и сельской местности. Как косвенный индикатор уровня загрязнения атмосферного воздуха, химический состав осадков помогает охарактеризовать важнейшие примеси, содержащиеся в воздухе, определить их естественное или антропогенное происхождение.

Как показали многочисленные предыдущие исследования наибольшую опасность для геосистем составляет величина рН атмосферных осадков. Это может приводить к негативным последствиям для геосистем в целом и отдельных водных объектов в частности. Прежде всего, это касается небольших озер и прудов с высокой долей атмосферного питания в водном балансе. Имеющийся постоянная нехватка катионов щелочных и щелочно-земельных металлов в составе атмосферных вод и неполная нейтрализация кислотности создают реальную возможность закисления поверхностных вод.

Дальнейшие исследования позволяют утверждать следующее. В целом, для территории Украины снижение минерализации атмосферных осадков в период с 1983-2016 гг. сопровождалось уменьшением в их составе ионов антропогенного происхождения (прежде всего SO_4^{2-}) и относительным увеличением ионов преимущественно природного происхождения. При этом сохраняются значительные показатели уровня загрязнения окружающей среды и высокая вероятность негативного воздействия на экосистемы [1, 3, 4].

В частности, равномерно в течение исследуемого периода по всех метеостанциях зафиксировано более 30 случаев, когда среднемесячные показатели рН составили менее 4,5. Такие осадки считаются сильно кислыми. При таких условиях существует высокий риск выпадения единичных атмосферных осадков с еще более низким значением рН (кислотные дожди). Это может приводить к негативным последствиям для отдельных водных объектов.

Для проверки подобных соображений было избрано озеро Свитязь (Шацкие озера на Волыни, бассейн р. Западный Буг) [2, 5]. Выбор обусловлен с одной стороны наличием регулярных гидрохимических наблюдений. С другой - характером питания и гидрохимическим режимом водного объекта. Ведь значительное влияние на его гидрологический режим оказывают именно атмосферные осадки, а минерализация воды обычно не превышает 130-200 мг/дм³. К тому же в 1990-х гг. в воде озера фиксировались среднегодовые величины рН ниже 6.

В рамках исследований был проведен ряд оценочных расчетов. Используя сведения о годовое количество осадков (h, мм) и среднюю годовую концентрацию SO_4^{2-} в них (CSO_4^{2-}) получили модуль поступления сульфатных ионов на единицу площади (P, т/км²):

$$P = \text{CSO}_4^{2-} \cdot h/1000.$$

Учитывая площадь водного зеркала озера Свитязь получили суммарное количество иона, поступающего в озеро с атмосферными осадками. Количество сульфатного иона, которая поступала на поверхность озера Свитязь с атмосферными осадками (в зависимости от количества осадков и концентрации SO_4^{2-} в них) колебалась в пределах 54 - 304 т.

Следующий этап исследования имел целью выявление связи между количеством серы в виде сульфатного иона, поступающего на его поверхность с атмосферными осадками, и гидрохимическим режимом самого озера.

Были рассчитаны коэффициенты корреляции между следующими характеристиками химического состава атмосферных осадков и воды озера: концентрация SO_4^{2-} в осадках - концентрация SO_4^{2-} в воде озера ($r = 0,61$); количество SO_4^{2-} , поступающих с осадками в озеро - концентрация SO_4^{2-} в воде озера ($r = 0,63$); количество SO_4^{2-} , поступающих с осадками в озеро - pH воды озера ($r = - 0,73$). Результаты приведены на рисунке, где четко прослеживается влияние химического состава атмосферных осадков на элементы гидрохимического режима озера Свитязь. Нехарактерные низкие значения pH воды озера связаны именно с наибольшим поступлением серы в виде сульфатного иона в озеро. Существенное влияние атмосферные осадки осуществляют и на содержание сульфатов в воде озера.

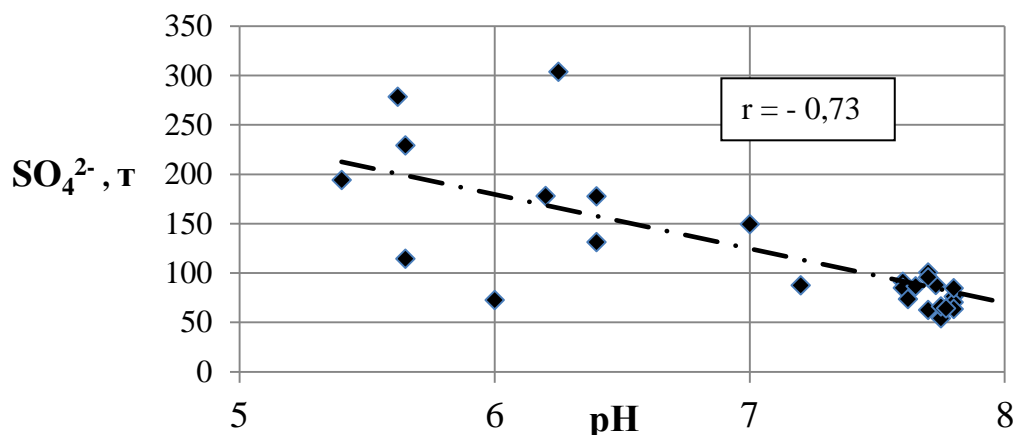


Рис. Зависимость pH воды озера Свитязь от количества сульфатных ионов, поступающих на его поверхность с атмосферными осадками

Проведенные исследования показывают, что несмотря на снижение минерализации атмосферных осадков и значительное снижение концентрации сульфатов, сохраняется риск выпадения отдельных дождей с низким значением pH (так называемые кислотные дожди). Существенные корреляционные зависимости между элементами химического состава атмосферных осадков и воды озера Свитязь (даже при смешанном атмосферно-напорном типе питания) свидетельствуют о значительной взаимосвязи этих типов природных вод. Современный уровень загрязнения атмосферных осадков может привести к негативным последствиям для окружающей среды в целом и отдельных водных объектов частности. Особенно это касается водосборов Полесья и Карпатского региона где распространены водоемы с высокой концентрацией органического вещества и низкой минерализацией воды.

Список литературы

1. Хильчевський В.К., Курило С.М. Хімічний склад атмосферних опадів на території України та його антропогенна складова. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т.4 (43). С. 63-74.
2. Khilchevskiy V.K., Grebin V.V., Zabokrytska M.R. Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations. Hydrobiological Journal. 2019. 55(3). P. 95-102. doi 10.1615/HydrobJ.v55.i3.110.
3. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P. Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geocology. 2018. 27(1). P. 68-80. doi.org/10.15421/111832.
4. Khilchevskiy V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P., Zabokrytska M.R. The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies. Journal of Geology, Geography and Geocology. 2019. 28(1). P. 79-86. doi.org/10.15421/111909.
5. Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P. Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on the territory of Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geocology. 2018. 27(2). P. 232-243. doi.org/ 10.15421/111848.