

Биогеохимическое развитие озер в условиях снижения выпадения кислот

Ученые лаборатории эволюционной биогеохимии и геоэкологии ГЕОХИ РАН исследовали биогеохимические изменения озер в условиях снижения выпадения кислотных дождей и в условиях сопряженного потепления климата (на примере исследований вод озер Кольского севера). Авторы доказали, что многофакторное воздействие на воды суши арктических регионов приводит к необратимой эволюции озер и термин *восстановление* не характеризует те процессы, которые развиваются в индустриально-развитом регионе Арктики. Результаты опубликованы в журнале *Water*¹

С выбросами медно-никелевых плавильных в прошлом поступали тонны диоксида серы, которые конвертировались в атмосфере и выпадали в виде кислотных дождей, что привело к закислению ряда озер и загрязнению их металлами даже в отдаленных от металлургических производств регионах. Ученые дали глубокое понимание биогеохимическим процессам, протекающим в водных системах в период, как нарастания, так и снижения техногенных нагрузок, дали оценку влиянию на них сопутствующих факторов, таких как потепление климата. Было доказано, что, несмотря на значимое снижение эмиссии SO₂ и NO_x в последние десятилетия, ожидаемое восстановление, т.е. возврат к природным показателям озер не происходит. Это заключение сделано на основании длительного периода масштабных исследований 75 озер в регионе, которые проводились с 1990 по 2018 год с интервалом раз в 4-5-лет, а также детального анализа архивов погоды. Для изученной популяции озер было доказано снижение содержаний техногенных сульфатов и повышения кислотонейтрализующей способности вод (ANC) за этот период, как положительная реакция на снижение выпадений кислот. Одновременно снизились концентрации таких металлов, как никель и медь. Изменения биогеохимии вод ученые объясняют двумя механизмами: уменьшением выпадения сильных кислот и потеплением климата. Закисление вод отчасти сохраняется на водосборах, сложенных гранитными и песчаными формациями, которые уязвимы к кислотным выпадениям. Учитывая высокую значимость пресных вод в жизнеобеспечении населения и ее видового разнообразия, очевидна высокая актуальность исследований восстановления качества вод и водных экосистем после длительного загрязнения. Генеральная ассамблея ООН объявила 2021-2031 годы «Десятилетием по восстановлению экосистем». В основе развития экосистем после длительного антропогенного влияния лежат сложные биогеохимические процессы.

Исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России и РФФ.

¹ Moiseenko T.I., Bazova M.M., Gashkina N. A. (2022) Development of Lake from Acidification to Eutrophication in the Arctic Region under Reduced Acid Deposition and Climate Warming. *Water*, **14** (21), 3467, <https://doi.org/10.3390/w14213467>

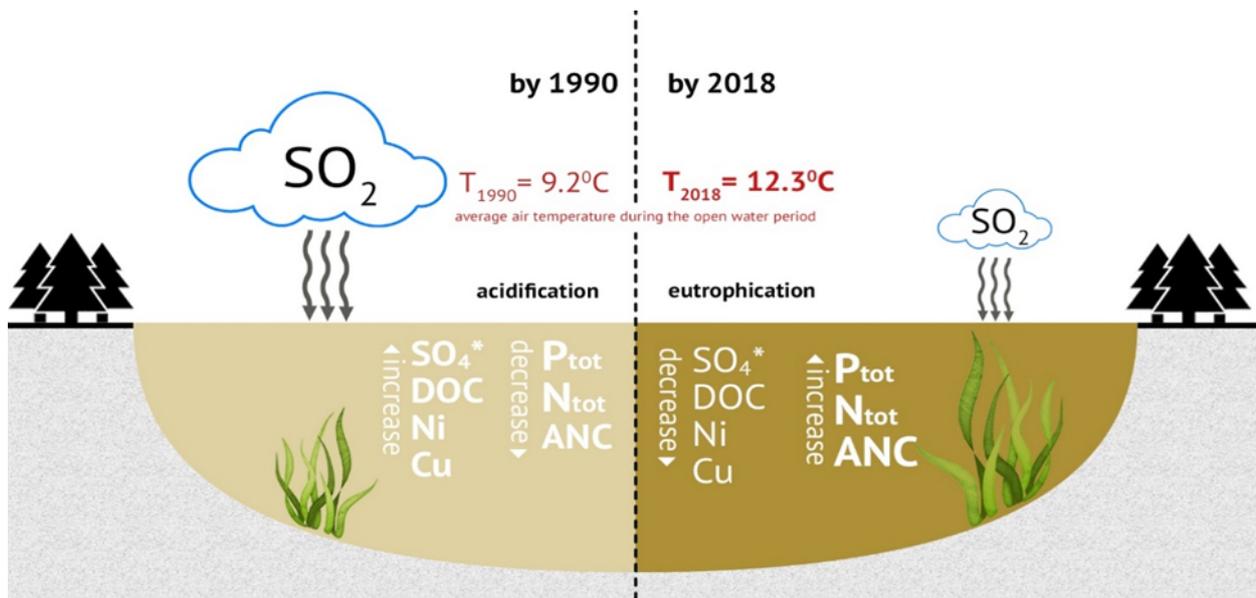


Рис. 1. Схема биогеохимического развития озер за 30-летний период снижения выпадений кислот: происходит изменение статуса озер от закисленных к эвтрофным водоемам, в которых нарастает содержание органического вещества и биогенных элементов.