

# Биогеохимические закономерности формирования почвенных вод

м.н.с. Баранов Дмитрий Юрьевич

Лаборатория эволюционной биогеохимии и геоэкологии

## Введение

Химический состав почвенных вод формируется в процессе фильтрации атмосферных осадков сквозь почву. В.И. Вернадский рассматривал почвенную влагу как одну из самых важных категорий природных вод в Биосфере и считал ее «основным субстратом жизни» и «основным элементом механизма биосферы». Почвенный раствор отвечает за подвижность элементов, определяя перераспределение веществ по генетическому профилю почвы и вынос их в сопредельные среды [1].

В экологическом отношении почвенная вода является средой обитания микроорганизмов и корневой системы растений и связующим звеном между составными частями биогеоценоза. Прогрессирующее антропогенное влияние влечет за собой изменение состава и свойств вод и экосистемы в целом. В связи с этим почвенные воды могут быть чувствительными индикаторами изменения окружающей среды.

Исследования проводились на территории особо охраняемого объекта, расположенного в европейской части России – Национального парка Валдайский, созданного с целью сохранения озерно-лесного комплекса Валдайской возвышенности. Объект исследования не подвергался прямому антропогенному воздействию на протяжении длительного времени и может рассматриваться как условно фоновый.

Целью научной работы являлось изучение особенностей миграции элементов в системе: атмосферные осадки – почвы; оценка влияния геохимических и биотических факторов на формирование химического состава почвенных вод; выявление элементов-индикаторов антропогенной нагрузки для данного условно-фоновой района.

## Методика проведения исследований

Исследования проводились на двух экспериментальных площадках, оборудованных осадкосборниками и лизиметрическими установками (прибор для сбора почвенной влаги) на водосборах озер Гусиное и Валдайское (рис.1). Экспериментальные площадки располагались в 20 км северо-западнее города (рядом с о. Гусиное, №1) и в черте г. Валдай (рядом с о. Валдайское, №2). Осадкосборники были установлены под кронами деревьев и на открытых площадках. Лизиметрические установки закладывались с учетом влияния

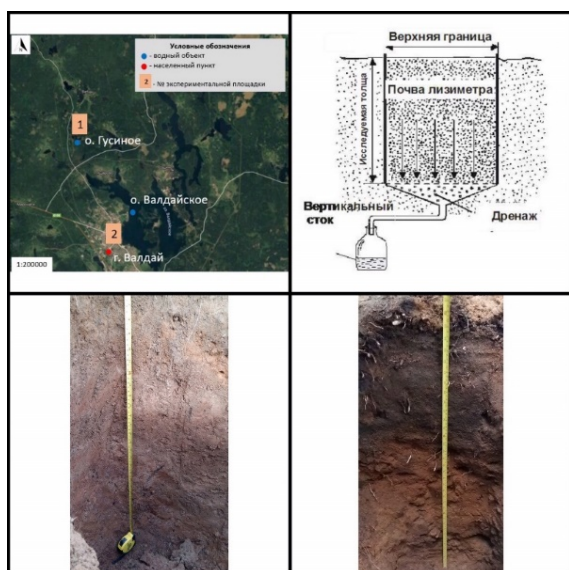


Рисунок 1

различных генетических почвенных горизонтов и влияния элементарных ландшафтов на трансформацию атмосферных осадков при инфильтрации сквозь почву.

Отбор проб почвенных вод и атмосферных осадков производился систематически в весенне-летне-осенний период. Первичный анализ проб включал широкий набор физико-химических параметров и ионного состава [2]. Содержание микроэлементов анализировалось методом ICP-MS, ICP-AES. Перед началом лизиметрического эксперимента были сделаны разрезы исследуемых почв и отобраны пробы, выделенных генетических горизонтов. В пробах почв каждого генетического горизонта были проведены гранулометрический, минералогический и химический анализы.

Исследования начались в 2015 г. и продолжаются в настоящее время. В работе представлены актуальные данные за 2018-2019 гг.

## Результаты

Атмосферные осадки, выпадающие на подстилающую поверхность, характеризуются слабокислым и нейтральным рН (от 5.5 до 7.1). Самые низкие значения рН отмечаются в летний сезон в пробах подкрановых осадков, что объясняется влиянием биотической составляющей. Найдено, что атмосферные осадки обогащаются эссенциальными элементами за счет их смыва с крон деревьев (N, Fe, Mn, Zn, Cu). В атмосферных осадках на открытой площадке наблюдается снижение кислотности от весны (рН=7.1) к осени (рН=6.5). Летом отмечается наиболее интенсивная пылевая нагрузка, что сопровождается высокими содержаниями Pb, Ni, Cd и SO<sub>4</sub> (выявлена значимая корреляция с показателем пылевой нагрузки  $R^2 > 0.75$ ). Концентрации Zn и Cu имеют аномально высокие значения для фонового региона, обусловленные локальным антропогенным влиянием и биогеохимическими особенностями территории [3,4].

Почвы, сквозь которые фильтруются атмосферные осадки имеют вариабельность в пределах полигона. Почвы экспериментальной площадки №1 характеризуются легким фракционным составом, а почвы экспериментальной площадки №2 – тяжелым (генетические горизонты представлены тяжелыми супесчаными и пылеватыми суглинистыми отложениями). По степени перехода полевых шпатов в каолинит была дана оценка выветрелости каждого слоя почвы. Верхние слои почв двух экспериментальных участков характеризуются повышенными содержаниями Cr и Ni (являются типичными

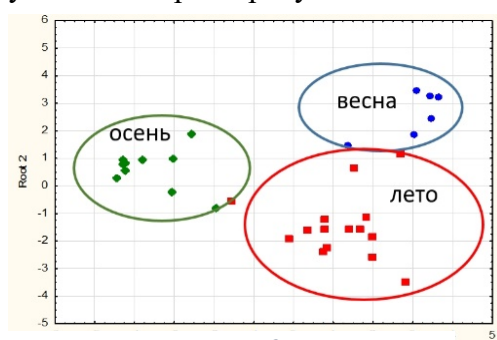


Рисунок 2

примесями большинства идентифицированных глинистых минералов), Zn и Cu (сорбция минеральными частицами за счет интенсивного вовлечения в биогеохимический круговорот). Анализ химического состава почвенных вод выявил вклад геохимических и биотических факторов в миграционную активность элементов. Главным фактором, влияющим на рН почвенных вод экспериментальной площадки №1 является содержание органического вещества ( $R^2 = -0.71$ ), а на

площадке №2 – щелочность ( $R^2 = 0.87$ ). На экспериментальной площадке №1 выявлено значительное влияние рН раствора на поведение SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Zn и Ni, а также, что содержание P, N, Fe, Zn, Cu, Co, Mn снижается с возрастанием глубины в период вегетации, что свидетельствует об активном потреблении этих элементов живыми организмами и корнями растений.

Статистическая обработка данных (рис.2) показала достоверные различия в формировании химического состава почвенных вод в зависимости от сезона по ряду показателей – рН, N, Ni, Rb ( $\lambda < 0.5$ ). Независимо от времени года, типа элементарного ландшафта и глубины отбора лизиметрических вод выявлена группа элементов Al, Fe, Co, Mn, характеризующаяся сходным поведением. Основные отличия формирования химического состава вод и поведения элементов определяются сезонной изменчивостью и биогеохимическими факторами [5].

## Список литературы

1. Вернадский В.И. (1960) Избранные сочинения. М.: Изд-во АН СССР, 420 с.
2. Eaton A., Arnold E., Archie A. E., Rice E. W., Clesceri L. S. (1992) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed. American Public Health Association (APHA); Washington, DC.
3. Баранов Д.Ю., Моисеенко Т.И., Дину М.И. (2020) Геохимические закономерности формирования атмосферных выпадений в условно фоновом районе Валдайского Национального Парка. *Геохимия*, **65**(10), с. 1-16.
4. Dinu M., Moiseenko T., Baranov D. (2020) Snowpack as indicators of atmospheric pollution: the Valday Upland. *Atmosphere*, **462**(11), p. 1-14.
5. Гашкина Н.А., Моисеенко Т.И., Дину М.И., Таций Ю.Г., Баранов Д.Ю. (2020) Биогеохимическая миграция элементов в системе «атмосферные осадки-крановые воды-почвенные воды-озеро» в фоновом регионе (Валдайский Национальный Парк). *Геохимия*, **65**(7), с. 693-710.