

что указывает на вероятное нахождение редкометальных гранитоидов и, возможно, развитых по ним кор выветривания [1]. Но всё это требует геологической заверки.

Особо следует отметить, что избыточные концентрации химических элементов в накипи, образующейся при кипячении природных пресных вод, свидетельствуют о качестве используемых вод. Так, нами установлено, что при содержании U в солевых отложениях на уровне 30–40 мг/кг, его содержание в воде превышает санитарно-гигиенический норматив.

*Заключение.* Таким образом, проведенные исследования показывают высокую индикаторную информативность элементного состава антропогенных карбонатных отложений как дополнительного косвенного критерия при прогнозно-металлогенических построениях масштаба 1 : 200 000 и меньше, особенно для Ag, Au, REE, U. Также возможным способом применения таких образований является оценка экологической безопасности вод, используемых для питьевого водоснабжения.

Работы в Кемеровской обл. выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 15-17-10011)

1. *Арынова Ш. Ж.* Элементный состав солевых образований из природных пресных вод как индикатор экологической безопасности водопользования. Томск, 2017. 22 с.

2. *Голева Р. В., Смирнова А. И.* Способ поисков скрытых урановых месторождений: авт.с. № 173325 СССР / Р. В. Голева, А. И. Смирнова. Оpubл. 06.07.1982.

3. Карбонаты: минералогия и химия / Под ред. Р.Дж. Ридера. М.: Мир, 1987. 496 с.

4. *Монголина Т. А.* Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатор природно-техногенного состояния территории. Томск, 2011. 21 с.

5. *Науумов Г. Б.* К вопросу о карбонатной форме переноса урана в гидротермальных растворах // Геохимия. 1959. № 1. С. 6–20.

6. *Рихванов Л. П.* Способ поисков урановых месторождений: авт. с. № 2211812 СССР / Л. П. Рихванов, А. Я. Пшеничкин. № 3080082; заявл. 28.02.83; опубл. 26.06.1985.

7. *Рихванов Л. П., Язиков Е. Г., Сарнаев С. И.* Уран и торий в карбонатных минералах. Статья I // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 1986. № 7. С. 37–42.

8. *Рихванов Л. П., Язиков Е. Г., Сарнаев С. И.* Уран и торий в карбонатных минералах. Статья II // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 1986. № 8. С. 34–38.

9. *Соктоев Б. Р.* Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и её индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона). Томск, 2015. 22 с.

10. Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды: пат. 2298212 Рос. Федерация. Л. П. Рихванов, Е. Г. Язиков, Н. В. Барановская, Е. П. Янкович; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. № 2005120840; заявл. 04.07.05; опубл. 27.04.07.

11. *Язиков Е. Г., Рихванов Л. П.* Способ поисков урановых месторождений: авт. с. № 169076 СССР, М. кл. G 01 V 9/000 / Е. Г. Язиков, Л. П. Рихванов; заявитель и обладатель Томский политехнический университет. – № 3013738; заявл. 12.03.81; опубл. 02.02.1982.

12. *Brasier A. T.* Searching for travertines, calcretes and speleothems in deep time: Processes, appearances, predictions and the impact of plants // Earth-Science Reviews. 2011. Vol. 104. P. 213–239.

13. *Fairchild I. J., Treble P. C.* Trace elements in speleothems as recorders of environmental change // Quaternary Sci. Reviews. 2009. Vol. 28. P. 449–468.

14. *White W. B.* Science of caves and karst: A half century of progress // Spec. Pap. of the Geol. Soc. of America. 2016. Vol. 516. P. 19–33.

УДК 550.4

## **ГЕОХИМИЯ ПОЧВ ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ оз. САПШО (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»)**

**А. В. Терехова, П. С. Зеленковский, И. И. Подлипский**

Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), Институт наук о Земле, Университетская набережная 7-9, 199034 Санкт-Петербург, Российская Федерация; olina2108@mail.ru; i.podlipskiy@spbu.ru; geopavel@yandex.ru;

Контроль содержания тяжёлых металлов (ТМ) в почвах является необходимой задачей комплексной эколого-геологической оценки состояния компонентов окружающей среды, а также мониторинга их изменений под влиянием природных и антропогенных факторов. Оперативный контроль содержания поллютантов в почвах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) невозможен без установления фоновых концентраций химических элементов.

ТМ и металлоиды являются одной из приоритетных групп поллютантов, т. к. обладают высокой токсичностью для живых организмов даже при низких концентрациях, а также способны к биоаккумуляции.

В эколого-геохимических работах обычно исследуют валовое содержание ТМ в почвах и донных осадках. Оно даёт представление о региональных кларках исследуемых элементов, наличии геохимических барьеров в пределах изучаемой территории. Всё это является основой для разработки системы экологического мониторинга.

*Цели и задачи исследования.* В ходе полевых работ сезона 2016 г. на территории национального парка (НП) «Смоленское Поозерье» были продолжены работы по комплексной эколого-геохимической оценке состояния акваторий и водосборных площадей наиболее крупных озёр заповедника, в частности оз. Сапшо [1–3].

Исследуемое озеро находится в двух функциональных зонах НП: экстенсивного природопользования рядом с пос. Пржевальское, и рекреационной. Здесь находятся специально оборудованные стоянки для туристов, а также разрешена ограниченная хозяйственная деятельность для обеспечения бытовых нужд населения посёлка. На севере пос. Пржевальское расположен полигон ТБО [4–5]. Таким образом, участок водосборной площади оз. Сапшо в наибольшей степени подвергается антропогенному разнонаправленному влиянию. В связи с тем, что территория НП «Смоленское Поозерье» имеет статус биосферного резервата под эгидой ЮНЕСКО, то оперативный контроль изменения природной среды под воздействием хозяйственной деятельности человека является, безусловно, необходимым.

Работы на данной территории проводились с 2014 по 2016 гг. В 2016 гг. был проведён отбор проб почв по сети 200 × 200 м для установления фоновых содержаний ТМ и металлоидов, а также сравнения полученных данных с результатами прошлых лет.

*Материалы и методика исследования.* В данной работе исследовались пробы почв, отобранные методом конверта из поверхностного горизонта (глубина 5–20 см) соответственно ГОСТ 17.4.3.01-83 «Общие требования к отбору проб». После проведения стандартной пробоподготовки навески грунта были проанализированы на рентгенофлуоресцентном спектрометре для определения концентраций таких элементов как Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Pb, As.

Далее полученные данные были статистически обработаны. Существуют различные методики расчёта фоновых концентраций элементов. Для этих целей часто используют среднее арифметическое выборки, однако, для повсеместного распределения тяжёлых металлов в почвах, образовавшихся на разных материнских породах, оно может дать несколько завышенное значение в случае присутствия единичных аномальных значений. Ещё в 1960-х гг. геохимики рекомендовали при незакономерном статистическом распределении тяжёлых металлов и металлоидов использовать не среднее значение, а медиану выборки [8].

В ходе работы для данной выборки 2016 г. (30 точек) были посчитаны средние арифметические, медианы, а также для проверки однородности выборки результатов – коэффициенты вариации (отношение среднеквадратического отклонения к среднему арифметическому выборки) для Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Pb, As. Полученные данные далее сравнивались с результатами 2014–2015 гг.

*Результаты и выводы.* Во всех исследованных почвенных пробах с территории оз. Сапшо обнаружены концентрации элементов (см. выше), статистически значимо превышающие порог обнаружения. В таблице представлены статистические показатели выборки 2016 г., а также те же показатели, рассчитанные при обработке данных 2014–2015 гг. на данной территории [6–7].

Как видно из полученных результатов 2016 г., для большинства элементов характерно довольно однородное распределение, т. к. значение коэффициента вариации остается менее 33 %. Однако для некоторых металлов и металлоидов, таких как Pb и Mn характерна меньшая однородность выборки, что может быть связано с природными флуктуациями фоновых содержаний на геохимических барьерах (Mn) или с техногенным происхождением отдельных небольших аномалий.

Практически у всех элементов медиана и среднее арифметическое не отличаются, что также свидетельствует о гомогенном характере распределения ТМ.

Табл. Результаты расчёта фоновых содержаний ТМ и металлоидов в грунтах, мг/кг

Элемент	Медиана		X <sub>A</sub>		X <sub>max</sub>		σ/X <sub>A</sub> × 100, %
	2014–15	2016	2014–15	2016	2014–15	2016	2016
Cr	20	32	28	30	98	60	14
Pb	18	18	17	18	143	35	44
Zn	36	32	47	31	176	49	32
Cu	20	221	27	221	254	252	10
As	5	25	9	25	50	35	12
Mn	518	491	710	593	3 737	1 284	49
Fe	13 031	16 666	13 000	16 284	25 455	26 112	21
Ni	10	14	10	14	10	23	26
Co	3	35	4	35	26	46	11
Rb	62	54	60	55	80	86	18

1. Зеленковский П. С., Подлипский И. И., Хохряков В. Р. Проблемы регулирования деятельности хозяйствующих субъектов при разработке месторождений полезных ископаемых в границах особо охраняемых природных территорий // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 2016. Вып. 3. С. 60–73.

2. Кононова Л. А., Зеленковский П. С., Подлипский И. И. Методика проведения эколого-геологической оценки состояния донных отложений озера Сапшо (национальный парк «Смоленское Поозерье») // Матер. XV межвузов. молодёж. науч. конф. «Школа экологической геологии и рационального недропользования». СПб.: Изд-во СПбГУ, 2015. С. 52–57.

3. Подлипский И. И., Зеленковский П. С., Чернова Е. Н. и др. Биоиндикация состояния вод озера Лошамьё (национальный парк «Смоленское Поозерье») // Матер. XV межвузов. молодёж. науч. конф. «Школа экологической геологии и рационального недропользования». СПб.: Изд-во СПбГУ, 2015. С. 91–95.

4. Подлипский И. И. Методика эколого-геологической оценки территории полигона бытовых отходов (пос. Пржевальское, Смоленская область) // Матер. IV международ. чтений памяти Н. М. Пржевальского: «Творческое наследие Н. М. Пржевальского и современность». Смоленск: Изд-во «Манжета», 2014. С. 120–123.

5. Подлипский И. И., Жабриков С. Ю. Разработка концепции обращения с отходами на природных территориях особой охраны (на примере национального парка «Смоленское Поозерье») // Экология и промышленность России. М.: Изд-во ЗАО «Калвис». 2016. Т. 20, № 10. С. 2–9.

6. Терехова А. В., Попова Е. А., Зеленковский П. С. и др. Эколого-геохимический мониторинг состояния оз. Сапшо и пос. Пржевальское. Методика. (Национальный парк «Смоленское Поозерье») // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии северо-запада России: Тр. XXIV Молодёж. науч. конф., посвящ. памяти чл.-корр. АН СССР К. О. Кратца / Ред. Ф. П. Митрофанов. Апатиты: Изд-во: К & М, 2016. С. 197–201.

7. Терехова А. В., Подлипский И. И., Зеленковский П. С. и др. Разработка сети пробоботбора для комплексного эколого-геологического мониторинга территории национального парка «Смоленское Поозерье» // Матер. Всероссийской науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. В. А. Шкаликова «Природа и общество: в поисках гармонии». Смоленск, 2016. С. 150–155;

8. Хокс Х., Уэбб Дж. Геохимические методы поисков минеральных месторождений. М.: Мир, 1964. 487 с.

УДК 550.4

## КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБРАЗЦОВ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Н. Н. Ухова, В. В. Акулова, Е. В. Худоногова**

Институт земной коры СО РАН, ул. Лермонтова 128,  
664033 Иркутск, Российская Федерация; nat\_ukhova@crust.irk.ru

В процессе разработки и эксплуатации нефте-газоконденсатных месторождений образуются солевые отложения на стенках трубопроводов, что приводит к уменьшению их эффективного диаметра и пропускной способности. Осадки солевых отложений не являются мономинеральными и имеют сложный состав, включающий как минеральную, так и органическую часть, которая при химических анализах квалифицируется как «потери при прокаливании». Наряду с углеводородными компонентами и продуктами коррозии, в составе солевых отложений могут присутствовать десятки различных минералов с преобладанием следующих типов солей: кальцита – CaCO<sub>3</sub>, гипса – CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O, ангидрита – CaSO<sub>4</sub>, бассанита – CaSO<sub>4</sub> · 0,5H<sub>2</sub>O, барита – BaSO<sub>4</sub>, галита – NaCl. При решении проблем предотвращения образования неорганических солей в нефтяных и газоконденсатных скважинах применяются химические и механические методы [1–4].