

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ ПОЛУОСТРОВА ГЫДАН

Ольга Петровна Саева

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, e-mail: SaevaOP@ipgg.sbras.ru

Наталья Викторовна Юркевич

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник; Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, доцент кафедры геофизических систем, e-mail: YurkevichNV@ipgg.sbras.ru

Антон Иванович Синицкий

Государственное казённое учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», 629008, Россия, г. Салехард, ул. Республики, 73, кандидат геолого-минералогических наук, директор, e-mail: geolosoph@gmail.com

Ярослав Константинович Камнев

Государственное казённое учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», 629008, Россия, г. Салехард, ул. Республики, 73, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, e-mail: KamnevYK@gmail.com

Александр Николаевич Шейн

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, e-mail: SheinAN@ipgg.sbras.ru

Николай Викторович Юркевич

АО «Геологика», 630007, Россия, г. Новосибирск, ул. Красный пр., 1, оф. 305, кандидат технических наук, коммерческий директор, e-mail: NY@geologika.ru

Приводится химический и минеральный состав грунтового керна Гыданского полуострова вблизи озера Парисенто. Обсуждаются изменения содержания K, Ca, Mn, Fe, Ti, Cu, Pb, Br, As по глубине керна в зависимости от его литологической структуры, минералогического и гранулометрического состава.

Ключевые слова: многолетнемерзлые породы, Гыданский полуостров, металлы, микроэлементы, подвижность, геохимический барьер.

FEATURES OF ELEMENTS DISTRIBUTION IN PERMAFROST SOIL ON THE GYDAN PENINSULA

Olga P. Saeva

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Prospect Akademik Koptuyug St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Researcher, e-mail: SaevaOP@ipgg.sbras.ru

Nataliya V. Yurkevich

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Prospect Akademik Koptyug St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher; Novosibirsk State Technical University, 20, Prospect K. Marx St., Novosibirsk, 630073, Russia, Associate Professor of Department of Geophysical Systems, e-mail: YurkevichNV@ipgg.sbras.ru

Anton I. Sinitskiy

Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous Distric, 73, Respublika St., Salekhard, 629008, Russia, Ph. D., Director, e-mail: geolosoph@gmail.com

Yaroslav K. Kamnev

Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous Distric, 73, Respublika St., Salekhard, 629008, Russia, Ph. D., Senior Researcher, e-mail: KamnevYK@gmail.com

Aleksandr N. Shein

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Prospect Akademik Koptyug St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, e-mail: SheinAN@ipgg.sbras.ru

Nikolay V. Yurkevich

Geologika jsc, 1, Krasny Prospect St., Novosibirsk, 630007, Russia, Ph. D., Commercial Director, e-mail: NY@geologika.ru

This paper presents the chemical and mineral composition of the soil core of the Gydan Peninsula near the Parisento Lake. The changes in the K, Ca, Mn, Fe, Ti, Cu, Pb, Br, As concentrations over the core depth depending on its structure, mineralogical and granulometric composition are discussed.

Key words: permafrost, Gydan Peninsula, metals, trace elements, mobility, geochemical barrier.

Территория Гыданского полуострова является одной из наименее освоенных и слабо изученных территорий. Для реализации планов экологически безопасного промышленного освоения Тазовского района ЯНАО необходима оценка современного состояния криолитозоны Гыдана, организация мониторинговых наблюдений за трансформацией окружающей среды под влиянием антропогенной нагрузки. Важнейшим объектом геоэкологической диагностики являются почвы и грунты. Современные исследования в данном регионе ведутся по нескольким направлениям: изучается экологическое состояние и химический состав водоемов [1, 2, 3], загрязнение растительности в зоне ресурсодобывающих регионов [4] и трансформация криолитозоны [5]. О микроэлементном составе грунтов можно судить, только экстраполируя результаты сопредельных участков почв Надымского и Тазовского районов, приводимые в работах [6, 7, 8, 9]. Цель работы — выявить закономерности распределения микроэлементов в грунтовом керне, отобранном вблизи озера Парисенто, в зависимости от минералогического и гранулометрического состава, сопоставить полученные результаты с литературными данными.

Для исследования химического и минералогического состава в 2018 году сотрудниками ГКУ ЯНАО «Научного центра изучения Арктики» (г. Салехард,

А.И. Синицкий) были проведены буровые работы и отобран грунтовый керн вблизи озера Парисенто (Ямало-Ненецкий автономный округ, Тазовский район, рис. 1).

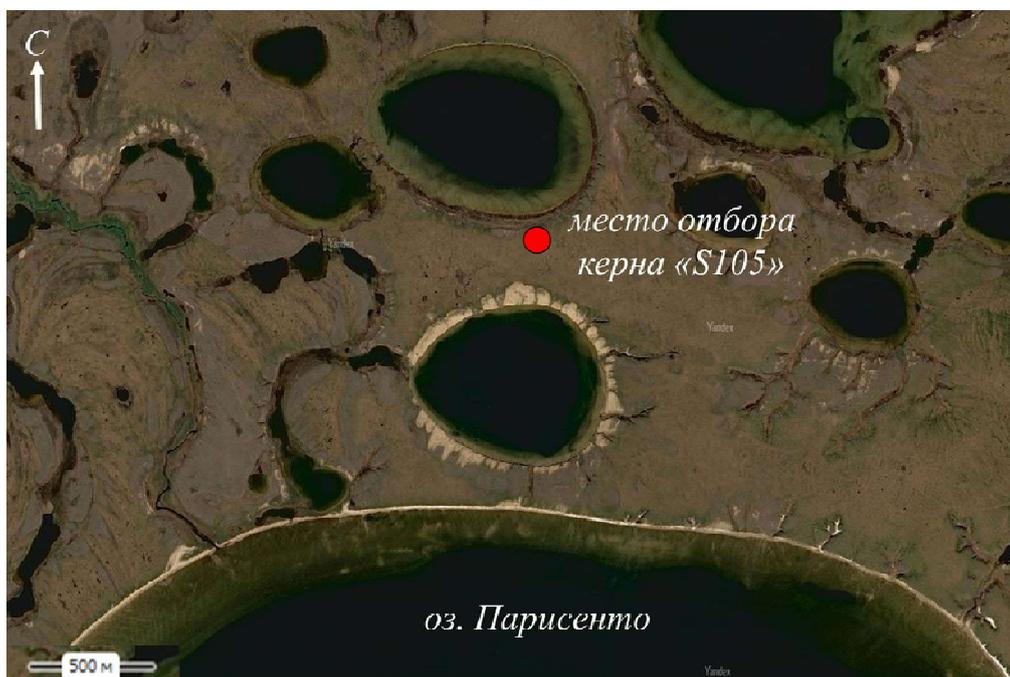


Рис. 1. Схема расположения точки пробоотбора

Точка отбора керна «S105» находилась в междуречье рек Маретаяха и Юрибей, в 5.8 км на северо-восток от отметки 60,6. III морская равнина, полигональный торфяник с травяно-кустарничково-мохово-лишайниковым покровом. Глубина сезонно-талого слоя составляет 35 см (по данным на июль 2018).

Буровые работы проводились мобильной буровой установкой УКБ 12/25И, совмещённым методом колонкового и шнекового бурения. Диаметр шнеков составлял 62 мм, ширина долота - 70 мм, ширина буровых ложек - 108 мм, 80 мм, 60 мм. После прохода границы вечной мерзлоты буровой ложкой максимального диаметра в скважину устанавливался временный кондуктор – железная труба диаметром 108 мм, которая защищала скважину от попадания в неё воды с талых горизонтов во время бурения. Дальше бурение продолжалось инструментом меньшего диаметра. После достижения проектной глубины скважина обсаживалась цельной металлопластиковой трубой VALTEC Рехb-AL0.4-Рехb диаметром 32 мм с толщиной стенки 3 мм. После обсадки из скважины извлекался временный кондуктор, а полость между обсадкой и стенкой скважины засыпалась грунтом, извлечённым из этой же скважины и/или песком. Бурение проводилось с описанием керна, и отбором проб на влажность, гранулометрический, минералогический и химический состав. Описание разреза керна «S105» представлено на рис. 2.

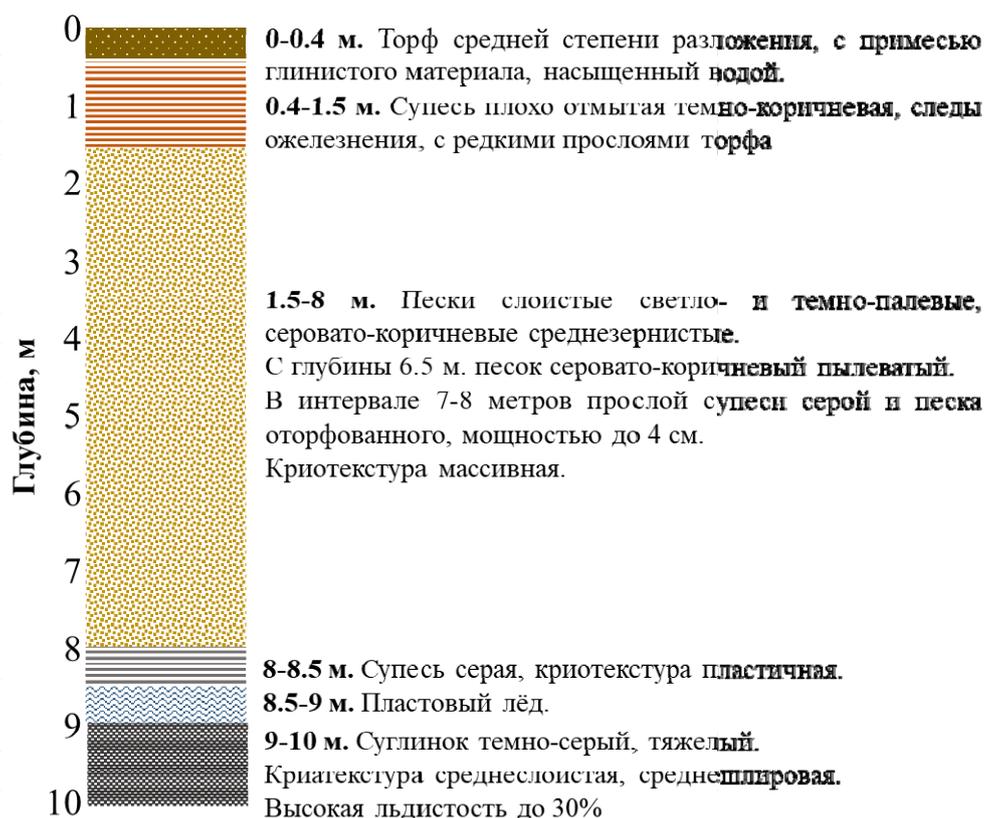


Рис. 2. Литологическое описание керна

Гранулометрический состав определялся ситовым методом с помощью анализатора размера частиц Microtrac X100. Минералогический состав определялся рентгенофазовым методом с помощью детектора рентгеновского излучения ДРОН-3 (аналитик Н.А. Пальчик). Элементный состав твердых образцов определялся методом рентгено-флуоресцентного анализа с синхротронным излучением (РФА-СИ, ВЭПП-3, ИЯФ СО РАН, аналитик Колмогоров Ю.П.).

По результатам исследования было установлено, что минералогический состав проб представлен в основном кварцем, плагиоклазом и калиевым полевым шпатом с примесями амфибола, слюды и хлорита. В слоях на глубинах 0.5 м и 9 м обнаружены следы органического вещества. Гранулометрические фракции проб грунта представлены частицами со средним диаметром 500 и 100 мкм, но размер частиц варьируется с глубиной, на отметках 0.2, 9, 10 м значительную долю занимает фракция >704 мкм (рис. 3, 4).

Изменение гранулометрического состава связано со строением керна: в верхнем торфяном слое представлены крупные фракции (500 и > 704 мкм), в супеси размер частиц преимущественно 100 мкм, а слоистые пески состоят из фракции 500 мкм. Наблюдается корреляция между влажностью керна и размерами частиц материала (рис. 4), супеси и суглинки с преобладающим размером частиц в 100 мкм лучше всего удерживают влагу. Кроме того, присутствие большого количества льда в нижних слоях керна обеспечивает высокую влажность пробы (до 46 %).

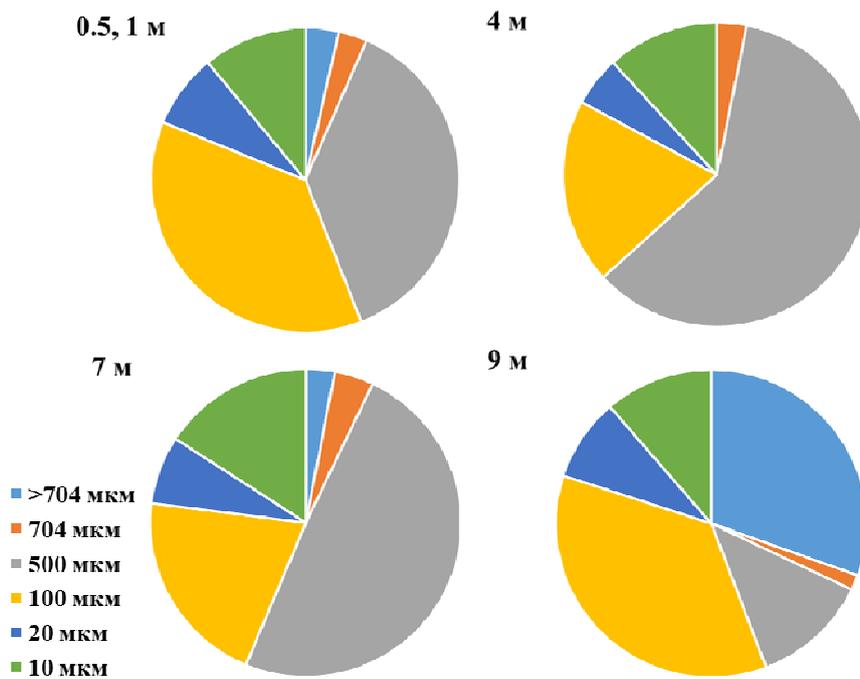


Рис. 3. Гранулометрический состав некоторых проб грунта

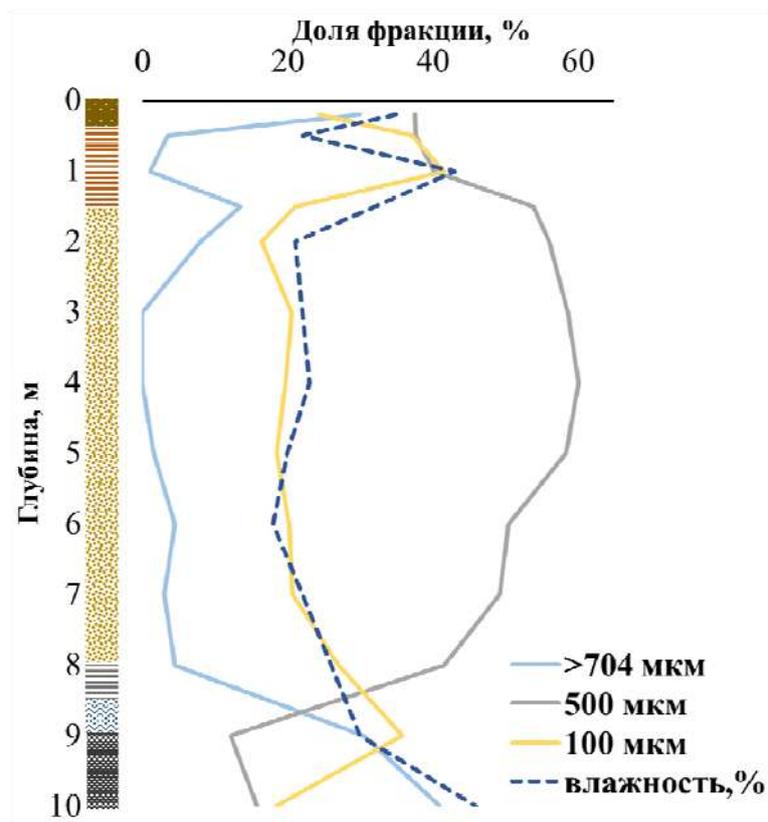


Рис. 4. Изменение размера фракций и влажности проб грунта по глубине керна

Содержание элементов в природных почвах и грунтах фоновых, ненарушенных ландшафтов определяется особенностями химического состава пород, а их профильное распределение – спецификой условий образования: климатическими параметрами, наличием биогеохимических барьеров, окислительно-восстановительными и кислотно-основными условиями среды, особенностями состава органического вещества, определяющего возможность миграции элементов в профиле и в ландшафтах.

Выполнен анализ вертикального распределения ряда элементов (К, Са, Тi, Мn, Fe, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Br, As, Pb) в профиле грунта. Результаты были сопоставлены с кларками химических элементов в осадочных породах [10] и рассчитаны кларки концентрации (КК, отношение содержания элемента к кларку). Во всех горизонтах наблюдается дефицит ряда элементов за исключением As, концентрации которого достигают уровня кларковых значений (таблица). Значения КК изменяются от 0.16 для Са до 0.90 для As – элемента первого класса опасности. При сравнении с ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК, [11]) в почвах и кларком выявляется особенность регионального фона северных тундр – повышенное содержание As, данный факт был отмечен и в работах по почвам [7, 9, 12]. Повышенные содержания меди и никеля - особенность данного района, в литературных источниках встречаются данные о превышении концентраций этих элементов над ОДК в некоторых слоях почвенного керна, отобранного вблизи устья реки Юрибей, что может быть обусловлено наличием полиметаллических рудопроявлений [8].

Среднее содержание элементов по керну

Элемент	Среднее содержание в образцах, г/т	КК	Элемент	Среднее содержание в образцах, г/т	КК	ОДК, г/т
К	15000	0.61	Pb	13	0.63	32
Fe	9900	0.21	Ni	23	0.24	20
Са	6400	0.16	Zn	23	0.29	55
Ti	2900	0.64	Cu	43	0.76	33
Mn	260	0.26	As	5.9	0.90	2
Cr	19	0.12	Br	2.8	0.46	-

По телу керна не выделяются яркие и контрастные слои, но можно обнаружить на некоторых глубинах аккумуляцию ряда элементов (0.5-1, 4, 7, 9 метров), распределения носят пилообразный характер (рис. 5). В верхнем торфяном слое наблюдается максимумы Cu, Ni, As и Br, что может быть связано с биогенной аккумуляцией. На глубине 0.5 метров концентрируются К, Тi. На глубине 1 м накапливаются Са, Fe, Мn, Br, As, Ni, Cu, для данного слоя характерны слои ожелезнения и прослойки торфа, которые могут служить геохимическим барьером, кроме того сами супеси имеют большую удельную площадь поверхности, удерживая влагу и микроэлементы. В толще песка, на глубинах

4 м и 7 м концентрации микроэлементов минимальны. Поскольку песок крупный, обладает небольшой площадью поверхности и влагонасыщенностью, то поровые растворы легко фильтруются через него, осаднения химических соединений не происходит. На глубине 9 м концентрации практически всех определяемых элементов максимальны, данные суглинки находятся прямо под линзой льда и содержат органическое вещество в своем составе. Вымораживание способствует концентрированию элементов в поровом растворе, а органическое вещество обеспечивает дополнительную сорбционную емкость.

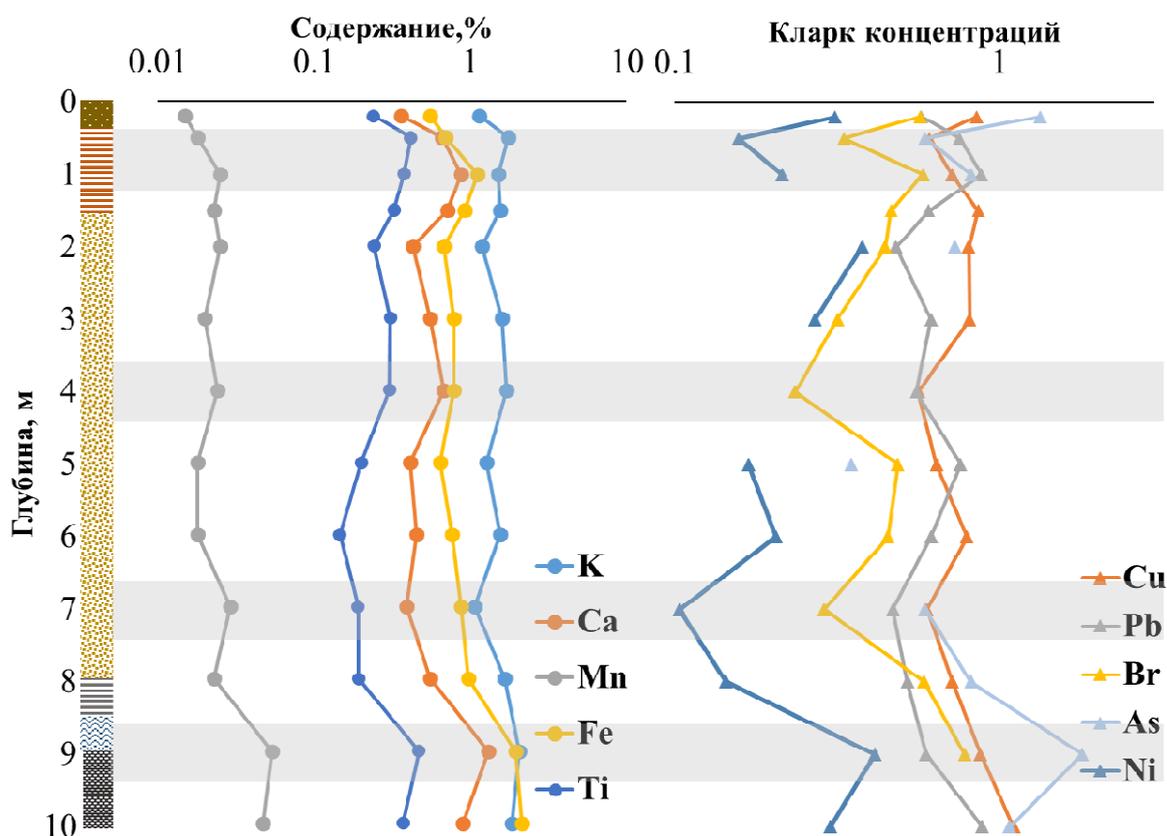


Рис. 5. Изменение концентраций элементов по глубине керна

В результате исследований было установлено, что особенностью фонового состояния грунтов данного района является аномально высокое содержание As, концентрации которого в слоях керна с органическим веществом превосходили кларковые значения и ориентировочно допустимые концентрации. Также были обнаружены небольшие отклонения от ОДК в содержании Cu и Ni. По глубине керна выделяется зависимость содержания элементов от гранулометрического состава и влажности: супеси и суглинки с размером основной фракции 100 мкм удерживают влагу и Cu, Pb, Ni, As, Br, пески (фракция 500 мкм) обеднены микроэлементами и обладают небольшой влагонасыщенностью. Кроме того, наблюдается повышение концентраций в слоях, где присутствует органическое вещество.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экологическое состояние и основные факторы формирования химического состава малых озер Надымского района / Кремлева Т. А., Южанина А. А., Печкин А. С., Агбальян Е. В. // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. - 2018. - Т. 4. - № 4. - С. 33-50.
2. Румянцев В. А., Измайлова А. В., Крюков Л. Н. Состояние водных ресурсов озер арктической зоны Российской Федерации // Проблемы Арктики и Антарктики. - 2018. - Т. 64. - № 1. - С. 84-100.
3. Агбальян Е. В., Шинкарук Е. В. Оценка зависимости концентраций тяжелых металлов от водородного показателя в малых озерах бассейна реки Надым //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – №. 6. - С. 457-459.
4. Экологическая оценка уровня загрязнения растительности в зоне влияния ресурсодобывающей промышленности на полуострове Ямал и полярном Урале / Шинкарук Е. В., Агбальян Е.А., Колесников Р.А., Печкина Ю.А., Ильясов Р.М., Красненко А.С., Локтев Р.И. // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2018. - № 3 (100). – С. 45-54.
5. Бричева С. С., Крылов С. С. Георадиолокационные исследования приповерхностных многолетнемерзлых пород на Гыданском полуострове // Инженерные изыскания. – 2014. – №. 9-10. – С. 38-44.
6. Шамилишвили Г. А. Особенности почвенного покрова Надымского района, ЯНАО // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. Экология Арктики. - 2016. - № 4 (93). - С. 12-15.
7. Московченко Д. В. Биогеохимические особенности почв бассейна реки Мессояха (Тазовский район Ямало-Ненецкого автономного округа) // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2016. – Т. 2. – №. 2. – С. 8-21.
8. Томашунас В.М., Абакумов Е.В. Содержание тяжелых металлов в почвах полуострова Ямал и острова Белый // Гигиена и санитария. - 2014. - №6. - С. 26-31.
9. Ландшафтно-биогеографические аспекты аккумуляции и миграции тяжелых металлов в почвах Арктики и Субарктики европейского Северо-Востока / Лаптева Е. М., Каверин Д. А., Пастухов А. В., Шамрикова Е. В., Холопов Ю. В. // Известия Коми научного центра УРО РАН. – 2015. – №. 3 (23). – С. 47-60.
10. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. - 1962. - № 7. - С. 555—571.
11. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.
12. Influence of Anthropogenic Activities on Metals in Arctic Permafrost: A Characterization of Benchmark Soils on the Yamal and Gydan Peninsulas in Russia / Ji X., Abakumov E., Antcibor I., Tomashunas V., Knoblauch Ch., Zubzycki S., Pfeiffer E.M. // Archives of environmental contamination and toxicology. – 2019. – С. 1-14.

*© О. П. Саева, Н. В. Юркевич, А. И. Синицкий,
А. К. Камнев, А. Н. Шейн, Н. В. Юркевич, 2019*