

Носова О. Ю., Вашков А. А. Петрографический состав обломочного материала тиллов гряды с напорным моренным основанием у д. Мосеево (западная часть Терских Кейв, Кольский полуостров) // Вестник института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2019. № 4 (292). С. 17–24.

Семенова Л. Р. Ледниковая геология Кольского полуострова (поздний плейстоцен): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 25 с.

Hättestrand C., Kolka V., Stroeven A. The Keiva marginal zone on the Kola Peninsula, northwest Russia: A Key Component for reconstructing the palaeoglaciology of the northeastern Fennoscandian ice sheet // *Boreas*. 2007. No. 4. P. 352–370.

Kolka V., Korsakova O., Nikolaeva S., Yevzerov V. The Late Pleistocene interglacial, late glacial landforms and Holocene neotectonics of the Kola Peninsula // ICG excursion No 34, August 14–23. Apatity, 2008. 72 p.

Lunkka J. P., Kaparulina E., Putkinen N., Saarnisto M. Late Pleistocene palaeoenvironments and the last deglaciation on the Kola Peninsula, Russia // *Arctos. The Journal of Arctic Geosciences*. 2018. Vol. 4. I. 1. P. 1–18.

Stroeven A. P., Hättestrand C., Kleman J., Heyman J., Fabel D., Fredin O., Goodfellow B. W., Harbor J. M., Jansen J. D., Olsen L., Caffee M. W., Fink D., Lundqvist J., Rosqvist G. C., Strömberg B., Jansson K. N. Deglaciation of Fennoscandia // *Quaternary Science Reviews*. 2016. Vol. 147. P. 91–121.

Сведения об авторах

Вашков Андрей Александрович

кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, vashkov@geoksc.apatity.ru

Носова Ольга Юрьевна

аспирант, инженер, Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, nosova@geoksc.apatity.ru

Vashkov Andrey Aleksandrovich

PhD (Geology & Mineralogy), Researcher, Geological Institute of FRC KSC RAS, vashkov@geoksc.apatity.ru

Nosova Olga Yurjevna

PhD Student, Engineer, Geological Institute of of FRC KSC RAS, nosova@geoksc.apatity.ru

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.009

УДК 550.4

А. А. Гаврилова, А. Б. Кузнецов

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия

ОЦЕНКА ИЗОТОПНОГО СОСТАВА СТРОНЦИЯ В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Аннотация

Выполнен модельный расчет вклада различных типов горных пород в формирование изотопного состава стронция в реках в пределах водосборного бассейна Каспийского моря. Сравнение с актуальной Sr-изотопной характеристикой каспийских рассолов показало совпадение с расчетной моделью, которая может

быть рекомендована для понимания механизмов взаимодействия гидросферы и литосферы при формировании ландшафтов и водных бассейнов.

Ключевые слова:

геохимия, изотопы стронция, Каспийское море, Русская платформа.

A. A. Gavrilova, A. B. Kuznetsov

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS, Saint Petersburg, Russia

MODEL EVALUATION OF THE ISOTOPIC COMPOSITION OF STRONTIUM IN THE DRAINAGE BASIN OF THE CASPIAN REGION

Abstract

In this work, we performed a model calculation of the contribution of various types of rocks in Sr isotope composition of the rivers eroded within the catchment basin of the Caspian Sea. Comparison with the actual Sr-isotopic characteristic of Caspian brines demonstrates the match with the calculated model, which could be recommend for understanding the mechanisms of interaction of the hydrosphere and lithosphere in the formation of landscapes and water basins.

Keywords:

geochemistry, strontium isotopes, Caspian Sea, Russian platform.

Введение

Большинство древних и сохранившихся морских бассейнов в пределах современной Евразии являются остатками древнего океана Тетис, существовавшего несколько сотен миллионов лет назад. Считается, что история формирования Каспийского моря начинается 35 млн лет назад, во время существования океана Паратетис. В результате тектонического поднятия и последующей регрессии 14 млн лет назад сформировалось замкнутое Сарматское море, которое стало активно опресняться. Затем, 10–8 млн лет назад, сформировалось Понтическое море, которое к концу своего существования пересохло и распалось на Черноморский и Каспийско-Аральский водоемы. Около 3,4 млн лет назад в результате трансгрессии образовалось Акчагыльское море, а 1,8 млн лет назад уровень моря упал на 20–40 м. Вследствие регрессии сформировалось Балаханское озеро, которое сильно опреснялось, что говорит о его замкнутости. С 1,7 по 1 млн существовало Апшеронское море, и в результате трансгрессии по депрессии Маныча оно соединялось с Черным морем, а следовательно, и с океаном. Далее следовало еще несколько чередований трансгрессий и регрессий, и около 40 тыс. лет назад (в период раннехвалынской трансгрессии) оно окончательно утратило связь с мировым океаном (Свиточ, 2014).

Современное Каспийское море в географическом плане является крупнейшим озером на Земле. Площадь его водосборного бассейна составляет 3,1 млн км², охватывает различные ландшафтные (равнинные, горные) и климатические (гумидные, степные, аридные) зоны и складывается из речных систем сотен рек, наиболее крупными из которых являются Волга, Урал, Терек, Кура и Сулак.

Настоящая статья посвящена модельному расчету вклада главных литотипов размываемых пород водосборного бассейна Каспийского моря и их влияние на формирование изотопно-геохимического состава вод, поскольку это имеет важное значение для понимания механизмов взаимодействия гидросферы

и литосферы при формировании ландшафтов и водных бассейнов на поверхности Земли.

Изотопный состав стронция в водах палеобассейнов может служить важным диагностическим признаком в понимании их эволюции, инструментом для стратиграфической корреляции, а также обоснованием изолированности Каспийских вод от вод Мирового океана (Кузнецов и др., 2012).

Величина отношения $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ в водах отражает смешивание изотопно-геохимически различных потоков Sr, поступающих в конечный бассейн стока, со всего водосборного бассейна. Главным поставщиком Sr в Каспийское море является континентальный сток, возникающий в результате денудации земной коры поверхностными, речными и подземными водами. Значения Sr в этих водах варьируют в широких пределах и определяются типом дренируемых пород и зрелостью коры выветривания (Нургалиева, 2005).

Методика исследования

На основе изучения картографических и литературных источников были рассчитаны площади водосбора основных рек, питающих Каспийское море (рис. 1). Около половины площади водосбора занимает самая полноводная река — Волга, стекающая с Русской равнины из гумидной зоны, которая ежегодно поставляет около 80 % водной массы. Реки Урал, Терек и Сулак берут свое начало на горных хребтах Южного Урала и Кавказа. Водосборный бассейн этих рек охватывает около 15 % площади. Реки, расположенные в степной и пустынной зонах Средней Азии, хотя и занимают около половины площади водосбора, но вносят очень незначительный (1 %) вклад из-за периодического пересыхания.

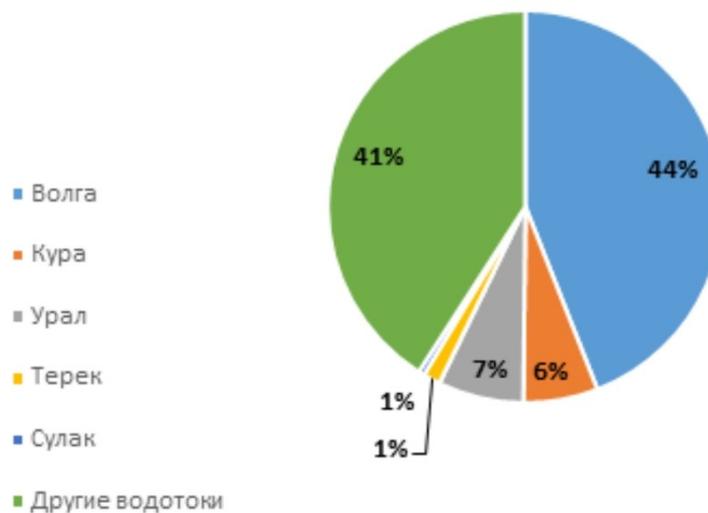


Рис. 1. Площади водосбора основных питающих рек Каспийского моря (%)

Fig. 1. The watershed area of the main feeding rivers of the Caspian region (%)

Для определения изотопно-геохимического состава и изотопного отношения $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ пород в водосборном бассейне Каспийского моря на основе геологической карты Европы (Atlas..., 1976) и структурно-формационной карты

СССР (Карта..., 1995) была составлена карта основных комплексов пород. В ней было выделено шесть основных комплексов (рис. 2): песчаный, терригенно-обломочный, глинисто-песчано-карбонатный, карбонатный, галогенно-сульфатный и магматический, которые занимают соответственно 53, 16, 5, 21, 4 и 1 % от площади водосбора.

Для оценки изотопного отношения Sr были использованы некоторые исходные параметры, как модельные, так и полученные экспериментальным путем: средняя концентрация Sr (г/т) в породах определенного типа и средняя доля растворимого легкоподвижного Sr (%) в породах разного типа.



Рис. 2. Площади размываемых пород Прикаспийского региона (тыс. км²)

Fig. 2. Area of eroded rocks of the Caspian Sea region (kkm²)

Из исходных параметров можно сделать вывод, что наиболее низкой концентрацией Sr отличаются породы терригенно-обломочного комплекса, а соли и гипсы (галогенно-сульфатный комплекс) обладают высокой концентрацией. Наиболее растворимыми являются породы галогенно-сульфатного комплекса, менее растворимы — карбонаты и породы терригенного комплекса, которые почти не поставляют Sr вследствие своей плохой растворимости. Таким образом, был высчитана доля растворенного стронция в общем стоке отдельных речных водосборных бассейнов, т. е. количество стронция, которое теоретически может поставить порода, и наибольшие значения у галогенов и карбонатов.

Помимо этого, были рассчитаны следующие показатели: 1) количество Sr, которое способен поставить каждый из типов пород; 2) общее количество

легкоподвижного стронция в каждом породном резервуаре в зависимости от площади размываемых пород в водосборном бассейне каждой реки; 3) доля легкоподвижного стронция в породном резервуаре.

Таким образом, сопоставив данные о площади размываемых комплексов пород с изотопными отношениями $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$, была построена таблица и график (рис. 3), отражающие долю легкоподвижного растворенного Sr в каждом породном резервуаре для отдельных речных бассейнов.

На площади водосбора р. Волги преобладают породы терригенно-обломочного комплекса, которые отличаются низкой растворимостью и малой концентрацией Sr. Наибольшим поставщиком Sr являются породы карбонатного и галогенно-сульфатного комплексов, которые представлены, в свою очередь, известняками, гипсами и солями.



Рис. 3. Доля растворенного Sr каждого литотипа в отдельных водосборах

Fig. 3. The proportion of solute Sr of each lithotype in separate watersheds

В бассейне р. Куры преобладает размыв пород терригенно-обломочного и магматических комплексов; основными поставщиками Sr являются карбонатные и магматические породы (представленные в основном породами основного состава — базальтами).

В бассейне р. Урал наиболее размываемыми являются карбонатные породы, которые также являются основным поставщиком Sr.

Несмотря на то что в водосборном бассейне р. Терек преобладает размыв терригенно-обломочных пород, основным поставщиком Sr являются карбонатные породы.

Около 95 % Sr в бассейне р. Сулак поставляется карбонатными породами, хотя наблюдается преимущественный размыв терригенно-обломочных пород.

Вычисленное в результате модельных построений среднее значение $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ для континентального стока в Каспийское море составило 0,7083. Это значение оказалось очень близким к величине $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$, которое было измерено в рассолах юго-восточной части Каспийского моря вблизи залива Кара-Богаз-Гол —

0,7082 (Clauer et al., 2009). Полученная величина показывает отличие Sr-изотопной характеристики Каспия от океанической воды (Кузнецов и др., 2012), что подтверждает вывод о геохимической обособленности этого бассейна.

Выводы

1. Выяснено, что во всех речных бассейнах Каспийского региона, несмотря на преимущественный размыв терригенно-обломочного комплекса, основным поставщиком Sr являются карбонатные породы, сложенные палеозойскими морскими отложениями — известняками.

2. В ходе исследований было вычислено изотопное отношение $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ для каждого речного бассейна и в целом для конечного водоема — Каспийского моря. Эти данные хорошо соотносятся с уже известными значениями и равны 0,7082–0,7083.

3. При сравнении отношений $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ в Каспийском море было доказано, что изотопное отношение отличается от открытых океанических бассейнов (0,7092).

Литература

Карта структурно-формационных комплексов России / редактор А. А. Смыслов; составители: К. И. Дворцова, А. А. Смыслов, В. М. Терентьев // Геологический атлас России. Раздел II. Геологическое строение и геофизическая характеристика недр / отв. ред. А. А. Смыслов; Комитет Российской Федерации по геологии и использованию недр; Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). 1 : 10000000. 1995.

Кузнецов, А. Б., Семихатов М. А., Горохов И. М. Изотопный состав Sr в водах мирового океана, окраинных и внутренних морях: возможности и ограничения Sr-изотопной хемотратиграфии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2012. Т. 20 (6). С. 3–19.

Нургалеева Н. Г. Отношение $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ в пермских разрезах востока Русской плиты // Ученые записки Казанского университета. Серия «Естественные науки». 2005. Т. 147, № 1.

Свиточ А. А. Большой Каспий: строение и история развития. М.: МГУ, 2014. С. 272.

Atlas Geologique du Monde / Geological World Atlas / G. Coubert, A. Faure-Muret, eds., 1976.

Clauer N., Pierret M.-C., Chaudhuri S. Role of subsurface brines in salt balance: the case study of the Caspian Sea and Kara Bogaz Bay / Aquatic Geochemistry. 2009. Vol. 15. P. 237–261.

Сведения об авторах

Гаврилова Анастасия Андреевна

бакалавр, инженер, ИГГД РАН, gavryusha.dipsi@mail.ru

Кузнецов Антон Борисович

доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, врио директора ИГГД РАН, заведующий лабораторией изотопной хемотратиграфии и геохронологии осадочных пород, antonbor9@mail.ru

Gavrilova Anastasia Andreevna

Bachelor, Engineer, IPGG RAS, gavryusha.dipsi@mail.ru

Kuznetsov Anton Borisovich

Doctor of Sciences (Geology & Mineralogy), Corresponding Member of RAS, Acting Director of IPGG RAS, Head of Laboratory of Isotopic Chemostratigraphy and Geochronology of Sedimentary Rocks, antonbor9@mail.ru

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.010

УДК 502.5

А. В. Гузева¹, З. И. Слуковский^{2, 3}, Д. Б. Денисов³,

А. А. Черепанов³, В. А. Дауальтер³

¹Институт озераведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

²Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

³Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия

ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕР ГОРОДА МУРМАНСКА

Аннотация

В рамках данной работы исследуется содержание подвижных форм (водорастворимая и обменные фракции) тяжелых металлов Cr, Co, Cd, Ni, Zn, Pb, Cu в колонках донных осадков четырех озер, расположенных на территории города Мурманска. Были выявлены наиболее прочно связанные химические элементы, а также тенденции увеличения подвижности некоторых тяжелых металлов в современных донных отложениях.

Ключевые слова:

малые озера, тяжелые металлы, урбанизация, Мурманск, формы нахождения загрязнителей.

A. V. Guzeva¹, Z. I. Slukovskii^{2, 3}, D. B. Denisov³,

A. A. Cherepanov³, V. A. Dauvalter³

¹Institute of Limnology RAS, Saint Petersburg, Russia

²Institute of Geology of Karelian Research Centre RAS, Petrozavodsk, Russia

³Institute of North Industrial Ecology Problems of FRC KSC RAS, Apatity, Russia

BIOAVAILABLE FORMS OF TRACE METALS IN LACUSTRINE BOTTOM SEDIMENTS OF LAKES OF MURMANSK

Abstract

The article is focused on investigation of bioavailable forms of trace metals Cr, Co, Cd, Ni, Zn, Pb, Cu in cores of lacustrine bottom sediments of four lakes in Murmansk (Northwest Russia). The studied lakes are located within the urbanized territory and used as local population recreational resource. It is important to research the content of bioavailable metals in bottom sediments for comprehensive environmental survey of the condition of the aquatic ecosystems. The results have revealed the most resistant elements (Cr, Cu, Pb). However, the tendencies of increasing content of bioavailable chemical forms for some trace metals (Zn, Co, Ni) in the recent lacustrine bottom sediments were showed.

Keywords:

small lakes, heavy metals, urbanization, Murmansk, fractions of pollutants.