

Сайт ЮНЕСКО. URL: www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/ (дата обращения: 07.08.2019).

Chernykh V. V., Chuvashov B. I., Shen S.-Z., Henderson C. M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // Permophiles. 2016. Vol. 63. P. 4–18.

Сведения об авторах

Ардисламов Фаниз Ринатович

кандидат геолого-минералогических наук, научный консультант проекта формирования и развития геопарка «Торатау», Ardislamov_Faniz@mail.ru

Лукашина Наталия Александровна

магистр архитектуры, руководитель проекта формирования и развития геопарка «Торатау», Центр ГРЭК, lukashina.nataliia@gmail.com

Третьякова Екатерина Алексеевна

магистр экономики, аналитик проекта формирования и развития геопарка «Торатау», Центр ГРЭК, tretyakovacatarina@gmail.com

Ardislamov Faniz Rinatovich

PhD (Geology & Mineralogy), Scientific Advisor of the project of creation and development of geopark Toratau, Ardislamov_Faniz@mail.ru

Lukashina Nataliya Aleksandrovna

Master of Architecture, Leader of the project of creation and development of geopark Toratau, Center GREC, lukashina.nataliia@gmail.com

Tretyakova Ekaterina Alekseevna

Master of Economics, Analyst of the project of creation and development of geopark Toratau, Center GREC, tretyakovacatarina@gmail.com

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.004

УДК 550.384

Т. Э. Багдасарян¹, Д. А. Гаврюшкин^{1,3}, Р. В. Веселовский^{1,2}, О. И. Усанова^{1,2}

¹ Институт физики Земли РАН, Москва, Россия

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

³ Российский союз спелеологов

СПЕЛЕОТЕМЫ КАК ИСТОЧНИК ПАЛЕОМАГНИТНОЙ ЗАПИСИ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЦОВСКОЙ ПЕЩЕРЫ, ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ

Аннотация

Представлены первые результаты палеомагнитных исследований спелеотемов Воронцовской пещеры Западного Кавказа. Отобраны и подготовлены к лабораторным исследованиям четыре керна из туфовой (натечной) плотины Воронцовской пещеры. Выполнены магнитные чистки переменным полем и проведен компонентный анализ полученных данных. Построены кривые эволюции магнитного склонения и наклонения в точке отбора во времени, анализ которых свидетельствует о наличии эпизода резкого изменения элементов земного магнетизма, что предварительно рассматривается нами как указание на обнаружение в палеомагнитной записи спелеотемов пещеры Воронцовская геомагнитного экскурса или джерка.

Ключевые слова:

спелеотемы, палеомагнетизм, эволюция геомагнитного поля, магнетизм окружающей среды, четвертичный период.

T. E. Bagdasaryan¹, D. A. Gavrushkin^{1,3}, R. V. Veselovskiy^{1,2}, O. I. Usanova^{1,2}

¹ Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ Russian Union of Speleologists

SPELEOTHEMS AS A SOURCE OF PALEOMAGNETIC RECORDS BY THE EXAMPLE OF VORONTSOVSKAYA CAVE, WESTERN CAUCASUS

Abstract

We present the first results of paleomagnetic studies of the speleothems of the Vorontsovskaya cave, Western Caucasus. Four cores of the flowstone from the Vorontsovskaya cave were sampled and subjected to laboratory measurements. AF-demagnetisation of the samples was performed and component analysis of the obtained data was carried out. The curves of evolution of magnetic declinations and inclinations at the point of selection are constructed, on which we observe an episode of sharp change of elements of earth magnetism, which in further studies may occur to be a geomagnetic excursion or jerk.

Keywords:

speleothems, paleomagnetism, evolution of the geomagnetic field, magnetism of the environment, the Quaternary period.

Введение

В последние годы в ведущих мировых изданиях появилось немало работ, посвященных изучению вариаций геомагнитного поля по записям, полученным из спелеотемов — вторичных минеральных отложений карстовых пещер. В этих работах продемонстрирована уникальность спелеотемов как природных архивов геомагнитной и климатической записи и их перспективность для постановки высокодетальных палеомагнитных исследований.

Термин «спелеотемы», введенный в 1952 г. Муром (Moore, 1952), обозначает вторичные минеральные формы, которые образуются в уникальных условиях естественных пещер (Hill, 1995). Как источник палеомагнитной записи спелеотемы были впервые использованы в 1970-х гг. (Latham et al., 1979). Однако с тех пор подобные исследования проводились главным образом спорадически, и на сегодняшний день спелеотемы остаются уникальными объектами для палеомагнитных исследований. Это определяется во многом сложностью отбора образцов из пещер, большинство из которых являются охраняемыми и/или труднодоступными объектами, а также низкой концентрацией магнитных минералов в спелеотемах, что влечет за собой высокие требования к измерительной (магнитометрической) аппаратуре. При этом спелеотемы являются уникальным объектом для изучения вариаций палеоклимата и тонкой структуры магнитного поля Земли, и развитие исследований в этой области необходимо, в свою очередь, для моделирования и прогнозирования этих изменений в будущем. Целью нашего исследования является оценка возможности использования спелеотемов для восстановления записи вариаций магнитного поля Земли в четвертичном периоде на примере спелеотемов из Воронцовской пещеры.

Материал и методика исследований

Материал для данного исследования был собран из карстовой пещеры Воронцовская, расположенной на северо-восточном побережье Черного моря в 13 км от береговой линии (рис. 1). Вход пещеры расположен в 500 м над уровнем

моря. Протяженность пещеры 10,4 км, амплитуда высот 240 м. Она заложена в верхнемеловых известняках, но местами врезана в подстилающие некарстующиеся отложения, представленные мергелями и алевролитами (Дублянский, Илюхин, 1982). В 60 м от выхода на поверхность, в районе Очажного грота, была опробована туфовая плотина, которая, благодаря постоянно действующему подземному водотоку, продолжает расти по настоящее время: из четырех точек было отобрано по два керна на расстоянии около 20 см друг от друга. Длина образцов составляет около 20 см, диаметр — 2,5 см. На продольном разрезе керна видна слоистая структура со слоями мощностью до 1–2 мм желтого и серого цвета, отражающая сезонную периодичность роста плотины. Видимых признаков гиатусов и зон перекристаллизации кальцита на срезе не выявлено.

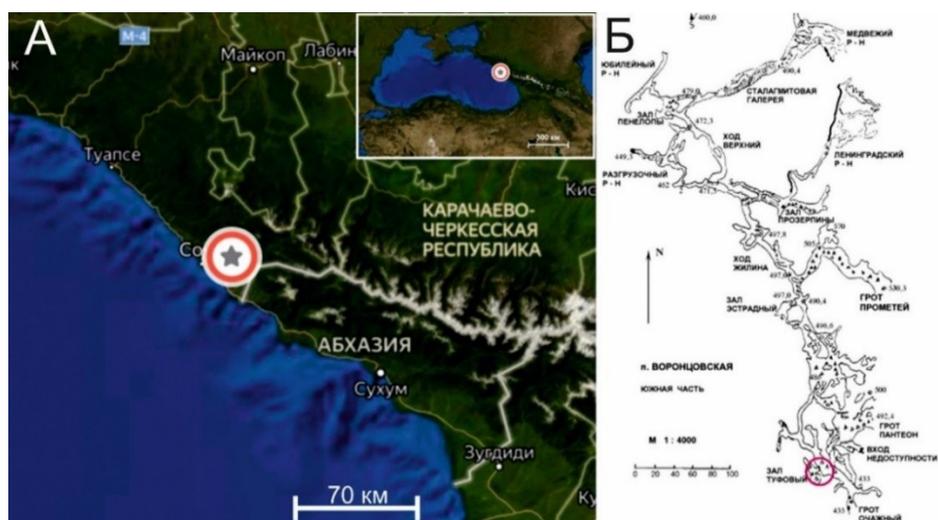


Рис. 1. Местоположение и план Воронцовской пещеры:
А — карта расположения Воронцовской пещеры (красная точка);
Б — план Воронцовской пещеры и место отбора образцов
 Vor2, Vor4, Vor6, Vor8

Fig. 1. Location and plan of the Vorontsovskaya cave:
A — map of the Vorontsovskaya cave location (red dot);
B — plan of the Vorontsovskaya cave and sampling (Vor2, Vor4, Vor6, Vor8) location

Отбор ориентированных образцов проводился в начале февраля 2018 г. с помощью портативного электрического дрелла Romero DE-T3. В процессе отбора керна были ориентированы в пространстве с помощью ориентора Romero Orienting Fixture (рис. 2) с использованием магнитного компаса. Пробоподготовка и лабораторные измерения проводились в Лаборатории археоманетизма и эволюции геомагнитного поля ИФЗ РАН.

Один керн из каждой пары был сохранен для изотопно-геохимических и геохронологических исследований. Вторые керна из каждой пары были распилены на тонкие шайбы высотой около 5 мм и весом 3–5 г и подвергнуты магнитным чисткам.

Магнитная чистка проводилась переменным полем (АF-чистка) на криогенном (SQUID) магнитометре 2G Enterprises, величина переменного магнитного поля пошагово увеличивалась от 0 до 130 мТл. Результаты измерений были подвергнуты компонентному анализу с помощью ПО PMGSC.



Рис. 2. Общий вид туфовой плотины с точками отбора отдельных кернов (А); ориентировка кернов in situ (Б); ориентированный керн Vor7 (Б); образцы-«шайбы» для магнитной чистки (Г)

Fig. 2. General view of the tufa dam with the sampling points of the individual cores (А); the orientation of the cores in situ (Б); oriented core Vor7 (Б); samples-"pucks" for magnetic cleaning (Г)

Результаты и их обсуждение

В ходе пошаговой АF-чистки большая часть (до 80 %) естественной остаточной намагниченности (ЕОН) образцов разрушается при амплитуде размагничивающего поля 32–40 мТл, что свидетельствует о преобладании в изученных образцах относительно низкокоэрцитивных минералов, предположительно магнетита. Предварительными петромагнитными исследованиями (магнитный гистерезис, измерение магнитной восприимчивости и ее температурной зависимости, термомагнитный анализ) уточнить состав магнитных минералов пока не удалось ввиду недостаточной чувствительности лабораторной аппаратуры для измерения образцов с такой низкой концентрацией магнитных минералов. Петромагнитные исследования планируется осуществить в ближайшее время после вытяжки магнитной фракции из имеющихся образцов.

Большая часть образцов сохранила единственную компоненту намагниченности, интерпретируемую нами как характеристическую и первичную. Отдельные образцы сохранили вторичную компоненту, по всей видимости, вязкую, удаляемую при 5–8 мТл.

В пользу первичности выделенной компоненты можно привести следующие доводы: 1) отсутствие в стабильных условиях карстовой пещеры факторов перемагничивания (повышения температуры до T Кюри, тектонических, метаморфических процессов); 2) механизм роста спелеотемов, обеспечивающий быструю (в геологических масштабах времени — мгновенную) фиксацию магнитных частиц в кальцитовой матрице, что исключает искажение магнитного сигнала из-за постседиментационных процессов.

По результатам компонентного анализа построены кривые изменения магнитного склонения и наклонения для изученных кернов во времени. Показаны изменения магнитного наклонения в точке отбора. На трех из четырех кривых (Vor2, Vor4, Vor8) читается резкий скачок значений наклонения в интервале 18–22-го образцов, что может быть признаком геомагнитного экскурса или джерка — эпизода резкого изменения скорости изменения элементов геомагнитного поля.

Заключение

Проведенные исследования показали наличие в образцах из туфовой (травертиновой) плотины пещеры Воронцовской палеомагнитной записи отличного качества, предварительный анализ которой выявил резкий кратковременный скачок магнитного наклонения в точке отбора. В ближайшем будущем планируется подкрепить полученные результаты петромагнитными и геохронологическими исследованиями, а также провести дополнительный отбор образцов с целью заверки полученных результатов и расширения исследуемого временного интервала геологического времени.

Литература

Дублянский В. Н., Илюхин В. В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. М.: Наука, 1982. 137 с.

Hill C. A., Forti P. The classification of cave minerals and speleothems // International Journal of Speleology. 1995. Vol. 24. P. 77–82.

Latham A. G., Schwarcz H. P., Ford D. C., Pearce G. W. Paleomagnetism of stalagmite deposits // Nature. 1979. Vol. 280. P. 383–385.

Moore G. W. Speleothem — a new cave term // National Speleological Society News. 1952. Vol. 10.

Сведения об авторах

Багдасарян Татьяна Эдвардовна

инженер лаборатории главного геомагнитного поля и петромагнетизма ИФЗ РАН, tanya.bagdasaryan@yandex.ru

Гаврюшкин Дмитрий Александрович

научный сотрудник лаборатории археомагнетизма и эволюции геомагнитного поля ИФЗ РАН, секретарь Комиссии по охране и использованию пещер Российского союза спелеологов, dmitry.gavriushkin@gmail.com

Веселовский Роман Витальевич

доктор геолого-минералогических наук, профессор, МГУ им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, roman.veselovskiy@ya.ru

Усанова Олеся Игоревна

студентка, МГУ им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, инженер лаборатории главного геомагнитного поля и петромагнетизма, ИФЗ РАН

Bagdasaryan Tatyana Edvardovna

Engineer, Laboratory of the Main Geomagnetic Field and Petromagnetism, IPE RAS, tanya.bagdasaryan@yandex.ru

Gavryushkin Dmitry Aleksandrovich

Researcher, Laboratory of Archaeomagnetism and Evolution of Geomagnetic Field, IPE RAS, Secretary of the Commission for Cave Protection and Recovery of the Russian Union of Speleologists, dmitry.gavriushkin@gmail.com

Veselovskiy Roman Vitalievich

Doctor of Sciences (Geology & Mineralogy), Professor, Lomonosov Moscow State University, Geological Department, roman.veselovskiy@ya.ru

Usanova Olesya Igorevna

Student, Lomonosov Moscow State University, Geological Department, Engineer, Laboratory of the Main Geomagnetic Field and Petromagnetism, IPE RAS

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.005

УДК 550.84:631.42

Н. А. Билая¹, К. М. Зарипова¹, А. В. Гузева², П. С. Зеленковский¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

**ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА****Аннотация**

Представлены результаты эколого-геохимических исследований донных отложений Ладожского озера: валовое содержание тяжелых металлов и форм их нахождения, содержание органических веществ в поверхностных пробах донных осадков. Сделаны выводы об особенностях распределения исследуемых металлов (Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, V) и их форм нахождения в донных отложениях.

Ключевые слова:

Ладожское озеро, донные отложения, формы нахождения тяжелых металлов.

N. A. Bilaya¹, K. M. Zaripova¹, A. V. Guzeva², P. S. Zelenkovsky¹

¹ Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

² Institute of Limnology RAS, Saint Petersburg, Russia

HEAVY METAL FINDING FORMS IN BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE LADOGA**Abstract**

This article is focused on the results of ecological and geochemical explorations of the bottom sediments of the Lake Ladoga: total contents and contents of different chemical forms of trace metals and total content of organic matter in surface specimens of bottom sediments. Bottom sampling was carried out in October 2018. Researches of Ladoga bottom sediments were carried out earlier, but without researching of chemical forms for