

КРАТКИЕ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.384

**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОННЫХ ОСАДКОВ
ОЗЕРА ХУБСУГУЛ ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ**

А.Ю. Казанский, А.П. Федотов*, Г.Г. Матасова, А.А. Юлдашев, Г.А. Зиборова*,
Т.О. Железнякова*, Е.Г. Вологина**, Ц. Оюунчимег***, Ц. Наранцэцэг***, Д. Томурху*****

Институт геологии СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия

** Лимнологический институт СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, Россия*

*** Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия*

**** Институт геологии и минеральных ресурсов АНМ, 210351, Улан-Батор, п/о 118, Монголия*

Представлены первые результаты палеомагнитных исследований 53-метрового керна донных осадков оз. Хубсугул (Монголия), полученные в рамках российско-монгольского проекта. По знаку наклона естественной остаточной намагниченности (NRM) выделены три четкие зоны, соответствующие хронам Брюнес, Матуяма и субхрону Харамильо. Интервалы с заниженным наклоном NRM интерпретируются как возможные экскурсы геомагнитного поля. По границам между зонами и положением экскурсов как временных реперов рассчитана скорость осадконакопления в озере. По петромагнитным характеристикам керна выделены участки с различными магнитными свойствами. Периодическая повторяемость прослоев с различными характеристиками отражает вариации поступления магнитного материала в озеро, изменения в режиме солености воды и, возможно, колебания его уровня.

Палеомагнетизм, донные осадки, оз. Хубсугул.

**FIRST PALEOMAGNETIC RESULTS FROM THE BOTTOM SEDIMENTS
OF LAKE HOVSGOL BASED ON DRILLING DATA**

**A.Yu. Kazansky, A.P. Fedotov, G.G. Matasova, A.A. Yuldashev, G.A. Ziborova, T.O. Zheleznyakova,
E.G. Vologina, Ts. Oyuntcimeg, Ts. Narantsetseg, and D. Tomurkhoo**

First paleomagnetic results for a 53 m core obtained from the Hovsgol lake deposits (Mongolia) in the framework of the Russian-Mongolian joint project are presented. On the basis of measured inclination of natural remanent magnetization (NRM), three distinct polarity zones corresponding to Brunhes and Matuyama Chrons and Jaramillo Subchron have been recognized. Intervals with shallow NRM inclination are interpreted as possible geomagnetic excursions. Using the boundaries of both polarity zones and excursions as time marks, sedimentation rate of lake deposits is calculated. Several layers with different magnetic properties have been distinguished within the core section. The periodic repetitions of layers with different characteristics, probably, reflect variations in magnetic material input to the lake, changes in water salinity, and fluctuations of the lake level.

Paleomagnetism, lake sediments, Lake Hovsgol

Вторым по величине озером после Байкала в Центрально-Азиатском регионе является оз. Хубсугул. Оно расположено на высоте 1645 м над уровнем моря, имеет наибольшие длину 136 км и ширину 39 км [1]. Для Центральной Азии единственные на настоящий момент продолжительные высокоразрешающие климатические записи получены в рамках международного проекта „Байкал-бурение“ [2]. В рамках совместного российско-монгольского проекта в 2003 г. с использованием бурового комплекса ПБУ „Иркутскгеология“ из центральной части озера (глубина воды 232 м) был получен 53-метровый керн, представленный алевритовой глиной с примесью песка. В отложениях встречаются редкие гравийные зерна и галька. В нижней части разреза (19—53 м) нередко наблюдаются песчаные прослои, линзы и гнезда песка. Осадки имеют серый, серовато-оливковый, темно оливково-серый и черный цвета. При первичном литологическом описании керна перерывы в осадконакоплении не зафиксированы. Это указывает на непрерывное осадконакопление во время образования изучаемых отложений. Для палеомагнитных исследований из керна были отобраны 1160 ориентированных образцов, шаг отбора составил в среднем 4 см.

Палеомагнитные исследования включали в себя измерение величины и направления естественной остаточной намагниченности (NRM) на приборах JR-4 и величины магнитной восприимчивости (X) на

© А.Ю. Казанский, А.П. Федотов, Г.Г. Матасова, А.А. Юлдашев, Г.А. Зиборова, Т.О. Железнякова, Е.Г. Вологина, Ц. Оюунчимег, Ц. Наранцэцэг, Д. Томурху, 2005

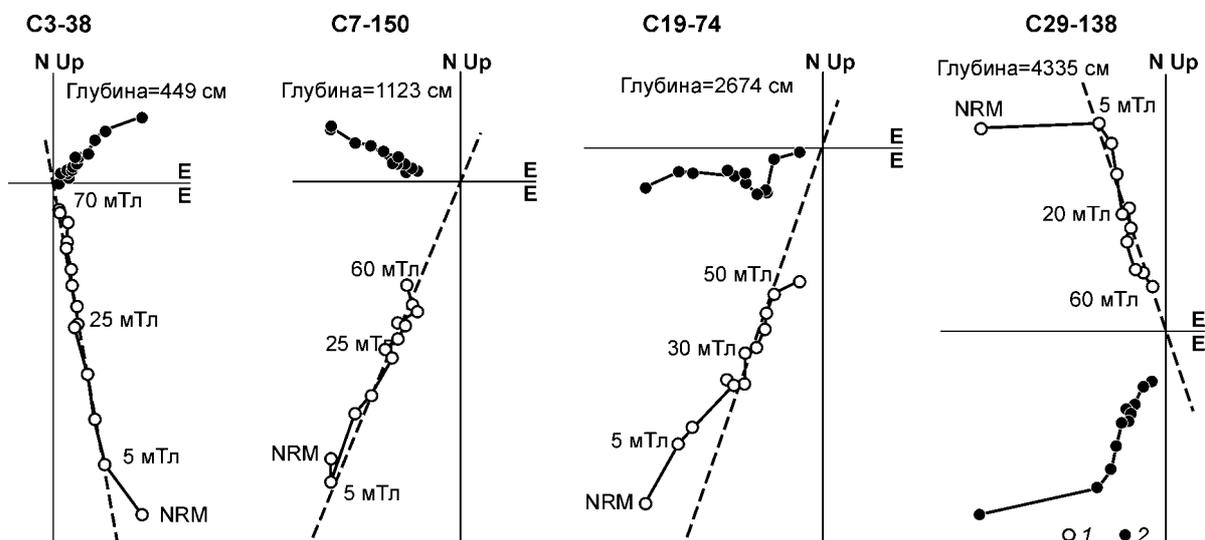


Рис. 1. Характерные диаграммы размагничивания образцов в переменном магнитном поле.
Проекция вектора NRM: 1 — на вертикальную, 2 — на горизонтальную плоскости.

каппометрах KLY-2 и конструкции К.С. Буракова (ИФЗ РАН, Москва). С целью оценки вклада вязкой намагниченности в общий спектр NRM и выделения характеристического компонента намагниченности (ChRM) для лидирующих образцов проведено ступенчатое размагничивание переменным магнитным полем до 100 мТл (шаг 5—10 мТл).

Результаты размагничивания свидетельствуют, что направление ChRM по наклонению почти не отличается от NRM (рис. 1). Величина вязкой намагниченности, разрушаемая в диапазоне переменных полей от 5 до 25 мТл, составляет 20—40 % от общей величины NRM. Двухступенчатая (30 и 40 мТл) чистка 400 контрольных образцов показала, что разрушение вязкой намагниченности качественно не меняет характер вариаций наклонения по разрезу скважины. Таким образом, в первом приближении

Инверсии и предполагаемые экскурсы в разрезе донных осадков оз. Хубсугул

Процесс	Начало	Конец	Среднее	Возраст, тыс. лет, по [3, 4]
	см			
<i>Инверсия</i>				
Матуяма/Брюнес	4088	3976	4000	781
Харамильо/Матуяма	5101	5005	5050	988
<i>Эккурс</i>				
Моно	176	156	166	27
Каргаполово (Лашамп)	261	237	249	48
Хаджимус (Стрейт)	405	361	383	70
Блейк	589	561	575	114
Ямайка	922	914	918	185
Бива-I	1164	1147	1155,5	210
Чаган-Днепр (Левантин)	1555	1542	1548,5	295
Каллабриан Ридж-I	1750	1742	1746	325
Бива-III	1956	1940	1948	380
Нижний Коропец	2078	2006	2042	410
Елунино-V	2351	2327	2339	460
Эмперор	2587	2575	2581	496
Елунино-VI (Биг Лост)	2959	2935	2947	570
Елунино-VII	3134	3122	3128	613
Дельта (Уреки)	3214	3198	3206	627
Елунино-VIII	3475	3452	3463,5	710
Камикацура	4423	4371	4397	886
Санта Роза	4696	4596	4646	934

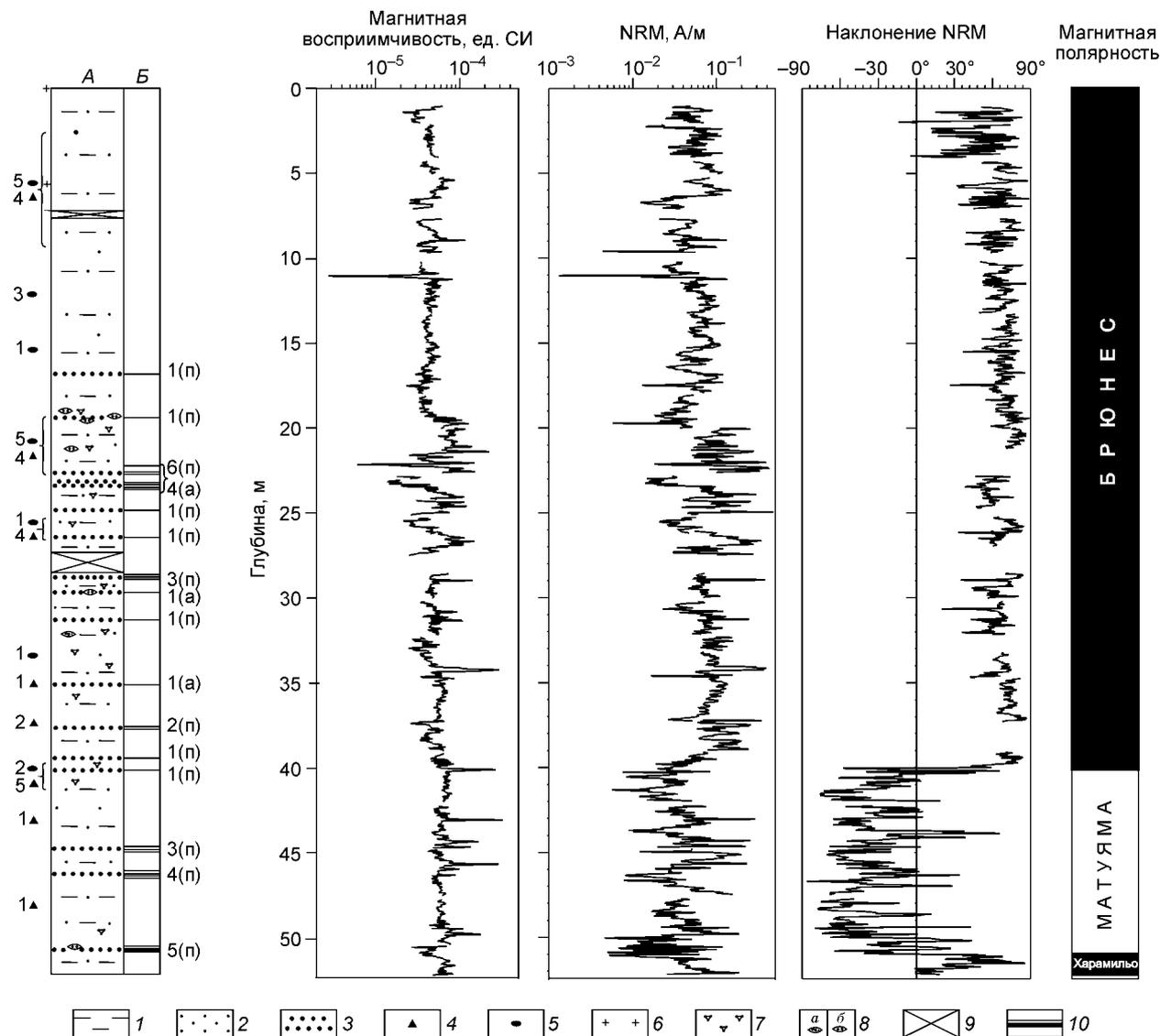


Рис. 2. Литологическая колонка, наклонение NRM, магнитная полярность керна оз. Хубсугул и его петромагнитные характеристики (магнитная восприимчивость и величина NRM).

A — литологическая характеристика осадков: 1 — пелит, 2 — алеврит, 3 — песок, 4 — гравий, 5 — галька (для 4 и 5 цифрами обозначено количество), 6 — остатки диатомей, 7 — гнезда песка, 8 — линзы алеврита (*a*) и песка (*б*), 9 — потеря керна. *B* — характеристика прослоев: 10 — песка и алеврита (мощность от первых миллиметров до первых сантиметров). Цифры справа — количество песчаных (*п*) и алевритовых (*а*) прослоев.

наклонение NRM можно рассматривать как отражение направления геомагнитного поля на момент формирования осадка. По знаку наклонения NRM выделяются три четкие зоны, разделенные переходными интервалами (рис. 2): зона прямой полярности от устья скважины до глубины 40, зона обратной полярности от 40 до 50,5 м и зона прямой полярности, от 50,5 м до забоя скважины. Наиболее вероятно, что зона прямой полярности соответствует хрону Брюнес, обратной — хрону Матуяма, а интервал прямой полярности в нижней части колонки отвечает субхрону Харамильо. Возраст границ этих хронов приведен в таблице. Нижняя граница хрона Харамильо, имеющая возраст 1068 ± 5 тыс. лет [3], в разрезе не вскрыта, следовательно, возраст осадков в забое скважины не превышает 1070 тыс. лет.

В верхней прямо намагниченной части колонки установлены 16 интервалов с заниженными, вплоть до отрицательных, значениями наклонения (см. рис. 2). На данном этапе исследований их можно считать соответствующими экскурсам геомагнитного поля эпохи Брюнес. В таблице приведен возраст предполагаемых экскурсов. Очевидно, что все аномальные интервалы имеют свои аналоги экскурсов. Два подобных интервала обнаружены и в обратно намагниченной части колонки. Они также имеют свои аналоги среди экскурсов хрона Матуяма. Это дает возможность оценить среднюю скорость осадко-

накопления. Линейная аппроксимация без учета реперных границ Матуяма/Брюнес и Харамильо/Матуяма дает скорость осадконакопления 5,05 см/тыс. лет ($R^2 = 0,998$), а с учетом этих границ — 5,07 см/тыс. лет ($R^2 = 0,998$).

По магнитным свойствам (X и NRM) разрез донных осадков оз. Хубсугул четко подразделяется на 2 участка (см. рис. 2): первый — от устья скважины до глубины 19,5—20 м и второй — от 20 м до забоя скважины. Различие магнитных свойств осадков заключается как в средних и максимальных величинах X , NRM, так и в частоте и амплитуде их вариаций. Средние и максимальные величины в нижней части колонки выше в 1,5—3 раза, что, видимо, является следствием более крупнозернистого гранулометрического состава отложений в этой части керна. Кроме того, в нижней части колонки маломощные прослои, характеризующиеся резкими повышениями магнитных свойств, встречаются значительно чаще, чем в верхней. Как правило, резкие повышения величин X и NRM происходят синхронно, т. е. в магнитной фракции этих прослоев имеет место резкое повышение концентрации магнитных минералов либо за счет дополнительного терригенного магнитного материала, либо за счет новообразования нового магнитного минерала. Приуроченность таких участков к темноокрашенным оливково-черным прослоям свидетельствует в пользу химического происхождения магнитных минералов. В этом случае, учитывая особенности осадконакопления в соленых озерах [5], можно предположить, что таким высокомагнитным минералом является грейгит (Fe_3S_4). Ранее было определено, что в период последнего ледникового максимума плейстоцена уровень озера был на 150—170 м ниже современного, а его воды были сильно осолонены [6]. Следовательно, регулярное появление и исчезновение грейгита по разрезу может дать информацию о смене режима солености озера и, возможно, о колебаниях его уровня.

Результаты палеомагнитных исследований свидетельствуют о том, что донные осадки оз. Хубсугул являются уникальным архивом записей климатических изменений в Азии. Предпосылками к этому являются равномерная скорость осадконакопления, несколько превышающая таковую в оз. Байкал [2, 7] и лишь немного уступающая скорости в оз. Бива [8], закономерный характер изменения магнитных характеристик, отражающий вариации поступления магнитного материала в озеро и изменения в режиме солености воды.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума СО РАН, интеграционный проект № 62, РФФИ (грант 03-05-64850) и Фонда содействия отечественной науке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас озера Хубсугул. М., ГУГК, 1989, 119 с.
2. Вильямс Д.Ф., Карабанов Е.В., Прокопенко А.А. и др. Комплексные исследования позднемиоцен-плейстоценовых донных отложений озера Байкал — основа палеоклиматических реконструкций и диатомовой биостратиграфии // Геология и геофизика, 2001, т. 42, № 1—2, с. 35—47.
3. Channel J.E.T., Mazaud A., Sullivan P. et al. Geomagnetic excursions and paleointensities in the Matuyama Chron at Ocean Drilling Program Sites 983 and 984 (Iceland Basin) // J. Geophys. Res., 2002, v. 107, № B6, EPM1-1—EPM1-14.
4. Поспелова Г.А. О геомагнитных экскурсах // Физика Земли, 2002, № 5, с. 30—41.
5. Snowball I., Torii M. Incidence and significance of magnetic iron sulphides in Quaternary sediments and soils // Quaternary climates, environments and magnetism / B.A. Maher and R. Thompson (eds.). Cambridge University press, 1999, p. 199—231.
6. Федотов А.П., Де Батист М., Шапрон Е. и др. Сейсмопрофилирование осадков озера Хубсугул // Докл. РАН, 2002, № 2, с. 261—263.
7. Хории М., Сакаи Х., Кашивайя К. и др. Петромагнитный и гранулометрический анализы керна из скважин ВDP-93 на основании возрастной модели по ^{14}C датировкам и экстраполяции // Геология и геофизика, 2001, т. 42, № 1—2, с. 175—185.
8. История озера Бива (Япония): Развитие озера Бива на основе изучения керна 1400-метровой скважины / Под ред. Ш. Хорие, М. Кузьмина. Новосибирск, Наука, 1993, 313 с.