



Вариации изотопов углерода и кислорода в приграничных толщах юры и мела Северного Урала: сравнительный анализ по белемнитам и устрицам

Косенко И.Н., Дзюба О.С., Шурыгин Б.Н.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия;
KosenkoIN@ipgg.sbras.ru, DzyubaOS@ipgg.sbras.ru, ShuryginBN@ipgg.sbras.ru

Variations of carbon and oxygen isotopes around the Jurassic/Cretaceous boundary strata of the Northern Urals: comparative analysis of belemnites and oysters

Kosenko I., Dzyuba O., Shurygin B.

A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

Исследовался изотопный состав углерода и кислорода раковин устриц *Deltoideum* sp. из пограничных юрско-меловых отложений р. Маурунья для сравнения с изотопно-геохимическими данными, полученными ранее по белемнитам (Dzyuba et al., 2013) (рис. 1А). Предварительно была проведена ревизия таксономического состава позднеюрских-раннемеловых устриц Северного Урала и севера Сибири (Косенко, 2012, 2013; Косенко, 2013). Контроль сохранности карбонатного материала раковин устриц основывался на: 1) оценке сохранности микроструктуры; 2) изучении шлифов методом катодолюминесценции; 3) анализе элементного (Fe, Mn, Sr) состава раковинного вещества; 4) отсутствии корреляций между изотопным составом углерода и кислорода и содержаниями Fe, Mn, Sr.

Микроструктура раковин не претерпела изменений и перекристаллизации, отчетливо выделяется призматическая и листоватая структуры, в шлифах люминесцируют только небольшие участки вдоль трещин в раковине (рис. 1В). Корреляция между изотопным составом углерода и кислорода отсутствует (рис. 1Г). В образцах отмечается повышенное содержание Fe и Mn, но содержание Sr свидетельствует об отсутствии диагенетических преобразований карбонатного вещества (табл. 1). Корреляции между изотопным составом углерода и кислорода и содержанием Fe и Mn не наблюдается. Таким образом, исследованные образцы (из раковин устриц) удовлетворяют большинству критериев хоро-

шей сохранности карбонатного вещества.

Абсолютные значения $\delta^{13}\text{C}$ в раковинах устриц оказались выше, чем значения по белемнитам. Максимальные отклонения достигают величины 3,5‰, минимальные – 1‰. С учетом известного разброса величин $\delta^{13}\text{C}$ разных раковин, происходящих из одного и того же горизонта (может достигать 2–2,5‰), имеющегося в нашем распоряжении материала недостаточно для построения C -изотопной кривой по устрицам. Однако близ границы юры и мела максимальные значения $\delta^{13}\text{C}$ для устриц получены в том же интервале, что и по белемнитам. Различия в абсолютных значениях мы связываем с различным фракционированием изотопов углерода в организмах устриц и белемнитов (стоит отметить также, что устрицы обладают внешним скелетом, а белемниты внутренним).

Абсолютные значения $\delta^{18}\text{O}$ по раковинам устриц оказались, наоборот, ниже значений по белемнитам. Однако тенденция изменения значений $\delta^{18}\text{O}$ вверх по разрезу для устриц сходна с таковой по белемнитам (рис. 1А). Палеотемпературы вычислялись с использованием формулы: $T(^{\circ}\text{C}) = 16,0 - 4,14 * (\delta_{\text{c}} - \delta_{\text{w}}) + 0,13 * (\delta_{\text{c}} - \delta_{\text{w}})^2$, предложенной С. Эпштейном (Epstein et al., 1953) и Г. Крэйгом (Craig et al., 1965) и модифицированной Т. Андерсоном и М. Артуром (Anderson, Arthur, 1983), где δ_{c} – изотопный состав кислорода в кальците, поставленный в соответствие международному стандарту PDB, δ_{w} – изотопный состав кислорода морской воды, в которой отлагался кальцит, по-

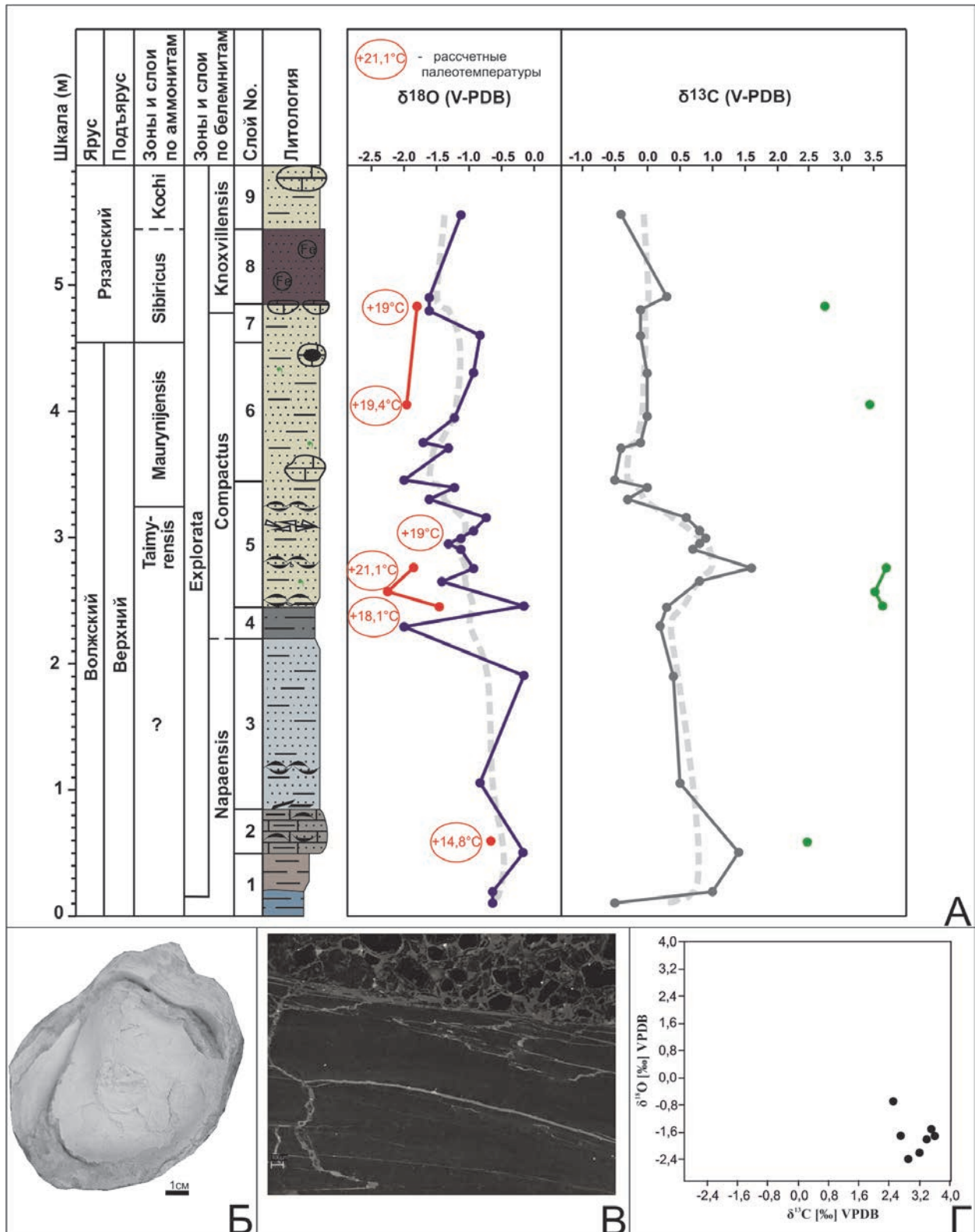


Рис. 1. А – разрез пограничных юрско-меловых отложений по р. Маурынья с изотопными данными по устрицам (настоящая работа) и белемнитам (Dzyuba et al., 2013); Б – внешний вид устриц *Deltoideum* sp.; В – катодолюминесцентная микрофотография раковины устрицы; Г – поле корреляции изотопного состава углерода и кислорода (корреляция отсутствует).

Таблица 1

Элементный состав Fe, Mn, Sr в изученных образцах

№п/п	№ обр.	% р-р в-ва	Mn ppm	Fe ppm	Sr ppm	Fe/Sr
1	M-54-1-3	95,6	660	1990	730	2,7
2	M-54-2-2	97,8	600	1610	620	2,6
3	M-54-4-1	97,9	660	1330	660	2,0
4	M-54-5-1	98,8	510	710	720	1,0
5	M-54-5-5	97,7	510	1100	660	1,7
6	M-54-5-6	96,4	530	730	680	1,1
7	M-54-6-4	98,1	490	1090	710	1,5
8	M-54-7-1	98,5	250	860	670	1,3

Литература

ставленный в соответствие международному стандарту SMOW.

Устрицы вели прикрепленный бентосный образ жизни, поэтому значения палеотемператур, полученные по раковинному веществу устриц, отражают температуру в придонных слоях воды в местах обитания устриц. Более низкие палеотемпературы, полученные по белемнитам, могут свидетельствовать о том, что белемниты, вероятнее всего, могли менять место обитания, предпочитая удаленные от береговой отмели зоны моря с более прохладными водами и периодически заплывая в более теплые прибрежные воды. Ряд исследователей разделяет эту точку зрения (Rexfort, Mutterlose, 2009; Mutterlose et al., 2010). Другие исследователи поддерживают альтернативную гипотезу о придонном нектобентосном образе жизни белемнитов, основанную исключительно на результатах изотопных исследований (Anderson et al., 1994; Wierzbowski, Joachimsky, 2007; Wierzbowski, Rogov, 2011). Представляется, что реконструкцию образа жизни белемнитов нельзя основывать только на изотопных данных.

Выводы

Максимальные значения $\delta^{13}\text{C}$ для устриц и белемнитов приходятся на один и тот же интервал разреза, разница абсолютных значений обусловлена различием фракционирования изотопов углерода у белемнитов и устриц.

Общая тенденция изотопных кривых по кислороду для устриц и белемнитов сохраняется. Более высокие температуры, полученные по веществу раковин устриц, предполагают, что белемниты часть жизни проводили в зонах моря с более низкими температурами, совершая латеральные миграции.

Реконструкции образа жизни белемнитов нельзя основывать только на изотопных данных.

Работа выполнена при поддержке по программам РАН № 23 и № 28 и РФФИ (проект № 12-05-00453).

Косенко И.Н. Позднеюрские и раннемеловые устрицы (Bivalvia) Сибири: морфология и таксономический вес признаков // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы совещания. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 2012. С. 172–175.

Косенко И.Н. Таксономический вес признаков и ревизия таксономического состава позднеюрских–раннемеловых устриц Урала и Сибири // Систематика

организмов. Ее значение для биостратиграфии и палеобиогеографии. Материалы LIX сессии Палеонтологического общества при РАН (1–5 апреля 2013 г., Санкт-Петербург). Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2013. С. 68–70.

Anderson T.F., Popp B.N., Williams A.C., Ho L.-Z., Hudson J.D. The stable isotopic records of fossils from the Peterborough Member, Oxford Clay Formation (Jurassic), UK: palaeoenvironmental implications // Journal of the Geological Society. 1994. V. 151. P. 125–138.

Craig G.Y., Gordon L.J. Isotopic oceanography: deuterium and oxygen 18 variations in the oceans and marine atmosphere // Symp. Mar. Geochem., Marraganset. Marine lab., Univ. Rhoad. Island Occ. Publ. 1965. № 3. P. 277–374.

Dzyuba O.S., Isokh O.P., Shurygin B.N. Carbon isotope excursions in Boreal Jurassic–Cretaceous boundary sections and their correlation potential // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2013. V. 381–382. P. 33–46.

Epstein S., Buchsbaum R., Lowenstam H.A., Urey H.C. Revised carbonate-water isotopic temperature scale // Geol. Soc. Am. Bull. 1953. V. 64. № 11. P. 1315–1326.

Kosenko I. The Late Jurassic and Early Cretaceous oysters (Bivalvia) from Siberia: results of systematic-paleontological and isotopic research // 4th International Students Geological Conference. Conference Proceedings. Brno: Masaryk University, Department of Geological Science. 2013. P. 82.

Mutterlose J., Malkoc M., Schouten S., Sinnighe Damste J.S., Forster A. TEX₈₆ and stable $\delta^{18}\text{O}$ paleothermometry of early Cretaceous sediments: Implications for belemnite ecology and paleotemperature proxy application // Earth and Planetary Science Letters. 2010. V. 298. P. 286–298.

Rexfort A., Mutterlose J. The role of biogeography and ecology on the isotope signature of cuttlefishes (Cephalopoda, Sepiidae) and the impact on belemnite studies // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2009. V. 284. P. 153–163.

Wierzbowski H., Joachimski M. Reconstruction of late Bajocian–Bathonian marine palaeoenvironments using carbon and oxygen isotope ratios of calcareous fossils from the Polish Jura Chain (central Poland) // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2007. V. 254. P. 523–540.

Wierzbowski H., Rogov M. Reconstructing the palaeoenvironment of the Middle Russian Sea during the Middle–Late Jurassic transition using stable isotope ratios of cephalopod shells and variations in faunal assemblages // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2011. V. 299. P. 250–264.