

УДК 551 (736+761+464.6.02)

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИЗОТОПНОМУ СОСТАВУ АЗОТА В ПЕРМИ И ТРИАСЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ

Ю. Д. Захаров^{1,*}, А. С. Бяков^{2,3}, М. Хорачек (М. Ногасек)⁴,

член-корреспондент РАН Н. А. Горячев², И. Л. Ведерников²

Поступило 23.04.2018 г.

Предполагается, что нестабильные температурные условия позднего вужяпиня и раннего чансиня поздней перми сменились в Бореальной надобласти на менее контрастные климатические условия позднего чансиня – раннего инда (времени формирования трапповой формации Сибирской платформы) с устойчивым трендом в сторону повышения температуры в начале триаса. Рассмотрена проблема, связанная с отсутствием признаков массового вымирания морских организмов на рубеже перми и триаса Бореальной надобласти.

Ключевые слова: верхняя пермь, нижний триас, изотопы N и C, Колымо-Омолонский регион, палеотемпературные реконструкции.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524842187-190>

Известны лишь редкие публикации по результатам N-изотопных исследований разрезов пермских и триасовых отложений в Тетической [1–3], Бореальной [4, 5] надобластях.

В нашей работе приведены результаты сопоставления N-изотопных данных, полученных по перми, триасу Колымо-Омолонского региона (Балыгычанский блок, р. Паутовая [7]), и результатов O-изотопных исследований пермских, триасовых конодонтов северо-западного Ирана [6] с целью контроля версии [3], касающейся возможности косвенного использования N-изотопных данных для палеотемпературных реконструкций.

Значения $\delta^{15}\text{N}$ в 88 пробах, отобранных в разрезе Паутовая, были рассчитаны в Визельбурге на основе замеров, выполненных с помощью анализатора Flash-EA (Thermo, Bremen), соединённого через CONFLO IV (Thermo, Bremen) с масс-спектрометром Finnigan Delta (V Thermo, Bremen/Germany).

Результаты проведённых исследований позволили выделить в разрезе Паутовая три N-изотопных интервала (I–III) и 14 их более дробных подразделений (рис. 1).

Согласно [2], по неопротерозою, фанерозою глинистые отложения морского происхождения, сформированные в холодных условиях ледниковых периодов и в промежуточные интервалы времени между холодными и жаркими периодами, характеризуются в среднем относительно высокими значениями $\delta^{15}\text{N}$, в то время как осадочные отложения, соответствующие периодам парниковых условий, — относительно более низкими их значениями (рис. 2). На основе детального исследования нижнетриасового разреза Абрек в Южном Приморье [3] и корреляции его с разрезом Наммал в Пакистане [12] было высказано предположение, что часто повторяющиеся в разрезе интервалы с высокими значениями $\delta^{15}\text{N}$ в значительной мере отражают условия доминирования в морском бассейне более низких температур по сравнению со смежными интервалами, охарактеризованными более низкими значениями $\delta^{15}\text{N}$.

N-изотопная кривая, полученная по разрезу Паутовая, обнаруживает сходство с кривой разреза Уэст-Блайнд-Фьёрд (о. Эллесмиэ, Арктическая Канада), также построенной по N-изотопным данным [4, рис. 10]. Это позволяет коррелировать N-изотопные интервалы I, II, III разреза Паутовая соответственно с формацией Линдстрём, нижней и верхней частями формации Блайнд-Фьёрд [4].

¹Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Владивосток

²Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Магадан

³Казанский (Приволжский) федеральный университет

⁴HBLFA Francisco-Josephinum-Research Center BLT, Wieselburg, Austria, and Institute of Lithosphere Research, Vienna University, Vienna

*E-mail: yurizakh@mail.ru

Северо-Восток России (Паутовая)

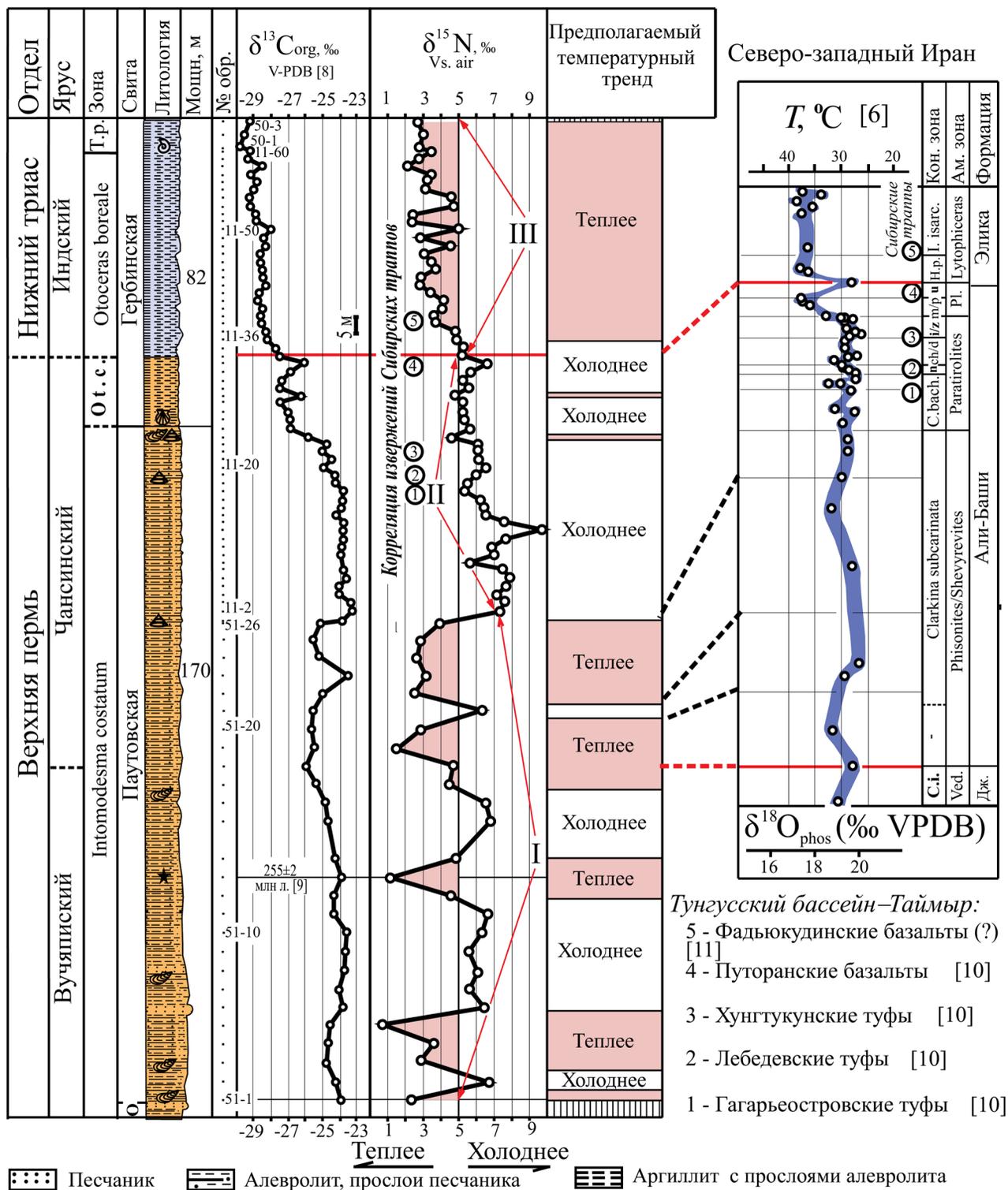


Рис. 1. Корреляция разрезов Паутовая, Кух-Е-Али-Баши. О — ововодская свита; Ot. c. — *Otoceras concavum*; Т. р. — *pascoei*; C. i. — *inflecta*; C. bach. — *Clarkina bachmanni*; n — *nodosa*; ch/d — *changxingensis-deflecta*; i/z — *iranica-zhangii*; m/p — *meishanensis-praeparvus*; u — *ultima-mostleri*; Н. р. — *hindeodus parvus*; I. isarc. — *isarcicella isarcica*, Ved. — *Vedioceras*, Pl. — *Pleurodoceras*, Кон. зона — конодонтовая зона, Ам. зона — аммонитовая зона, Дж. — Джульфа. Стратиграфическое положение Сибирских траппов определено на основе корреляции позднепермских отложений Сибири, Германии, Ирана по конхостракам и конодонтам [10].

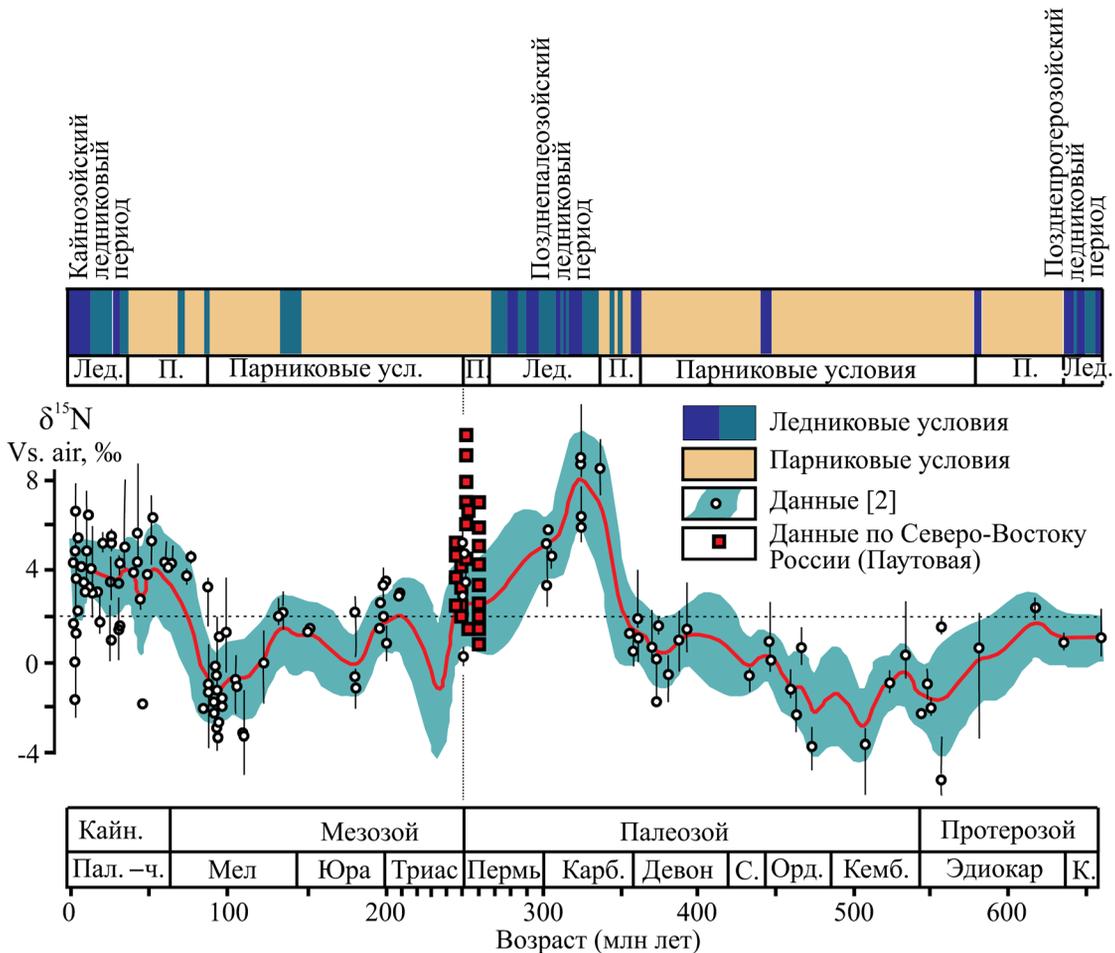


Рис. 2. $\delta^{15}\text{N}$ — кривая [2] (с дополнением). Лед. — ледниковые условия, П. — переходные условия, Пал.-ч. — палеогеновая–четвертичная системы, Карб. — карбон, С. — силур, Орд. — ордовик, Кемб. — кембрий, К. — криоген.

Возможность использования N-изотопных данных в целях палеотемпературных реконструкций подтверждается результатами сравнения изотопных данных по разрезам Паутова и Кух-Е-Али-Баши Ирана [6] (рис. 1).

Отсутствие в двух разрезах Бореальной надобласти (Уэст-Блайнд-Фьёрд [4], Паутова) отрицательных значений $\delta^{15}\text{N}$, установленных в Южном Китае [1] и Приморье [3], может быть объяснено формированием разрезов в более глубоких/холодных условиях.

Контрастные температурные условия позднего вучяпиня — раннего чансиня в исследованном районе сменились, вероятно, на менее изменчивые климатические условия в конце чансиня, несмотря на возможное влияние туфообразований [10] на севере Сибири, что согласуется с устойчивым развитием голосеменных в это время в районе Норвегии [13] и проявлениями высокого таксономического разнообразия в составе сибирской флоры [12].

Полученные данные позволяют предполагать, что в раннеиндское время, непосредственно после излияния основной массы базальтов трапповой формации, сопровождаемой, возможно, выбросом большого объема метана в атмосферу, в Бореальной надобласти наметился устойчивый климатический тренд, направленный в сторону повышения температур.

Отсутствие признаков массового вымирания морских организмов на границе перми и триаса в Бореальной надобласти [4, 14, 15] может быть частично объяснено ослаблением термального фактора воздействия на биоту в начале индского века в ряде регионов. В Тетической надобласти, напротив, палеотемпературы раннетриасового времени нередко достигали экстремально высоких значений ([6] и др.).

Авторы признательны Э. Риглеру (Rigler) из Исследовательского центра BLT в Визельберге, Австрия, за выполнение N-изотопных анализов,

проф. Т. Элджео (Algeo; университет в Цинцинати, США) за помощь в поиске литературных данных.

Исследования выполнены при поддержке грантов РФФИ 17–05–00109, 18–05–00191, 18–05–00023А и частично в рамках государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров, а также за счёт средств субсидии, выделенной Казанскому университету для выполнения государственного задания № 5.2192.2017/4.6 в сфере научной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Luo G., Wang Y., Algeo T. J., et al. // *Geology*. 2011. V. 39. № 7. P. 647–650.
2. Algeo T. J., Meyers P. A., Robinson R. S., et al. // *Bio-geosciences*. 2014. V. 11. P. 1273–1295.
3. Захаров Ю. Д., Хорачек М., Шигэта Я. и др. // *ДАН*. 2018. Т. 478. № 5. С. 556–560.
4. Algeo T., Henderson C. M., Ellwood B., et al. // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 2012. V. 124. P. 1424–1448.
5. Knies J., Grasby S. E., Beauchamp B., et al. // *Geology*. 2013. V. 4. P. 167–170.
6. Schobben M., Joachimski M. M., Korn D., et al. // *Gondwana Res.* 2014. V. 26. P. 675–683.
7. Бяков А. С. Пермские отложения Балыгчанского поднятия (Северо-Восток Азии). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. 89 с.
8. Бяков А. С., Хорачек В. М., Горячев Н. А. и др. // *ДАН*. 2017. Т. 474. № 3. С. 347–350.
9. Бяков А. С., Горячев Н. А., Ведерников И. Л. и др. // *ДАН*. 2017. Т. 477. № 3. С. 331–336.
10. Kozur H. W., Weems, R. E. // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2011. V. 308. P. 22–40.
11. Садовников Г. Н. // *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2008. Т. 16. № 1. С. 34–60.
12. Садовников Г. Н. // *Палеонтол. журн.* 2016. № 2. С. 87–99.
13. Herrmann E., Hochuli P. A., Bucher H., et al. // *Global Planet. Change*. 2010. V. 74. P. 156–167.
14. Захаров Ю. Д., Бяков А. С., Рихоц С., Хорачек М. // *ДАН*. 2015. Т. 460. № 1. С. 60–64.
15. Бяков А. С., Кутыгин Р. В., Горячев Н. А. и др. // *ДАН*. 2018. Т. 480. № 1. С. 121–124.

THE FIRST DATA ON THE N-ISOTOPIC COMPOSITION OF THE PERMIAN AND TRIASSIC OF NORTH-EASTERN RUSSIA AND THEIR SIGNIFICANCE FOR PALAEOTEMPERATURE RECONSTRUCTIONS

Y. D. Zakharov, A. S. Biakov, M. Horacek, Corresponding Member of the RAS N. A. Goryachev,

I. L. Vedernikov

Received April 23, 2018

It is proposed that oscillating temperature conditions in the late Wuchiapingian and early Changhsingian (Late Permian) followed in the Boreal Superrealm to less variable climatic conditions in the late Changhsingian and early Induan (the time of trap formation of the Siberian Platform), with stable trend of increasing temperature in the Early Triassic. The Problem of the absence of signs of mass extinction of marine organisms at the Permian-Triassic boundary in the Boreal Superrealm is discussed.

Keywords: Upper Permian, Lower Triassic, N and C isotopes, Kolyma-Omolon region, palaeotemperature reconstructions.