

УДК 551.736.3.02:550.42(571.56+571.65)

О ПОЛОЖЕНИИ ГРАНИЦЫ ВУЧАПИНСКОГО И ЧАНСИНСКОГО ЯРУСОВ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ ПО РАДИОИЗОТОПНЫМ И ХЕМОСТРАТИГРАФИЧЕСКИМ ДАННЫМ

© 2021 г. А. С. Бяков^{1, 2, *}, Ю. Д. Захаров³, М. Хорачек⁴, член-корреспондент РАН Н. А. Горячев¹

Поступило 07.06.2021 г.

После доработки 18.06.2021 г.

Принято к публикации 05.07.2021 г.

На основании сопоставления трендов $\delta^{13}\text{C}$, установленных в разрезах Южного Китая и Ирана, надобласти Тегис и разреза по р. Паутовая (Колымо-Омолонский регион, Бореальная надобласть) впервые определено примерное положение границы вучапинского и чансинского ярусов верхней перми на Северо-Востоке России. Эта граница проходит в средней части бивальвиевой зоны *Intomodesma costatum* хивачского регионального горизонта. Сделанный вывод подтверждается также ранее полученной датировкой цирконов из прослая туфа ниже вучапинско-чансинской границы в этом же разрезе и значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ из раковин брахиопод-спириферид хорошей сохранности из стратотипического разреза верхней части хивачского регионального горизонта на Омолонском массиве.

Ключевые слова: хемотратиграфия $\delta^{13}\text{C}$ и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, граница вучапинского – чансинского ярусов, верхняя пермь, Северо-Восток России

DOI: 10.31857/S2686739721100054

Одной из наиболее сложных проблем стратиграфии Северо-Востока России является корреляция верхнепермских стратонев Региональной стратиграфической шкалы (РСШ) с ярусами Международной стратиграфической шкалы (МСШ) перми. Остатки конодонтов, по которым проводятся границы международных ярусов, почти не известны в разрезах Северо-Востока России, располагавшихся в перми в высоких широтах. Отсутствуют здесь и другие ортостратиграфические группы фауны, в частности, фузулиниды, другие же (аммоноидеи, брахиоподы и двустворчатые моллюски) представлены преимущественно эндемичными таксонами. Учитывая, что РСШ перми Северо-Востока России служит своего рода эталоном при сопоставлении всех бореальных

пермских отложений не только северо-восточной России, но и ряда прилегающих регионов – Северной Монголии, Забайкалья, Новосибирских островов, севера Сибири, Таймыра и Новой Земли, осуществление достоверной трансрегиональной корреляции является весьма актуальной задачей.

Поэтому для решения обозначенной проблемы на первый план выступают другие (непалеонтологические) методы корреляции, к которым относятся, прежде всего, широкое использование прецизионного радиоизотопного датирования реперных стратиграфических уровней и современных методов хемотратиграфии. В последние несколько лет в этом направлении были сделаны первые значительные шаги, в частности, получен ряд важных прецизионных датировок ряда региональных стратонев [2, 3, 7, 8] и с помощью метода изотопной хемотратиграфии (на основании положения в разрезе крупного отрицательного экскурса $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) определено примерное положение границы перми и триаса в Южном Верхоянье [5] и Колымо-Омолонском регионе [4].

Следующей важной реперной точкой верхней перми в РСШ Северо-Востока России является положение границы вучапинского и чансинского ярусов. Ранее авторами настоящей статьи на основании U–Pb SHRIMP-II-датирования цирконов из пограничных вучапинско-чансинских от-

¹ Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Россия

² Казанский федеральный университет, Казань, Россия

³ Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

⁴ Department of Lithospheric Research, Vienna University, Vienna, Austria

*E-mail: abiakov@mail.ru

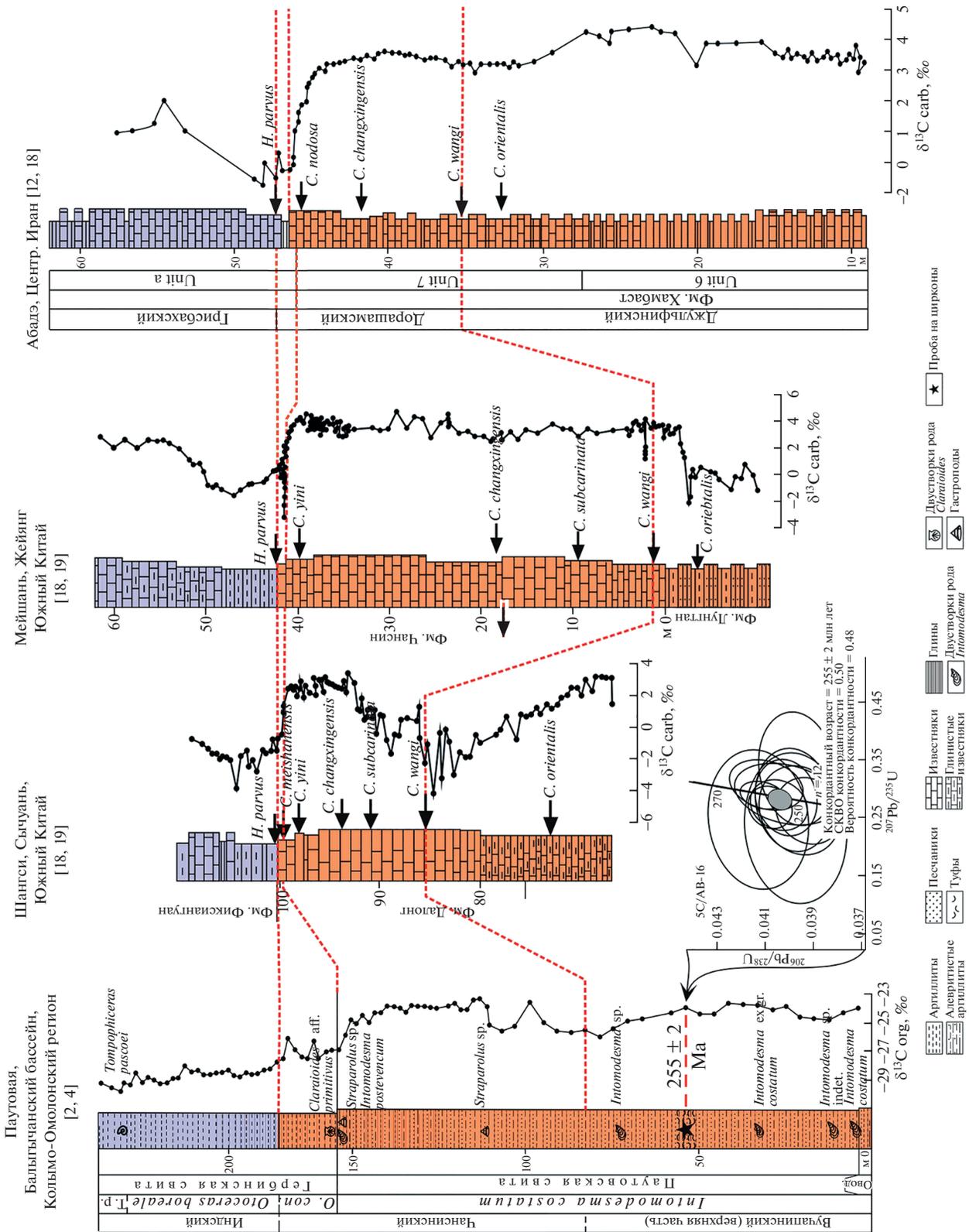


Рис. 1. Корреляция вучалинско-чансинских отложений Северо-Востока России и надобласти Тегис.

ложений было намечено примерное положение границы этих ярусов непосредственно выше датированного уровня, но оно не получило достоверного обоснования [2].

В настоящей статье мы приводим результаты детальной хемотратиграфической корреляции ранее изученного нами разреза по р. Паутовая, Балыгычанский бассейн Колымо-Омолонского региона [2, 4] с другими разрезами пограничных вучапинско-чансинских отложений мира, прежде всего, с разрезами Южного Китая и Ирана (рис. 1). Эта корреляция основана на положении отрицательного экскурса $\delta^{13}\text{C}$ (как карбонатного, так и органического углерода), повсеместно выявляемого в пограничных пермо-триасовых отложениях мира ([5, 6, 9, 11–13, 16, 18–20] и др.), и общем тренде изотопной кривой ниже этого экскурса.

Возможность сравнения изотопного состава углерода в биохеогенных карбонатах и терригенных алеврито-глинистых осадках чансинского (верхняя часть), индского и оленекского ярусов была показана, в частности, на примере разрезов района Чаоху Южного Китая, представленных частым чередованием известняков и аргиллитов [17].

Как известно, нижняя граница чансинского яруса определяется первым появлением конодонтов *Clarkina wangi* (Zhang), что зафиксировано во многих южно-китайских и иранских разрезах [16, 18, 20]. В отмеченных разрезах Южного Китая и Ирана чуть ниже границы вучапинского и чансинского ярусов, определяемой названным конодонтом, фиксируется отчетливый отрицательный экскурс $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$. Такой же отрицательный экскурс выявлен недавно и по $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ в регионе Янзцы Южного Китая [15].

В изученном нами разрезе по р. Паутовая, представленном преимущественно рассланцованными аргиллитами (см. рис. 1), также выявлен небольшой отрицательный экскурс $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ (–26‰). Этот экскурс расположен в средней части бивальвиевой зоны *Intomodesma costatum*, примерно в нижней части ее третьей подзоны – *Intomodesma evenicum*.

Непосредственно ниже этого экскурса, примерно в 28 м по мощности, из прослоя туфа ранее были датированы цирконы методом SHRIMP-II [3]. Их средневзвешенный возраст составляет 255 ± 2 млн лет и близок к современной границе вучапинского и чансинского ярусов МСШ пермской системы – 254.14 млн лет [10].

Таким образом, нами уточнено и конкретизировано положение вучапинско-чансинской границы в разрезе по р. Паутовая. Эта граница проходит, согласно проведенной межрегиональной корреляции, чуть выше отрицательного экскурса $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ (–26‰) в средней, а не в верхней части би-

вальвиевой зоны *Intomodesma costatum*, как мы предполагали ранее [2].

С изложенным выше весьма хорошо согласуются данные по соотношению $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, недавно полученные нами из раковин брахиопод-спириферид хорошей сохранности из стратотипического разреза верхней части хивачского регионального горизонта (бивальвиевая зона *Intomodesma costatum*) на Омолонском массиве [1]. Для нижней части бивальвиевой подзоны *Intomodesma evenicum* соотношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ составляет 0.706945–0.706986, что отвечает значениям стронциевого соотношения для границы вучапинского и чансинского ярусов [14].

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят А.Б. Германа и анонимного рецензента за сделанные замечания, способствовавшие улучшению текста статьи.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-05-00604, а также за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания № 671-2020-0049 в сфере научной деятельности и при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по договору № 14.Y26.31.0029 в рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации № 220.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бяков А.С., Брынько И.В., Бонд Д., Харвей Д., Горячев Н.А., Ведерников И.Л., Филимонова Т.В. Новые минимальные значения отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в биогенных карбонатах перми Омолонского массива (Северо-Восток Азии) // ДАН. 2019. Т. 488. № 4. С. 397–402.
2. Бяков А.С., Горячев Н.А., Ведерников И.Л., Брынько И.В., Толмачева Е.В. Новые результаты U-Pb SHRIMP датирования цирконов из верхневучапинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России // ДАН. 2017. Т. 477. № 3. С. 331–336.
3. Бяков А.С., Шпикерман В.И., Ведерников И.Л., Толмачева Е.В. Первые результаты U-Pb SIMS датирования цирконов из вучапинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России: значение для межрегиональных корреляций // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25. № 3. С. 19–28.
4. Бяков А.С., Horacek M., Горячев Н.А., Ведерников И.Л., Захаров Ю.Д. Первая детальная запись $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ в пограничных пермо-триасовых отложениях Колымо-Омолонского региона (Северо-Восток Азии) // ДАН. 2017. Т. 474. № 3. С. 347–350.
5. Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Хорачек М. Глобальная корреляция базальных слоев триаса в свете первых изотопно-углеродных свидетельств по границе

- перми и триаса на Северо-Востоке Азии // Тихоокеан. геол. 2014. № 1. С. 3–19.
6. *Bjerager M., Seidler L., Stemmerik L., Surlyk F.* Ammonoid Stratigraphy and Sedimentary Evolution across the Permian-Triassic Boundary in East Greenland // *Geol. Magazine*. 2006. V. 143. № 5. P. 635–656.
 7. *Davydov V.I., Biakov A.S., Crowley J.L., Schmitz M.D., Isbell J.L., Vedernikov I.L.* Middle Permian U-Pb Zircon Ages of the “Glacial” Deposits of the Atkan Formation, Ayan-Yuryakh Anticlinorium, Magadan Province, NE Russia: Their Significance for Global Climatic Interpretations // *Gondwana Research*. 2016. V. 38. P. 74–85.
 8. *Davydov V.I., Biakov A.S., Schmitz M.D., Silantiev V.V.* Radioisotopic Calibration of the Guadalupian Series: Review and Updates // *Earth-Sci. Rev.* 2018. V. 176. P. 222–240.
 9. *Grasby S.E., Beauchamp B.* Intrabasin Variability of the Carbon-isotope Record across the Permian-Triassic Transition, Sverdrup Basin, Arctic Canada // *Chemical Geology*. 2008. V. 253. P. 141–150.
 10. High-resolution integrative Permian stratigraphic framework // *Permophiles*. 2021. V. 70. P. 44.
 11. *Horacek M., Brandner R., Abart R.* Carbon Isotope Record of the P/T Boundary and the Lower Triassic in the Southern Alps: Evidence for Rapid Changes in Storage of Organic Carbon // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2007. V. 252. P. 347–354.
 12. *Horacek M., Krystyn L., Baud A.* Comment to Chen et al., 2020: “Abrupt warming in the latest Permian detected using high-resolution in situ oxygen isotopes of conodont apatite from Abadeh, central Iran.” Importance of correct stratigraphic correlation, reporting of existing data and their scientific interpretation. *Permophiles*. 2021. V. 70. P. 33–36.
 13. *Korte C., Pande P., Kalia P., Kozur H.W., Joachimski M.M., Oberhänsli H.* Massive Volcanism at the Permian-Triassic Boundary and Its Impact on the Isotopic Composition of the Ocean and Atmosphere // *Journ. Asian Earth Sci.* 2010. V. 37. P. 293–311.
 14. *Korte C., Ullmann C.V.* Permian Strontium Isotope Stratigraphy // *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 2018. V. 450. P. 105–118.
 15. *Li L., Liao Z., Lei L., Lash G.G., Chen A., Tan X.* On the Negative Carbon Isotope Excursion across the Wuchiapingian-Changhsingian Transition: A Regional Event in the Lower Yangtze Region, South China? // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2020. V. 540. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109501>
 16. *Shen S.Z., Cao C.Q., Zhang H., Bowring S.A., Henderson C.M., Payne J.L., Davydov V.I., Chen B., Yuan D.X., Zhang Y.C., Wang W., Zheng Q.F.* High-resolution $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ Chemostratigraphy from Latest Guadalupian through Earliest Triassic in South China and Iran // *Earth Planet. Sci. Lett.* 2013. V. 375. P. 156–165.
 17. *Tong J., Zakharov Y.D., Orchard M.J., Yin H., Hansen H.J.* Proposed of Chaohu Section in the GSSP Candidate of the Induan-Olenekian Boundary // *Albertiana*. 2004. N. 29. P. 13–28.
 18. *Yang B., Li H.X., Wignall P.B., Jiang H.S., Niu Z.J., Ye Q., Wu Q., Lai X.L.* Latest Wuchiapingian to Earliest Triassic Conodont Zones and $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ Isotope Excursions from Deep-water Sections in Western Hubei Province, South China // *J. Earth Sci.* 2019. V. 30. N 5. P. 1059–1074.
 19. *Yin H., Zhang K., Tong J., Yang Z., Wu S.* The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic Boundary // *Episodes*. 2001. V. 24. № 2. P. 102–114.
 20. *Yuan D.X., Shen S.Z., Henderson C.M., Chen J., Zhang H., Zheng Q.F., Wu H.* Integrative Timescale for the Lopingian (Late Permian): A Review and Update from Shangsi, South China // *Earth-Sci. Rev.* 2019. V. 188. P. 190–209.

ON THE POSITION OF THE WUCHIAPINGIAN-CHANGHSINGIAN BOUNDARY IN THE NORTH-EAST RUSSIA ACCORDING TO RADIOISOTOPIC AND CHEMOSTRATIGRAPHIC DATA

A. S. Biakov^{a, b, #}, Yu. D. Zakharov^c, M. Horacek^d, and Corresponding Member of the RAS N. A. Goryachev^a

^a *N.A. Shilo North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russian Federation*

^b *Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation*

^c *Far Eastern Geological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation*

^d *Department of Lithospheric Research, Vienna University, Vienna, Austria*

[#] *E-mail: abiakov@mail.ru*

Based on the comparison of the $\delta^{13}\text{C}$ trends established in the Tethyan Superrealm sections and the Pautovaya section (Kolyma-Omolon region, Boreal Superrealm) the approximate position of the Wuchiapingian-Changhsingian boundary of the Upper Permian in the North-East Russia was determined for the first time. This boundary runs in the middle part of the *Intomodesma costatum* bivalve zone of the Khivachian regional horizon. This conclusion is also confirmed by the previously obtained dating of zircons from the tuff layer below the Wuchiapingian-Changhsingian boundary in the same section and the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values from well-preserved spiriferid brachiopod shells from the stratotype section of the upper part of the Khivachian regional horizon on the Omolon massif.

Keywords: $\delta^{13}\text{C}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ chemostratigraphy, Wuchiapingian-Changhsingian boundary, Upper Permian, North-East Russia