

*РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН*

**ГЕОЛОГИЯ  
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

**Материалы XXV Международной научной конференции  
(Школы) по морской геологии**

**Москва, 13–17 ноября 2023 г.**

**Том I**

**GEOLOGY  
OF SEAS AND OCEANS**

**Proceedings of XXV International Conference on Marine  
Geology**

**Moscow, November 13–17, 2023**

**Volume I**

Москва / Moscow  
ИО РАН / IO RAS  
2023

**ББК 26.221**  
**Г35**  
**УДК 551.35**

**Геология морей и океанов: Материалы XXV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. I. – М.: ИО РАН, 2023. – 282 с.**

В настоящем издании представлены доклады морских геологов, геофизиков, геохимиков и других специалистов на XXV Международной научной конференции (Школе) по морской геологии, опубликованные в четырех томах.

В томе I рассмотрены проблемы изучения полярных регионов, а также исследований по проблеме «Система Белого моря».

Доклады опубликованы в авторской редакции.

Ответственный редактор к.г.-м.н. Н.В. Политова

Рецензенты

академик Л.И. Лобковский, д.г.-м.н. М.А. Левитан,  
д.г.-м.н. А.Е. Рыбалко, д.г.-м.н. И.А. Немировская, к.г.-м.н. М.Д.  
Кравчишина

**Geology of seas and oceans: Proceedings of XXV International Conference on Marine Geology. Vol. I. – Moscow: IO RAS, 2023. – 282 pp.**

The reports of marine geologists, geophysicists, geochemists and other specialists of marine science at XXV International Conference on Marine Geology in Moscow are published in four volumes.

Volume I includes reports devoted to the problems of research of polar regions, and also of the investigations on problem “White Sea system”.

**Зайончек А.В.<sup>1</sup>, Соловьев А.В.<sup>1,2</sup>**

(<sup>1</sup>Геологический институт РАН, г. Москва, e-mail: [a\\_zayonchek@mail.ru](mailto:a_zayonchek@mail.ru); <sup>2</sup>ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ВНИГНИ), г. Москва)

## **Позднемеловой (сеноман-коньяк) этап развития рифтинга в северной части Северной Атлантики и Арктическом бассейне**

**Zayonchek A.V.<sup>1</sup>, Soloviev A.V.<sup>1,2</sup>**

(<sup>1</sup>Geological Institute RAS, Moscow; <sup>2</sup>VNIGNI, Moscow)

## **Late Cretaceous (Cenomanian-Coniacian) stage of development of rifting in the northern part of the North Atlantic and the Arctic basin**

Ключевые слова: Арктический бассейн, тектоника, термогеохронологические исследования, трековое датирование апатита

Выполнено трековое датирование апатита (apatite fission-track dating, AFT) из песчаников триасового (анизий-норий) возраста скважины Северная, расположенной на о. Грэм-Белл архипелага Земля Франца-Иосифа. Установлен позднемеловой возраст (~90 млн. лет) перехода от этапа относительной температурной и тектонической стабильности к этапу «быстрой» экзугмации пород.

Арктический (Северный Ледовитый) океан состоит из глубоководного бассейна и его шельфовых морей. Глубоководная часть Северного Ледовитого океана (СЛО) делится на Евразийский бассейн (ЕБ) и отделяемый от него подводным хребтом Ломоносова (ХЛ) Амеразийский бассейн (АБ). ЕБ сформировался в кайнозойское время в результате спрединга, который отделил хребет Ломоносова от Баренцево-Карской континентальной окраины [2]. В связи с труднодоступностью прямого геологического изучения глубоководных бассейнов СЛО для понимания тектонической истории его развития проводится изучение прибрежной материковой суши и архипелагов. Одним из методов исследования является трековое датирование апатита, которое выполняется для триасовых пород арх. Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), относящегося к сформированному в мезозое-кайнозое окраинно-шельфовому поднятию на севере Баренцево-Карской шельфовой плиты (рисунок). Чехол поднятия представлен палеозойскими карбонатно-терригенными и мезозойскими (триас-меловыми) терригенными отложениями морского, мелководно-морского и континентального генезиса. Одна из 3-х пробуренных на ЗФИ параметрических скважин – Северная, расположенная на о. Грэм-Белл, вскрыла терригенные породы триаса анизийско-норийского возраста [5].



Рисунок. Схема расположения датированных магматических проявлений и подъема литосферы в Арктике позднемелового возраста (сеноман–коньяк, ~96–88 млн. лет). АХ – острова Аксель Хейберг, ЗФИ – архипелаг Земля Франца Иосифа, НО – Новосибирские острова, ОГ – отрог Геофизиков, ШП – Шпицберген. 1 – точки датирования низкотемпературной термохронологией; 2 – точки датирования магматических пород основного состава; 3 – предполагаемая ось рифтогенного растяжения; 4 – трансформный разлом.

В интервале глубин 633.5–2689 м из песчаников были отобраны 8 образцов для трекового датирования апатита. Трековые возрасты апатита (230 млн. лет и древнее) из двух образцов, отобранных с глубин выше ~ 700 м, древнее возраста опробованных отложений (поздний триас, поздний норий), таким образом, апатит не испытал отжига треков. Значит, эта часть разреза не подвергалась воздействию палеотемператур (~80–120° С) после осадконакопления. Трековый возраст апатита из образцов, отобранных ниже ~ 700 м (средний и поздний триас), моложе ~ 190 млн. лет, треки в апатите испытали отжиг, а трековый возраст апатита закономерно уменьшается с увеличением глубины отбора зерна. Распределение трековых возрастов апатита имеет классическую форму, характерную для эксгумированной зоны частичного отжига (PAZ – partial annealing zone) Перегиб (break in slope) в распределении возрастов показывает переход (~90 млн. лет) от этапа относительной температурной и тектонической

стабильности к этапу «быстрой» эксгумации (крутой склон) [8]. Интерпретация трековых возрастов апатита из скважины Северная показывает, что отложения среднего и верхнего триаса находились в пределах зоны частичного отжига (~80–120° С) в юрско-раннемеловом периоде, а ускорение эксгумации началась в позднем мелу (~90 млн. лет). Трековые данные позволяют дать предварительную оценку скорости эксгумации в позднемеловом периоде (между 90 и 70 млн. лет назад) около 75 м / млн. лет.

До момента начала спрединга в Евразийском бассейне в раннем кайнозойе центральная часть хр. Ломоносова, где ранее было зафиксировано начало эксгумации пород ~95 млн. лет назад [11], вплотную примыкала к участку баренцево-карской континентальной окраины напротив ЗФИ. На всех сейсмических профилях, пересекающих центральную часть хр. Ломоносова, ниже кайнозойских отложений отчетливо выделяется область проградации осадков в АБ, которая нами связывается с раннемеловым подъемом Евразийской палеоконтинентальной окраины.

Позднемеловая (сеноман-коньяк) эксгумация пород широко проявлена в Арктике и зафиксирована на северо-восточном побережье Гренландии [8], северо-западной части арх. Шпицберген [7], на о. Медвежий, расположенном южнее архипелага Шпицберген [16], на западном побережье Новосибирских островов в море Лаптевых [13], в северной части Верхоянского складчато-надвигового пояса и Приверхоянского краевого прогиба [1], на о. Врангеля [12], в северной части Арктического шельфа Аляски [4]. Если рассматривать Арктический регион в целом, то возраст ~96–89 млн. лет (рисунок) соответствует одному из этапов основного магматизма, проявленного на островах Арктического Канадского архипелага [6], хр. Альфа в АБ [10, 15] и на севере Верхоянского складчатого комплекса вблизи побережья моря Лаптевых [13]. Около 90 млн. лет назад на Тихоокеанской стороне Северной Америки происходит прекращение мелового гранитоидного магматизма в Кордильерах, совпадающее с началом максимально интенсивной вулканической деятельности (~90–84 млн. лет назад) в пределах Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса России [3, 12].

Очевидное изменение тектонического режима в Арктике видимо связано с резкой сменой направления движения Тихоокеанских литосферных плит, произошедшей ~95 млн. лет назад [14]. В результате этого в позднем мелу (сеноман-коньяк) активизировался рифтинг в северной части Северной Атлантики и Арктическом бассейне. Основное растяжение происходило между Гренландией и Северной Америкой в заливе Баффина, островах Арктического Канадского архипелага (о. Аксель-Хейберг и Элсмир), центральной части хребта Альфа, западной части котловины Подводников между хр. Ломоносова и отрогом Геофизиков, юго-западной части моря Лаптевых и прилегающей области северной части Верхоянского складчато-

надвигового пояса.

Работа выполнена при финансовой поддержке при поддержке Проекта РНФ №22-27-00440 “Построение моделей тектонической эволюции осадочных бассейнов Арктической зоны России по геохронологическим и геолого-геофизическим данным”.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Васильев Д.А., Прокопьев А.В., Худолей А.К., Ершова В.Б., Казакова Г.Г., Ветров Е.В. Термохронология северной части Верхоянского складчато-надвигового пояса по данным трекового датирования апатита // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019. Т. 24. № 4. С. 49–66.
2. Карасик А.М. Магнитные аномалии хребта Гаккеля и происхождение Евразийского суббассейна Северного Ледовитого океана // Геофиз. методы разведки в Арктике. Вып. 5. Л.: НИИГА, 1968. С. 9–19.
3. Akinin V.V., Miller E.L., Toro J., Prokopyev A.V., Gottlieb E.S., Pearcey S., Polzunenkov G.O., Trunilina V.A. Episodicity and the dance of late Mesozoic magmatism and deformation along the northern circum-Pacific margin: north-eastern Russia to the Cordillera // Earth-Science Reviews. 2020. V. 208. 103272.
4. Craddock W.H., Houseknecht D.W. Cretaceous–Cenozoic burial and exhumation history of the Chukchi shelf, offshore Arctic Alaska // Am. Assoc. Pet. Geol. 2016. Bull 100. P. 63–100.
5. Dibner V.D. (ed.) Geology of Franz Jozef Land. Norsk Polarinstitut. 1998. Meddelelser 146. 190 p.
6. Dockman D.M., Pearson D.G., Heaman L.M., Gibson S.A., and Sarkar C. Timing and origin of magmatism in the Sverdrup Basin, Northern Canada—implications for lithospheric evolution in the High Arctic Large Igneous Province (HALIP) // Tectonophysics. 2018. V. 742–743. P. 50–65.
7. Dörr N., Lisker F., Piepjohn K., Spiegel C. Cenozoic development of northern Svalbard based on thermochronological data // Terra Nova. 2019. V. 31(3). P. 306–315.
8. Fitzgerald P.G., Malusà M.G. Concept of the exhumed partial annealing (retention) zone and age-elevation profiles in thermochronology Fission-Track Thermochronology and its Application to Geology / M. G. Malusà and P. G. Fitzgerald (eds.). Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-89421-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-89421-8_9)
9. Japsen P., Green P. F., Bonow J. M., Bjerager M., Hopper J. R. Episodic burial and exhumation in North-East Greenland before and after opening of the North-East Atlantic. GEUS Bulletin. 2021. V. 45(2). 5299. <https://doi.org/10.34194/geusb.v45.5299>
10. Jokat W., Ickrath M., O'Connor J. Seismic transect across the Lomonosov and Mendeleev Ridges: Constraints on the geological evolution of the Amerasia Basin, Arctic Ocean // Geophys. Res. Lett. 2013. V. 40 (19). P. 5047–5051.

11. Knudsen C., Hopper J. R., Bierman P. R., Bjerager M., Funck T., Green P. F., Ineson J. R., Japsen P., Marcussen C., Sherlock S.C., Thomsen T.B. Samples from Lomonosov Ridge place new constraints on the geological evolution of Arctic Ocean // *Circum-Arctic Lithosphere Evolution* / V. Pease, B. Coakley (eds.). Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 460. 2018. P. 397–418.
12. Miller E.L., Akinin V.V., Dumitru T.A., Gottlieb E.S., Grove M., Meisling K., Seward G. Deformational history and thermochronology of Wrangel Island, East Siberian Shelf and coastal Chukotka, Arctic Russia // *Circum-Arctic Lithosphere Evolution* / V. Pease, B. Coakley (eds.). Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 460. 2018. P. 207–238.
13. Prokoviev A.V., Ershova V. B., Anfinson O., Stockli D., Powell J., Khudoley A. K., Vasiliev D. A., Sobolev N. N., Petrov E. O. Tectonics of the New Siberian Islands archipelago: Structural styles and low temperature thermochronology // *Journal of Geodynamics*. 2018. V. 121. P. 155–184.
14. Torsvik T. H., Steinberger B., Shephard G. E., Doubrovine P. V., Gaina C., Domeier M., et al. (2019). Pacific-Panthalassic reconstructions: Overview, errata and the way forward // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2019. V. 20. P. 3659–3689.
15. Williamson M.C., Kellet D., Miggins D., Koppers A. A., Oakey G. N., Weis D., Jokat W., Massey E. and Carey R. Age and Eruptive Style of Volcanic Rocks Dredged from the Alpha Ridge, Arctic Ocean // *EGU General Assembly*. 2019. *Geophysical Research Abstracts*. V. 21. EGU2019-6336.
16. Worsley D., Agdestein T., Gjelberg J.G., Kirkemo K., Mørk A., Nilsson I., Olaussen S., Steel R.J. & Stemmerik L. The geological evolution of Bjørnøya, Arctic Norway: implications for the Barents Shelf // *Norwegian Journal of Geology*. 2001. V. 81. P. 195–234.

Apatite fission-track dating (AFT) was carried out for the sandstones of Triassic (Anisian-Norian) age for the Severnaya well, located on the Graham Bell Island of the Franz Josef Land archipelago. The Late Cretaceous age (~90 million years) fixed the beginning of transition from the stage of relative temperature and tectonic stability to the stage of “rapid” exhumation of rocks has been established.