

УДК 551.763.1:551.583.7(571.1)

ГЛЕНДОНИТЫ В АПТСКОМ ЯРУСЕ (НИЖНИЙ МЕЛ) ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2025 г. М. А. Рогов^{1,*}, А. А. Фёдорова², О. В. Кочубей²,
К. Ю. Васильева^{1,3}, И. В. Панченко^{1,4}

Представлено академиком РАН К.Е. Дегтяревым 24.01.2025 г.

Поступило 24.01.2025 г.

После доработки 27.01.2025 г.

Принято к публикации 27.01.2025 г.

Описана первая находка глендонитов (псевдоморфоз кальцита по холодноводному минералу икаиту) в аптском ярусе (танопчинская свита) Западной Сибири. Приведён обзор находок апт-альбских глендонитов в других регионах мира, рассмотрено значение этих находок для уточнения климата терминальной части раннего мела. Изображены аптские глендониты из Северо-Востока России.

Ключевые слова: икаит, Арктика, климат, палеогеография

DOI: 10.31857/S2686739725050054

ВВЕДЕНИЕ

Среди разнообразных индикаторов климата геологического прошлого одно из важнейших мест занимают глендониты — кальцитовые псевдоморфозы по икаиту, которые встречаются от палеопротерозоя до голоцена главным образом в морских отложениях. Икаит (гексагидрат карбоната кальция $\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) в природных условиях стабилен в узком температурном диапазоне (не выше 7°C). Кристаллы икаита и их сростки обладают очень характерным обликом, что позволяет легко определять находки глендонитов даже по образцам неполной сохранности и выщелоченным пустотам [1, 2]. Факторы, контролирующие осаждение икаита и его распределение в пространстве пока недостаточно ясны, но необходимым условием их присутствия является низкая температура окружающей среды.

В нижнем мелу находки глендонитов встречаются в высоких широтах и южного, и северного полушарий Земли. В Сибири они до настоящего

времени были известны из рязанского, валанжинского и готеривского ярусов [2]. Более молодые — апт-альбские глендониты были описаны или упомянуты из других районов Арктики — Шпицбергена, Северной и Северо-Восточной Гренландии, островов Арктической Канады, а также Корякии и Чукотки [2–4].

МАТЕРИАЛ

В ходе работ по изучению керна скважины Тамбейского месторождения, пробуренной на Гыданском полуострове, в одном из образцов керна из танопчинской свиты (аптский ярус) на глубине 1781.47 м Г.А. Галаджаном (СПФ ФГБУ “ВНИГНИ”) был встречен небольшой глендонит (рис. 1), который был передан для изучения авторам настоящей работы. Глендонит изометричной формы, имеет размеры $\sim 3 \times 3$ см и относится к наиболее распространённому морфотипу (“rosette” согласно традиционной классификации [4])). Вмещающая порода представлена алевропесчаником с карбонатным цементом. Микроскопически глендонит сложен кристаллами кальцита размером 0.05–0.5 мм (рис. 2). В проходящем свете различаются кристаллы желтовато-коричневые, которые составляют около 20–30% псевдоморфозы, эти кристаллы не люминесцируют. Другой тип кристаллов кальцита бесцветный и обладающий тёмно-красным свечением при катодолюминесценции. Этот тип кальцита окружает кристаллы

¹Геологический институт Российской Академии наук, Москва, Россия

²Санкт-Петербургский филиал ФГБУ “Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт”, Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁴ЗАО “Моделирование и мониторинг геологических объектов им. В. А. Давурченского”, Москва, Россия

*E-mail: rogov@ginras.ru

желтовато-коричневого цвета. Данные предшествующих исследований показали, что такое строение типично для глендонитов: желтовато-коричневые кристаллы формируются при дегидратации икаита, более светлые — при относительно более поздней цементации [5]. Центральная часть глендонита сложена халцедоном с синим катодолюминесцентным свечением.

Микрофауна в образце представлена комплексом бентосных агглютинирующих фораминифер, характерных для пляжно-баровых

фаций: многочисленными примитивными формами и представителями *Naplophragmoididae* с разнотельным агглютинином как по составу, так и размеру: кварц, пирит, глауконит, УРД (в т.ч. витринит и спорополлениновые неопределимые остатки растительной природы) (рис. 3). Таксономический состав, размерность, форма кварцевых зёрен агглютинанта в отмытом порошке образца характерна для баровых фаций литорали и верхней сублиторали. В Тамбейском районе подобный облик комплекса фораминифер и отмытого порошка характерен для интервала распространения пластов ТП₁ — ТП₁₈.

Проведены комплексные палинологические исследования образца керна, включающего глендонит. Изученные отложения характеризуются слабой насыщенностью палиноморфами преимущественно неудовлетворительной сохранности. В составе спектра раннемелового облика доминирует двухмешковая пыльца голосеменных (*Disaccites* gen. sp. indet., *Pinuspollenites* spp., *Podocarpidites* spp.). Присутствуют редкие моносулькатные и таксодиевые формы. Среди споровых встречены представители циатейных, глейхениевых и осмундовых папоротников, заметно участие сфагновых мхов. Часты находки *Cicatricosisporites* spp., диагностирован вид *Sestrosporites pseudoalveolatus* (Couper) Dettmann (рис. 4, фиг. 2) и фрагмент споры *Trilobosporites* sp. (рис. 4, фиг. 3) В изученном образце также установлены немногочисленные диноцисты (или их фрагменты) широкого стратиграфического диапазона распространения, единичные представители колониальных водорослей *Botryococcus* sp. и внутренних оболочек микрофораминифер (рис. 4, фиг. 12).

Спорово-пыльцевой состав палиноспектра условно сопоставим с зональным комплексом апта (СПК V) [6], но в нём не отмечается многочисленных и разнообразных спор глейхениевых, характерных для апт-альбских палинокомплексов. Мацерат, полученный после технической

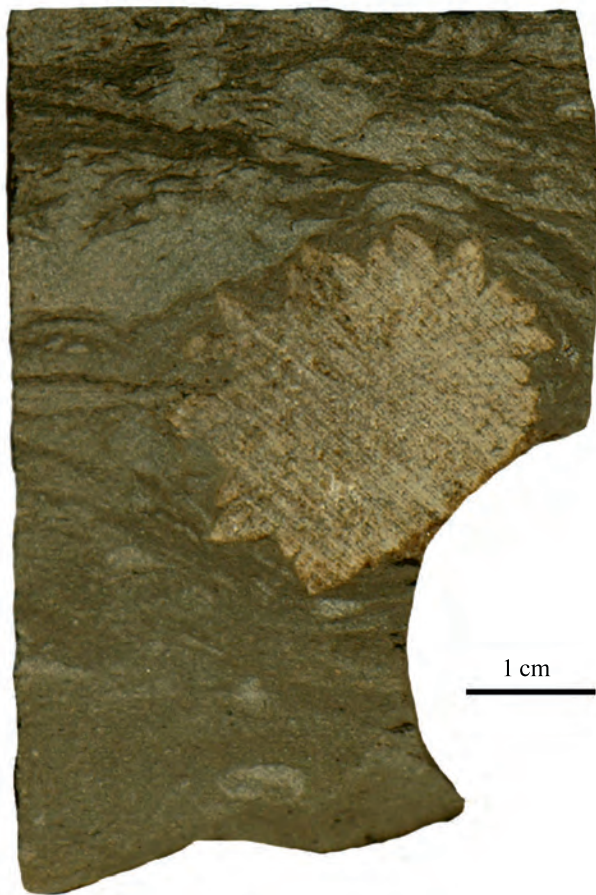


Рис. 1. Внешний вид глендонита из танопчинской свиты (апт) Тамбейского месторождения в распиленном керне

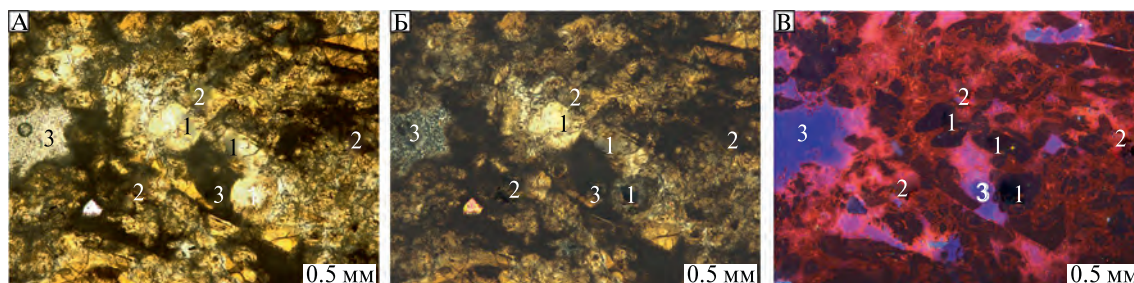


Рис. 2. Фотографии глендонита в проходящем свете без анализатора (А), с анализатором (Б) и при катодолюминесцентном свечении (В): 1 — кальцит, образующийся при дегидратации икаита, 2 — кальцит в цементе, 3 — халцедон

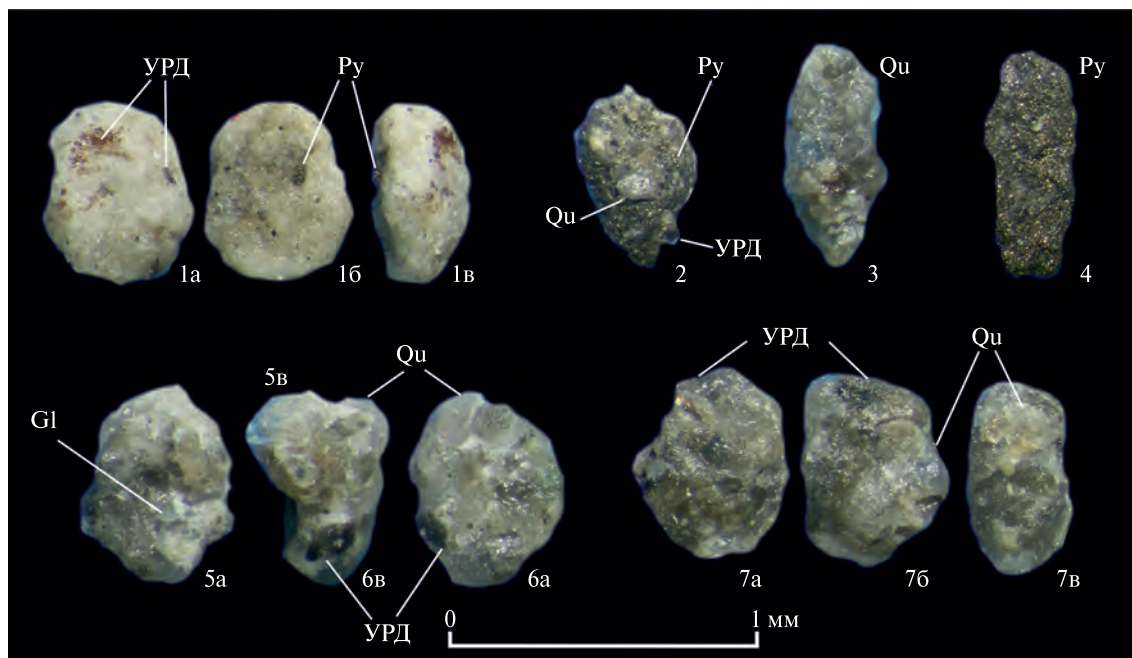


Рис. 3. Пляжно-баровые агглютинирующие фораминиферы из керна скважины с глендонитом (гл. 1781.47 м). 1 — *Tolypammina* sp.; 2 — *Lagenammina agglutinans* (Tairov, 1961); 3 — *Reophax* sp.; 4 — пиритизированный *Bulbobaculites* spp.; 5–6 — конгломерат из фораминифер: 5 — *Haplophragmoides* sp.; 6 — *Cribrostomoides* sp.; 7 — *Recurvoides* sp. Qu — кварц, Gl — глауконит, Py — пирит, УРД — углефицированный растительный детрит

пробоподготовки образца породы, в равной степени насыщен минеральной и органической составляющими. Присутствуют многочисленные кристаллы минералов в основном средних (20–40 мкм) и крупных (более 50 мкм) размеров, а также проблематичный детрит преимущественно средних (20–40 мкм) размеров, как правило, углефицированный. Отмечено тонкорассеянное аморфное органическое вещество. В палиноспектре присутствуют наземные и морские палиноморфы, часто с многочисленными механическими повреждениями оболочек. Состав органомацерата характерен для трахеальной с признаками минеральной палинофагии и указывает на прибрежно-морские мелководные условия осадконакопления с высоким уровнем гидродинамической активности среды.

ОБСУЖДЕНИЕ

В нижнемеловых отложениях глендониты встречаются в обоих полушариях Земли, их находки приурочены к двум основным стратиграфическим интервалам: рязанскому — готеривскому ярусам (в этом интервале в Сибири глендониты встречаются часто) и верхнему апту-среднему альбу [2]. За пределами этих интервалов известна единственная находка глендонитов из верхнего баррема шельфа Баренцева моря [7].

Большое число находок глендонитов в среднеаптском-среднеальбском интервалах хорошо согласуется с представлениями о существенном похолодании в это время, которое отмечается как в высоких, так и в низких палеоширотах, и фиксируется на глобальных кривых изменения средней температуры поверхности Земли [8–10]. Наиболее часто апт-альбские глендониты встречаются в двух регионах — на Шпицбергене и на островах Арктической Канады (рис. 5 А, Б). В конце раннемеловой эпохи оба этих региона располагались в заполярных широтах (рис. 5, 6). В то же время, массовые находки глендонитов отражают, вероятно, степень изученности этих регионов, а также влияние местных факторов среды бассейна осадконакопления, которые контролировали осаждение икаита. Примечательно, что большая часть данных об апт-альбских глендонитах Шпицбергена была получена в последние 10 лет [1, 4, 11], тогда как в более старых публикациях имелись лишь единичные упоминания о находках в этих отложениях “звездчатых конкреций” или “антраконитов”. Нижнемеловые глендониты Арктической Канады в 70–80-х годах XX века активно изучались Э. Кемпером [12], что предопределило интерес исследователей к глендонитам данного региона.

Находки апт-альбских глендонитов на северо-востоке России неоднократно упоминались

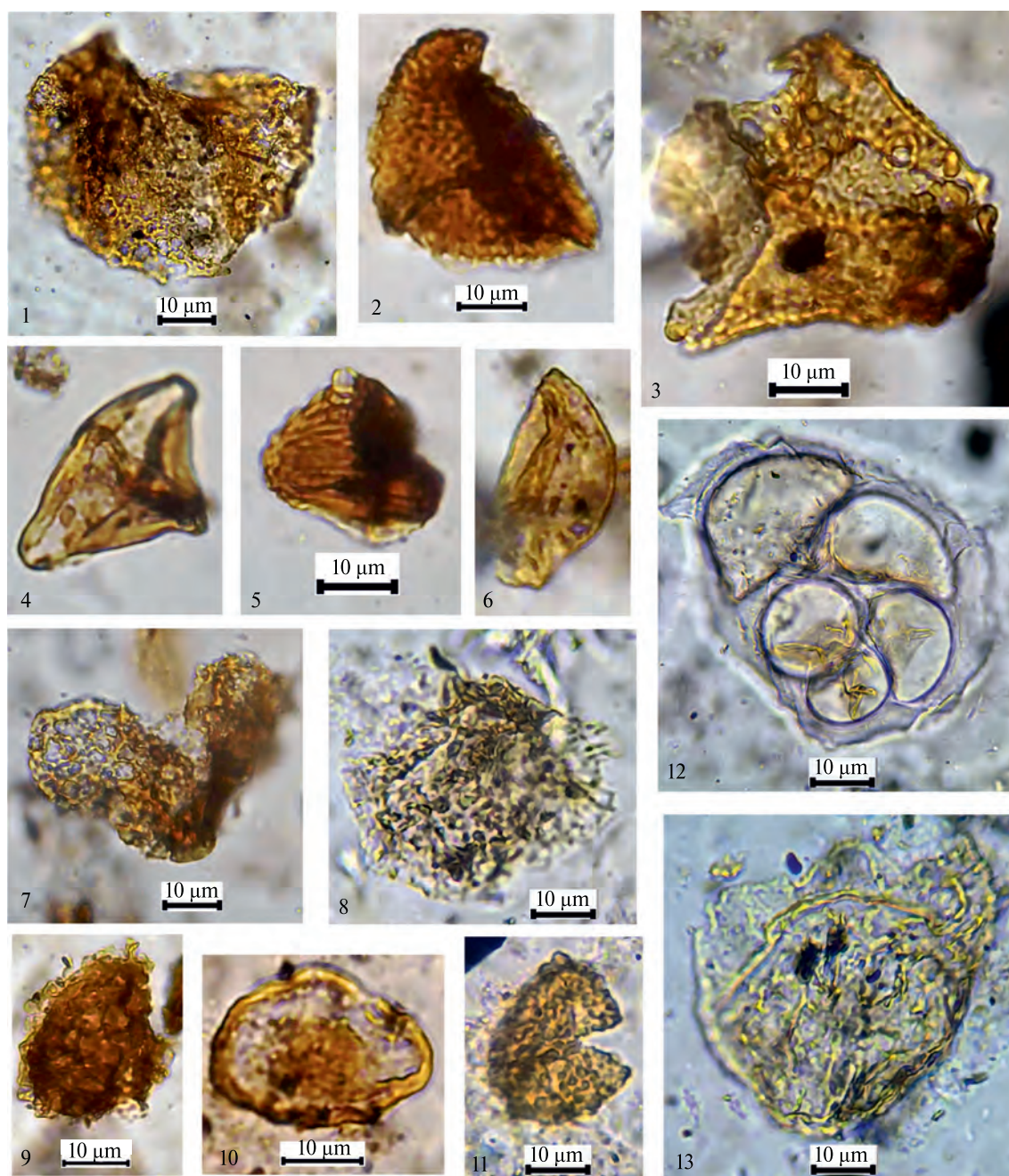


Рис. 4. Микрофоссилии (споры, пыльца, диноцисты, микрофораминиферы) из керна скважины с глендонитом (гл. 1781.47 м). Фиг. 1. *Pinuspollenites* sp. Фиг. 2. *Sestrosporites pseudoalveolatus* (Couper) Dettmann. Фиг. 3. *Trilobosporites* sp. Фиг. 4. *Gleicheniidites* sp. Фиг. 5. *Cicatricosisporites* sp. Фиг. 6. *Ginkgocycadophytus* sp. Фиг. 7. *Podocarpidites* sp. Фиг. 8. *Chlamydophorella* sp. Фиг. 9. *Lycopodiumsporites* sp. Фиг. 10. *Sphagnum* sp. Фиг. 11. *Trilites tuberculiformis* Cookson. Фиг. 12. Внутренняя оболочка микрофораминиферы *Harporhagmoididae* (начальная камера и первый оборот спирали). Фиг. 13. *Cassiculosphaeridia* sp.

в публикациях по региональной геологии (чаще всего как “звездчатые конкреции” [13], реже как “глендониты” [14]), но изображения или подробные описания этих псевдоморфоз в публикациях отсутствовали. Поэтому природа этих “звездчатых конкреций” оставалась спорной. Лишь недавно фотографии несомненных глендонитов из аптских отложений северо-востока

России удалось обнаружить в отчёте [15] (перезображены здесь на рис. 7). Глендониты здесь представлены двумя морфотипами, которые характерны для одновозрастных глендонитов Арктической Канады [3] и Шпицбергена [1].

В Западной Сибири, несмотря на высокую степень изученности, до последнего времени

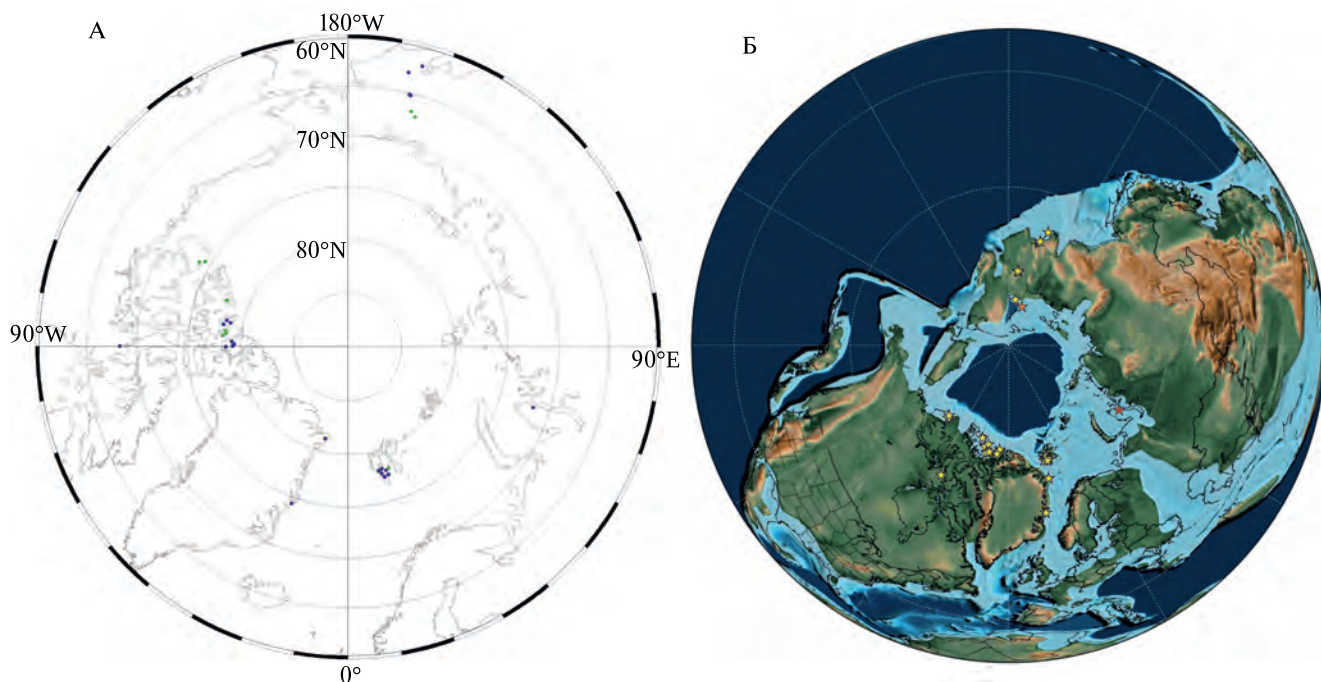


Рис. 5. Географическое распространение апт-альбских глендонитов в Северном полушарии. А — на современной географической основе (зелёным цветом обозначены аптские находки, синим — апт-альбские и альбские), карта подготовлена с помощью программы OceanDataView [16]; Б — на палеогеографической реконструкции по [17] (красной звёздочкой обозначен изученный в данной работе образец, оранжевой — аптские глендониты северо-востока России, изображённые на рис. 7, жёлтыми звездочками — остальные находки)

находки глендонитов мелового возраста были неизвестны. Частично это связано с тем, что глендониты не привлекали внимания геологов, описывавших керн. Однако в неопубликованных отчётах авторами настоящей работы по фотографиям распиленного керна рязанско-готеривского возраста были опознаны несомненные глендониты. Анализ географического распространения находок нижнемеловых глендонитов Западной Сибири показал, что они приурочены к наиболее глубоководным участкам палеобассейна, где температура придонных вод была наиболее низкой, или же к мелководным участкам, подверженных влиянию холодноводных течений [15].

Судя по характеру отложений, к которым приурочена описанная в данной работе находка глендонита, а также составу комплексов микрофоссилий, обстановки осадконакопления здесь отвечают мелководным условиям верхней сублиторали. На Шпицбергене первые находки глендонитов в апте отмечаются в пачке Далькьегла, которая сложена сходными фациями [1]. По-видимому, появление глендонитов в таких мелководных отложениях может быть связано с наступлением первой фазы среднеаптского похолодания, но нельзя исключать влияния холодных

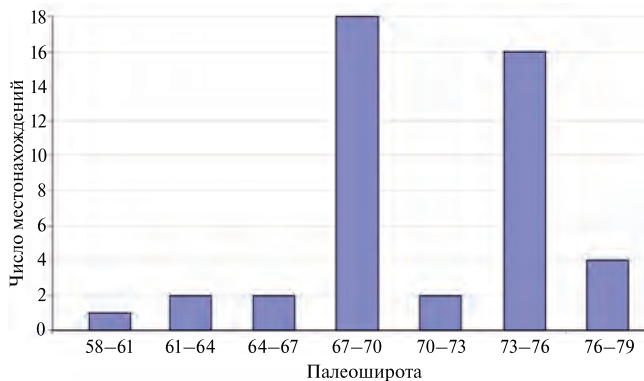


Рис. 6. Распределение апт-альбских глендонитов по палеоширотам (рассчитаны по данным сайта paleolatitude.org [18])

течений, наличие которых благоприятствовало кристаллизации икаита.

Все известные находки глендонитов из апт-альба Северного полушария обнаружены в высокоширотных разрезах, палеошироты которых свидетельствуют о расположении преимущественно за полярным кругом. Из 48 местонахождений апт-альбских глендонитов, сведения о которых имеются в авторской базе данных [2], более 90% (44 из 48) располагались севернее 66-й палеопараллели (рис. 6). Это справедливо и для

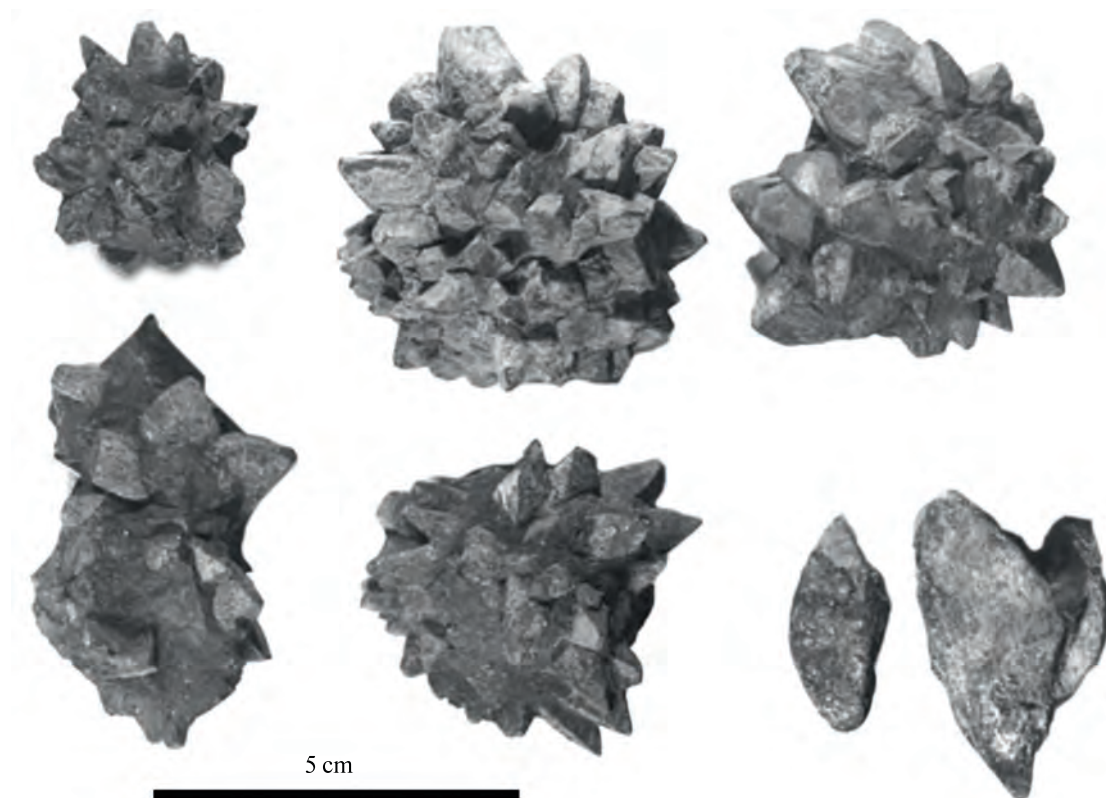


Рис. 7. Аптские глендониты из бассейна р. Орловской (на рис. 5 Б местонахождение отмечено звёздочкой оранжевого цвета, по [15])

единственной пока известной находки глендонитов в апте Западной Сибири.

ВЫВОДЫ

Глендониты широко распространены в средне-аптских-среднеальбских отложениях высоких широт Северного полушария. Эти находки маркируют эпизоды похолодания в конце раннемеловой эпохи. До последнего времени их находки были известны главным образом в Арктической Канаде, Шпицбергене, Северной и Северо-Восточной Гренландии, а также на Северо-Востока России. Впервые установлено присутствие глендонитов в апте (танопчинская свита) на севере Западной Сибири (Гыданский полуостров). Скорее всего, эта находка одновозрастна древнейшим аптским глендонитам Шпицбергена, которые тоже приурочены к мелководным прибрежным фациям.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 24-27-00415 (<https://rscf.ru/project/24-27-00415/>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлова К.Ю., Rogov M.A., Ershova B.B., Васильева К.Ю., Покровский Б.Г., Барабошкин Е.Ю. Новые

данные о стратиграфии и глендонитах свиты Каролинефьеллет (средний апт-нижний альб, нижний мел) Западного Шпицбергена // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2021. Т. 29. № 1. С. 11–27.

2. Rogov M., Ershova V., Gaina C., Vereshchagin O., Vasilieva K., Mikhailova K., Krylov A. Glendonites throughout the Phanerozoic // *Earth-Science Reviews*. 2023. V. 241. 104430.
3. Grasby S.E., McCune G.E., Beauchamp B., Gallo-way J.M. Lower Cretaceous cold snaps led to widespread glendonite occurrences in the Sverdrup Basin, Canadian High Arctic // *GSA Bulletin*. 2017. V. 129. P. 771–787.
4. Vickers M., Watkinson M., Price G.D., Jerrett R. An improved model for the ikaite-glendonite transformation: evidence from the Lower Cretaceous of Spitsbergen, Svalbard // *Norwegian Journal of Geology*. 2018. V. 98. P. 1–15.
5. Huggett J.M., Schultz B.P., Shearman D.J., Smith A.J. The petrology of ikaite pseudomorphs and their diagenesis // *Proceedings of the Geologists' Association*. 2005. V. 116. P. 207–220.
6. Lebedeva N.K., Pestchevitskaya E.B. Reference Cretaceous spore-pollen succession of West Siberia: evolutionary stages, facies, and correlations // *Journal of Stratigraphy*. 2012. V. 36. No. 2. P. 193–212.

7. *Mikhailova K., Rogov M., Ershova V., Vereshchagin O., Shurekova O., Feodorova A., Zakharov V.* Middle Jurassic–Lower Cretaceous glendonites from the eastern Barents Shelf as a tool for paleoenvironmental and paleoclimatic reconstructions // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2021. V. 579. 110600.
8. *Mutterlose J., Bottini C., Schouten S., Sinninghe Damsté J.S.* High sea-surface temperatures during the early Aptian Oceanic Anoxic Event 1a in the Boreal Realm // *Geology*. 2014. V. 42. P. 439–442.
9. *Bottini C., Erba E., Tiraboschi D., Jenkyns H.C., Schouten S., Sinninghe Damsté J. S.* Climate variability and ocean fertility during the Aptian Stage // *Climate of the Past*. 2015. V. 11. P. 383–402.
10. *Judd E.J., Tierney J.E., Lunt D.J., Montañez I.P., Huber B.T., Wing S.L., Valdes P.J.* A 485-million-year history of Earth's surface temperature // *Science*. 2024. V. 385. No. 6715. eadk3705.
11. *Vickers M.L., Price G.D., Jerrett R.M., Watkinson M.* Stratigraphic and geochemical expression of Barremian–Aptian global climate change in Arctic Svalbard // *Geosphere*. 2016. V. 12. No. 5. P. 1–12.
12. *Kemper E.* Das Klima der Kreide-Zeit // *Geologisches Jahrbuch, Reiche A.* 1987. Bd. 96. P. 5–185.
13. *Паракецов К.В., Паракецова Г.В.* Стратиграфия и фауна верхнеюрских и нижнемеловых отложений Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1989. 298 с.
14. *Alabushev A.* Ammonite faunas and biostratigraphy of the Albian to Middle Cenomanian (Cretaceous) in western Koryak-Kamchatka, NE Russia // *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. 1995. Bd. 196. P. 109–139.
15. *Рогов М.А., Васильева К.Ю., Панченко И.В.* Климатический и палеогеографический контроль распространения нижнемеловых глендонитов в Сибири и на Северо-Востоке России / Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: материалы XII Всероссийского совещания (Южно-Сахалинск, 7–11 октября 2024 г.). Южно-Сахалинск: Издательство ООО “Индиго”, 2024. С. 219–222.
16. *Schlitzer R.* Ocean Data View, 2024. <https://odv.awi.de>.
17. *Scotese C.R.* An atlas of Phanerozoic paleogeographic maps: the seas come in and the seas go out // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 2021. V. 49. No. 1. P. 679–728.
18. *van Hinsbergen D.J.J., de Groot L.V., van Schaik S.J., Spakman W., Bijl P.K., Sluijs A., Langereis C.G., Brinkhuist H.* A Paleolatitude Calculator for Paleoclimate Studies // *PLoS ONE*. 2015. V. 10. No. 6. e0126946.

GLENDONITES IN THE APTIAN STAGE (LOWER CRETACEOUS) OF WESTERN SIBERIA

© 2025 M. A. Rogov^{a, #}, A. A. Fedorova^b, O. V. Kochubey^b, K. Yu. Vasileva^{a, c}, I. V. Panchenko^{a, d}

Presented by Academician of the RAS K.E. Degtyarev January 24, 2025

^a*Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b*Saint-Petersburg branch of All-Russian Research Geological Oil Institute, Saint-Petersburg, Russia*

^c*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia*

^d*JSC MiMGO, Moscow, Russia*

[#]*E-mail: rogov@ginras.ru*

The first occurrence of glendonite (calcite pseudomorph after cold-water mineral ikaite) was described from the Aptian Stage (Tanopcha Formation) of Western Siberia. The review of Aptian-Albian glendonite record in other regions of the world is provided, and the significance of these occurrences for clarifying the climate of the terminal part of the Early Cretaceous is discussed. Aptian glendonites from the North-East of Russia are figured.

Keywords: ikaite, Arctic, climate, palaeogeography