

УДК 551.737.2

РАЗНООБРАЗИЕ АРХЕОЦИАТ И Sr-ХЕМОСТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕГО КЕМБРИЯ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ (УДИНО-ВИТИМСКАЯ И БИРАМЬИНО-ЯНГУДСКАЯ ЗОНЫ)

© 2021 г. М. С. Скрипников¹, *, член-корреспондент РАН А. Б. Кузнецов²,
Л. И. Ветлужских¹, О. К. Каурова²

Поступило 04.07.2021 г.

После доработки 16.08.2021 г.

Принято к публикации 23.08.2021 г.

Представлено описание морфологического строения археоциат из олдындинской свиты Удино-Витимской структурно-фациальной зоны и аиктинской свиты Бирамьино-Янгудской зоны Западного Забайкалья. Впервые возраст олдындинской и аиктинской свит уточнен посредством С- и Sr-изотопной хемотратиграфии. В олдындинской свите описаны три археоциатовых горизонта вместо ранее выделявшихся четырех – ульдзуйтуйский (атдабанский ярус), сухореченский и хулудинский (ботомский ярус), а в аиктинской свите – качинский горизонт (тойонский ярус). Проведен анализ морфогенеза археоциат – от форм с простой пористостью (ульдзуйтуйское время), до кубков с чешуями, кольцами и каналами стенок (сухореченское-хулудинское время), и кубков с дополнительной микропористой оболочкой (качинское время). Все выделенные стадии отражают расцвет и угасание археоциатового сообщества Саяно-Байкальской горной области. Отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и значение $\delta^{13}\text{C}$ в известняках трех горизонтов олдындинской свиты (0.70828–0.70847 и от 0.2 до 2.7‰ PDB) и аиктинской свиты (0.70866–0.70877 и от –2.4 до 0.5‰ PDB) совпадают с С- и Sr-изотопными вариациями в морской воде атдабанского, ботомского и тойонского времени раннего кембрия. С- и Sr-хемотратиграфические данные согласуются с палеонтологическими находками и соответствуют представлениям о формировании Удино-Витимской островодужной системы и связи с эпиконтинентальным морским бассейном Сибирской платформы в раннем кембрии.

Ключевые слова: биостратиграфия, Sr-хемотратиграфия, нижний кембрий, археоциаты, Западное Забайкалье

DOI: 10.31857/S2686739721120112

ВВЕДЕНИЕ

Археоциаты широко распространены в отложениях нижнего кембрия многих континентов [4, 9, 10, 16]. Появление этой фауны связано с крупными тектоническим перестройками и изменением геохимии океана в конце докембрия, что зафиксировано в вариациях $\delta^{13}\text{C}$ и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в отложениях Сибирской платформы [5, 11, 15, 17, 18]. Сибирская платформа, которая в раннем кембрии находилась в приэкваториальной области и представляла собой теплое мелководное море, стала центром диверсификации археоциат [6, 9]. Распространение археоциат стало возможно благодаря развитию Палеоазиатского океана на пе-

риферии Сибирского кратона, где возникла система Удино-Витимской островной дуги и серии междуговых морей [3]. Таким образом, территория Саяно-Байкальской горной области представляет значительный интерес для понимания развития Палеоазиатского океана, его взаимодействия с эпиконтинентальным морским бассейном Сибирской платформы и эволюции археоциат в раннем кембрии. В настоящей статье показана стадийность развития скелета археоциат в олдындинской и аиктинской свитах, впервые для известняков этих свит получены С- и Sr-изотопные данные, что в сумме позволило уточнить возраст нижекембрийских свит Западного Забайкалья.

ГЕОЛОГИЯ РЕГИОНА

Саяно-Байкальской горная область является складчатой структурой в южном обрамлении Сибирской платформы. Основные геодинамические элементы этой области были сформированы на раннекаледонском этапе в венде и кембрии.

¹ Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, Улан-Удэ, Россия

² Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: mlskr@ya.ru

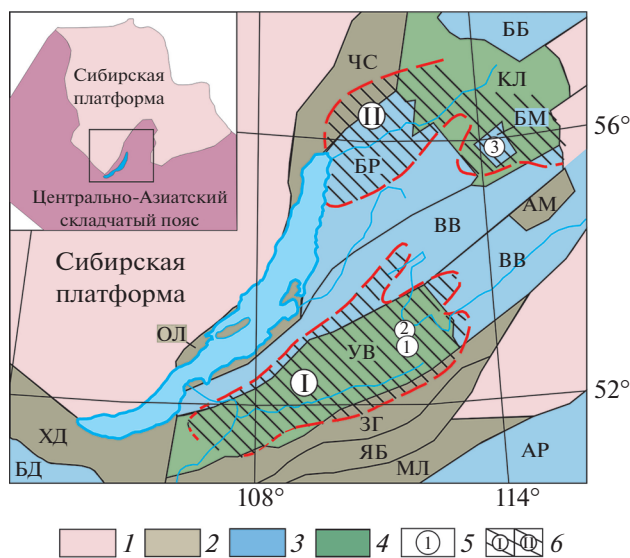


Рис. 1. Схема тектонического районирования Западного Забайкалья ([1], с дополнениями). 1 – Сибирский кратон (СК); 2 – кратонные террейны: ХД – Хамардабанский, ЗГ – Заганский, ЯБ – Яблоновый, МЛ – Малханский, АМ – Амалатский, ЧС – Чуйский, ОЛ – Ольхонский; 3 – террейны турбидитовых бассейнов: БД – Битуджинский, АР – Аргунский, ВВ – Верхневитимский, БР – Баргузинский, ББ – Бодайбинский, БМ – Бамбуйский; 4 – островодужные террейны: УВ – Удино-Витимский; КЛ – Клянский; 5 – точки отбора проб (1 – р. Ульзуйтуй; 2 – р. Хулудый; 3 – р. Аикта); 6 – структурно-фациальные зоны раннепалеозойского осадконакопления (1 – Удино-Витимская, II – Бирамьино-Янгудская).

В пределах Западного Забайкалья выделяется Удино-Витимская островодужная система, сформировавшаяся в раннем палеозое, которая включала в себя предугловый осадочный бассейн, аккреционную призму с глубоководным желобом и собственно вулканическую дугу. В настоящее время сохранился только ряд фрагментов островодужной системы, которые образуют площади нижнепалеозойских осадочно-вулканогенных и субвулканических пород разного размера среди обширных полей верхнепалеозойских гранитоидов и габброидов [3]. Одна из таких областей – Удино-Витимская зона (рис. 1), к которой приурочены раннекембрийские вулканогенные и карбонатные отложения олдындинской свиты [8]. Другая крупная область с раннекембрийскими отложениями – Бирамьино-Янгудская, развитая в северной части Забайкалья и приурочена к Бамбуйскому турбидитовому террейну (рис. 1).

АРХЕОЦИАТЫ ОЛДЫНДИНСКОЙ И АИКТИНСКОЙ СВИТ

Среди нижнекембрийских отложений Удино-Витимской и Бирамьино-Янгудской зон широко

развиты известняки с разнообразными комплексами археоциат [8, 14].

Олдындинская свита (E_{1ol}), выделяемая в пределах Удино-Витимской структурно-фациальной зоны, сложена преимущественно эффузивами кислого и среднего составов, их туфами, туфолавами и известняками. Последние представлены простыми по морфологии биогермами и биостромами, сложенными серыми и розовато-серыми массивными известняками, содержащими археоциаты, водоросли, редкие трилобиты и мелкорачковинную фауну. Олдындинская свита представлена двумя типами разрезов [3]. Для первого типа характерны вулканы кислого и среднего состава (риолиты–дациты, андезиты и их туфы). Во втором типе преобладают вулканокластиты, слагающие серии конусов псефитовых и псефито-псаммитовых тейфротурбидитов среднего и смешанного состава, а также вулкано-терригенные породы с органогенными карбонатными постройками.

Б.А. Далматов и М.М. Язмир на основе изучения археоциат олдындинской свиты выделили четыре региональных подразделения в ранге горизонтов с местными названиями [8, 14]: нижнеульзуйтуйский, верхнеульзуйтуйский, сухореченский и хулудинский атдабанского возраста со стратотипами по рекам Ульзуйтуй и Хулудый. Отсутствие в известняках характерных форм ботомского яруса ставило под вопрос наличие отложений ботомского яруса в этом районе [14].

В 2015 и 2017 г. биостратиграфический отряд лаборатории геодинамики ГИН СО РАН обнаружил дополнительные формы археоциат в стратотипических разрезах олдындинской свиты (рис. 2). В естественном обнажении по бортам р. Сухого – левобережного притока р. Ульзуйтуй были найдены формы с усложненным строением известкового скелета – *Sajanolynthus desideratus* Vologdin et Kashina, *Sibirecyathus abacanicus* Voronin, *Ladaecyathus* sp., *Annulocyathella lavrenovae* Krasnopereva, *Vologdinocyathellus schischlovi* Konyushkov, *Clathriosciscinus vassilievi* (Vologdin), *C. sanashtykgolensis* Boyarinov et Osadchaya. Эти находки позволяют коррелировать сухореченский комплекс с зоной *Clathriosciscinus* санаштыкгольского горизонта унифицированной схемы Алтае-Саянской складчатой области.

Помимо этого, в биогермных постройках из стратотипа верхнеульзуйтуйского горизонта были описаны *Compositocyathus chuludensis* Jazmir, *Formosocyathus* ex. gr. *vermiculatus* (Vologdin), *Irinaecyathus* sp., *Archaeocyathus* sp., локальные *Eriasmacosciscinus angulatus* (Jazmir) и *Usloncyathus* sp. (рис. 2), не отмеченные предшественниками. Новые находки позволяют коррелировать данный комплекс с таковым по р. Хулудый и датировать его

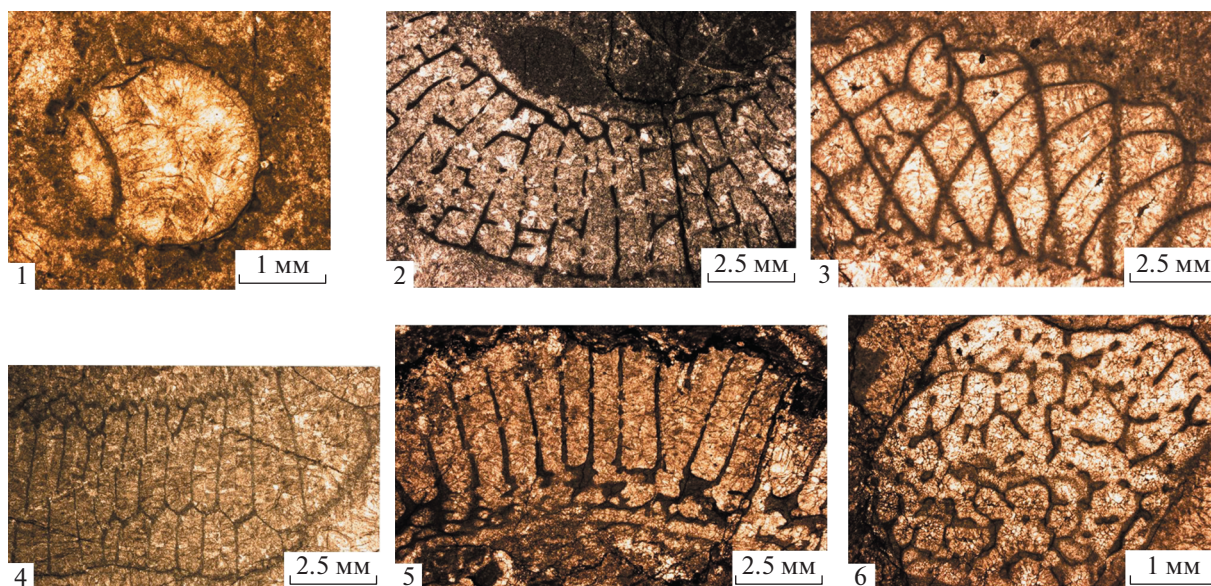


Рис. 2. Ботомские формы археоциат олдындинской свиты. 1 – *Sajanolynthus desideratus* Vologdin et Kashina, 1972; $\times 20$; шлиф 1704-21, поперечный срез, р. Ульзуйтуй, нижний кембрий, ботомский ярус, олдындинская свита, сухореченский горизонт. 2 – *Sibirecyathus abacanicus* Voronin, 1974; $\times 20$; шлиф 1704-25, поперечный срез, р. Ульзуйтуй, нижний кембрий, ботомский ярус, олдындинская свита, сухореченский горизонт. 3 – *Clathricoscinus vassilievi* (Vologdin), 1940; $\times 20$; шлиф 1704-13, поперечный срез, р. Ульзуйтуй, нижний кембрий, ботомский ярус, олдындинская свита, сухореченский горизонт. 4 – *Erismacoscinus angulatus* (Jazmir), 1967; $\times 20$; шлиф 01150-17, поперечный срез, р. Ульзуйтуй, нижний кембрий, ботомский ярус, олдындинская свита, хулудинский горизонт. 5 – *Irinaecyathus* sp.; $\times 20$; шлиф 0425, поперечный срез, р. Ульзуйтуй, нижний кембрий, ботомский ярус, олдындинская свита, хулудинский горизонт. 6 – *Usloncyathus* sp.; $\times 20$; шлиф 01150, продольное сечение, р. Ульзуйтуй, нижний кембрий, ботомский ярус, олдындинская свита, хулудинский горизонт.

ботомским ярусом, а не атдабанским, как было принято ранее.

Все эти данные позволяют выделять в олдындинской свите только три археоциатовых горизонта, вместо четырех: ульзуйтуйский горизонт атдабанского возраста, и сухореченский и хулудинский – ботомского.

Аиктинская свита (E_{1ai}), развитая в бассейне р. Кияна в Северо-Муйском хребте и приуроченная к Бамбуйскому островодужному террейну (рис. 1), сложена темно-серыми, серыми, массивными и органогенными известняками с отдельными горизонтами известняков с микрофитолитами *Osagia delicata* и водорослями *Renalcis* ex. gr. *polymorphus*, а также известняков с пластовыми строматолитами. В известняках верхней части свиты были обнаружены трилобиты *Kooteniella slatkowskii*, *Kooteniella* sp., *Chondragraulos* sp., *Erbia granulosa*, *Proerbia* sp., *Kootenia* sp. и брахиоподы *Nisusia* sp., *Matutella* sp. [2]. Комплекс археоциат качинского горизонта аиктинской свиты по р. Коокта представлен следующими формами: *Pluralicyathus heterovalium* (Vologdin), *Stapicyathus mamiensis* (Zhuravleva), *Irinaecyathus kordae* Jazmir, *I. ratus* (Vologdin), *I. gikiticus* (Vologdin), *I. vitimicus* (Vologdin), *I. dubtshenkoi* Jazmir, *I. pseudocosatus* Jazmir, *Angaricyathus cyrenovi* Zhuravleva и др. [14],

что позволило исследователям отнести карбонатные отложения к тойонскому ярусу нижнего кембрия.

МОРФОЛОГИЯ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ АРХЕОЦИАТ

А.Ю. Розанов [9] выделил определенную последовательность морфопризнаков внутренней и наружной стенок и интерваллюма у археоциат из разрезов Сибири. Обнаруженные изменения соответствовали направлению эволюционного развития скелета археоциат в раннем кембрии. В истории развития “правильных” археоциат исследователи выделяют 4 этапа. Первый этап – этап становления, с использованием простой пористости скелета, второй – период широкого развития с появлением сложных морфологических элементов, третий – появление новых элементов, за счет перекомбинации уже имеющихся, четвертый – резкое сокращение разнообразия, приуроченное к середине ботомского века, с последующим доживанием некоторых таксонов, и полному вымиранию в конце тойона [14, 19]. Выделенные на основе изучения комплексов археоциат стратотипических разрезов Сибирской платформы, данные этапы положены в основу

ярусного деления нижнего кембрия [9, 10], как знаковые эпохи эволюционного развития группы.

Ульдзуйтуйский комплекс олдындинской свиты представлен просто устроенными видами археоциат, обладающих достаточно высокой способностью к адаптации изменяющихся условий среды: *Rotundocyathus*, *Nochoroicyathus*, *Loculicyathus*. Развиты простые в своей морфологии признаки скелета, такие как: простая пористость внутренней и наружной стенок, септы с простыми порами и др.

Для сухореченского времени характерно широкое развитие таксонов археоциат, комплекс которых коррелируется с санаштыкгольским и соответствует зоне *Clathricoscinus* унифицированной стратиграфической схемы Алтае-Саянской области [4]. На этом этапе, богатом на биологическое разнообразие, появляется дополнительная оболочка наружной стенки (претиозоциатусовая и ербоциатусовая), псевдорешетчатая наружная стенка, простые и бугорчатые тумулы, элементы внутренней стенки — чешуи, кольца, козырьки, стремевидные каналы и др. Это *Dupliporocyathus*, *Vologdinocyathellus*, *Gordonicyathus*, *Baikalocyathus*, *Geocyathus*, *Tennericyathus*, *Cyclocyathella*, *Leptosocyathellus*, *Annulocyathella*, *Sanarkocyathus* и др. Широкое развитие в это время получили одностенные археоциаты *Archeolynthus*, *Tumuliolynthus*, *Fransuasaecyathus* и им сопутствующие обильные крибрициаты [13], отмечаемые в сопредельных регионах.

В среднеботомское (хулудинское) время таксономическое разнообразие сокращается, в подчиненном положении оказываются археоциаты родов *Formosocyathus*, *Compositocyathus*, *Irinaecyathus*, *Tennericyathus*, *Taylorcyathus*, *Carinacyathus*, *Archaecyathus*. Большое распространение отмечается у низкомодульных форм археоциат — *Protopharettra*, *Nochoroicyathus*, *Rotundocyathus*, *Dictyocyathus*, что связано с палеоэкологическими условиями их существования. Очень редки *Archeolynthus* и полностью отсутствуют *Fransuasaecyathus*. В редких случаях встречаются тубулярные слабопористые кубки *Usloncyathus*. Вероятно, что рост органических построек происходил в момент перерывов вулканической деятельности. Об этом говорит планомерное развитие археоциат, которое показал А.Ю. Розанов [4, 9].

В качинское время в эпиконтинентальном бассейне Сибирской платформы комплекс археоциат представлен родами *Stapicyathus*, *Irinaecyathus*, *Angaricyathus*, *Pluralicyathus*, которые характерны для тойонского яруса. Это время знаменует этап полного вымирания археоциат на рубеже нижнего и среднего кембрия. Анализ полученных материалов показывает, что этапность появления структурных элементов скелета археоциат, выделенная на основе изучения таковых в

комплексах Сибирской платформы, сохраняется и в палеобассейнах Западного Забайкалья. На рис. 3 показана смена форм археоциат с простой пористостью (ульдзуйтуйское время) кубками с чешуями, кольцами и каналами (сухореченское-хулудинское время), и кубками с дополнительной микропористой оболочкой типа *Pluralicyathus* (качинское время).

C- И Sr-ХЕМОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

C- и Sr-изотопная характеристика карбонатных пород и органических остатков является средством для корреляции и уточнения палеонтологического возраста [6, 15, 17, 18]. Для C- и Sr-изотопного изучения было отобрано по семь образцов из стратотипов ульдзуйтуйского, сухореченского и хулудинского горизонтов олдындинской свиты и семь образцов из аиктинской свиты. Образцы представляли собой как археоциаты, так и вмещающие карбонатные породы. Содержания Ca, Mg, Mn, Fe и Sr в образцах определены атомно-эмиссионным методом в РЦ МАСВ СПбГУ (Санкт-Петербург). Изотопный состав углерода и стронция в ИГД РАН определен согласно описанным ранее методикам [5, 11, 12].

Все образцы сложены кальцитом (Mg 0.2–0.5%) с содержанием Sr от 200 до 430 мкг/г. Известняки ульдзуйтуйского горизонта показывают самые высокие концентрации Mn (270–1300 мкг/г) и Fe (240–5700 мкг/г). В известняках сухореченского и хулудинского горизонтов содержания Mn и Fe незначительно понижаются до 210–720 и 140–750 мкг/г соответственно. Минимальные содержания Mn (30–90 мкг/г) и Fe (150–410 мкг/г) отмечены в известняках аиктинской свиты. Обогащение Mn и Fe раннекембрийских карбонатных осадков и рифогенных построек отражает палеофациальную обстановку осадконакопления вблизи зоны активного вулканизма с максимумом в ульдзуйтуйское время. Постепенное понижение содержания Mn и Fe в карбонатных осадках отражает затухание вулканогенной активности и открытость палеобассейна в сторону океана, что соответствует представлениям о формировании Удино-Витимской островодужной системы [3].

Отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в известняках ульдзуйтуйского горизонта равно 0.70838, сухореченского — 0.70842–0.70847, хулудинского — 0.70828–0.70836, а в аиктинской свите — 0.70866–0.70877 (рис. 3). Значения $\delta^{13}\text{C}$ в известняках ульдзуйтуйского горизонта понижаются от 2.7 до 0.9‰ PDB, в сухореченском — повышаются до 1.7–2.0‰ PDB, а в хулудинском вновь понижается до 0.2–0.8‰ PDB. В аиктинской свите значение $\delta^{13}\text{C}$ резко повышается от –2.4 до 0.2–0.5‰ PDB.

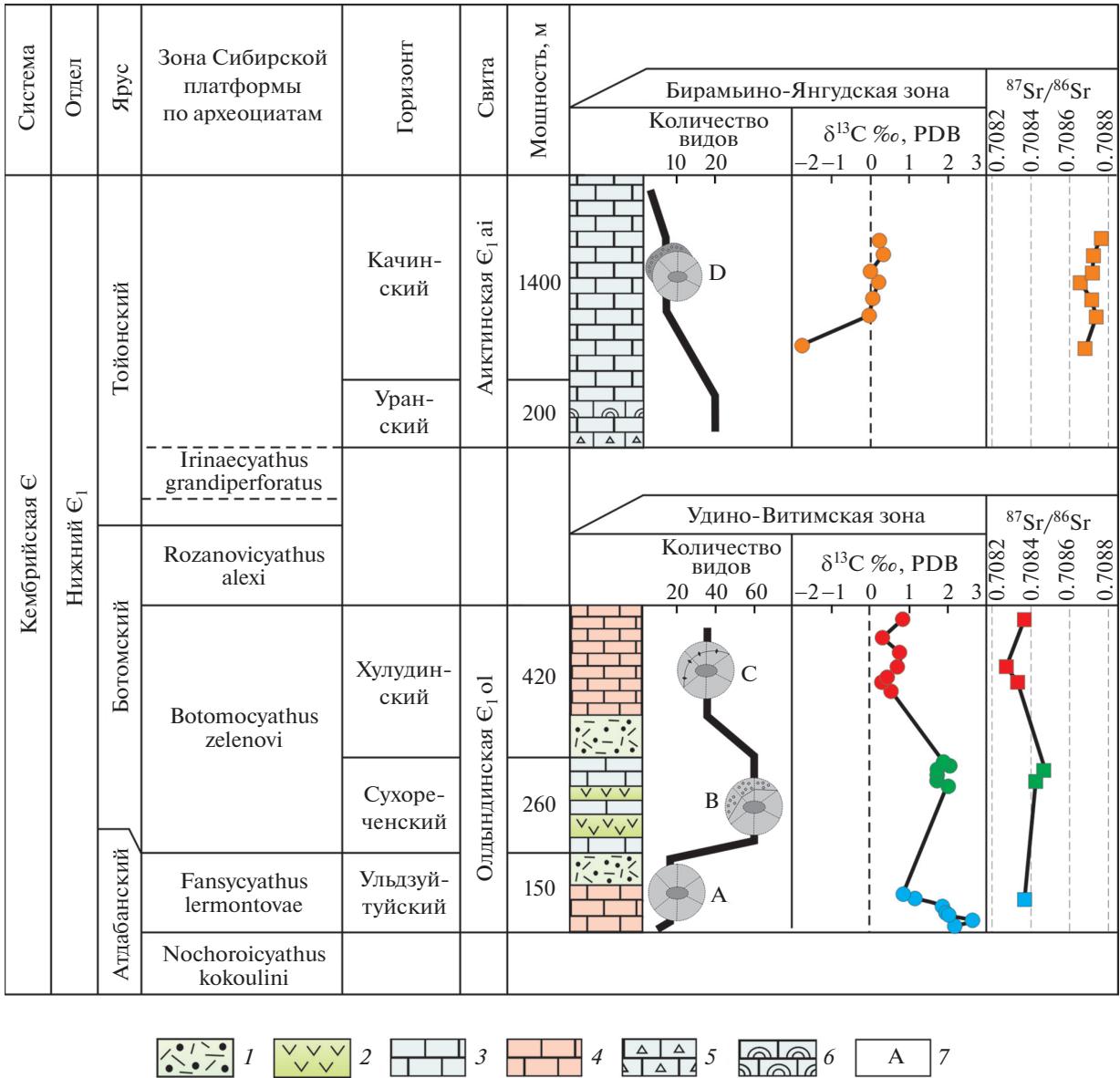


Рис. 3. Видовое разнообразие археоциат, отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и значение $\delta^{13}\text{C}$ в карбонатных породах ольдиндинской (Удино-Витимская зона) и аиктинской (Бирамбино-Янгудская зона) свит. 1 – риолиты, риодациты, дациты; 2 – андезиты, андезибазальты, базальты и их туфы; 3 – белые и светло-серые известняки; 4 – красноцветные известняки; 5 – брекчиевидные известняки; 6 – известняки с микрофитолитами; 7 – морфологические особенности строения кубков археоциат: А – *Rotundocyathus* (двустенная форма с перегородками в интерваллюме); В – *Clathricoscinus* (двустенная форма с перегородками и пористыми днищами и сообщающимися каналами внутренней стенки); С – *Formosocyathus* (двустенная форма с перегородками, гребенчатыми днищами и сообщающимися каналами внутренней стенки); D – *Pluralitycyathus* (двустенная форма с дополнительной пористой оболочкой).

Полученные С- и Sr-изотопные данные указывают на хемотратиграфическую обособленность каждого из горизонтов, выделенных на основе палеонтологических наблюдений (рис. 4). Анализ величин $\delta^{13}\text{C}$ и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в изученных известняках обнаруживает сходство с С- и Sr-изотопными вариациями в археоциатовых горизонтах атдабанского, ботомского и тойонского ярусов из типовых разрезов раннего кембрия Сибирской платформы [5, 15, 17]. Эти данные хорошо совпадают

с биостратиграфией, построенной на основе выделения комплексов археоциат [14].

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И СОКРАЩЕНИЕ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ АРХЕОЦИАТ В РАННЕМ КЕМБРИИ

В конце докембрия сформировались новые континенты и террейны, образовавшиеся при распаде фрагментов Родинии, что отразилось в

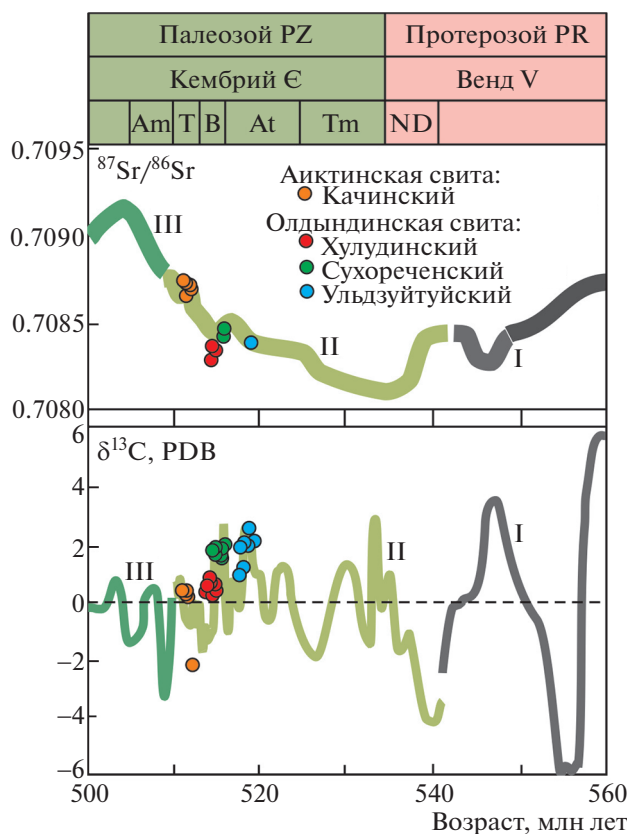


Рис. 4. Изотопный состав Sr и C в карбонатных породах олдындинской (ульдзутуйский, сухореченский и хулудинский горизонты) и аиктинской (качинский горизонт) свит в сравнении с вариациями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и $\delta^{13}\text{C}$ в венд-кембрийских карбонатных отложениях Сибирской платформы: I – юдомская серия, венд, Учуро-Майский регион [5, 11, 12, 18]; II – верхний венд, нижний и средний кембрий, среднее течение р. Лена [15], III – средний и верхний кембрий, р. Куломбэ [17]. Сокращения ярусов: Am – амгинский, T – тойонский, B – ботомский, Tm – томмотский, ND – немакит-далдынский.

значительном увеличении привноса радиогенного ^{87}Sr в океаны [5, 6]. В глобальном масштабе расцвету археоциат в томмотское время способствовала морская трансгрессия, где на обширных шельфовых пространствах бурно эволюционировали первые рифостроители. В пределах Сибирской платформы образовался теплый мелководный палеобассейн, в котором сформировалась органогенная полоса, ставшая центром развития археоциат [4, 7, 10, 16]. В начале атдабанского времени, в связи с распадом Палеопангеи и активным развитием Палеозиатского океана, на периферии Сибирской платформы возникла система островных дуг, куда мигрировали археоциаты. Так они проникли на террейны Алтае-Саянской складчатой области, а в начале атдабана на Тувинский террейн.

Комплексы археоциат Западного Забайкалья очень похожи на таковые Алтае-Саянской складчатой области (камешковский и санаштыггольский комплексы), а также Монголии и Тувы [14]. Помимо этого, в известняках известны многочисленные криврициаты [13], которые в изоби-

лии встречаются в нижнекембрийских отложениях складчатых областей, в редких случаях, на Сибирской платформе [20], что подтверждает палеогеографическую и палеонтологическую общность бассейнов указанных регионов в раннем кембрии.

Этап значительного сокращения таксономического разнообразия археоциат в середине раннего кембрия известен в литературе как “ботомский кризис” [15]. В это время произошло радикальное уменьшение количества таксонов многих раннепалеозойских морских организмов [10, 19] и резкое понижение $\delta^{13}\text{C}$ в океане раннего кембрия до -2‰ [15, 18]. Причиной этого события считается апвеллинг холодной воды, обедненной кислородом, в эпиконтинентальные бассейны, где доминировали теплолюбивые археоциатовые сообщества. Резкая смена палеоэкологических условий способствовала вымиранию узкоспециализированных таксонов археоциат и их полному исчезновению на значительной территории Сибирской платформы в конце раннего кембрия.

Проведенный нами количественный анализ археоциат в разрезах олдындинской и аиктинской свит указывает на связь с изменениями изотопного состава углерода (рис. 3). Максимальные значения $\delta^{13}\text{C}$ (до +2.0‰) характерны для сухореченского горизонта олдындинской свиты, где указывает на высокую биопродуктивность палеобассейна. В хулудинском горизонте, напротив, отмечается сокращение таксономического состава археоциат до 33 видов, и которому сопутствует понижение $\delta^{13}\text{C}$ до 0.2‰. Время накопления этих известняков, по палеонтологическим и хемотратиграфическим данным, коррелируется со среднеботомским биотическим событием Сибирской платформы. В качинское время комплекс археоциат ограничивается 7 родами и 14 видами. Появление в разрезе рода *Pluralicyathus* и низкие значения $\delta^{13}\text{C}$ (от -2.4 до +0.5‰) позволяют коррелировать отложения с трилобитовой зоной *Anabaraspis splendens* еланской свиты Сибирской платформы [4, 10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение археоциат Удино-Витимской и Бирамино-Янгудской структурно-фациальных зон вместе с $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - и $\delta^{13}\text{C}$ -хемотратиграфическими данными позволяют наиболее точно судить о времени осадконакопления нижнекембрийских карбонатов и коррелировать их со стратотипическими отложениями Сибирской платформы. Видовое разнообразие и морфологические особенности археоциат олдындинской и аиктинской свит позволяют судить об этапности их развития. Установленные палеофациальные особенности отложений и эволюционные изменения археоциат Саяно-Байкальской горной области совпадают с глобальной хронологией геодинамических, палеоэкологических и биогеохимических событий раннего кембрия.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны А.Ю. Журавлеву за полезные замечания по улучшению статьи, О.В. Волиной за проведение атомно-эмиссионного анализа (РЦ МАСВ СПбГУ), оборудованию ЦКП АИРИЗ (ИГГД РАН) в рамках темы НИР FMUW-2021-0003.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-05-00986).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгатов А.Н., Гордиенко И.В. Террейновый анализ складчатых поясов Забайкалья // Тектоника и

геодинамика: общие и региональные аспекты. Т. I. Материалы XXXI Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 1998. С. 72–74.

2. Ветлужских Л.И. Трилобиты и биостратиграфия кембрийских отложений Саяно-Байкальской горной области. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИГиГ, 2011. 20 с.
3. Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Руженцев С.В., Минина О.Р., Климук В.С., Ветлужских Л.И., Некрасов Г.Е., Ласточкин Н.И., Ситникова В.С., Метелкин Д.В., Гонегер Т.А., Лепехина Е.Н. // Геология и геофизика. 2010. Т.5. № 5. С. 589–614.
4. Дебрэнн Ф., Журавлев А.Ю., Розанов А.Ю. Правильные археоциаты. М.: Наука, 1989. 195 с.
5. Кузнецов А.Б., Семихатов М.А., Горохов И.М. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 6. С. 3–25.
6. Кузнецов А.Б., Семихатов М.А., Горохов И.М. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2018. Т. 26. № 4. С. 3–23.
7. Лучинина В.А., Коровников И.В., Новожилова Н.В., Токарев Д.А. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21. № 2. С. 67–78.
8. Постников А.А., Журавлева И.Т., Терлеев А.А. // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 3. С. 608–619.
9. Розанов А.Ю. Закономерности морфологической эволюции археоциат и вопросы ярусного расчленения нижнего кембрия. М.: Наука, 1973. 164 с.
10. Розанов А.Ю., Хоментовский В.В., Шабанов Ю.Я., Карлова Г.А., Варламов А.И., Лучинина В.А., Пегель Т.В., Демиденко Ю.Е., Пархаев П.Ю., Коровников И.В., Скорлотова Н.А. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16. № 1. С. 3–21.
11. Семихатов М.А., Овчинникова Г.В., Горохов И.М., Кузнецов А.Б., Каурова О.К., Петров П.Ю. // ДАН. 2003. Т. 393. № 1. С. 83–87.
12. Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Подковыров В.Н., Бартли Дж., Давыдов Ю.В. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2004. Т. 12. № 5. С. 3–28.
13. Скрипников М.С., Ветлужских Л.И. Крибрициаты нижнекембрийской олдындинской свиты (Западное Забайкалье) // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20. Вып. 4. С. 278–284.
14. Язмир М.М., Далматов Б.А., Язмир И.К. Атлас фауны и флоры палеозоя и мезозоя Бурятской АССР. Палеозой. М.: Недра, 1975. 180 с.
15. Brasier M.D., Corfield R.M., Derry L.A., Rozanov A. Yu., Zhuravlev A. Yu. // Geology. 1994. V. 22. P. 455–458.
16. Debrenne F., Maidanskaya I.D., Zhuravlev A. Yu. // Bulletin de la Société géologique de France. 1999. № 170. P. 189–194.
17. Kouchinsky A., Bengtson S., Gallet Y., Korovnikov I., Pavlov V., Runnegar B., Shields G., Veizer J., Young E., Ziegler K. // Geological Magazine. 2008. V. 145. P. 609–622.
18. Zhu M., Zhuravlev A. Yu., Wood R.A., Zhao F., Sukhov S.S. // Geology. 2017. 45 (5). 459–462.
19. Zhuravlev A. Yu., Wood R.A. // Geology. 1996. V. 24. № 4. P. 311–314.
20. Zhuravlev A. Yu., Kruse P.D. // Treatise Online. 2012. V. 4. P. 4–11.

**ARCHAEOCYATH DIVERSITY AND Sr-CHEMOSTRATIGRAPHY
OF THE LOWER CAMBRIAN IN WESTERN TRANSBAIKALIA
(UDA-VITIM AND BIRAM'YA-YANGUDA ZONES)**

**M. S. Skripnikov^{a, #}, Corresponding Member of the RAS A. B. Kuznetsov^b,
L. I. Vetluzhskih^a, and O. K. Kaurova^b**

^a *Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation*

^b *Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation*

[#]*E-mail: mIskr@ya.ru*

The paper presents a description of the morphology of archaeocyaths from the Oldynda Formation of the Uda-Vitim structural-facies zone and the Aikta Formation of the Biram'ya-Yanguda zone of western Transbaikalia. The age of the Oldynda and Aikta formations is constrained by C- and Sr-isotope chemostratigraphy. Three archaeocyath horizons are established for the Oldynda Formation, instead of the former four horizons. In the ascending order, the new subdivisions include the Uldzuytuy (Atdabanian), Sukhaya Rechka and Khuludy (Botoman) horizons, while the Aikta Formation is retained within the Kacha horizon (Toyonian). The analysis of the archaeocyath morphogenesis is traced back, from simple forms (Uldzuytuy time) to those possessing cups with scales, annuli and channels on the walls (Sukhaya Rechka-Khuludy interval) and, finally, to archaeocyaths with additional microporous sheaths on the cup (Kacha time). Newly established stages of the archaeocyath morphogenesis correspond to the radiation and extinction of archaeocyaths in the Sayan-Baikal mountain region. The $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values characterizing carbonates of the Oldynda (0.70828–0.70847 and from 0.2 to 2.7‰ PDB, respectively) and Aikta formations (0.70866–0.70877 and from –2.4 to 0.5‰ PDB) coincide with seawater C- and Sr-isotope changes typical of the Atdabanian, Botoman and Toyonian stages of the Siberian Platform. The C- and Sr-chemostratigraphic data are consistent with palaeontological evidences and suggest the development of the Uda-Vitim island arc system in connection with the epicontinental marine basin of the Siberian Platform in the Early Cambrian.

Keywords: biostratigraphy, Sr-chemostratigraphy, Lower Cambrian, archaeocyaths, western Transbaikalia