

УДК 563.3 (571.1/5 + 571.6)

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ СВЯЗИ РАННЕКЕМБРИЙСКИХ БАСЕЙНОВ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ПО ДАННЫМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТУМУЛОВЫХ АРХЕОЦИАТ

© 2009 Л.Г. Бондаренко, И.В. Кемкин

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, 690022;  
e-mail: li\_bond@mail.ru, kemkin@fegi.ru*

На основе анализа распространения комплексов тумуловых археоциат в нижнекембрийских разрезах Сибири и Дальнего Востока определены центры их расселения и намечены основные направления миграции. Это позволило выявить пространственно-временные связи раннекембрийских бассейнов, которые последовательно устанавливались в результате перемещения континентальных блоков распавшегося суперконтинента Родиния. С учетом данных по тумуловым археоциатам скорректированы положения отдельных континентальных блоков и обрамляющих их структур в течение первых трех веков раннего кембрия.

*Ключевые слова: тумуловые археоциаты, раннекембрийские бассейны, Сибирская платформа, палеогеография.*

### ВВЕДЕНИЕ

Изучение археоциат как руководящей группы скелетной фауны традиционно используется для расчленения и корреляции мелководных нижнекембрийских отложений, что, по сути, является основными задачами стратиграфии. Кроме того, биостратиграфическая корреляция разрезов является и основой для решения вопросов о кратковременных или долгосрочных связях морских бассейнов, а также возможных путях миграции и расселения организмов. В совокупности с другими геологическими данными эти знания — неотъемлемая часть воссоздания истории геологического развития отдельных регионов. Вместе с тем, учитывая общепризнанное мнение о появлении первых археоциат в пределах одного региона (Сибирская платформа), с одной стороны, и значительную разобщенность отдельных разрезов с археоциатами (до 5 и более тыс. км), с другой, становится очевидным еще один аспект изучения археоциат, а именно: возможность использования реконструируемых путей миграции и расселения археоциат для решения вопросов о вероятных тектонических перемещениях континентальных блоков и палеотектонических построений. В данной статье

предпринята попытка использовать данные по археоциатам именно для выяснения возможных путей их расселения, базируясь на опубликованных палеотектонических построениях, и сделать выводы о возможности связей между палеоакваториями в пределах Сибирской платформы и ее обрамления на территории современного востока России и, частично, северо-запада Монголии.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ТУМУЛОВЫХ АРХЕОЦИАТ И ВЕРОЯТНЫЕ ПУТИ ИХ МИГРАЦИИ

В основу работы положены материалы изучения тумуловых археоциат из разрезов Сибирской платформы, Алтае-Саянской области, Забайкалья, Монголии, Приохотья и Приморья. Большая часть комплексов тумуловых археоциат определена из коллекций, любезно предоставленных И.Т. Журавлевой (Новосибирск) и Г.В. Беляевой (Владивосток). Кроме того, использованы многочисленные литературные данные.

Тумуловые археоциаты — это разновидность археоциат с усложненным строением наружной стенки, впервые появившаяся после археоциат с

простым строением наружной стенки в ответ на изменение среды обитания и являющаяся своеобразным индикатором смены палеофациальных обстановок в раннекембрийских бассейнах. Анализ и корреляция разрезов с археоциатами показывает, что существует определенная последовательность в появлении тумуловых в тех или иных районах, на основании чего можно проследить связи между раннекембрийскими бассейнами и наметить пути миграции археоциат в отдельные временные интервалы этой эпохи.

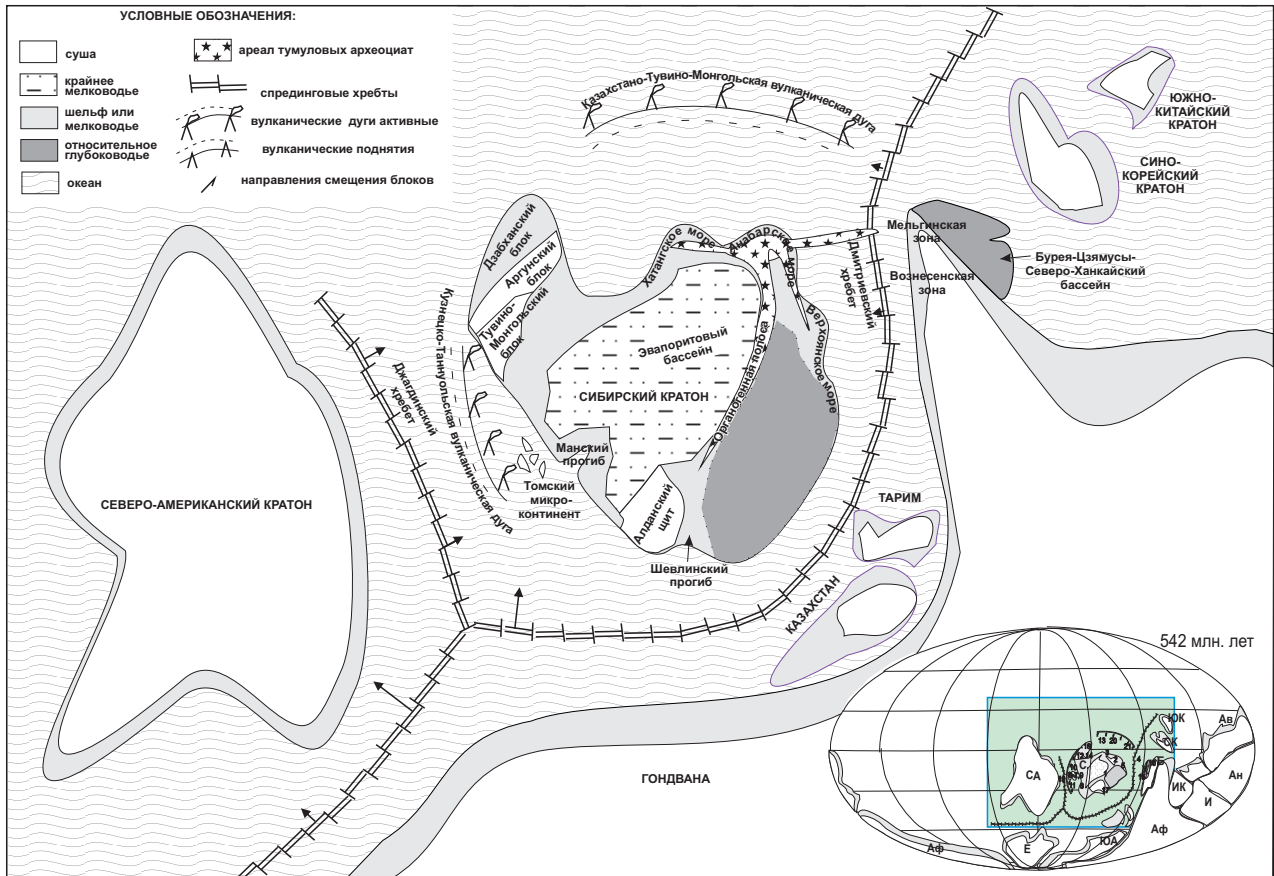
**Томмотский век.** Тумуловые археоциаты появляются во второй половине томмотского яруса и имеют крайне ограниченное географическое распространение и бедное видовое разнообразие. Отмечается существование одних и тех же видов на весьма удаленных в настоящее время друг от друга территориях: на северо-западе Сибирской платформы (район р. Сухариха), Прианабарье и Ханкайский (Спасская зона) район Приморья – вид *Tumuliolynthus tubexternus* Vol., а также вид *Tumulocyathus kotuyikensis* (Zhur.) на северо-западе Сибирской платформы и в среднем течении р. Лена. Это указывает на тесную связь между Сибирским и, условно назовем, Ханкайским бассейнами. Первоначально предполагалось (Беляева, 1988), что эти бассейны соединялись через Немериканский пролив, существовавший в районе Станового хребта, но интерпретация фациальных особенностей разрезов с томмотскими тумуловыми археоциатами в сочетании с палеореконструкциями положения континентальных блоков Родинии в этот временной отрезок (Казанский, 2002; Печерский, Диденко, 1995; Golonka et al., 1994 и др.), показывает, что эта связь могла осуществляться несколько иначе. Накопление осадков в указанных Сибирских регионах, судя по литологическому составу отложений, происходило в относительно спокойных мелководных условиях, что привело к зарождению на Сибирском кратоне Атдабанского рифоида. Последний представлял собой относительно узкую мелководную зону, выполнявшую роль фациального барьера на границе солеродной и нормально-соленой морской частей кембрийского палеобассейна, существенно различающихся по глубинам (Ярусное..., 1984). Принимая во внимание роль течения (Ярусное..., 1984) от Алданского щита вдоль рифоида (к современному северо-западу платформы), можно предположить, что археоциаты беспрепятственно перемещались в этом направлении и расселялись в Прианабарском районе, а также на возвышенных участках спредингового хребта, находящегося в океаническом бассейне северо-восточнее Анабарского палеобассейна (рис. 1) и фрагменты которого (дмитриевские офиолиты) описаны в составе Спасского террейна

(аккреционная призма) Приморья (Shcheka et al., 2001). В конце ордовикского – начале силурийского времени фрагменты этих офиолитов, кремней и известняков с археоциатовой фауной были аккретированы к окраине Гондваны, к той ее части, где располагался Вознесенский террейн – фрагмент пассивной окраины (Ханчук и др., 1995). Томмотские археоциаты, помимо Сибирского кратона, достоверно известны лишь в Спасском районе Приморского края, что является подтверждением наличия прямой связи между этими палеоакваториями, где в это время была распространена форма, имеющая тумуловую наружную стенку – *Tumulocyathus sp.* Комплексное сравнение археоциат из песчано-сланцевой толщи Спасского террейна и археоциат кенядинского горизонта Сибирской платформы (Беляева, 1988), имеющих просто устроенные стенки, также подтверждает их сходство.

Во второй половине томмота наметилась связь районов среднего течения р. Лена и северо-запада Сибирской платформы (район р. Сухариха). На это указывает вид *Tumuliolynthus primigenius* Zhur., раннее появление которого зафиксировано в бассейне р. Лена, а позднее – на северо-западе, в шельфовой зоне Хатангского палеобассейна. На связи между северо-западом Сибирской платформы и районом Прианабарья указывает общий вид *Plicocyathus platiseptatus* Zhur., распространившийся позднее в среднем течении р. Лена. К концу томмота устанавливается связь Северо-западного района Сибирской платформы с районом Хараулаха, о чем свидетельствует вид *Lenocyathus lenaicus* Zhur., впервые появившийся в разрезах Хараулаха (в шельфовой зоне Верхоянского палеобассейна) и затем широко распространившийся в разрезах среднего течения р. Лена и позднее – на северо-западе кратона.

Таким образом, район среднего течения р. Лена, северо-запад Сибирской платформы (Игарский район, р. Сухариха), Прианабарье, северное Верхоянье (Хараулах, хр. Туора-Сис) и Спасская зона Приморья были частями единого палеобассейна, на шельфе и подводных возвышенностях которого были распространены археоциаты, давшие начало первым тумуловым формам.

**Атдабанский век (раннее время).** В раннем атдабане в районе Игарки (р. Сухариха) и северной части Верхоянья (хр. Туора-Сис) состав тумуловых форм несколько обеднел. Из тумуловых здесь присутствует лишь вид *Lenocyathus lenaicus* Zhur., который в течение раннеатдабанского времени широко распространился в пределах Атдабанского рифоида, что указывает на направление миграции с северной погруженной окраины кратона к центральным районам (Атдабанский



**Рис. 1.** Палеогеографическая реконструкция на томмотское время раннего кембрия. На вставке отображена палеогеографическая реконструкция на начало раннего кембрия (по Golonka et al, 1994 с изменениями)

1 – среднее течение р. Лена; 2 – Прианабарье; 3 – Северо-запад Сибирской платформы; 4 – Спасская зона (Приморье); 5 – Хараулах; 6-7 – Кузнецкий Алатау, Батеневский кряж; 8 – Манский прогиб; 9 – Беллыкское Белогорье; 10 – Казыр-Кизирская зона; 11 – Центрально-Тувинский блок; 12 – Мамынская зона Аргунского блока; 13 – Еравнинская зона (Западное Забайкалье); 14 – Газимурская зона (Восточное Забайкалье); 15 – Вознесенская зона (Приморье); 16 – Мельгинская зона Буреинского блока; 17 – Шевлинская зона; 18 – Дзбаханский блок (Западная Монголия); 19 – Джагдинская зона; 20 – Южно-Центрально-Тувинская зона; 21 – Западно-Саянская зона.

Ав – Австралия, Ан – Антарктида, Аф – Африка, Б – Буреинский блок, Е – Европа, И – Индия, ИК – Индокитай, К – Казахстан, С – Сибирь, СА – Северная Америка, Т – Тарим, СК – Северный Китай, Х – Ханкайский блок Приморья, ЮА – Южная Америка, ЮК – Южный Китай.

рифойд). В районе Прианабарья происходило дальнейшее развитие раннеатдабанского комплекса тумуловых археоциат, последовательно сменяющего в разрезах томмотский. За пределами Анабарского моря, в районе Дмитриевского срединного хребта, расселившиеся здесь в томмоте прианабарские археоциаты в раннем атдабане не получили развития, вероятно, вследствие колебания уровня дна и углубления бассейна.

Большое сходство нижнеатдабанских комплексов археоциат среднего течения р. Лена (Атдабанский рифойд) и района Прианабарья (р. Котуй) и наличие общих видов тумуловых, таких как *Tumuliolynthus tubexternus* Vol.,

*Tumulocyathus kotuyikensis* (Zhur.), *Fransuazaecyathus subtumulatus* Zhur, позволяет предположить сохранявшееся единство фациальных обстановок в пределах указанного палеобассейна. Комплекс тумуловых Прианабарья несколько богаче, он включает виды *Tumuliolynthus musatovi* (Zhur.), *Tumulocyathus pustulatus* Vol., *Plicocyathus unicumus* Zhur. и дополняется видом-эндемиком *Tumulocyathus danieli* Zhur. Появление некоторых из вышеназванных видов в разрезах Алтае-Саянской области, где до этого временного интервала археоциаты отсутствовали (см. ниже), указывает, что миграция археоциат начала осуществляться к югу, юго-западу (в современных координатах): из района Прианабарья к

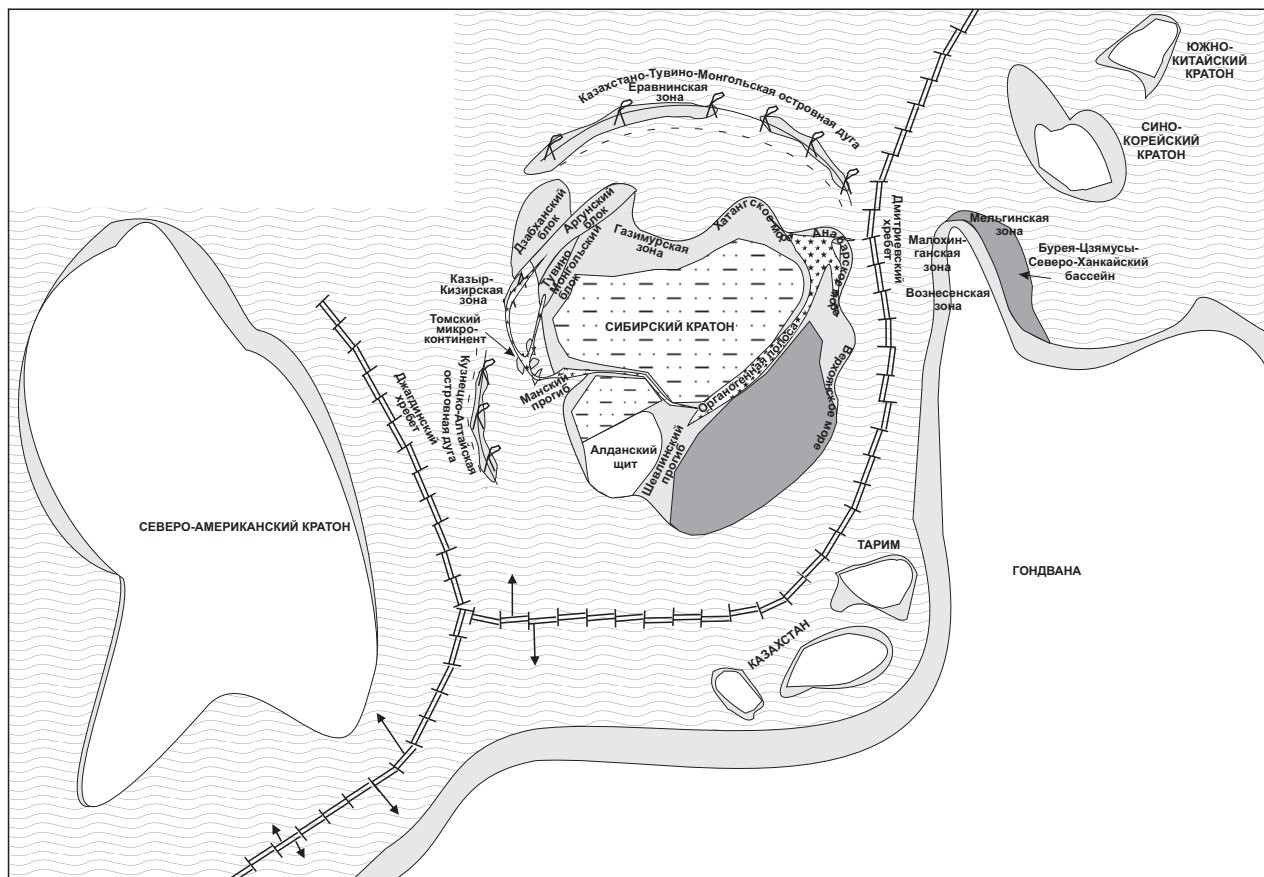


Рис. 2. Палеогеографическая реконструкция на раннеатдабанское время. Условные обозначения см. на рис. 1.

среднему течению р. Лена и далее (рис. 2) в Алтае-Саянские районы (Манский прогиб, Кузнецкий Алатау, Батеневский кряж, Центральная Тува), куда перешли такие виды, как *Tumuliolynthus tubexternus* Vol., *Fransuasaecyathus subtumulatus* Zhur. Такое расселение, по-видимому, было обусловлено тем, что к началу атдабанского века четко обозначился Вилюйский прогиб в пределах венд-раннекембрийского Центрально-Якутского осадочного бассейна (Прокопьев и др., 2001), который открыл путь археоциатам на западную окраину Сибирского кратона. Археоциаты из среднего течения р. Лена смогли распространиться (рис. 2) в пределы Манского прогиба Восточного Саяна, и далее, на подводные возвышенности (подобные современным подводным возвышенностям Ямато, Криштофовича, Восточно-Корейской и др. в Японском море), представлявшие собой притопленные фрагменты раздробленной окраины Сибирского кратона (так называемый Томский микроконтинент), образовавшиеся в результате отрыва и удаления Сибири от Родины. В современной структуре Сибирского кратона этими фрагментами являются террейны районов Кузнецкого Алатау, Батеневского кряжа, Беллыкского Белогорья, Центральной Тувы (Тувинно-Монгольский

микроконтинент), представляющие собой блоки с мощной континентальной корой, на которых накапливались в основном мелководные карбонатные отложения (Берзин, Кунгурцев, 1996). В комплексах археоциат всех этих районов присутствуют виды *Tumuliolynthus tubexternus* Vol., *Tumuliolynthus musatovi* (Zhur.), *Tumulocyathus pustulatus* Vol. и появляются типичные алтае-саянские представители *Alataucyathus jaroshevitschi* Zhur., *Alataucyathus verschkhovskajae* Zhur., хотя в разрезах Центральной Тувы комплекс несколько обеднен, по-видимому, из-за большей удаленности района.

Дальнейшее расселение археоциат осуществлялось в пределах мелководных участков Казыр-Кизирского фрагмента Кузнецко-Алтайского вулканического поднятия (островная дуга), располагавшегося в пределах океанического бассейна (рис. 2). В современной структуре Алтае-Саянской складчатой области выделяются фрагменты венд-кембрийских островных дуг. Они образуют коллаж террейнов, формировавшийся в течение всего палеозоя при ведущей роли сдвиговых (трансформных) перемещений океанической и континентальной плит (Berzin, Dobretsov, 1993), связанных с вращением Сибирского кратона по часовой стрелке, начиная

с момента его откола от Родинии (Парфенов и др., 2003). Одна из дуг, Кузнецко-Алтайская (Таннуольская), состоящая из отдельных сегментов, в составе которых мы рассматриваем Казыр-Кизирскую зону, располагалась у западной окраины Сибирского континента; другая, Казахстано-Тувинно-Монгольская, включающая Еравнинскую, Западно-Саянскую, Южно-Центрально-Тувинскую и др., скорее всего, располагалась к северо-востоку от окраины Сибирского континента вблизи восточной окраины Гондваны, в состав которой в раннем атдабане входили Мельгинская, Малохинганская и Вознесенская окраинно-континентальные области и более глубоководная Цзямусы-Северо-Ханкайская.

Зародившиеся в венде-кембрии Кузнецко-Алтайское (Таннуольское) и Казахстано-Тувинно-Монгольское вулканические поднятия (островные дуги) в течение палеозойского времени сблизилась с докембрийскими фрагментами Томского «микроконтинента» после аккреции их к Сибирскому кратону (Berzin, Dobretsov, 1993). Отдельные их фрагменты (например, Казыр-Кизирское и др. звенья) — хорошо диагностируемые палеогеодинамические единицы, составляющие каркас Алтае-Саянской складчатой области. Вместе с фрагментами задуговых и преддуговых бассейнов они образуют широкую полосу, протягивающуюся от Озерной зоны Монголии через Западный Саян в Кузнецкий Алатау, Горный Алтай и Салаир (Берзин, Кунгурцев, 1996). В раннеатдабанских отложениях большинства упомянутых террейнов (фрагментов Кузнецко-Алтайского вулканического поднятия, Тувинно-Монгольского и Томского «микроконтинентов», Манского прогиба) отмечается присутствие многочисленных общих родов и видов тумуловых археоциат. При этом зафиксировано, что время появления их в разрезах имеет скользящий характер, что и позволяет определить последовательность расселения археоциат и наметить пути их миграции. Вначале тумуловые формы появляются в пределах Манского прогиба Восточного Саяна, на блоках Томского микроконтинента (Кузнецкий Алатау, Батеневский кряж, Беллыкское Белогорье) и вскоре достигают районов Казыр-Кизирского вулканического поднятия Тувинно-Монгольского микроконтинента. Помимо общих видов для этих регионов характерно некоторое количество и видов-эндемиков: для Кузнецкого Алатау это *Tumuliolynthus kuznetsovae* (Zhur.), *Kaltatocyathus cavus* Кonyaeva, *Plicocyathus boyarinovi* Zhur., для Батеневского кряжа — виды *Geocyathus indigenus* Osad., *Plicocyathus vulgaris* (Osad.), для Восточных Саян — вид *Asterotumulus sectensis* Korsh. et Zhur. При этом Алтае-Саянский

бассейн не был закрытым морским водоемом. По крайней мере, достаточно достоверно установлено сходство комплексов археоциат из бассейна Восточного Саяна (Манский прогиб, Казыр-Кизирское вулканическое поднятие) и из Мамынского бассейна современного Приамурья (Беляева, Кашина, 1983). Это позволяет предположить, что во второй половине раннеатдабанского времени археоциаты из района современной Алтае-Саянской области (Восточный Саян) мигрировали в Мамынскую зону, которая в то время представляла собой пассивную континентальную окраину на северо-западе Сибирского кратона (рис. 2), а в современной структуре совместно с Газимурским и др. террейнами слагает Аргунский супертеррейн. Общие для двух регионов виды тумуловых *Tumuliolynthus tubexternus* (Vol.), *Kaltatocyathus kashunae* Roz., *Torosocyathus provisus* Kash. подтверждают это. Вместе с тем, наряду с общими видами, в Мамынском террейне присутствуют и виды-эндемики, в частности, вид *Sanarcocyathus animalis* Bel., которые указывают на адаптацию переселившихся археоциат к новым палеофациальным условиям, выразившимся в постепенном обмелении бассейна. Вскоре археоциаты здесь прекращают свое существование, что связано с воздыманием территории выше уровня моря, о чем свидетельствует отсутствие осадочных отложений позднеатдабанско-раннесилурийского возраста в Мамынской зоне.

**Атдабанский век (позднее время).** В позднеатдабанское время в восточно-северо-восточном (в древних координатах) обрамлении Сибирской платформы произошли изменения фациальных обстановок, выразившиеся в углублении Анабарского и Хатангского палеобассейнов, и обмелении Верхоянского. Это явилось причиной того, что развитие тумуловых археоциат в этих регионах прекратилось. Лишь на окраине Хатангского моря (в пределах современного Игарского района) на редких, относительно приподнятых, участках дна продолжали развиваться единичные формы тумуловых, представленные видом *Lenocyathus lenaicus* Zhur. Смена фациальных обстановок повлекла за собой переселение археоциат из этих районов в районы с более благоприятными условиями. В частности, покинув пределы Анабарского палеобассейна, некоторые виды тумуловых вновь начали расселение на приподнятых участках Дмитриевского (Спасская зона Приморья) хребта (вид *Tumuliolynthus musatovi* (Zhur.) и далее в Вознесенскую зону (вид *Plicocyathus unicumus* (Zhur.) пассивной окраины Гондваны (входящую ныне в состав Ханкайского блока) и Мельгинскую зону (выделяемую в составе Буреинского блока), также находившуюся на восточной окра-

ине Гондваны. В современной структуре Дальнего Востока Вознесенская и Мельгинская зоны входят в состав Бурей-Цзямусы-Ханкайского орогенного пояса, сформировавшегося в силуре на восточной окраине Гондваны (Ханчук, 1993). В поздней перми Бурей-Цзямусы-Ханкайский фрагмент Гондваны был аккреирован к Сино-Корейскому кратону (Widle et al, 1999), а в поздней юре, после закрытия Монголо-Охотского океана, соединился с Сибирским кратоном (Zhao et al., 1996). Между тем существует точка зрения и сибирского происхождения Бурей-Цзямусы-Ханкайского супертеррейна (Казимировский и др., 2001). Он считается фрагментом Енисей-Забайкальского орогенного пояса, отчлененным от Сибирского кратона вместе с фрагментами Циркум-Сибирского позднерифейского орогенного пояса при заложении Монголо-Охотского океана. Однако время появления тумуловых археоциат в разрезах супертеррейна подтверждает первое мнение.

Вид *Plicocyathus unicumus* (Zhur.) одновременно появляется и в разрезах среднего течения р. Лена, что указывает на переселение археоциат из Анабарского моря также и в район Атдабанского рифоида. С последнего в начале позднего атдабана началась миграция археоциат в Шевлинский бассейн современного Приохотья, ко-

торый в кембрии представлял собой подводную окраину современной Алдано-Становой области на юго-западе Сибирского кратона. Сюда, и далее в Джагдинскую зону (спрединговый хребет), мигрировали виды *Fransuasaecyathus elegans* Okun. и *Lenocyathus lenaicus* Zhur.

Есть мнение (Беляева, 1988), что в район хр. Джагды миграция археоциат из района Атдабанского рифоида началась еще в раннем атдабана, но достигли пределов Джагдинской зоны они только в позднем атдабана, о чем свидетельствует присутствие сибирских раннеатдабанских видов *Tumulocyathus kotuyikensis* (Zhur.), *Fransuasaecyathus originalis* Bel. в позднеатдабанских разрезах Джагдинской зоны. Предполагалось (Беляева, 1988), что миграция этого направления осуществлялась через Алтае-Саянскую область и далее через Мельгинский бассейн, который был открыт в то время в сторону Приохотья. Однако, учитывая, что Мельгинский бассейн принадлежал другой акватории, находящейся на окраине Гондваны (рис. 3), можно предположить, что на протяжении раннего атдабана археоциаты из бассейна Кузнецкого Алатау начали напрямую переселяться в направлении Джагдинской зоны, где они смогли расселиться лишь в позднем атдабана. На это указывают общие виды археоциат, характерные для Кузнец-

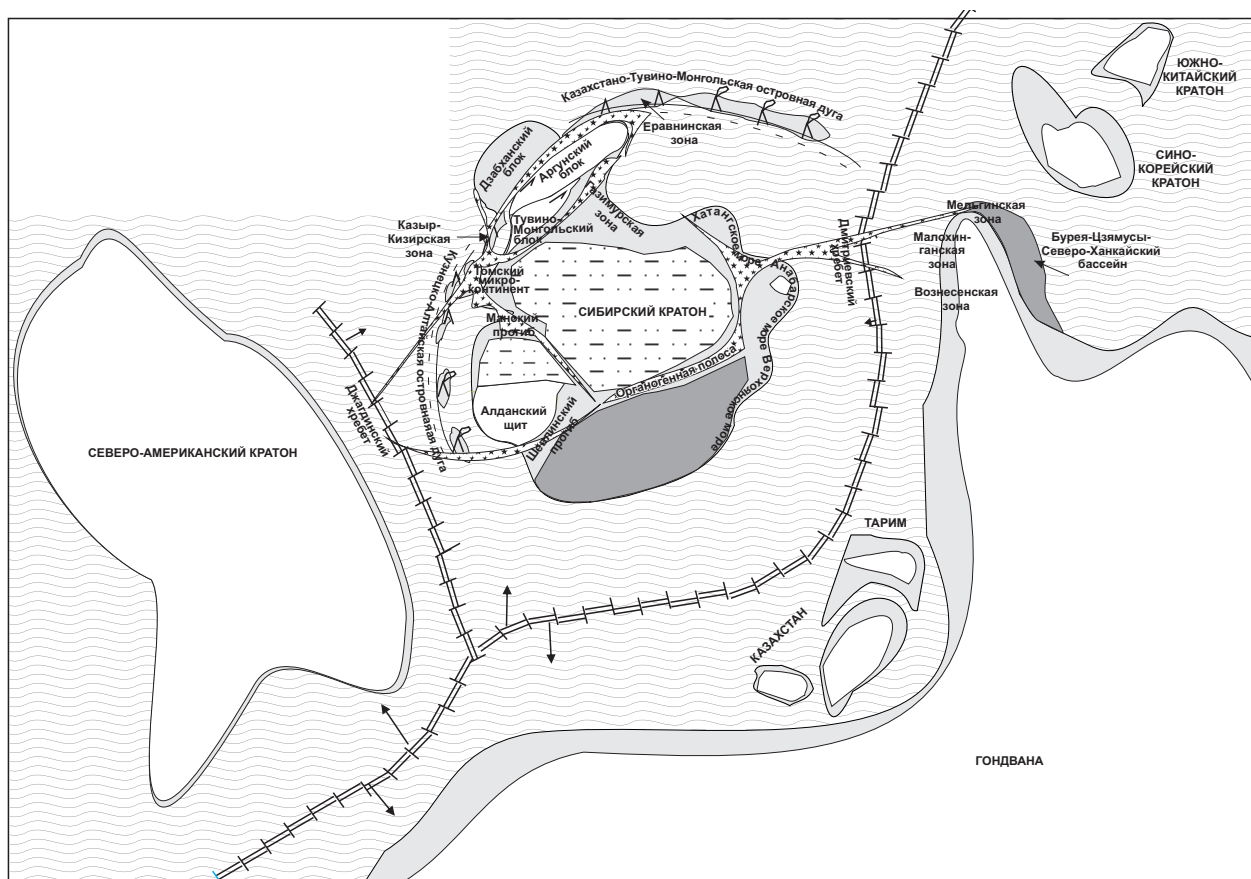


Рис. 3. Палеогеографическая реконструкция на позднеатдабанское время. Уловные обозначения см. на рис. 1.

кого Алатау и Джагдинской зоны (например, вид *Tumulocyathus galamus* Bel.). Но это направление не получило широкого развития, поскольку из-за вращения Сибирского кратона Джагдинский и Алтае-Саянский (Кузнецкий Алатау) районы постепенно удалялись. Напротив, это же вращение способствовало сближению Джагдинской зоны с Шевлинским бассейном, в связи с чем, в позднеатдабанское время массовая миграция археоциат осуществлялась из района среднего течения р. Лена в краевой Шевлинский бассейн, и далее – в Джагдинскую зону. Таким образом, установилась кратковременная связь между этими бассейнами, в течение которой некоторые сибирские виды смогли распространиться в пределах Джагдинской зоны, например, *Fransuasaecyathus elegans* Okun. Непродолжительностью связи можно объяснить наличие видов-эндемиков: для Шевлинского бассейна это вид *Tumulocyathus insperatus* Bel., для Джагдинского – *Geocyathus proprius* Bel.

В современной структуре юго-восточного обрамления Сибирского кратона разрезы с Шевлинскими и Джагдинскими археоциатами принадлежат к соседствующим террейнам, что является результатом тектонических перемещений. А в нижнем кембрии они, по всей вероятности, находились на несколько большем удалении друг от друга и даже принадлежали к разным структурам. Шевлинский бассейн считается краевым прогибом Сибирского кратона, тогда как Джагдинский – фрагмент спредингового хребта (Геодинамика..., 2006), разделявшего Сибирский и Северо-Американский кратоны и аккретированного в среднепалеозойскую призму (Галамский террейн). С этого подводного хребта археоциаты и расселялись на Северо-Американскую континентальную окраину. Джагдинская биота «носит черты Тихоокеанской биогеографической провинции, что хорошо видно из сравнения комплексов беззамковых брахиопод и трилобитов с северо-американскими» (Беляева, 1988). Это вывод сделан для позднекембрийского времени, но и в раннем кембрии наблюдается большое сходство (Беляева и др., 1975) комплексов археоциат Джагды и Канады (Британской Колумбии и Северо-Западной территории), где распространена фауна Кордильеро-Корякского облика, представителями которой в Галамском террейне является вид *Plicocyathus krasnyi* (Vol.) и, отличающийся от него лишь размерностью деталей скелета, кордильерский вид *Plicocyathus rozanovi* (Handfield).

Сибирский и Северо-Американский кратоны в позднем атдабане находились на относительно небольшом расстоянии (Golonka et al., 1994). Их положение друг относительно друга было таковым, что в Джагдинский палеобассейн

миграция археоциат вначале осуществлялась напрямую из Алтае-Саянской области, а затем и из района Атдабанского рифоида через Шевлинский бассейн (рис. 3). В позднем атдабане продолжалась связь бассейнов Кузнецкого Алатау и района Атдабанского рифоида, на что указывают общие для них виды *Geocyathus botomaensis* Zhur., *Tumuliolynchus tubexternus* Vol., *Fransuasaecyathus subtumulatus* Zhur.

Продолжающееся вращение Сибирского кратона по часовой стрелке (Казанский, 2002) привело к тому, что его северо-западная часть, где располагались Дзобханский, Аргунский и Центрально-Тувинский блоки, а также принадлежащие Сибирской литосферной плите Казыр-Кизирская зона (вулканическое поднятие) и фрагменты Томского микроконтинента (рис. 3) оказались перед фронтом Казахстано-Тувинно-Монгольского вулканического поднятия (островной дуги). Следует отметить, что одни исследователи считают Дзобханский, Аргунский и Тувинно-Монгольский блоки фрагментами Гондваны (Козаков и др., 1999; Куренков и др., 2002; Моссаковский и др., 1993), тогда как другие (Гибшер и др., 2000; Парфенов и др., 2003) предполагают сибирское происхождения этих блоков, отчленившихся от окраины Сибирского кратона в посткембрийское время. В частности, Дзобханский блок представляет собой островодужный террейн, аккретированный в рифее к Сибирскому кратону (бывшему еще в составе Родинии) и является фрагментом позднерифейского орогенного пояса (Парфенов и др., 2003). Придерживаясь второй точки зрения, естественно допустить, что, столкнувшись с Казахстано-Тувинно-Монгольским вулканическим поднятием и не имея возможности дальнейшего совместного движения, Дзобханский блок при продолжающемся вращении Сибирского кратона постепенно «смещался» в юго-западном направлении вдоль его северной окраины. В результате этого окраинные Алтае-Саянские бассейны Сибирского кратона сблизились с Дзобханским блоком и образовали единый палеобассейн, что подтверждается общими для Восточных Саян и Монголии видами тумуловых: *Kaltatocyathus kashinae* Roz., *K. basaichensis* Roz. Виды *Fransuasaecyathus subtumulatus secundus* Zhur., *Alataucyathus vershkovschajae* Zhur. мигрировали в Монголию, по всей видимости, из бассейна Кузнецкого Алатау, где они появились в раннем атдабане, а в разрезах Дзобханского террейна Монголии их присутствие фиксируется лишь в самых верхах верхнеатдабанского – низах ботомского ярусов.

Оставшийся на северной окраине кратона Аргунский блок, включающий Мамынскую зону, аналогично Дзобханскому блоку впо-

следствии «смещался» вдоль северной окраины Сибирского кратона, что, видимо, послужило причиной полного осушения этой территории. В результате этого археоциаты, покинув пределы Мамынской зоны, переселились на окраины Еравнинской зоны (вулканическое поднятия, фрагменты которого в современной структуре входят в состав Удино-Витимской зоны Западного Забайкалья), а также в Газимурскую зону (Восточное Забайкалье), представлявшую собой пассивную окраину Сибирского кратона (рис. 3). Такая структурная перестройка сделала возможным установление прямой связи между Восточно-Саянским и Газимурским бассейнами, что подтверждается присутствием таксонов, общих только для этих районов (Беляева, 1987).

Существуют указания (Беляева, 1987) и на связь забайкальских Газимурского и Еравнинского бассейнов, которая осуществлялась в течение второй половины атдабанского века, но уже в начале ботомского века прекратилась. Эта связь была односторонней – из Еравнинского бассейна в Газимурский, поскольку все характерные для первого бассейна формы археоциат и не известные за его пределами, в течение позднеатдабанского времени появились и в Газимурской окраинно-континентальной зоне. Из тумуловых это *Tumuliolynthus osipchuki* Jazmir.

Таким образом, в позднем атдабане районы Алтае-Саянской области (Кузнецкий Алатау, Восточный Саян), Западное и Восточное Забайкалье (Еравнинская и Газимурская зоны) представляли единую акваторию, где многие таксоны археоциат смогли достичь своего расцвета.

Для каждого из позднеатдабанских бассейнов отмечаются характерные виды-эндемики, свидетельствующие о различии фациальных обстановок. Наибольшее число эндемиков отмечено в районе Атдабанского рифоида в среднем течении р. Лена, где встречаются *Tumulocyathus tuberculatus* (Sund.), *T. turgidus* Sund., *Geocyathus krasnopeevae* (Zhur.), *Isiticyathus ultris* (Korsh.), *Ringifungia vavilovi* Korsh., *Tumulocoscinus atdabanensis* Zhur., *T. botomaensis* Korsh., *Japhaniccyathus genurosus* Korsh. Довольно многочисленный комплекс видов-эндемиков характерен и для Дзабханского блока Монгольского бассейна: *Tumulocyathus exiguus* Voron., *T. floridus* Voron., *Plicocyathus stellatus* (Voron.), *Torosocyathus eminens* Zhur (Воронин и др., 1982). Для района Кузнецкого Алатау характерен вид *Isiticyathus picnoseptatus* (Bojar.), а в районе Батеневского кряжа встречаются *Tumulocyathus consuetus* (Osad.), *Plicocyathus vulgaris* (Osad.). Нигде, кроме Восточных Саян не встречен вид *Asterotumulus receptori* Kash. Однако, на единство вышеперечисленных Алтае-Саянских бассейнов указывает распространенный там позднеатдабанский вид

*Pappilocyathus vacuus* Roz.

**Ботомский век.** На востоке Сибирского кратона, соответствующем ныне современной Игарке (р. Сухариха), раннеботомское время ознаменовалось обмелением морского бассейна (Геологическое..., 1987). Это привело к развитию здесь археоциатовой фауны, тумуловые представители которой перешли сюда напрямую из бассейна среднего течения р. Лена. Наряду с видом *Lenocyathus lenaicus* Zhur. здесь появляются типичные ленские представители: *Plicocyathus platiseptatus* (Zhur.), *Geocyathus latini* (Zhur.), *Tumulocoscinus atdabanensis* Zhur. В районе Анабарского моря сохранялась глубоководная обстановка, а в пределах Верхоянского моря началось формирование некомпенсированного прогиба, и, вероятно, поэтому археоциатовая фауна здесь отсутствует.

Одновременно из района Атдабанского рифоида (среднее течение р. Лена) продолжалась начавшаяся в позднем атдабане миграция археоциат в Шевлинский бассейн, а оттуда – в Джагдинский, что подтверждается общими видами тумуловых (например, наиболее характерный *Tumuliolynthus karakolensis* Zhur.). Не исключено, что до ботомского времени в Джагдинский бассейн еще продолжалась миграция археоциат и из бассейна Восточного Саяна, на что указывает характерный для Восточного Саяна раннеатдабанский вид *Kaltatocyathus ignorabilis* Bel., который появляется в Джагдинском бассейне только в раннем ботоме. Но уже в это время направление миграции Алтае-Саянская область – Джагды окончательно затухло в связи с вращением Сибирского кратона и удалением этих бассейнов. Тем более, что уже в позднеботомское время комплексы археоциат Джагдинского бассейна приобретут специфические особенности, которые позволят окончательно отнести Джагдинский бассейн к так называемой Кордильерско-Корякской биогеографической провинции (Khanchuk, Belyaeva, 1993). Для Джагдинского бассейна характерно присутствие вида-эндемика *Kaltatocyathus rigidus* Bel.

Вращение Сибирского кратона предопределило и второе направление миграции археоциат: Шевлинская зона – Дзабханский (Монгольский) блок, на что указывает общий для этих районов вид *Tumuliolynthus karakolensis* Zhur.

Кроме Шевлинского центра расселения в раннеботомское время важную роль играл Алтае-Саянский центр (районы Кузнецкого Алатау, Батеневского кряжа и Восточных Саян, представлявшие собой уже северо-восточную окраину Сибирского кратона), откуда (рис. 4) происходило расселение археоциат на подводные окраины Тувинского фрагмента Казахстано-Тувинско-Монгольского вулканического под-



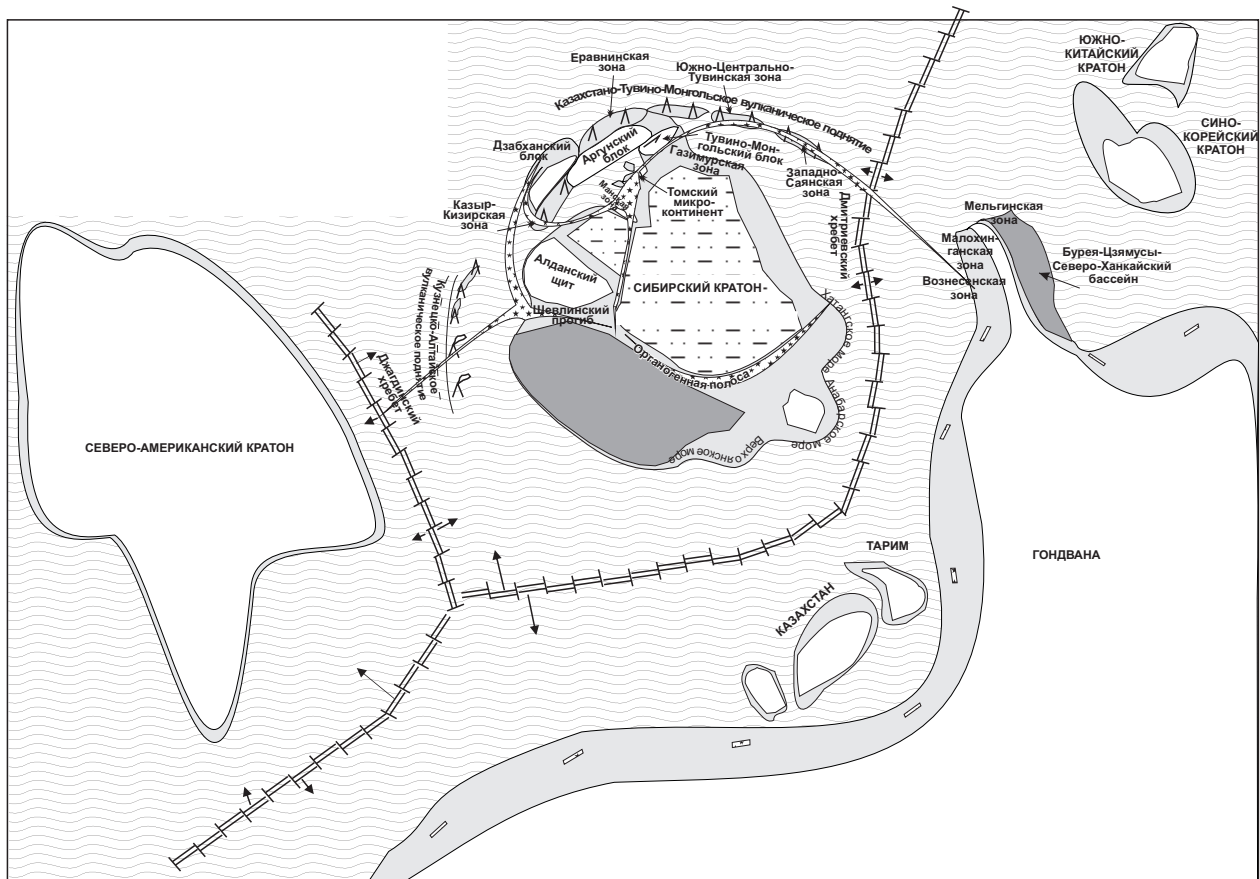


Рис. 4. Палеогеографическая реконструкция на ботомское время. Условные обозначения см. на рис. 1.

нения (Западный Саян и юг Центральной Тувы), где к этому времени завершился этап активной вулканической деятельности (Геологическое..., 1988). Здесь широко распространился вид *Tumulocyathus pustulatus* Vol. и типично Алтае-Саянские виды *Alataucyathus jaroshevitschi* Zhur. и *Alataucyathus verschkovskajae* Zhur. Благодаря сближению Казыр-Кизирской и Дзабханской зон пределов последней достигают виды, более характерные для Восточных Саян: *Kaltatocyathus kashinae* Roz. и *Kaltatocyathus basaichensis* Roz. Кроме того, в Дзабханскую зону происходило переселение археоциат и из среднего течения р. Лена (Алдабанский рифид) через бассейны Алтае-Саянской области – вид *Tumuliolynthus musatovi* (Zhur.). Вместе с тем, в Дзабханском блоке Монгольского бассейна продолжал свое развитие комплекс видов-эндемиков. К алдабанским видам *Tumulocyathus exiguus* Voron., *T. floridus* Voron., добавились ботомские *T. tayshiricus* Voron., *T. pustulatus* Vol., *Borocyathus khairkhanicus* Voron., *Plicocyathus stellatus* (Voron.).

С вращением Сибирского кратона связано и то, что Центрально-Тувинский блок так же, как и Дзабханский и Аргунский блоки, сместился вдоль его северной окраины. Это явилось причиной осушения этих территорий, активизации вулканической деятельности в пределах Цен-

тральной Тувы, а также нарушением прямой связи Газимурского и Еравнинского бассейнов из-за удаления Газимурской пассивной окраины Сибирского кратона.

Следует отметить, что некоторыми исследователями предполагалось наличие и других центров расселения археоциат. Считалось (Беляева, 1988), что в ботомском веке на территории, пограничной с Тувой и северо-западной Монголией расходились миграционные пути археоциат. Первый путь (северо-восточный) – через Северную Монголию, Забайкалье в Западное Приамурье, второй – через Южную Монголию, Китай в Приморье. Этому выводу, по мнению Г.В. Беляевой (1988), не противоречит факт появления в Приморье в середине ботомского века таких видов, как *Tumulocyathus raroseptatus* Osad., *Fransuasaecyathus subtumulatus* Zhur., *Fransuasaecyathus elegans* Okun., появившихся несколько ранее в бассейнах Алтае-Саянской области. Помимо этих выводов предполагалась и односторонняя связь между Алтае-Саянским и Ханкайским бассейнами через Монголию (Окунева, Осадчая, 1972), поскольку виды *Fransuasaecyathus subtumulatus* Zhur., *Tumulocyathus raroseptatus* Osad., характерные для Батеневского кряжа в позднем алдабанае, появились в Ханкайском бассейне только в ботомское

время. Однако, если учесть общую тенденцию геодинамической эволюции сибирской плиты, приведшей к тому, что в раннеботомское время вышеперечисленные районы представляли собой разнообразные морфоструктуры (фрагменты вулканических поднятий, пассивных окраин Сибирского кратона, микроконтинентов и др.) единого палеобассейна, в пределах которого миграция археоциат осуществлялась в различных направлениях, то выделять какие-либо конкретные направления миграции, с нашей точки зрения, не вполне возможно. Достаточно лишь констатировать тот факт, что археоциаты из этого палеобассейна, частью которого в ботомское время был и Дмитриевский спрединговый хребет (впоследствии Спасская аккрецианная призма), расселяясь на вулканических поднятиях и пассивных окраинах, без особенных препятствий смогли расселиться в пределах последнего (рис. 4) и далее достичь пассивных окраин Гондваны (Вознесенская зона). Здесь от типичного Алтае-Саянского рода *Sajanolynthus* возник вид-эндемик *Sajanolynthus rjazancevi* Okun.

В ботоме становится все меньше отличий в комплексах тумуловых археоциат в Алтае-Саянских бассейнах. Общими являются виды *Tumuliolynthus tubexternus* Vol., *Tumuliolynthus musatovi* (Zhur.), *Plicocyathus admirabilis* (Vol.), *Saianolynthus desideratus* Vol. et Kash., *Pappilocyathus vacuus* Roz., *Fransuasaecyathus subtumulatus* Zhur. Однако, несмотря на общность палеобиогеографических условий существования археоциат, здесь периодически происходили локальные изменения, что обусловило возникновение достаточного количества видов-эндемиков. Например, для Кузнецкого Алатау это виды *Kolbicyathus kolbiensis* Zhur., *Isiticyathus picnoseptatus* (Bojar.), *Pappilocyathus vacuus* Roz., впрочем, последний встречается и в Восточных Саянах. Для Батеневского кряжа это вид *Sajanolynthus desideratus* Vol. et Kash., также распространенный и в Восточных Саянах. Только для Восточных Саян характерны виды *Asterotumulus receptori* Kash. и *Torosocyathus villosus* Kash. Широкое распространение в Алтае-Саянских бассейнах получает вид *Plicocyathus admirabilis* (Vol.) (Батеневский кряж, Восточные и Западные Саяны). Вид *Fransuasaecyathus subtumulatus* Zhur. также характерен для большинства Алтае-Саянских бассейнов, но присутствие его, а также вида *Geocyathus botomaensis* Zhur. в бассейнах Кузнецкого Алатау и среднего течения р. Лена указывает на то, что Алтае-Саянские бассейны не были полностью изолированными от Сибирского бассейна и в ботомское время. Дальнейшее расселение археоциат, по всей видимости, зависело от особенностей рельефа шельфовых областей Гондваны и направления зон контурных тече-

ний. Собственно ботомским веком заканчивается расселение тумуловых археоциат в бассейнах нижнего кембрия. В тойонском веке численность и разнообразие археоциат существенно сокращается и уже к началу среднего кембрия происходит полное их вымирание.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительная характеристика распространения комплексов тумуловых показывает, что ареал обитания первых археоциат находился в пределах Сибирского кратона, с единым центром расселения в зоне зарождения Атдабанского рифоида. Впоследствии этот ареал значительно расширился, образовались новые центры расселения археоциат и наметилось несколько направлений их миграции. Одно из них, возникшее в томмотское время и завершившееся к концу атдабана, — из района Прианабарья на Дмитриевский спрединговый хребет и далее на пассивную окраину Гондваны к востоку от Сибирского кратона, где находились Мельгинская и Вознесенская зоны, принадлежащие, соответственно, Буреинскому и Ханкайскому террейнам. Второе, открывшееся в раннем атдабана, — из среднего течения р. Лена в западные шельфовые зоны Сибирского кратона (Манская зона Восточного Саяна, Кузцо-Батеневско-Беллыкская зоны Алтае-Саянской области) и на окраины Казыр-Кизирского вулканического поднятия, где к этому времени прекратился активный вулканизм. Оттуда они смогли расселиться в пределах соседних шельфовых зон, которыми являлись Мамынская пассивная окраина Аргунского блока, Центрально-Тувинская зона, Газимурская пассивная окраина Сибирского кратона. Постепенно, в результате поступательно-вращательного движения Сибирского кратона, они смогли достичь пределов другой цепи вулканических поднятий, где вулканизм завершился несколько позже, к началу ботомского времени (Западный Саян, юг Центральной Тувы и др.). Эта цепь находилась на океаническом ложе к северу от Сибирского кратона, и в ботоме явилась северным обрамлением единого палеобассейна, в который входили районы Западной Монголии, Алтае-Саянской области, Забайкалья, Приморья. Третье направление, возникшее во второй половине атдабана — из среднего течения р. Лена в район Шевлинского краевого прогиба и оттуда на спрединговый хребет Джагдинской зоны и в Западную Монголию. Такая последовательность расселения во многом была обусловлена активной геодинамикой в пределах распавшегося суперконтинента Родинии, основными проявлениями которой были следующие:

1. Движение и вращение образовавшихся

отдельных континентальных блоков друг относительно друга, при сближении которых временами образовывались смежные или противоположные друг другу побережья, ограничивающие определенный для того или иного временного интервала морской бассейн, в пределах которого формировались условия, способствующие расселению археоциат с одного блока на другой.

2. Наличие микроконтинентов и системы вулканических поднятий (островодужных сооружений), последовательное приближение их к окраинам континентальных блоков (Северо-Азиатский кратон, Северо-Американский кратон, Сино-Корейский кратон) также позволяло археоциатам осваивать новые среды обитания.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Гранта Президента РФ (№ НШ-245.2008.5) и ДВО РАН (№ 09–III–А–08–403).

#### Список литературы

- Беляева Г.В.* Биogeография раннего кембрия Дальнего Востока // Эволюция геологических процессов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1987. С. 92-109.
- Беляева Г.В.* Кембрий Востока СССР: Стратиграфия. М.: Наука, 1988. 136 с.
- Беляева Г.В., Кашина Л.Н.* О возможных связях Саяно-Алтайского бассейна с западным Приамурьем в раннем кембрии (по археоциатам) // Биостратиграфия и палеонтология нижнего и среднего кембрия Северной Азии. М.: Наука, 1983. С. 65-80. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 541).
- Беляева Г.В., Лучинина В.А., Назаров Б.Б. и др.* Кембрийская фауна и флора хребта Джэгды (Дальний Восток). М.: Наука, 1975. 208 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 226).
- Берзин Н.А., Кунгурцев Л.В.* Геодинамическая интерпретация геологических комплексов Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 1. С. 63-81.
- Воронин Ю.И., Воронова Л.Г., Григорьева Н.В. и др.* Граница докембрия и кембрия в геосинклинальных областях (опорный разрез Саланы-Гол, МНР). М.: Наука, 1982. 152 с. (Тр. ССМПЭ. Вып. 18).
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн.1 / Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. 572 с.
- Гибшер А.С., Казанский А.Ю., Изох А.Э. и др.* Роль трансформных разломов в тектонике Центральной Азии // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. М.: ГЕОС, 2000. С. 115-119.
- Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 4. Сибирская платформа / Под ред. Н.С. Малича, В.С. Масайтиса, В.С. Суркова. Л.: Недра, 1987. 448 с.
- Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 7. Алтае-Саянский и Забайкало-Верхнеамурский регионы. Кн. 1. Алтай, Саяны, Енисейский кряж / Под ред. П.С. Матросова, Г.Н. Шапошникова. Л.: Недра, 1988. 300 с.
- Казанский А.Ю.* Эволюция структур западного обрамления Сибирской платформы по палеомагнитным данным: Авторефер. дисс. док. геол.-мин. наук. Новосибирск, 2002. 40 с.
- Казимировский М.Э., Сандимирова Г.П., Пыхольченко Ю.А.* Геохимия и Sr-изотопные характеристики магматических пород Западно-Усуглинской бимодальной вулканоплутонической ассоциации (Забайкалье) // Геология и геофизика. 2001. № 6. С. 951-967.
- Козаков И.К., Ковач В.П., Котов А.Б., Сальникова Е.Б.* Корообразующие процессы в микроконтинентах Центральной Азии: Sm-Nb изотопные данные по гранитоидам // Геологическое развитие протерохойских перикратонных и палеоокеанических структур Северной Евразии. М.-СПб.: Тема, 1999. С. 49-51.
- Куренков С.А., Диденко А.Н., Симонов В.А.* Геодинамика палеоспрединга. М.: ГЕОС, 2002. 294 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 490).
- Моссаковский А.А., Руженцев С.В., Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н.* Центрально-Азиатский складчатый пояс: Геодинамическая эволюция и история формирования // Геотектоника. 1993. № 6. С. 3-33.
- Окунева О.Г., Осадчая Д.В.* Комплексы археоциат раннего кембрия Тувы и Приморья и их биостратиграфическое распространение // Проблемы биостратиграфии и палеонтологии нижнего кембрия Сибири. М.: Наука, 1972. С. 110-123.
- Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И. и др.* Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. № 6. С. 7-41.
- Печерский Д.М., Диденко А.Н.* Палеоазиатский океан. М.: ОИФЗ РАН, 1995. 298 с.
- Прокопьев А.В., Парфенов Л.М., Томшин М.Д., Колледзников И.И.* Чехол Сибирской платформы и смежных складчато-надвиговых поясов // Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. С. 113-156.
- Ханчук А.И.* Геологическое строение и развитие континентального обрамления северо-запада Тихого океана. Авторефер. дисс. док. геол.-минер. наук. М.: 1993. 31 с.
- Ханчук А.И., Раткин В.В., Рязанцева М.Д. и др.*

- Геология и полезные ископаемые Приморского края: Очерк. Владивосток: Дальнаука, 1995, 68 с.
- Ярусное расчленение нижнего кембрия: Стратиграфия. М.: Наука, 1984, 184 с.
- Berzin N.A., Dobretsov N.L.* Geodynamic evolution of Southern Siberia in Late Precambrian-Early Paleozoic time // Reconstruction of the Paleasian Ocean. VSP Intern. Sci. Publishers, the Netherlands, 1993. P. 45-62.
- Golonka J., Ross M.I., Scotese C.R.* Phanerozoic paleogeographic and paleoclimatic modeling maps // Pangea: Global Environments and Resources. Canadian Society of Petroleum Geologists. 1994. Memoir 17. P. 1-47.
- Khanchuk A.I., Belyaeva G.V.* Relationship between the terranes of Paleasian and Paleopacific oceans in the Far East, Russia // Report No. 4 of the Project 283: Geodynamic evolution of Paleasian ocean / Dobretsov N.L. and Berzin N.A. (eds). Novosibirsk, 1993. P. 84-86.
- Shcheka S.A., Ishiwatari A., Vrzhosek A.A.* Geology and petrology of Cambrian Khanka ophiolite in Primorye (Far East Russia) with notes on its manganese-rich chromian spinel // Earth Science (Chikyu Kagaku). 2001. V. 22. P. 265-274.
- Widle S.A., Dorsett-Bain H.I., Lennon R.C.* Geological setting and controls on the development of graphite, sillimanite and phosphate mineralization within the Jiamusi Massiv: on exotic fragment of Gondwanaland located in Northeast China // Gondwana Research. 1999. V. 2. P. 21-46.
- Zhao X., Coe S.A., Frost G.M.* Palaeomagnetic constrains on the palaeogeography of China: implications for Gondwanaland // Australian J. Earth Sci., 1996.V. 3. P. 643-672.

**SPATIAL-TEMPORARY CONNECTIONS OF THE EARLY CAMBRIAN SEA BASINS OF THE SIBERIA AND RUSSIA FAR EAST ON THE DATA OF DISTRIBUTION OF THE TUMULOSE ARCHAEOCYATHEANS**

© 2009 L.G. Bondarenko, I.V. Kemkin

*Far East Geological Institute, FEBRAS, Vladivostok, 90022; e-mail: li\_bond@mail.ru, kemkin@fegi.ru*

Based on the analysis of distribution of the tumulose archaeocyatheans complexes from the Early Cambrian cut-sections of the Siberia and Russia Far East, their settle centres are determined and the main directions of their migration are planned. It has allowed to reveal the temporary connections of the Early Cambrian sea basins, which were consistently established as a result of moving of the continental blocks of the broken supercontinent Rodinia. In view of the data on tumulose archaeocyatheans the disposition of separate continental blocks and adjacent structures for first three centuries of Early Cambrian are corrected.

*Keywords: Tumulose archaeocyatheans, Early Cambrian sea basins, migration, Siberian platform, paleogeography.*