

ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РАДИОЛЯРИЕВЫЕ ПРОВИНЦИИ ПОЗДНЕГО ДЕВОНА

© 2009 г. М. С. Афанасьева*, Э. О. Амон**

*Палеонтологический институт РАН
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 123,
E-mail: mafan@paleo.ru

**Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7
E-mail: amon@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 16.02.2009 г.

Впервые по радиоляриям позднего девона выделены и описаны три палеобиогеографические провинции: Лаврусская (юго-западная), Палеоазиатская (северо-восточная) и Австралийская (юго-восточная).

Ключевые слова: *палеобиогеография, радиолярии, провинции, поздний девон.*

Крупные климатические области могут быть дифференцированы на основе общего облика населяющих их радиоляриевых ассоциаций. Однако, согласно существующей точке зрения, климатическая зональность не оказывает жесткого влияния на состав и особенности комплексов радиолярий, обитающих в тех или иных климатических районах. Полная определенность и обусловленность современных комплексов радиолярий климатическими зонами не наблюдается или она очень расплывчата. Виды, обитающие в нескольких климатических зонах, намного более обильны, чем эндемики одной единственной области [14, 21, 22].

Такая же картина была свойственна, вероятно, и геологическому прошлому.

Климатическая зональность в девонском периоде была более четкой по сравнению с ранним палеозоем, но число климатических зон оставалось по-прежнему небольшим, и их границы были размыты. Регрессия в раннем девоне, когда возникло множество изолированных и полуизолированных бассейнов, способствовала обособлению фаунистических комплексов. В среднем и позднем девоне общение между морями стало более свободным.

Вместе с тем, радиоляриевым фаунам девона был свойственен биогеографический провинциализм, такой же, какой наблюдается у голоценовых фаун, когда экваториальная радиоляриевая фауна значительно отличается от субтропической, субтропическая – от арктической, а антарктическая – от всех остальных. Виды-космополиты, эврибионтные виды с повышенным биотическим потенциалом, населявшие все или почти все экологические зоны Мирового океана, редки среди современных радиолярий, точно также они были редки в геологическом прошлом, в том числе в девоне.

Анализ палеобиогеографии позднего девона Волго-Уральского, Тимано-Печорского и Южноуральского бассейнов был проведен М.С. Афанасьевой, Э.О. Амоном и Б.И. Чувашовым [3]. Авторами показано, что многие факты нахождения обильных остатков радиолярий в осадках палеобассейнов различного типа (эпиplatformенных, эпиконтинентальных, окраинных) приводят к выводу, что весьма благоприятными для обитания радиолярий в геологическом прошлом являлись биотопы и акватории, расположенные вблизи континентов или на сравнительно небольшом от них удалении, но не пелагические или центральные зоны океанов. Наиболее богатые и разнообразные ориктоценозы радиолярий сформированы: 1) при наличии системы течений; 2) в акваториях сублиторали, приближенных к континентальным массивам; 3) под влиянием апвеллинга и других гидрографических явлений типа Эль-Ниньо, Ла-Нинья и др.; 4) в областях повышенной биопродуктивности над глубинными разломами и зонами развития рифтовых систем.

Полученные новые данные позволяют дать более детальную палеогеографическую характеристику обстановкам осадконакопления на Южном Урале, Рудном Алтае и в других регионах в один из самых насыщенных геологическими событиями – девонский период его развития, впервые выявить особенности становления радиолярий в эпохи раннего, среднего и позднего девона, а также по-новому рассмотреть специфику формирования фаун девонских радиолярий.

На основании анализа всех имеющихся собственных и литературных материалов по радиоляриям позднего девона нами выделены три радиоляриевые провинции-зоохории (рис. 1): Лаврусская (юго-западная), Палеоазиатская (северо-восточная) и Австралийская (юго-восточная).

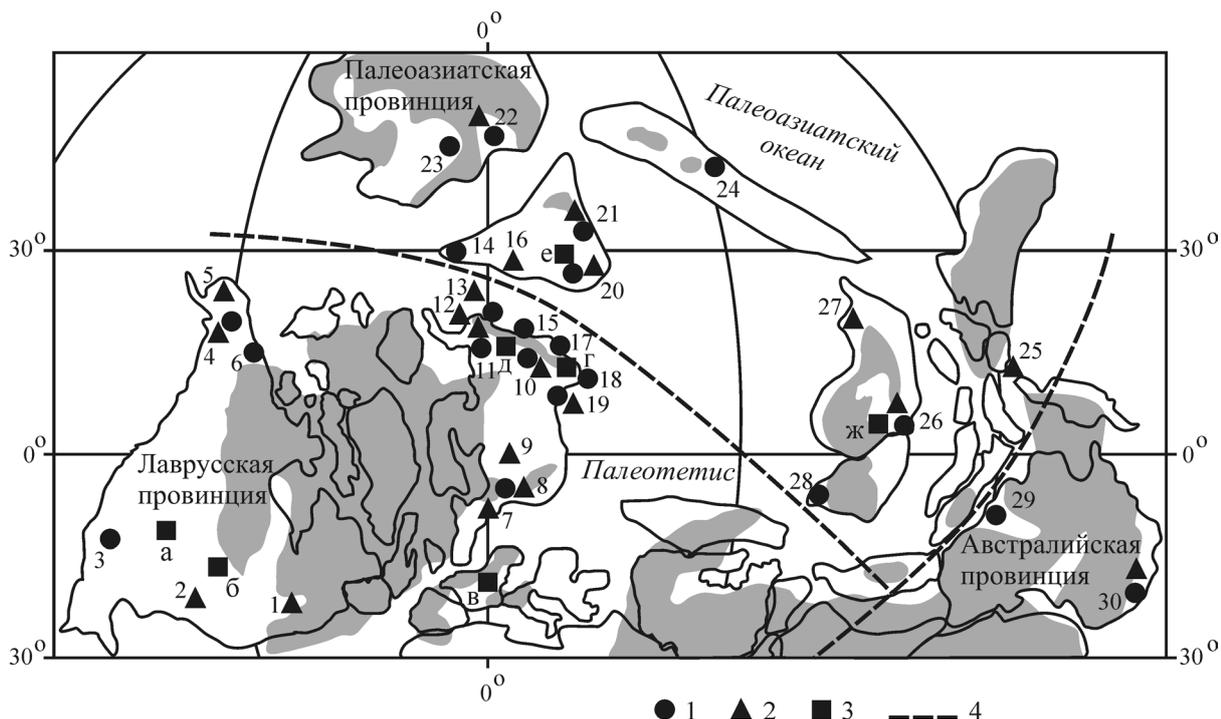


Рис. 1. Радиолариевые провинции позднего девона.

1, 2 – местонахождения радиоларий в отложениях франского (1) и фаменского (2) ярусов: 1 – США, штат Огайо, оз. Эри; 2 – США, штат Оклахома; 3 – США, штат Невада; 4 – Восточная Аляска; 5 – Центральная Аляска; 6 – Северо-Западная Канада; 7 – Германия; 8 – Польша; 9 – Припятский прогиб; 10 – Волго-Уральская провинция; 11 – Тимано-Печорский бассейн; 12 – Полярный Урал; 13 – Северный Урал, западный склон; 14 – Северный Урал, восточный склон; 15 – Средний Урал, западный склон; 16 – Средний Урал, восточный склон; 17 – Южный Урал; 18 – Мугоджары, Северо-Западный Казахстан; 19 – Прикаспийская впадина, Западный Казахстан; 20 – Чарская зона, Восточный Казахстан; 21 – Алайский хребет, Киргизстан; 22 – Рудный Алтай; 23 – юг Западной Сибири; 24 – Центральная Монголия; 25 – Малайзия; 26 – Южный Китай; 27 – Северо-Западный Китай; 28 – Таиланд; 29 – Западная Австралия; 30 – Новый Южный Уэльс; Восточная Австралия. 3 – местонахождения трилобитов (по [23]): а – Юта, б – Миссури, в – Южная Франция, г – Юго-Восточный Урал, д – Западный Урал, е – Киргизия, ж – Южный Китай. 4 – границы раздела Лаврусской, Палеоазиатской и Австралийской радиолариевых провинций. Местонахождения радиоларий и трилобитов нанесены на схему глобальной реконструкции континентов и океанов для позднего девона по [25].

ЛАВРУССКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Лавруская провинция объединяет ассоциации радиоларий, развивавшиеся в относительно мелководных акваториях шельфовых эпиплатформенных и окраинных морей: Северной Америки, Германии, Польши, Припятского прогиба, Волго-Уральского и Тимано-Печорского бассейнов, Западного Урала, Мугоджар и Северного Прикаспия (рис. 1).

Позднедевонская фауна внутренних и окраинных мелководных бассейнов Лаврусской провинции была исключительно разнообразна и обильна. Взрыв биоразнообразия среди позднедевонских комплексов Северной Америки, Польши, Франкенвальда, Тимано-Печорского бассейна и Урала достиг такого максимального пика распространения родов и видов радиоларий, относительные масштабы которого в дальнейшей фанерозойской истории развития радиоларий были достигнуты лишь в позднем триасе, поздней юре и позднем мелу [19].

Биостратиграфические комплексы радиоларий позднего девона Лаврусской провинции насчитывают десятки и сотни видов, и можно предположить, что многие виды еще ждут своего описания. Биопродуктивность радиоларий (т.е. количество органического вещества, вырабатываемого ассоциацией организмов¹) в единицу времени, во франское время в Тимано-Печорском бассейне была настолько высокой, что это дало возможность рассматривать радиоларии в качестве источника органического вещества для образования нефти [1, 4, 5]. Знаменитые яшмы позднего девона Южного Урала с обилием скелетов радиоларий давно стали классическим примером типичных радиоларитов.

¹ Биопродуктивность современных организмов измеряется прямыми методами (подсчет валового C_{org} и др.), а для прошлых геологических эпох оценивается косвенными параметрами, например, по частоте встречаемости и степени обилия fossilized остатков.

Ядро фаменского комплекса радиолярий было достаточно устойчивым на Русской платформе и на Урале. К юго-западу, в Европе (Германия, Польша), и далее – в Северной Америке, а также в северо-восточном (Палеоазиатская провинция) и юго-восточном (Австралийская провинция) направлениях оно постепенно “размывалось” и замещалось другими видами.

ПАЛЕОАЗИАТСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Палеоазиатская провинция объединяет ассоциации радиолярий, населявшие окраины океанов Палеотетис и Палеоазиатского: Монголию, Китай, Таиланд, Австралию и, отчасти, восточный Казахстан и Алтае-Саянскую область.

Комплексы радиолярий девона Палеоазиатской провинции, как правило, менее разнообразны и значительно менее обильны. Нередки случаи, когда в поле зрения и анализа исследователя попадает биостратиграфический комплекс, представленный всего лишь небольшим набором родов и видов (до десяти единиц). Известные девонские полосчатые пелагические радиоляриевые кремни Таиланда и Малайзии по обилию скелетов радиолярий намного уступают южноуральским яшмам.

АВСТРАЛИЙСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Австралийская провинция характеризуется своеобразной морфологией скелетов радиолярий. Радиолярии раннего франа Австралии отличаются от одновозрастных ассоциаций Тимано-Печорского бассейна, Палеоазиатской и Лаврусской провинций более богатым видовым разнообразием и сложностью конструкций скелетов.

В среднем фране картина меняется. Морфологическое многообразие радиолярий Лаврусской провинций и, особенно, доманиковых комплексов Тимано-Печорского бассейна значительно превосходит разнообразие палеоазиатских и австралийских радиолярий.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАДИОЛЯРИЕВЫХ ПРОВИНЦИЙ

Различия между Лаврусской, Палеоазиатской и Австралийской провинциями отчетливо выявляются по числу видов-космополитов, морфологическим признакам скелетов и различной частоте встречаемости тех или иных родов, а также обилию родов и видов. Причины таких различий заключаются, скорее всего, в климате (указанные территории, находились в девоне в экваториальном, тропическом или субтропическом поясах), в гидрологических, гидрохимических и палеотектонических характеристиках акваторий обитания радиолярий, в палеогеографии и обстановках

осадконакопления в условиях континентальных окраин крупнейших континентальных блоков – Лаврусии и Гондваны.

Древнерусский континент, по палеомагнитным данным, в ордовике, силуре и девоне мигрировал по направлению к северу; при этом, если в ордовике, силуре и раннем девоне направление палеомеридианов было близким к современному (т.е. край континента был субпараллелен современному Уралу), то в позднем девоне ситуация изменилась [10, 11].

В девоне Южный Урал находился в приэкваториальной зоне. Палеомагнитные широты, полученные по материалам территории Магнитогорской мегазоны, следующие: яшмы актаусской свиты (верхи эмса и основание эйфеля) формировались к северу от экватора на $8.4^\circ \pm 8.7^\circ$ с.ш., фаменские аргиллиты и песчаники в верхнем течении р. Большой Кизил – $9.1^\circ \pm 4.6^\circ$ с.ш. [10, 11]. По другим данным, отложение среднедевонских кремней в окрестностях г. Сибай происходило к югу от экватора на $5.0^\circ \pm 3.4^\circ$ ю.ш. [6], однако нельзя исключить северные широты.

Палеомагнитные данные подчеркивают то обстоятельство, что восточная окраина Лаврусской радиоляриевой провинции (восток Древнерусского континента и его окраинные моря – Тимано-Печорское и Уральское) располагалась в девоне в экваториальном климатическом поясе, получавшем максимум солнечной радиации.

Данные о распространении радиолярий хорошо коррелируются с информацией о географической и экологической приуроченности некоторых стено-топных трилобитов [23]. Представители рода *Pudoproetus* пережили позднедевонский трилобитовый кризис, были адаптированы к мелким беспокойным водам и ограничены в своем распространении исключительно узкой полосой биофаций прибрежной полосы субтропического пояса (рис. 1).

Это подтверждает высказанную ранее гипотезу Д.В. Наливкина [12], основанную на присутствии барьерных рифов в Уральском палеобассейне, о расположении востока Русской платформы в экваториальном поясе. Развитие рифов свидетельствует о сильном прибое, чистоте воды и тропическом климате, со средней годовой температурой до 20°C . В конце девона палеомагнитный экватор проходил по Тиману примерно по меридиану 50° [17].

Экваториальный климатический пояс в настоящее время характеризуется максимальным биоразнообразием радиолярий на родовом и видовом уровнях и максимальной биопродуктивностью их популяций [14]. То же самое было свойственно и девонскому периоду [2, 19].

С другой стороны, выявляется отчетливая связь пульсационного колебания численности, биопродуктивности и темпов таксонообразования радиолярий на Русской платформе и Урале с ритмами эвстазии Мирового океана в позднем девоне [20, 24].

Кроме того, в девонской истории радиолярий Русской платформы обращает на себя внимание избирательное размещение областей массового обитания радиолярий, устойчиво сохранявшееся на протяжении всего позднедевонского времени. Это области развития отложений доманикового типа, обогащенных органическим веществом и биогенным кремнеземом, которые широкой полосой прослеживаются вдоль восточной окраины Русской платформы, но отсутствуют в ее центральных частях [18]. Массовое развитие кремневых организмов: губок и радиолярий, происходило только в восточной части Русской платформы [1, 7, 9].

Массовые скопления богатых комплексов радиолярий девона на восточной окраине Древнерусского континента совпадают с областями развития авлакогенов. Процессами рифтогенеза предопределено размещение нефтегазоносных провинций на Русской платформе: Прикаспийской, Волго-Уральской и Тимано-Печорской [8]. Кроме того, рифты являются устойчивыми в пространстве и времени каналами дегазации Земли шелевидной формы, а в пределах Русской платформы областью пониженной концентрации озона является Урало-Каспийская рифтовая система, которая продолжает оставаться зоной интенсивной дегазации планеты [15, 16].

Уменьшение озонового экрана планеты в условиях массовой дегазации неизбежно приводило в прошлом к переоблучению биосферы активным ультрафиолетом и к упадку либо гибели биоты. С другой стороны, повышенный радиоактивный фон оказывает мутагенное воздействие на биологические объекты, ускоряя и усиливая эволюционный процесс [13]. И если спонтанные выбросы глубинного водорода и метана действительно имели место в геологическом прошлом (в частности, в доманикоидных бассейнах среднего франа с аномальным режимом сероводородного заражения), то должна была наблюдаться именно такая картина, какая наблюдается в настоящее время в случае Эль-Ниньо. И особенно подвержены влиянию ультрафиолетового излучения сообщества шельфов, где наиболее обилён фито- и зоопланктон. Мутагенное воздействие ультрафиолетового излучения способствует зарождению новых видов организмов [15, 16]. Возможно, что и фантастическое разнообразие комплексов радиолярий, особенно из доманикоидных отложений позднего девона Тимано-Печорского бассейна, формирование которых приурочено к рифтовым зонам, можно объяснить многочисленными мутациями, создававшими все новые и новые виды.

Перечисленные факты подчеркивают наличие благоприятной палеогеографической обстановки становления девонской ассоциации радиолярий Уральского и Тимано-Печорского бассейнов, значительно превосходящие по степени обилия комплексы радиолярий Западной Сибири и Рудного Алтая,

которые в девоне обитали севернее – в Палеоазиатском и Палеотетическом океанах.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН “Происхождение и эволюция биосферы” и РФФИ (проект № 07-04-00649).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьева М.С.* Атлас радиолярий палеозоя Русской платформы. М.: Научный Мир, 2000. 480 с.
2. *Афанасьева М.С., Амон Э.О.* Радиолярии. М.: ПИН РАН, 2006. 320 с.
3. *Афанасьева М.С., Амон Э.О., Чувашов Б.И.* Экология и биогеография радиолярий: новый взгляд на проблему. Часть 2. Абиотические факторы, палеобиогеография радиолярий и морские палеоландшафтные обстановки в геологическом прошлом // Литосфера. 2005. № 4. С. 87–120.
4. *Афанасьева М.С., Михайлова М.В.* Радиолярии как один из возможных источников органического вещества нефти // Геология нефти и газа. 1998. № 1. С. 12–21.
5. *Афанасьева М.С., Михайлова М.В.* Доманиковая свита: радиолярии, биостратиграфия и условия седиментации // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2001. № 5. С. 3–25.
6. *Буртман В.С., Гурарий Г.З., Дворова А.В.* и др. Уральский палеоокеан в девонское время (по палеомагнитным данным) // Геотектоника. 2000. № 5. С. 61–71.
7. *Быкова Е.В.* Фораминиферы и радиолярии девона Волго-Уральской области и Центрального девонского поля и их значение для стратиграфии // Фораминиферы, радиолярии и остракоды девона Волго-Уральской области. Л.: Гостоптехиздат, 1955. С. 5–190.
8. *Клевова А.А.* Авлакогены Русской платформы – очаги генерации углеводородов // Разведка и охрана недр. 2000. № 6. С. 19–26.
9. *Максимова С.В.* Породообразующая роль кремневых организмов и вулканизм // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 1975. № 5. С. 22–27.
10. *Мизенс Г.А., Свяжина И.А.* О палеогеографии Урала в девоне и начале карбона // VIII Междунар. конф. “Новые идеи в науках о Земле”. Т. 2. Секция осадочных бассейнов и проблем нефти и газа. М.: РГГРУ, 2007. С. 190–193.
11. *Мизенс Г.А., Свяжина И.А.* О палеогеографии юга Урала в девоне // Литосфера. 2007. № 2. С. 29–44.
12. *Наливкин Д.В.* Учение о фациях. Т. 2. М.-Л.: АН СССР, 1956. 393 с.
13. *Неручев С.Г.* Периодичность крупных геологических и биологических событий фанерозоя // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 4. С. 493–511.
14. *Петрушевская М.Г.* Радиоляриевый анализ. Л.: Наука, 1986. 200 с.
15. *Сывороткин В.Л.* Озоновый слой, дегазация Земли, рифтогенез и глобальные катастрофы. М.: Геоинформмарк, 1994. 68 с.
16. *Сывороткин В.Л.* Глубинная дегазация земли и глобальные катастрофы. М.: Геоинформцентр, 2002. 250 с.
17. *Тихий В.Н.* Девонский период. Палеогеография // Палеогеография СССР. Объяснительная записка к

- Атласу литолого-палеогеографических карт СССР. Т. 2. Девонский, каменноугольный, пермский периоды. М.: Недра, 1975. С. 12–40.
18. *Тихомиров С.В.* Этапы осадконакопления девона Русской платформы. М.: Недра, 1967. 268 с.
 19. *Afanasieva M.S., Amon E.O., Agarkov Yu.V., Boltovskoy D.S.* Radiolarians in the geological Record // *Paleontological J.* 2005. V. 39. Suppl. 3. P. S135–S392.
 20. *Alekseev A.S., Kononova L.I., Nikishin A.M.* The Devonian and Carboniferous of the Moscow Syncline (Russian Platform): Stratigraphy and sea-level changes. EUROPROBE: Intraplate Tectonics and Basin Dynamics of the Eastern European Platform // *Tectonophysics.* 1996. Vol. 268. P. 149–168.
 21. *Boltovskoy D.* Classification and distribution of South Atlantic recent polycystine Radiolaria // *Paleontologica Electronica.* 1998. V. 1. Is. 2. 116 p.
 22. *Boltovskoy D.* Radiolaria Polycystina // *South Atlantic Zooplankton* / D. Boltovskoy (ed.). Leiden: Backhuys Publ., 1999. P. 149–212.
 23. *Feist R., Ivanov K.S., Sapelnikov V.P.* et al. Correlation between the evolution of benthic faunal communities and convergent movements of lithospheric blocs from the Silurian to the Late Devonian in the mid-Paleozoic Uralian basin // *Tectonophysics.* 1997. V. 276. P. 301–311.
 24. *Racki G.* Devonian eustatic fluctuations in Poland // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg.* 1997. V. 199. Frankfurt am Main. P. 1–12.
 25. *Scotese C.R., McKerrow W.S.* Revised world maps and introduction // *Palaeozoic palaeogeography and biogeography* / W.S. McKerrow et C.R. Scotese (eds.). London: Geol. Soc. Mem. № 12. 1990. P. 1–21.

Рецензент Н.Я. Анцыгин

Paleobiogeographic radiolarian provinces of Late Devonian

M. S. Afanasieva*, E. O. Amon**

**Paleontological Institute of RAS*

***Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

For the first time the three Late Devonian paleobiogeographic provinces: Laurussian (southwest), Paleasian (northeast) and Australian (southeast) are singled out and described.

Key words: *paleobiogeography, Radiolarians, provinces, Late Devonian.*