

## РАДИОЛЯРИИ В СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИИ КАРБОНА НА ВОСТОКЕ ЕВРОПЫ (ПРИКАСПИЙ И ЮЖНОЕ ПРЕДУРАЛЬЕ)

**М.С. Афанасьева\***, **Э.О. Амон\*\***, **Б.И. Чувашов\*\***

*\*Апрелевское отделение Всероссийского научно-исследовательского  
геологического нефтяного института (ВНИГНИ),  
143360 Апрелевка, Московская обл., ул. Кетрица, д. 1  
E-mail: kern-fond@mti-net.ru.*

*\*\* Институт геологии и геохимии УрО РАН,  
620151 Екатеринбург, Почтовый пер., д. 7  
E-mail: amon@igg.uran.ru; chuvashov@igg.uran.ru*

*Поступила в редакцию: 11 июня 2002 г.*

Проанализированы особенности стратиграфического распространения радиолярий в каменноугольных отложениях Северного Полушария. Рассмотрены биостратиграфические комплексы радиолярий карбона Прикаспия Южного Урала. Приведены первые данные о распространении радиолярий в московском и касимовском ярусах Южного Урала и установлены новые слои с радиоляриями: *Entactinia* – *Pseudoalbaillella* и *Haplodiacanthus* – *Albaillella*. В нижнем и среднем карбоне Прикаспийской впадины выделены пять локальных слоев с радиоляриями. Приведены новые сведения о палеоэкологии радиолярий карбона, суммирующие данные о фациальном распространении радиолярий. Показано, что адаптивная радиация радиолярий палеозоя отражает экологические изменения среды обитания, которые происходили синхронно с изменением общей физико-географической обстановки.

Ключевые слова: *радиолярии, карбон, стратиграфия, палеобиогеография, Прикаспий, Южный Урал.*

## RADIOLARIANS IN CARBONIFEROUS STRATIGRAPHY AND PALEOBIOGEOGRAPHY IN EASTERN EUROPE (PRECASPIAN AND SOUTHERN CIS-URALS)

**M.S. Afanasieva\***, **E.O. Amon\*\***, **B.I. Chuvashov\*\***

*\*Aprelevka Branch of VNIGNI*

*\*\*Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of Russian Academy of Sciences*

The specific characters of stratigraphic and palaeobiogeographic distribution of radiolarians in Carboniferous sediments in Northern Hemisphere are analyzed. The Carboniferous radiolarian biostratigraphic associations in Precaspian and Southern Urals are closely regarded. The new data on presence and stratigraphic distribution of radiolarians in deposits of Moskovian and Kasimovian Stages in Late Paleozoic sequence in Southern Urals are indicated and the new biostratigraphic regional radiolarian beds with *Entactinia* – *Pseudoalbaillella* and *Haplodiacanthus* – *Albaillella* are established there. The five local biostratigraphic stratum with radiolarians are revealed in Lower-Middle Carboniferous sediments in Precaspian depression. The new information about radiolarian paleobiogeography during Carboniferous is indicated. There are summary data of facial and geographic distribution of radiolarians, information, which has important significance for the substantiation of regularities of biostratigraphic correspondence of radiolarian zonal associations to Carboniferous Stages of Precaspian and Southern Urals. It is shown, that adaptive radiation of Paleozoic radiolarians reflects ecological changes of environment, which happened synchronously to changes of general physical-geographical environment of ancient basins.

Key words: *radiolarians, Carboniferous, stratigraphy, paleobiogeography, Precaspian, Southern Cis-Urals.*

## Введение

Радиолярии довольно широко распространены в каменноугольных отложениях различных регионов Земли: в Западной и Восточной Европе, в Восточной Сибири, Казахстане, в Северной Америке, Японии, Австралии, Северной Африке (рис. 1). В Северной Америке и Западной Европе каменноугольные радиолярии вовлечены в практику биостратиграфических исследований; для этих регионов разработаны зональные биостратиграфические шкалы, имеющие большую или меньшую степень детальности. Вместе с тем, радиолярии еще слабо используются в региональной стратиграфии других регионов мира и многие специалисты мало осведомлены о тех реальных возможностях, которые предоставляет данная группа микрофауны.

Очень редко предпринимались и предпринимаются специальные палеоэкологические исследования радиолярий палеозоя, и, поэтому, особенности палеоэкологии древних радиолярий освещены в мировой литературе совершенно недостаточно. Кроме того, в современной биостратиграфии палеозоя, в том числе в биостратиграфии карбона, недооценивается значение выводов, полученных в результате немногочисленных палеоэкологических исследований. Это проявляется, прежде всего, на коррелятивном уровне, когда делаются попытки сопоставления между собой местных или региональных зональных схем по различным группам фоссилей с использованием исключительно списочных видовых (родовых) составов зональных ассоциаций, но без учета палеобиогеографических факторов, влиявших на особенности расселения тех или иных групп. Подобные попытки часто приводят к необъективному сужению списков, произвольному выбору «характерных» видов и ошибкам при корреляции разрезов разных регионов.

Напротив, последовательное применение и учет данных, полученных при анализе масштаба воздействий, оказываемых палеоэкологическими факторами на распространение и расселение различных групп организмов, когда принимаются во внимание все без исключения члены зональных ассоциаций и все фациальные, тектонические, климатические и другие условия, позволяет существенно уточнить корреляционный аспект региональных зональных комплексов фаун.

Палеоэкологические исследования ясно показывают, что физико-географические барьеры препятствовали распространению позднекаменноугольных-раннепермских уральских региофаун радиолярий на север и восток, в область Палеопацифики, и, наоборот, представители региофаун радиолярий Дальнего Востока, Приморья и Японии имели мало шансов проникнуть в акватории бассейнов Восточной Европы. Следствием и основным неутешительным выводом из такого положения является то, что, несмотря на определенную общность отдельных видов, присутствующих в зональных ассоциациях двух различных палеобиогеографических поясов, корреляция радиоляриевых зон востока Европы и Палеопацифики в действительности мало надежна и неточна.

Одним из редких примеров является всестороннее литологическое, геохимическое и палеонтологическое изучение классических динамских (нижний карбон) кремнистых и терригенно-карбонатных отложений Рейнских сланцевых гор и других районов Германии, выполненное Г.-Ю. Гурски [Gursky, 1996]. Сопоставив данные о распространении в этих отложениях радиолярий, Г.-Ю. Гурски пришел к заключению, что германский каменноугольный бассейн представлял собой сравнительно глубоководную (верхняя батиналь), реже мелководную, эпиконтинентальную тропическую окраину палеоокеана Тетис (рис. 1). Сочетание определенных благоприятных условий обитания (сравнительная мелководность, тепловодность, привнос палеотечениями обильных питательных веществ, активное поступление в бассейн продуктов интенсивного вулканизма) обусловило высокую биопродуктивность, интенсивное формообразование и расцвет радиоляриевой фауны. Похожие, но несколько менее благоприятные, условия обитания радиолярий существовали в раннем карбоне на территории Южной Франции и Турции [Gourmelon, 1987].

Однако, несмотря на столь благоприятные условия обитания и жизнедеятельности радиолярий, сохранность скелетов каменноугольных радиолярий, извлекаемых из пород, нередко плохая. А. Браун [Braun, 1990] провел специальное исследование, описав многие типы химических, физических, механических и пластических деформаций скелетов, встречающихся в нижнекаменноугольных разрезах Германии и Бельгии. В частности, им описаны различные варианты диагенетических трансформаций ске-

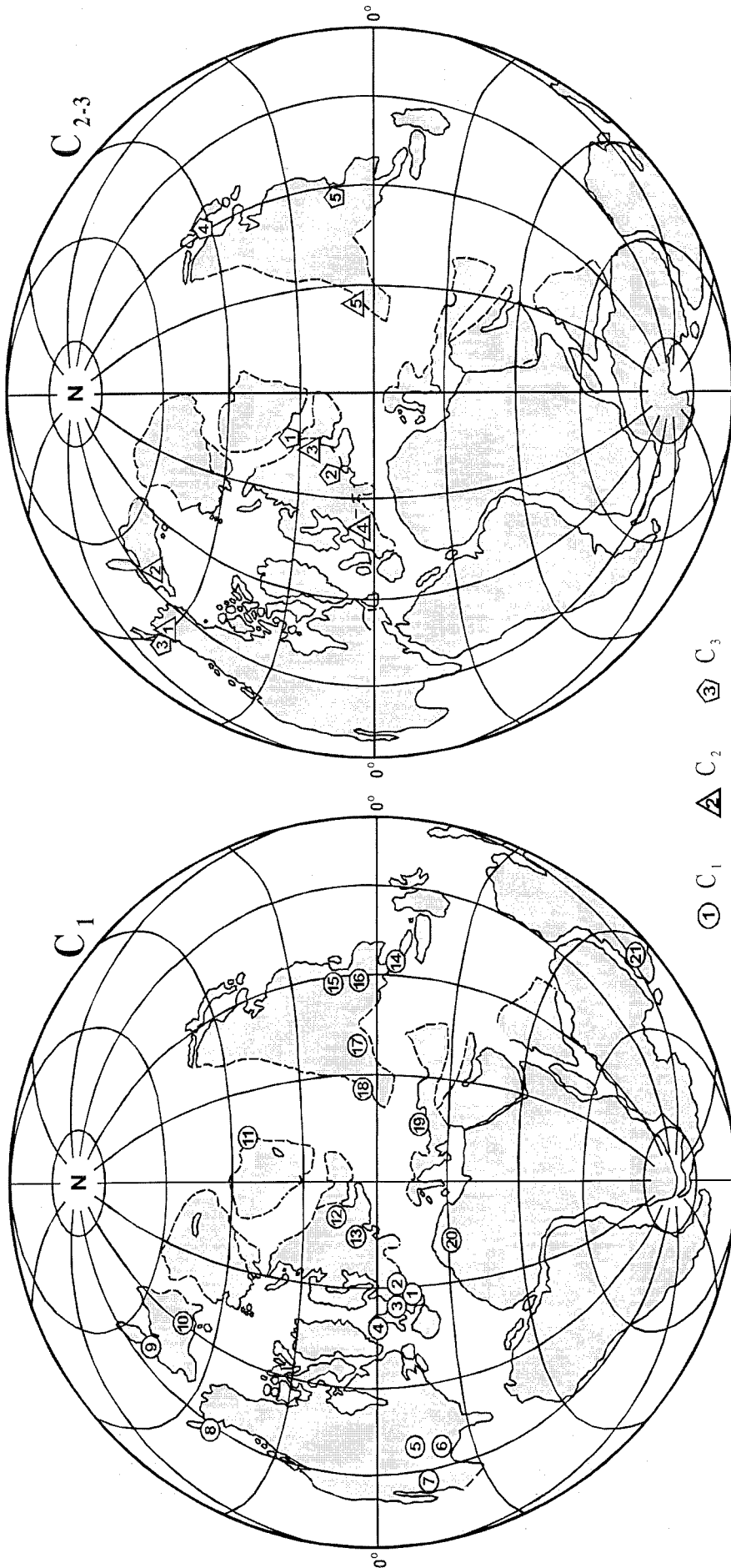


Рис. 1. Распространение радиоларий в каменноугольных отложениях.

Известные в настоящее время местонахождения радиоларий карбона нанесены на схемы глобальной реконструкции континентов и океанов по [Храмов и др., 1982].

Нижний карбон (C<sub>1</sub>): 1 – Южная Франция, 2 – Бавария, 3 – Бельгия, 4 – Англия и Ирландия, 5 – США (Северная Дакота), 6 – США (Арканзас, Оклахома, Техас), 7 – США (Калифорния, Невада), 8 – США (Аляска), 9 – Дальний Восток России (Пенжинский хребет), 10 – Россия (Восточная Якутия), 11 – Казахстан (Чарская зона), 12 – Казахстан (Прикаспийская впадина), 13 – Украина (Донецкий бассейн), 14 – Таиланд, 15 – Китай (Юго-Восток Гуанси), 16 – Китай (Юньнань), 17 – Китай (Тибет), 18 – Центральная Азия, 19 – Турция, 20 – Северная Африка, 21 – Восточная Австралия (хребет Нью-Ингленд). Средний карбон (C<sub>2</sub>): 1 – США (Аляска), 2 – Северо-восток России (Приколывье), 3 – Казахстан (Прикаспийская впадина), 4 – Бавария, 5 – Узбекистан (Тянь-Шань). Верхний карбон (C<sub>3</sub>): 1 – Россия (Южный Урал и Южное Предуралье), 2 – Украина (Донецкий бассейн), 3 – США (Аляска), 4 – Япония, 5 – Китай.

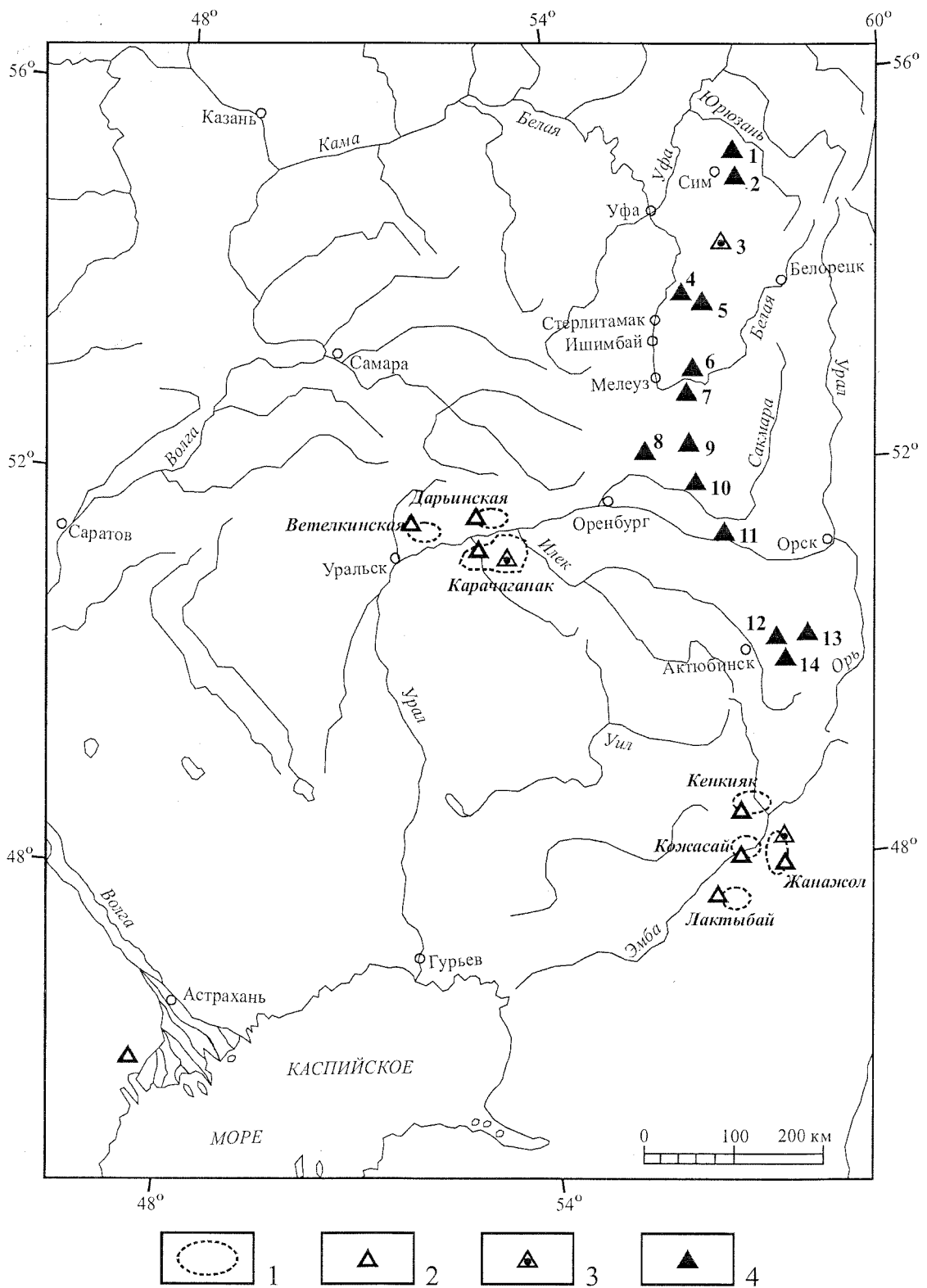


Рис. 2. Карта местонахождений каменноугольных радиоларий Прикаспийской впадины и Южного Урала.

1 – нефтегазоносные площади Прикаспийской впадины; 2–4 – местонахождения радиоларий (2, 3 – по [Афанасьева, 2000]); 2–4 – местонахождения радиоларий (2, 3 – по [Афанасьева, 2000]): 2 – нижний карбон, 3 – средний карбон, 4 – верхний карбон. Разрезы Южного Урала (1, 2, 4–7, 10 – по [Чувашов и др., 1999]; 8–13 – по [Исакова, Назаров, 1986]): 1 – разрез Сим-2, станция Сим, 2 – разрез Сим-1, город Сим, 3 – река Аскын, деревня Солонцы, 4 – река Тюлькас, 5 – река Усолка, 6 – ручей Сирять, 7 – река Белая, гора Бала-Тау, село Нижнее Биккузино, 8 – деревня Шафеевка, 9 – ручей Акма, 10 – междуречье рек Ассель и Ускалык, 11 – река Урал, поселок Никольский, 12 – река Жаман-Каргайла, 13 – река Орташ, 14 – река Айдаралаш.



летов радиолярий, приводящие к перекристаллизации и замещению первичного опала низкотемпературным кварцем и халцедоном, к селективному растворению, карбонатизации, доломитизации, флюоритизации, пиритизации и замещению минералами из групп оксидов железа и марганца [Braun, 1990; Braun, Amon, 1991]. Причина такого избирательного ухудшения условий fossilization остатков радиолярий в породах карбона Германии пока не ясна, поскольку известны нижнекаменноугольные комплексы радиолярий той же территории, обладающие прекрасной сохранностью [Won, 1983; 1998; Braun, 1989, 1990].

Похожая картина недостаточной сохранности наблюдается на востоке Европы на Русской платформе, где в Прикаспии и Предуралье в нижне-среднекаменноугольных породах скелеты радиолярий очень часто замещены карбонатами и кварцем, что серьезно препятствует их изучению. С другой стороны, теоретическое и экспериментальное исследование ультраструктуры скелетов современных и ископаемых радиолярий позволило предложить новый способ определения условий постседиментационного преобразования осадочных пород, основанный на трансформации модификаций кремнезема в скелетах радиолярий в последовательном ряду: глобулярный опал – глобулярный СТ-опал – призматический низкотемпературный тридимит – дипирамидально-призматический низкотемпературный кварц [Афанасьева, 1990; 2000]. Глобулярный аморфный опал раковин радиолярий, находящийся в латентном состоянии в период седиментогенеза, трансформируется в глобулярный СТ-опал в процессе диагенеза. Призматические псевдогексагональные таблички низкотемпературного тридимита, по-видимому, формировались в структуре скелетов радиолярий в условиях повышенных температур на стадии раннего катагенеза. Вытянутые пирамидально-призматические кристаллы более совершенного низкотемпературного кварца могли образовываться в стенке раковин радиолярий только при высоких температурах на поздней стадии катагенеза.

В настоящей статье проанализированы особенности стратиграфического распространения радиолярий в каменноугольных отложениях и рассмотрены биостратиграфические комплексы радиолярий карбона Прикаспия и Южного Урала (рис. 2). Приведены новые сведения о палеоэкологии радиолярий карбона,

которые имеют важное значение для обоснования закономерностей биостратиграфической приуроченности радиоляриевых комплексов к ярусам карбона Прикаспийской впадины и Южного Предуралья.

## 1. БИОСТРАТИГРАФИЯ КАРБОНА ПО РАДИОЛЯРИЯМ

Первая попытка создания зональной шкалы палеозоя по радиоляриям была предпринята Б.К. Холдвортом и Д.Л. Джонсом в 1980 году для верхнего девона – перми бассейна р. Юкон Восточной Аляски [Holdsworth, Jones, 1980 a, b]. На основании изучения представителей группы *Albaillellaria* в указанном возрастном интервале ими выделены несколько комплексов радиолярий и приведена очень краткая характеристика каждого из них (текст-табл. 1).

Единая радиоляриевая биостратиграфическая шкала палеозоя была разработана Б.Б. Назаровым [Назаров, 1984; 1988] на основе детального анализа временного и пространственного распространения всех известных в то время представителей палеозойских радиолярий. Согласно этой схеме каменноугольная система охарактеризована пятью комплексами радиолярий: *Albaillella paradoxa*, *Albaillella cartalla* для нижнего карбона, *Polyentactinia nyatvica* для среднего карбона и *Tormentum pervagatum*, *Tormentum protei* для верхнего карбона (текст-табл. 1).

Позднее совместными исследованиями Б.Б. Назарова и А.Р. Ормистона [Назаров, Ормистон, 1990; Nazarov, Ormiston, 1985, 1986, 1993] радиоляриевая шкала каменноугольной системы была существенно переработана (текст-табл. 1). При этом возрастная приуроченность радиоляриевых комплексов установлена в соответствии с распространением орто- и парастратиграфических групп фауны (граптолиты, трилобиты, брахиоподы, фораминиферы, амmonoидеи, конодонты), что обеспечивает уверенные датировки вмещающих толщ, а также внутри- и межрегиональные корреляции по зональным комплексам радиолярий на территории Евразии (главным образом северо-западной) и на Северо-Американском континенте.

### 1.1. Комплексы радиолярий нижнего карбона

Комплекс радиолярий с *Albaillella paradoxa* (текст-табл. 1) был установлен Б.Б. Назаровым

ровым [Назаров, 1984; 1988; 1989] для турне и нижнего визе на основании анализа работ Ж. Дефландра [Deflandre, 1952; 1958; 1960; 1964; 1972; 1973], Б. Холдсворта [Holdsworth, 1973; 1977] и Ф. Гурмелон [Gourmelon, 1985; 1986].

Ж. Дефландр описал своеобразный комплекс радиолярий из фосфатных конкреций кремнисто-терригенных отложений визейского возраста юга Франции [Deflandre, 1952; 1958; 1960; 1964; 1972; 1973]. К сожалению, определение возраста этого комплекса как визе, данное Ж. Дефландром, оказалось не очень точным. Более поздними работами Ф. Гурмелон [Gourmelon, 1985; 1986] было показано, что этот комплекс радиолярий из лидитов горных массивов Центральных и Высоких Пиренеев юга Франции, согласно данным по конодонтам и микрофлоре, должен быть датирован как верхнетурнейский-нижневизейский. Затем Ф. Гурмелон [Gourmelon, 1987] выделила в Центральных Пиренеях комплекс *Albaillella deflandrei* турнейского возраста.

Б. Холдсвортом [Holdsworth, 1973; 1977] в хорошо документированных отложениях формации Балталиmani нижнего карбона Турции (район г. Стамбул) был установлен прекрасный комплекс радиолярий, аналогичный по таксономическому составу и корреляционно точно совпадающий с комплексом радиолярий из Пиренеев юга Франции. Возраст комплекса радиолярий, согласно данным по фораминиферам, определен как турнейский.

Турнейский комплекс радиолярий плохой сохранности, но сопоставимый с комплексом *Albaillella paradoxa*, был выявлен Ф. Гурмелон [Gourmelon, 1988] в фосфатных конкрециях пачки Нодулар Бед провинции Бекар, Западная Алжирская Сахара.

Установленный Б.Б. Назаровым комплекс радиолярий с *Albaillella paradoxa* распространен в турне – нижнем визе и известен из формаций Форд Лейк Шейл на Аляске, Фиш-Крик Рейндж Невады, в кремнисто-сланцевых толщах Турции и Южной Франции, в офиолитовых формациях Чарской зоны Казахстана, в кремнистых сланцах Ошских гор Средней Азии, в кремнистых отложениях Понтонейских гор Корякского нагорья и на Северо-Востоке России (Пенжинский хребет). Наиболее типичными видами являются *Albaillella paradoxa* Defl., *Archocyrtium riedeli* Defl., *Ceratoikiscum avimexpectans* Defl., *Cyrtisphaeractenium mendax* Defl., *Palaeoscenedium cladophorum* Defl., *Palaeothalonnus antiquus* Defl., *Palhindeolithus*

*ambiguus* Defl., *Popofskyellum pulchrum* Defl., *P. undulatum* Defl., *Pylentonema antiqua* Defl. и другие [Назаров, 1984; 1988; 1989].

Прекрасный по сохранности комплекс радиолярий из сикаморских известняков Оклахомы в Северной Америке, относящийся по данным конодонтового анализа к верхам киндерхука и осейджу (Kinderhookian – Osagean североамериканской ярусной шкалы, что приблизительно равно интервалу верхнего турне – нижнего визе европейской), был впервые изучен А.Р. Ормистоном [Ormiston, Lane, 1976]. Радиолярии из сикаморских известняков в результате дальнейших совместных исследований Б.Б. Назарова и А.Р. Ормистона первоначально получили название комплекс с *Latentifistula impella* [Nazarov, Ormiston, 1986]. Позднее для территории США (Оклахома, Дакота, Калифорния и др.) А.Р. Ормистон именуется рассматриваемую ассоциацию радиолярий как комплекс с *Latentifistula impella* – *Albaillella cartalla* (табл. 1) [Nazarov, Ormiston, 1993].

Комплекс радиолярий с *Albaillella cartalla* был установлен Б.Б. Назаровым [Назаров, 1984; 1988] по литературным данным [Ormiston, Lane, 1976] для толщи известняков Оклахомы в Северной Америке, возраст которых по конодонтам определялся как средний мерамек – нижний честер (Meramecian – Chesterian североамериканской шкалы, что приблизительно равно интервалу верхнего визе – нижнего серпухова). Характерными видами комплекса зоны являются *Albaillella cartalla* Orm. et Lane, *Bientactinosphaera foremanae* (Orm. et Lane), *Polyentactinia tortispina* Orm. et Lane, *Tetragregnon sycamorensis* Orm. et Lane, *Latentifistula turgida* (Orm. et Lane), *L. impella* (Orm. et Lane).

Пионерные исследования А.Р. Ормистона, который в 1976 г. впервые описал прекрасный комплекс радиолярий из миссисипских известняков Оклахомы Северной Америки, относящихся по данным конодонтового анализа к верхнему киндерхуку – честеру [Ormiston, Lane, 1976], позволяют нам сделать несколько иную интерпретацию данных по распространению и биостратиграфическому потенциалу радиолярий раннего карбона. Кроме того, анализ распространения характерных видов радиолярий раннего карбона, приведенный в работе Б.Б. Назарова и А.Р. Ормистона [Nazarov, Ormiston, 1993, text-fig. 5], и собственные наблюдения авторов показывает отчетливое раз-

Таблица 1

Схема сопоставления комплексов радиоларий карбона Европы и США

Система		Европа				Назаров, 1984, 1988 Россия, США	Назаров, Ормистон, 1990; Nazarov, Ormiston, 1985, 1986*, 1993** Россия, США	Афанасьева, Амон, Чувапов, (в работе) Ю.Урал, США	Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987, 2000 Прикаспий	Амон, 1999, 2000; Афанасьева, Амон, 2002* Ю.Урал	Won, 1991, 1998* Германия	Braun, 1990 Германия
Отдел	Ярус	Польярус	Верхний									
Каменноугольная	Верхний	Гжелский	Tormentum protei		Tormentum protei	Tormentum protei	Tormentum protei	Tormentum protei Tormentum pervagatum Haplodiacanthus - Albaillella* Haplodiacanthus - Albaillella*				
			Касимовский	Tormentum pervagatum		Tormentum pervagatum	Tormentum pervagatum					Tormentum pervagatum
		Московский		Polyentactinia nyatvica		Polyentactinia nyatvica / Pseudoalbaillella nodosa**	Pseudoalbaillella					Entactinia - Pseudoalbaillella
			Башкирский									
	Средний	Серпуховский							Caspiaza - Bientactinosph. aenigma			
		верхний							Caspiaza calva - Caspiaza aculeata.			
		нижний							Caspiaza - Astroentactinia paronae			
		верхний			Albaillella cartalla	Albaillella cartalla / Albaillella pennata**	Albaillella pennata		Caspiaza - Tormentum ruestae		Albaillella spinosa	Albaillella nazarovi
Визейский									Albaillella cartalla	Albaillella cartalla		
									Albaillella riescheidensis	Albaillella oindensis		
Турнейский	верхний			Albaillella paradoxa	Albaillella paradoxa / Latentifistula impella* - Albaillella cartalla**	Latentifistula impella - Albaillella cartalla			Albaillella indensis - Sphaerodiscus rota	Albaillella oindensis		
									Albaillella perforata	Albaillella deflandrei		
	нижний					Albaillella paradoxa			Albaillella deflandrei*			
								Entactiniidae gen. et sp. indet.		Alb. pseudoparadoxa	Alb. paradoxa	

Окончание таблицы 1

Schwartzapfel, Holdsworth, 1996 США	Gheng, 1986 США	Holdsworth, Murchey, 1985 США	Holdsworth, Jones, США		США			
			1980b	1980a	Отдел	П/система		
		Pseudoalbaillella	Ps	Pseudoalbaillella	Virgilian	Pennsylvanian		
					Missourian			
					Des-Moinesian			
					Atokan			
			P-8				Morrowian	
			P-7					
			P-6					
			P-5	Albaillella-3A	Ab-5	Albaillella-3A	Chesterian	
Trilacertus baumgartneri	P-4					Mississippian		
Conum spp.								
Ormistonella hickoryensis								
Albaillella furcata			Ab-4B	Pre-Albaillella pennata-2A	Meramecian			
Albaillella cartalla			Ab-4A	Pre-Albaillella pennata-1A				
	P-3	Pre-Albaillella pennata-2A		Albaillella-2A	Osagean			
		Pre-Albaillella pennata-1A	Ab-3					
		Albaillella-2A	Ab-2C					
			Ab-2B					
Pseudalbaillella media	P-2		Ab-2A	Albaillella-1A	Kinderhookian			
			Ab-1					

деление радиолярий на три валидные биостратиграфические группы. Каждая из этих групп радиолярий является основой для выделения следующих биостратиграфических комплексов радиолярий (текст-табл. 1).

**Комплекс радиолярий с *Albaillella paradoxa***, нижнее-среднее турне (=киндерхук, Kinderhookian североамериканской шкалы): *Albaillella ladarezensis* Gour., *A. paradoxa* Defl., *Allocyrtium costuligerum* (Defl.), *Archocyrtium diductum* Defl., *A. riedeli* Defl., *A. typicum* Cheng, *Ceratoikiscum avimexpectans* Defl., *C. planistellare* For., *Cyrtisphaeraeractenium mendax* Defl., *Lapidopiscum piveteaui* Defl., *Palaeosce-nidium cladophorum* (Defl.), *Popofskyellum annulatum* Defl., *P. imitatum* Defl., *P. obesum* Cheng, *P. pulchrum* Defl., *Protoalbaillella deflan-drei* Cheng, *Provisocyntra cassicula* Naz. et Orm., *Pylentonema antiqua* Defl., *P. prudentigerum* Defl.

**Комплекс радиолярий с *Latentifistula impella* – *Albaillella cartalla***, верхнее турне – нижнее визе (=осейдж, Osagean): *Albaillella cartalla* Orm. et Lane, *A. furcata* Won, *Archocyrtium babini* Gour., *A. lagabriellei* Gour., *A. ludicrum* Defl., *A. strictum* Defl., *A. tinnulum* (Defl.), *Astroentactinia mirousi* Gour., *Belowea crassitesta* Won, *B. tenuitesta* Won, *B. variabilis* Orm. et Lane, *Bientactinosphaera aimae* Won, *B. brevihebes* Won, *B. foremanae* (Orm. et Lane), *Ceratoikiscum omicron* Orm. et Lane, *Entactinia ormistoni* Won, *E. brionensis* Won, *E. inaequopora* Won, *E. parva* Won, *E. tortispina* (Orm. et Lane), *Eostylodictya accentrica* Orm. et Lane, *Latentifistula impella* (Orm. et Lane), *L. plenospongiosa* (Won), *L. turgida* (Orm. et Lane), *Meshedea pyramispinosa* Won, *Neoholoeciscus cancermimus* Orm. et Lane, *Palaeoscenidium schaafi* Gour., *Palaeoxyphostylus variospina* Won, *Popofskyellum undulatum* Defl., *Provisocyntra gigantea* (Won), *Pylentonema racheboeufi* Gour., *Shartenbergia concentrica* (Ruest), *S. ruestae* (Orm. et Lane), *Tetragregnon sycamorensis* Orm. et Lane, *Triaenosphaera? bareillensis* Gour.

Похожий комплекс радиолярий был выявлен в фосфатовых слоях формации Вудман Юты, возраст которой по конодонтам нижней части зоны *Gnatodus texanus* определялся как верхний осейдж [Sandberg, Gutschick, 1984].

**Комплекс радиолярий с *Albaillella pennata***, среднее визе – серпухов (=мерамек – честер, Meramecian – Chesterian): *Albaillella indensis* Won, *A. ishigai* Cheng, *A. pennata* Hold., *A. uncus* Won, *Archocyrtium coronaesimile* Won,

*Callela conispinosa* Won, *C. hexactina* Won, *Popofskyellum campanella* Won, *Provisocyntra pskemensis* Naz. et Orm., *Caspiaza calva* Afan., *C. aculeata* Afan., *Cyrtisphaeraeractenium rurae* Won, *Ceratoikiscum umbraculum* Won, *C. bicancellatum* Hold., *C. tricancellatum* Hold., *Latentifistula densa* (Cheng), *Latentibifistula baumgartneri* (Cheng), *Tetratormentum robustum* (Cheng), *T. globosum* (Cheng), *Trenosphaera hebes* Won.

Возраст этого комплекса радиолярий определен А.Р. Ормистоном и Р. Лейном по конодонтам в пределах мерамек – честер по стратиграфической шкале карбона США, что примерно соответствует средневизейскому-серпуховскому подъярису европейской шкалы. Верхняя граница распространения радиолярий комплекса с *Albaillella pennata* точно не установлена и может быть условно проведена в конце серпуховского яруса [Nazarov, Ormiston, 1993].

Комплекс радиолярий с *Albaillella pennata* установлен, помимо США, в гониатитовых фациях верхнего визе Ирландии [Назаров, Ормистон, 1990]. Похожий комплекс радиолярий был определен А. Брауном в шлифах из фосфоритовых конкреций в пачке ритмичного переслаивания силицитов и известняков Варнанта (Динант) Бельгии. Скелеты радиолярий здесь пиритизированы, возраст комплекса определен как поздний визе по фораминиферам [Braun, 1989].

Радиолярии плохой сохранности были выявлены К. Нигрини и М. Нитецки [Nigrini, Nitecki, 1968] в известковых и фосфатных конкрециях глинисто-сланцевой пачки сланцев Файтвилль (честер) верхнего миссисипия (Mississippian) Арканзаса. А.Р. Ормистон сопоставляет их с комплексом из известняков Оклахомы, соответствующих мерамек – честеру [Ormiston, Lane, 1976].

Аналогом комплекса радиолярий с *Albaillella pennata* в Европе являются радиолярии намюрского возраста, выделенные Б. Холдсвортом в Стаффордшире и Дербишире, Великобритания [Holdsworth, 1966; 1969; 1977].

Интересные морфологические и биостратиграфические исследования каменноугольных радиолярий Арканзаса и Оклахомы были выполнены Ю.Н. Ченом [Cheng, 1986] (текст-табл. 1). Вместе с тем А.Р. Ормистон [Nazarov, Ormiston, 1993] критически разбирает монографию Чена и указывает на большое количество стратиграфических неточностей и просто ошибок, содержащихся в этой работе. В частности, нижняя часть слоев Вудфорд в округе Картер, которая в

работе Ю.-Н. Чена отнесена к девону (зоны P-1a и P-1b), на самом деле по конодонтам имеет киндерхукский возраст. Верхняя часть разреза, которая была отнесена к честеру (зоны P-3, P-4 и P-5), сопоставляется с пре-велденем, велденем (Welden) и пост-велденем сикаморских известняков (осейдж). В пачке сланцев Джонс Велли (зоны P-7 и P-8) присутствуют перетолженные раннемиссисипские формы. Вероятно, биостратиграфические заключения и выводы, сделанные А.Р. Ормистонем [Nazarov, Ormiston, 1993], более правильны, поскольку он дополнительно оперирует новыми данными по конодонтам, но тогда следует признать, что радиоляриевая зональность, предложенная Ю.Н. Ченом, содержит серьезные погрешности.

Отдельного рассмотрения заслуживают данные о стратиграфическом распространении радиолярий раннекаменноугольного возраста в Европе в горных массивах Рейнских сланцевых гор, Франкенвальда, Зауэрланда, полученные германскими специалистами [Won, 1983; Braun, 1989; 1990; 1993; Braun, Schmidt-Effing, 1988]. Радиоляриевые зоны датированы по конодонтам [Bender et al., 1991]. Наиболее полно эти сведения отражены в фундаментальной монографии Брауна [Braun, 1990]. В нижнекаменноугольных отложениях А. Брауном (с учетом опубликованных и личных данных по Германии, Англии, Бельгии, Франции, Северной Америке) установлены шесть радиоляриевых зон, которые могут рассматриваться в качестве общеевропейского зонального стандарта (текст-табл. 1). Зональная шкала радиолярий, разработанная А. Брауном, основана на филетических трендах в развитии рода *Albaillella*.

Своеобразные комплексы радиолярий установлены М.С. Афанасьевой в породах турнейского-нижнебашкирского возраста в северо-восточном Прикаспии в разрезах позднепалеозойского рифа Карачаганак [Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987, 2000] (текст-табл. 1, фототабл. II). В составе комплекса, помимо планктонных форм радиолярий, таких как *Bientactinosphaera aenigma* (Naz.), *Spongentactinia fungosa* Naz., *Astroentactinia mendosa* Naz., *A. paronae* (Hinde), широкое распространение имеют седентарные представители отряда *Pylomaria*: *Caspiaza calva* Afan., *C. aculeata* Afan., *C. urceus* Afan.

## 1.2. Комплекс радиолярий среднего карбона

Комплекс радиолярий с *Polyentactinia nyatvica* был установлен Б.Б. Назаровым в отложениях нятвинской свиты Северо-Востока России (Приколымье), относимых к московскому ярусу среднего карбона по аммоноидеям [Назаров, 1994; 1988; 1989; Назаров, Ормистон, 1990]. Особенностью комплекса является отсутствие альбайлелларий, палеосценид и широкое развитие очень крупных сферических губчатых *Provisocyntra* (с диаметром раковины до 700 мкм), и *Polyentactinia*, реже встречаются представители *Entactinia*, *Entactinosphaera*, *Tormentum*. Комплекс радиолярий представлен более чем 20 видами, среди них наиболее характерны *Polyentactinia nyatvica* Naz. et Orm., *Provisocyntra tenuitomenta* Naz. et Orm., *P. amplissima* Naz. et Orm. Среднекаменноугольные радиолярии распространены весьма ограниченно и комплекс с *Polyentactinia nyatvica* пока не известен в других регионах Земли.

Справедливо полагая эндемичность данной радиоляриевой ассоциации, А.Р. Ормистон в 1993 г. предложил новый биостратиграфический комплекс с *Pseudoalbaillella podosa* (текст-табл. 1). Этот комплекс радиолярий был впервые описан Х. Ишигой из отложений Японии, по возрасту сопоставляемых с московским ярусом [Ishiga, 1982], и прослежен в А.Р. Ормистонем в Северной Америке в отложениях атокана и демойна (*Atokan*, *Desmoinesian*) [Nazarov, Ormiston, 1993].

## 1.3. Комплексы радиолярий верхнего карбона

Два верхнекаменноугольных комплекса радиолярий с *Tormentum pervagatum* и с *Tormentum protei* (фототабл. 1), впервые были выделены и описаны на западном склоне Южного Урала и в Южном Предуралье (Оренбургско-Актюбинское Предуралье) [Назаров, 1984; 1988; Исакова, Назаров, 1986; Назаров, Ормистон, 1990; Nazarov, Ormiston, 1985; 1993].

Комплекс радиолярий с *Tormentum pervagatum* установлен в разрезе у пос. Никольский и распространен в нижней части зоны *Daixina sokensis* гжельского яруса. Наиболее типичны и многочисленны в комплексе ставраксонные радиолярии (фототабл. III, фиг. 18–26). В целом из рассматриваемого комплекса известно 30 видов радиолярий, относящихся к 13 ро-

дам, но из них только шесть: *Tormentum pervagatum*, *Tetratormentum diremptum*, *Latentidiota ambigua*, *Latentifistula astericta*, *Albaillella amplificata*, *A. demenita*, в своем распространении ограничены данной частью разреза.

**Комплекс радиолярий с *Tormentum protei*** установлен в ряде разрезов на Южном Урале по рекам Айдаралаш, Ускалык, Малая Сюрень и характерен для верхней части гжельского яруса (верхи зоны *Daixina sokensis*). Рассматриваемая ассоциация разнообразнее, чем предыдущая и последующая, и представлена 54 видами из 18 родов. Наиболее характерны виды *Tormentum protei*, *Tetratormentum crateris*, *Latentidiota trigimena*, *Arrectoalatus cernus*, *Popofskyellum tardicarboniferum* и др. (фототабл. III, фиг. 1–17).

В настоящее время распространение радиоляриевых комплексов с *Tormentum pervagatum* и с *Tormentum protei* прослежено в более северных районах Южного Предуралья, в Башкирии [Чувашов и др., 1999; Амон, 1999; 2000a]. До сих пор нет достоверных данных о находках подобных по обилию и разнообразию видов зональных комплексов радиолярий в других регионах Земли и нельзя исключить, что Южный Урал является единственным ареалом распространения данных комплексов радиолярий. Вместе с тем, А.Р. Ормистон предполагал, что аналоги этих радиоляриевых комплексов могут быть прослежены в Северной Америке и Японии в отложениях вирджилла (*Virgilian*), однако убедительных свидетельств тому не приводится. В частности, характеризуя разрез пограничных каменноугольных-нижнепермских отложений гор Хуко Западного Техаса, состоящий из вирджильских и вульфкемпских (*Wolfcampian*) пород, возраст которых был определен по фузулинидам в гальках и глыбах из конгломератов (мощность 10–30 м), залегающих в подошве вульфкемпских пород, Б.Б. Назаров и А.Р. Ормистон указывают, что полностью определимые радиолярии здесь не встречены [Nazarov, Ormiston, 1985]. Тем не менее, сопоставление названных комплексов радиолярий с вирджилом, хотя и условно, но проводится [Nazarov, Ormiston, 1993].

Сведения о находках радиолярий в верхнекаменноугольных породах верхней части араукаритовой свиты верхнего карбона Донбасса нуждаются в дополнительной проверке. Здесь в песчаной толще свиты встречены обломки силицитов, переполненные радиоляриями *Albaillella ex gr. protractosegmentata* и *Helioent-actinia? sp.*,

более характерными для перми Урала [Нестеренко, Бахтарова, 1985]. Сообщение о присутствии здесь радиолярий меняет представление о палеогеографической обстановке накопления толщи, ранее считавшейся аллювиальной.

В конце XX века на базе радиоляриевых шкал Б.К. Холдворта [Holdsworth, Jones, 1980], Б.Б. Назарова и А.Р. Ормистона [Назаров, 1988; 1989; Назаров, Ормистон, 1990; Nazarov, Ormiston, 1985; 1993] в России, Германии и США было разработано несколько местных (региональных) радиоляриевых шкал, скоррелированных с зонами по фораминиферам (фузулинидам) и конодонтам (текст-табл. 1). Эти исследования были выполнены Ю.Н. Ченом для карбона Арканзаса и Оклахомы [Cheng, 1986], П. Нобл для силура Техаса [Noble, 1994] и Дж. Шварцапфелем и Б. Холдсворсом для девона-миссиссиппия Оклахомы [Schwartzapfel, Holdsworth, 1996], А. Брауном и М.-З. Воном для каменноугольных отложений Западной Европы [Braun, 1990; Won, 1991; 1998], М.С. Афанасьевой для девона-перми Русской платформы [Афанасьева, 1986; 1987; 2000] и Э.О. Амоном для Южного Урала [Чувашов и др., 1999; Амон, 1999; 2000a]. Некоторое несоответствие границ комплексов радиолярий и зон по конодонтам можно, с одной стороны, объяснить несоразмерностью темпов эволюции различных биологических групп, а с другой – тем пока неясным обстоятельством, что часто пробы на конодонты не содержат радиолярии, и наоборот.

При анализе американских [Holdsworth, Jones, 1980; Holdsworth, Murchey, 1985; Gheng, 1986; Schwartzapfel, Holdsworth, 1996] и западноевропейских [Braun, 1990; Won, 1983; 1998] радиоляриевых шкал (текст-табл. 1) особенно привлекает внимание то обстоятельство, что они основаны на филетических трендах в развитии одного рода *Albaillella*, фиксирующих переломные моменты в истории группы. Этот биостратиграфический прием (т.е. использование трендов в отдельно взятых филумах), столь эффективно практикуемый в радиоляриевой стратиграфии кайнозоя, в стратиграфии палеозоя в целом применялся редко и для весьма ограниченных временных интервалов.

Южный Урал послужил Б.Б. Назарову и А.Р. Ормистону [Назаров, 1988; 1989; Назаров, Ормистон, 1990; Nazarov, Ormiston, 1985; 1993] базовой территорией для разработки радиоляриевой шкалы палеозоя. Вместе с тем, за последние годы накоплен новый материал по ра-



диоляриям и другим группам фоссилей, который потребовал нового осмысления всех имеющих данных. Для Урала и Прикаспия появилась возможность ревизии, уточнения и детализации некоторых верхнепалеозойских интервалов радиоляриевой шкалы.

#### 1.4. Комплексы радиолярии нижнего – среднего карбона Прикаспийской впадины

Прикаспийская впадина, являясь одним из самых крупных осадочных бассейнов мира, обладает такими характеристиками и особенностями строения подсолевого комплекса, которые позволяют отнести ее к структурам «субокеанического» типа. На северной и восточной периферии впадины подсолевой разрез представлен несколькими относительно мелководными карбонатными толщами верхнего девона – нижней (докунгурской) перми. Все месторождения углеводородов северной зоны Прикаспийской впадины приурочены к цепочке биогермных поднятий, расположенных на бортовом уступе

или, как рифовый массив Карачаганак, во внутренней прибортовой зоне к югу от уступа. Девонские – пермские образования региона содержат характерные комплексы радиолярий, позволяющие выделить «слои с фауной» [Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987; 2000].

Нижне-среднекаменноугольные радиолярии были обнаружены в Северном и Восточном Прикаспии. Анализ распределения различных представителей радиолярий по разрезу верхнего палеозоя Карачаганакского массива и по семи площадям Прикаспийской впадины (рис. 2) позволил выделить пять характерных комплексов радиолярий (текст-табл. 1, фототабл. II). Слои с радиоляриями последовательно сменяют друг друга вверх по разрезу массива Карачаганак (рис. 3) и приурочены к определенным стратиграфическим уровням, возраст которых установлен по фораминиферам и конодонтам [Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987; 2000].

**Слой с *Entactiniidae* gen. et sp. indet.**  
Однообразные, но многочисленные радиолярии *Entactiniidae* gen. et sp. indet. образуют иногда

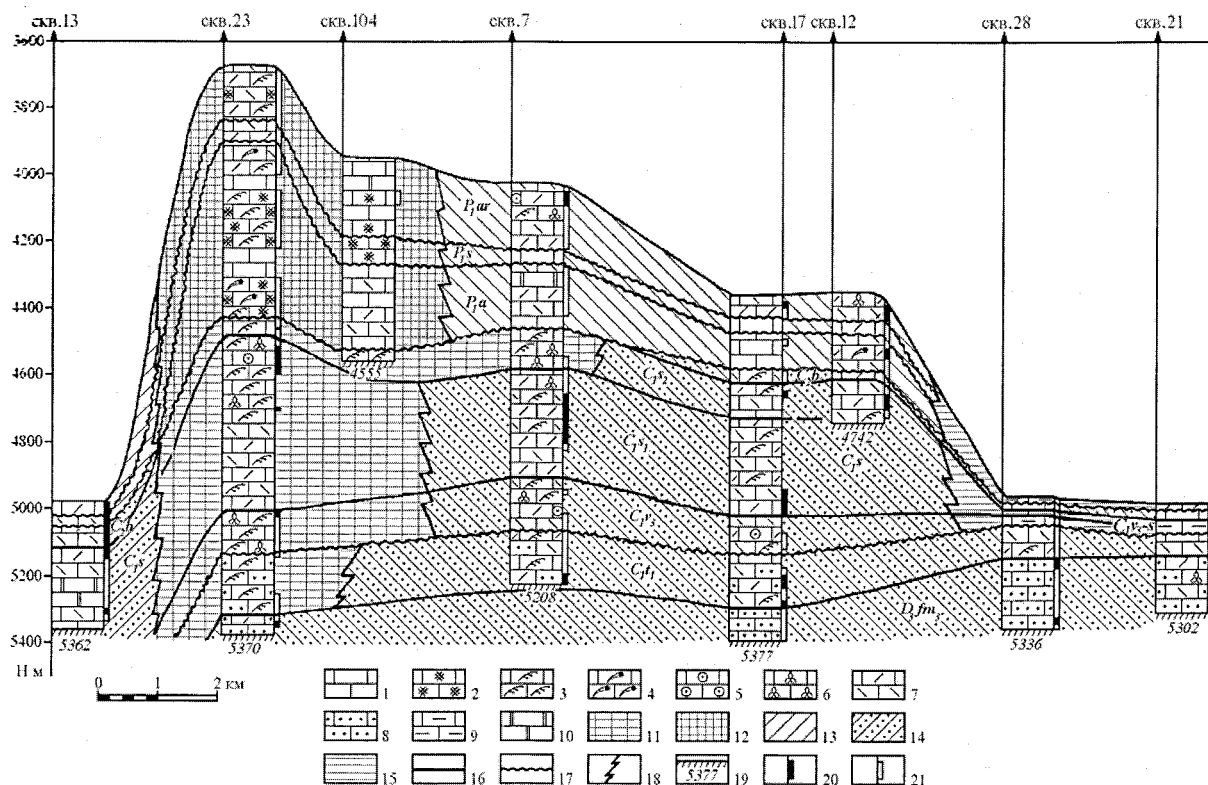


Рис. 3. Литофациальный профиль массива Карачаганак (по [Афанасьева, 1987, 2000])

1–9 – известняки: 1 – по каротажу, 2 – мшанковые, 3 – водорослевые, 4 – коралловые, 5 – криноидные, 6 – фораминиферовые, 7 – органогенно-детритовые, 8 – сферово-микрозернистые, 9 – глинисто-битуминозные; 10 – доломиты; 11–15 – литофации: 11 – биостромная, 12 – рифовая, 13 – рифового склона, 14 – шельфовая, 15 – эпибатальная; 16 – стратиграфические границы; 17 – границы перерывов; 18 – границы литофаций; 19 – забой скважины; 20 – интервалы с радиоляриями; 21 – интервалы без радиолярий.



массовые скопления (фототабл. II, фиг. 24–28). Возраст слоев по конодонтам *Siphonodella* ex gr. *semichatovae* Kop. et Leipn. возможно соответствует первой половине турне (в соответствии с зональной шкалой по [Журавлев, 2000]).

Сферово-водорослевые, сферово-узорчатые известняки нижнетурнейского подъяруса (рис. 3) содержат разнообразные водоросли<sup>1</sup> *Kamaena* sp., *Calcisphaera* sp., *Schaerella mirabilis* Reitl. и фораминиферы *Quasiendothyra*, *Parathur-ammina*, *Bisphaera* и другие. Часть видов рода *Quasiendothyra* распространена в нижележащих фаменских отложениях: *Quasiendothyra kobcitusana* (Raus.), *Q. communis* (Raus.), *Q. ko-nensis* Lip.

В конце раннетурнейского времени произошло обеднение и исчезновение сообществ радиолярий, что, видимо было связано с регрессией, приведшей к повсеместному перерыву в осадконакоплении в течение познетурнейского-средневизейского времени. Поздневизейско-раннебалкирский трансгрессивно-регрессивный этап осадконакопления характеризуется постепенным общим углублением морского бассейна.

**Слои с Caspiaza – Tormentum ruestae.** Радиолярии в органогенно-детритовых и водорослевых известняках представлены небольшим набором видов: *Spongentactinia fungosa* Nazarov, *S. sp.*, *Tormentum ruestae* (Ormiston et Lane), на этом уровне отмечается первое появление радиолярий с пилломом, принадлежащих роду *Caspiaza* (фототабл. II, фиг. 20–23; фототабл. III, фиг. 12). Возраст слоев по фораминиферам датируется поздним визе.

В мелководно-шельфовых органогенно-детритовых и водорослевых известняках (рис. 3) известны богатые ассоциации поздневизейских фораминифер: *Earlandia vulgaris minor* (Raus.), *E. elegans* (Raus. et Reitl.), *Brunsia pulchra* Mikh., *Endothyra prisca* (Raus. et Reitl.), *E. similis* (Raus. et Reitl.), *E. omphalota* Raus. et Reitl., *Permodiscus rotundus* N.Tschern., *Pseudoendothyra struvei* (Noell.), *Globoendothyra globulus* (Eichw.),

*G. paula* (Viss.), *Endothyranopsis compressus* (Raus. et Reitl.), *Michailovella gracilis* (Raus.). Выше по разрезу, наряду с этими формами, встречаются: *Eostaffella ikensis tenebrosa* Visa., *E. ikensis* Viss., *E. gruenwaldti* Viss., *Janishewskina operculata* (Raus. et Reitl.), *Howchinia gibba* Moell., *Bradyina rotula* Eichw. В относительно глубоко-водных отложениях обнаружены брахиоподы *Choneti-pustula* cf. *carringtoniana* (Dav.), фораминиферы *Mediocris minima* (Durk.), *Eostaffella* sp. и конодонты визейско-серпуховского возраста.

**Слои с Caspiaza – Astroentactinia paronae.** Комплекс радиолярий в органогенно-детритовых известняках более разнообразен и обилён чем предыдущий: *Astroentactinia mendosa* Naz., *A. paronae* (Hinde), *Caspiaza aculeata* Afan., *C. calva* Afan., *C. urceus* Afan., *Spongentactinia fungosa* Naz., *S. sp.* (фототабл. II, фиг. 12–19; фототабл. III, фиг. 1, 3, 4, 8, 9, 15, 16).

Возраст слоев с *Caspiaza* spp. – *Astroentactinia paronae* по фораминиферам определяется не очень четко. Вместе с тем, некоторые черты сходства по составу фораминифер наблюдаются при сравнении с зоной *Pseudoendothyra globosa* – *Neoarchaediscus parvus*, развитой на юго-западе Прикаспийской синеклизы и имеющей раннесерпуховский возраст [Зайцева, 2002].

**Слои с Caspiaza calva – Caspiaza aculeata.** Комплекс радиолярий однообразен и представлен только радиоляриями с пилломом: *Caspiaza calva* Afan., *C. aculeata* Afan., *C. urceus* Afan. (фототабл. II, фиг. 8–11; фототабл. III, фиг. 13, 14). По конодонтам стратиграфическая позиция слоев с *Caspiaza calva* – *Caspiaza aculeata* может быть определена как верхняя часть серпуховского яруса (по шкале [Журавлев, 2000]).

Органогенно-детритовые известняки верхнесерпуховского подъяруса нижнего карбона (рис. 3) содержат массовые фораминиферы, среди которых преобладают формы крупных размеров. Особенностью ассоциаций фораминифер верхнесерпуховского подъяруса является отсутствие *Eostaffelliina protvae*, малочислен-

<sup>1</sup> Здесь и далее определения палеонтологических остатков из нижне-среднекаменноугольных отложений Прикаспийской впадины выполнены: Brachiopoda – В.С. Губаревой; Conodonta – Н.С. Овнатановой, Л.З. Ахметшиной; Foraminifera – Т.К. Замилацкой, Т.Н. Малюковой, М.В. Изотовой, Г.А. Рукиной; Radiolaria – М.С. Афанасьевой; Algae – Л.Н. Клешиной (Изотова, Горячева, 1983; 1984; Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1986; 1987; 2000; Клешина, Овнатанова, 1986; Замилацкая и др., 1987; Ильин и др., 1987; Овнатанова, Ахметшина, 1987).

ность типичных *Bradyina cribrostomata*. Некоторые черты сходства по составу фораминифер обнаруживаются в сравнении с зоной *Eosigmolina explicata* – *Monotaxinoides subplanus* юго-запада Прикаспийской синеклизы, имеющей позднесерпуховский возраст [Зайцева, 2002]. Здесь также встречены конодонты *Gnathodus bilineatus bollandensis* Hig. et Bouck [Овнатанова, Ахметшина, 1987].

**Слой с Caspiaza – Bientactinosphaera aenigma.** Комплекс радиолярий представлен *Bientactinosphaera aenigma* (Naz.), *Caspiaza calva* Afan., *C. aculeata* Afan., *C. urceus* Afan., *Spongentactinia fungosa* Naz., многочисленными сферическими *Entactiniidae* gen. et sp. indet. (фототабл. II, фиг. 1–7; фототабл. III, фиг. 2, 5–7, 10, 11).

Органогенно-детритовые и псевдооолитовые известняки нижнебашкирского подъяруса среднего карбона (рис. 3) содержат фораминиферы: *Eostaffella pseudostruvei angusta* Kir., *E. pseudostruvei* vality Kir., *E. varvariensis* Kir., *E. postmosquensis* Kir., *Asteroarchaediscus baschkiricus* Krest. et Theod., *Tuberitina maljavkini grandis* Reitlinger.

В ряде разрезов определены раннебашкирские конодонты *Idiognatoides sinuatus* Har. et Holl., *I. japonicus* Igo et Koike, *I. corrugatus* (Har. et Holl.), *Declinognathodus noduliferus noduliferus* (El. et Gr.), *D. noduliferus inaequalis* (Hig.), *D. lateralis* (Hig. et Bouck). В большинстве разрезов башкирского яруса не удается выделить конодонтовые зоны, однако последовательность появления видов конодонтов не противоречит зональности, предлагаемой для Русской платформы [Овнатанова, Ахметшина, 1987].

Над серпуховскими и нижнебашкирскими отложениями в разрезах Северного Прикаспия развиты нижнепермские толщи пород (рис. 3). Таким образом, стратиграфический перерыв отвечает практически всему объему среднего и верхнего карбона, а местами включает и часть нижней перми.

### 1.5. Комплексы радиолярий среднего – верхнего карбона Южного Урала

Средне-позднекаменноугольные радиолярии на Южном Урале представлены четырьмя разнообразными комплексами позднемосковского, касимовского и гжельского возраста (текст-табл. 1, фототабл. I). Стратотипы биостратиграфических комплексов с радиоляриями

расположены в субмеридионально вытянутой полосе развития средне-верхнекаменноугольных – пермских осадочных толщ в районах Оренбургско-Актюбинского Предуралья от р. Айдаралаша на юге до р. М. Сюрень на севере (рис. 2).

В серии разрезов по рр. Акме и М. Сюрень, в междуречье рек Ассель и Ускалык, на р. Урал в районе с. Никольское, по рр. Акберда, Алимбет, Чиили, Синтас, Жаман-Каргала, Орташ Б.Б. Назаровым [Назаров, 1984; 1988; 1989; Исакова, Назаров, 1986] были выделены и описаны биостратиграфические комплексы радиолярий гжельского яруса верхнего карбона и ассельского, сакмарского и артинского ярусов нижней перми. В своих работах Б.Б. Назаров принял стратиграфическое расчленение указанных разрезов, разработанное, главным образом В.Е. Руженцевым [Руженцев, 1950; 1951; 1956] и И.В. Хворовой [Хворова, 1961; 1968; 1970]. При этом в описаниях разрезов Назаровым была сохранена нумерация слоев и пачек, предложенная В.Е. Руженцевым и И.В. Хворовой, специально «во избежание разногласий при анализе распространения в них органических остатков», преимущественно аммоноидей [Исакова, Назаров, 1986, с. 9].

В настоящей статье для описания биостратиграфической приуроченности гжельских комплексов радиолярий использована более современная стратиграфическая номенклатура верхнепалеозойских отложений Южного Урала [Чувашов и др., 1994; Щербаков и др., 1994 и др.]. В гжельском ярусе Оренбургско-Актюбинского Предуралья в настоящее время выделены два горизонта – нижний азанташский и верхний мартуковский, оба со стратотипами по разрезу Никольский [Чувашов и др., 1989; 1999].

Разрез Никольский, который рассматривается как стратотип оренбургского яруса, расположен на правом берегу р. Урал в 2 км к западу от с. Никольское (рис. 2, 4). Нижняя часть разреза сложена карбонатными песчаниками с обломками кремней и аргиллитов, а верхняя часть представлена мощной толщей переслаивания конгломератов, аргиллитов, песчаников, алевролитов и глинистых сланцев с прослоями известняков. Азанташский горизонт соответствует слоям 7–16 и нижним трем метрам слоя 17 по нумерации слоев, предложенной В.Е. Руженцевым. Мартуковский горизонт соответствует слоям 17–40 по той же нумерации.

**Слой с Entactinia – Pseudoalbaillella.** До настоящего времени в отложениях карбона

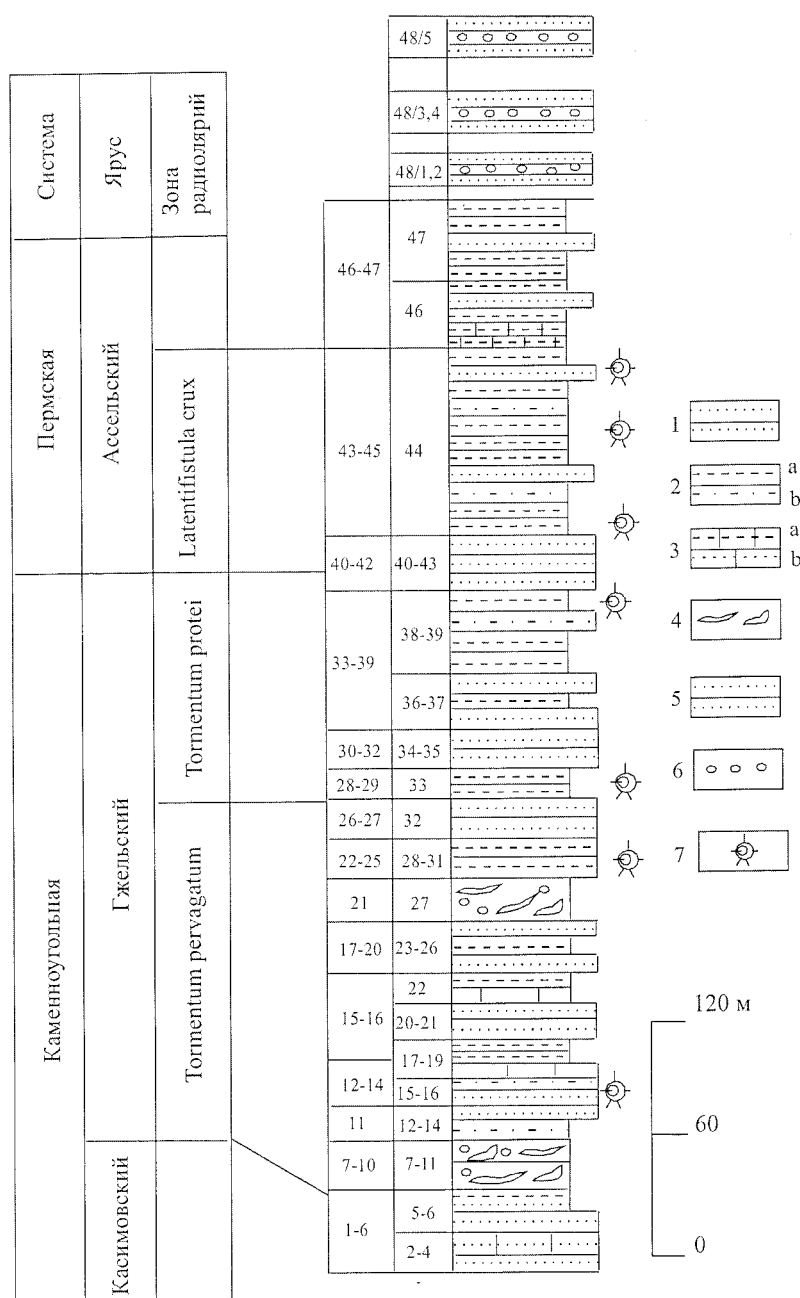


Рис. 4. Схема строения опорного разреза Никольский на Южном Урале (по [Permian..., 1993]) с изменениями.

1 – песчаники, 2a – аргиллиты, 2b – алевролиты, 3a – глинистые известняки, 3b – песчаные известняки, 4 – олистостромы, 5 – песчаные известняки с галькой, 6 – конгломераты, 7 – прослойки с радиоляриями.

ставраконные *Tormentum* и *Latentifistula*; отмечены единичные *Parafollicucullus* и *Pseudoalbaillella*. Радиолярии сильно перекристаллизованы и пока могут быть определены только до родового уровня. Вместе с тем, обилие *Entactinia* и, главное, присутствие *Pseudoalbaillella* позволяет установить слои с *Entactinia* – *Pseudoalbaillella* (текст-табл. 1).

**Слой с *Haplodiacanthus* – *Albaillella*.** Первые радиолярии касимовского возраста обнаружены в разрезе Красноусольский («Усолка») в слое 4 (нумерация слоя дана по [Чувашов, Черных, 2002]): *Haplodiacanthus* cf. *circinatus* Naz. et Orm., *Albaillella* cf. *protracto-segmentata* Naz., *Parafollicucullus* cf. *fusiformis*

*Hold. et Jones* (фототабл. I, фиг. 27–30; фототабл. IV, фиг. 1, 5, 7–10). Данный интервал разреза охарактеризован фораминиферами зоны *Triticites arcticus* (верхняя часть касимовского яруса). Установленный комплекс радиолярий включает только своеобразных представителей альбайлеллярий удовлетворительной сохранности и может рассматриваться как слои с *Haplodiacanthus* – *Albaillella* (текст-табл. 1).

**Комплекс радиолярий с *Tormentum pervagatum*** выделен Б.Б. Назаровым [Назаров, 1984, 1988] в разрезе Никольский в слоях 14–17 по нумерации В.Е. Руженцева. Данный интервал разреза соответствует слоям 17–24 Путеводителя [Permian..., 1993] (рис. 3) и включа-

Южного Урала были известны радиолярии только позднекаменноугольного возраста. Однако в 2002 г. А.С. Алексеевым в отложениях ташлинской свиты (микритовые известняки с прослоями и желваками силицитов) в разрезе у д. Солонцы на р. Аскын в Бельской впадине Башкирии (рис. 2) были обнаружены и переданы авторам для изучения первые среднекаменноугольные радиолярии позднемосковского возраста. Подавляющее количество радиолярий имеет сферическую форму, и возможно, относится к *Bientactinosphaera* и *Entactinia*. Многочисленны иглистые *Palacantholithus*, последние представители которых были известны раньше только из раннего карбона. Часто встречаются

ет фораминиферовые зоны (текст-табл. 2): верхнюю часть зоны *Daixina crispa*, всю зону *Daixina ruzhenzevi* и нижнюю часть зоны *Daixina enormis* [Чувашов и др. 1989; 1999; Амон, 1999; Permian..., 1993]. Кроме того, этот интервал разреза относится к конодонтовым зонам: *Streptognathodus brownvillensis* (часть) и *Streptognathodus simplex* (часть) [Черных, 1996; 1999].

В составе нижнегжельского комплекса с *Tormentum pervagatum* возраста насчитывается около 30 видов радиолярий. Характерной особенностью данного комплекса является количественное преобладание представителей сем. Tormentidae: *Tormentum aequilaterale* Naz., *T. subrotundum* Naz., *T. pervagatum* Naz. et Orm., *Tetratormentum narthecium* Naz., *T. diremptum* Naz. Свообразие комплексу придают латентифистулиды *Latentifistula actinoteres* Naz., *L. astricta* Naz., *L. torulosa* Naz., *L. heteroextrema* Naz. Отмечается появление первых представителей родов *Quadriremis*, *Quinqueremis*, *Latentidiota*, гигантских *Triactofenestrella nicolica* Naz. et Orm. Альбайлеллярии представлены видами родов *Albaillella*, *Haplodiacanthus*, *Corythoecia*, из которых наиболее характерны *Haplodiacanthus levitoflexus* Naz., *H. circinatus* Naz. et Orm., *H. fenistratus* Naz. Сферические радиолярии разнообразны, представлены *Entactinia dolichoacus* Naz., *E. austroruralica* Naz., *Astroentactinia insecta* Naz., *Tetragregnon* sp., *Polyentactinia ocutulpa* Naz., *P. multifora* Naz., *P. multifida* Naz., с преобладанием двух последних.

Виды *Tormentum pervagatum* Naz. et Orm., *Tetratormentum diremptum* Naz., *Latentidiota ambigua* Naz., *Latentifistula astricta* Naz.,

*Albaillella amplificata* Naz et Orm., *A. protracto-segmentata* Naz., *A. dementia* Naz. (фототабл. I, фиг. 18–26) являются диагностическим видами зонального комплекса радиолярий [Амон, 1999, 2000a].

**Комплекс радиолярий с *Tormentum protei*** выделен Б.Б. Назаровым [Назаров, 1984; 1988] в разрезе Никольский в слоях 28–40 по нумерации Руженцева. Согласно Путеводителю [Permian..., 1993] этот интервал разреза соответствует слоям 33–40 и включает следующие зоны по фораминиферам (табл. 2): почти всю зону *Daixina vasytkovskyi* и самые низы зоны *Daixina (Ultradaixina) postsokensis* [Чувашов и др. 1989; 1999; Амон, 1999; Permian..., 1993]. Этот интервал опорного разреза также охарактеризован конодонтами зон *Streptognathodus simplex* (часть) и *Streptognathodus bellus* (часть) [Черных, 1996, 1999].

По видовому составу верхнегжельский комплекс радиолярий с *Tormentum protei* более разнообразен, чем предшествующий, в нем насчитывается более 50 видов (фототабл. I, фиг. 1–17). В данном комплексе сохраняется доминирование торментид, в том числе *Tormentum protei* Naz., *T. aequilaterale* Naz., *T. subrotundum* Naz., *T. circumfluum* Naz., *T. complicatum* Naz., *Tetratormentum crateris* Naz., *T. narthecium* Naz., *T. condensum* Naz. Среди латентифистулид многочисленны *Latentifistula torulosa* Naz., *L. ampliata* Naz., *L. actinoteres* Naz., *L. solida* Naz., но редки *Triactofenestrella nicolica* Naz. et Orm., *Quadriremis* sp., *Quinqueremis* sp. Исключительно разнообразны по морфологии латентидиоты: *Latentidiota visenda* Naz., *L. clarisona* Naz., *L. semilamina* Naz., *L. trigimena* Naz., *L. tripetalina*

Таблица 2

Зональная схема строения пограничного каменноугольно-пермского интервала на Южном Урале [Чувашов и др., 1994; Черных, 1996; 1999; Амон, 1999]

Ярус	Горизонт	Зоны по Фузулинидам	Зоны по конодонтам	Зоны по радиоляриям
Гжельский	Мартукский	<i>Daixina sokensis</i>	<i>Streptognathodus wabaunsensis</i>	<i>Tormentum protei</i>
			<i>Streptognathodus</i> sp. nov. A	
			<i>Streptognathodus simplex</i>	
	Азанташский	<i>Jigulites jigulensis</i>	<i>Streptognathodus virgolicus</i>	<i>Tormentum pervagatum</i>
			<i>Streptognathodus</i> aff. <i>brownvillensis</i>	
		<i>Triticites Stuckenbergi</i>	<i>Streptognathodus simulator</i>	

Naz., *L. choripelata* Naz., *L. fallacea* Naz. Характерно, что биозоны большинства видов *Latenti-diota* в южно-уральских разрезах ограничены интервалом распространения зоны *Tormentum protei*.

Альбайлеллярии также разнообразны и многочисленны в составе комплекса, среди них количественно преобладают *Haplodiacanthus circinatus* Naz. et Orm., *H. levitoflexus* Naz. Рассматриваемыми слоями разреза ограничено и распространение многих видов *Corythoecidae*, которые заканчивают здесь свое развитие: *Corythoecia dichoptera* Forem., *Camptoalatus aretinus* Naz., *Arrectoalatus cernuus* Naz. et Orm., *A. eximius* Naz., и только *Corythoecia loxosegmentata* Naz., *Camptoalatus benignus* Naz. et Orm. продолжают свое существование в асельском веке.

Среди сферических радиолярий часть форм представлена транзитными видами (при этом некоторые из них, такие как *Tetragregnon sphaericus* Naz. и *Astroentactinia insecta* Naz., весьма многочисленны), часть видов впервые появляется в описываемых слоях: *Tetragregnon rugamidatus* Naz., *Copicyntra acilongata* Naz.

Диагностическими видами комплекса с *Tormentum protei* являются: *Tormentum protei* Naz., *Tetratormentum crateris* Naz., *Latentidiota trigimena* Naz., *L. tripetalina* Naz., *Arrectoalatus cernuus* Naz. et Orm., *A. eximius* Naz., *Albaillella inferioalata* Naz., *Popofskyellum tardicarboniferum* Naz. [Амон, 1999; 2000a].

Анализ опубликованных в литературе сведений и наших собственных данных приводит к заключению, что описанные выше комплексы радиолярий гжельского яруса, отличающиеся богатством видов и с прекрасной сохранностью скелетов радиолярий, распространены на ограниченной территории в пределах Оренбургско-Актюбинского Предуралья. Помимо района пос. Никольский они обнаружены в разрезах бассейнов рек М. Сюрень, Жаман-Каргала, Айдаралаш, на междуречье рек Ассель-Ускалык.

К северу, в пределах Башкирии, ситуация существенно меняется – сохранность скелетов радиолярий становится значительно хуже, сокращается видовое и родовое разнообразие. Становится невозможным выделение комплексов радиолярий в полном объеме, и можно проследить только их аналоги.

Подобные аналоги установлены в обнажениях бассейна Белой, например, у села Ниж-

нее Биккузино в обнажениях и карьере на горе Бала-Тау, где выше верхнебашкирских и касимовских известняков залегает гжельская толща переслаивания зеленовато-серых аргиллитов, кремнистых аргиллитов, кремней, зеленовато-серых туфов, с редкими радиоляриями обедненного комплекса с *Tormentum protei* [Чувашов и др., 1999; Амон, 1999].

Еще более обедненный комплекс *Tormentum protei* с перекристаллизованными радиоляриями характеризует пачку переслаивания аргиллитов, кремнистых аргиллитов, окремненных и доломитизированных известняков, мергелей (последние содержат кальцитизированные скелеты радиолярий) в разрезе правобережья р. Белой между хут. Кузнецовским и д. Сирять в его верхнекаменноугольной-ассельской части [Чувашов и др., 1990; 1999].

Аналогичная ситуация наблюдается и с комплексом радиолярий в опорном разрезе верхнекаменноугольных-нижнепермских депрессионных отложений, расположенном на р. Усолка в районе пос. Красноусольского [Чувашов и др., 1990; 1999]. В гжельских отложениях разреза Усолка (рис. 5), представленных темно-серыми тонкослоистыми аргиллитами с маломощными прослоями коричневатого, мелкозернистого доломита и доломитового мергеля и пелитоморфного известняка (общая мощность до 15 м), на многих уровнях встречены, совместно с иной фауной, перекристаллизованные скелеты радиолярии: глобулы и сферы, выполненные кальцитом, доломитом, кварцем, без каких-либо признаков наличия внутренних структур. К сожалению, степень сохранности скелетов такова, что не позволяет проводить определения радиолярий даже на уровне семейств.

В отдельных случаях, особенно когда пробы были взяты из более кремнистых разностей пород и подвергнуты обработке плавиковой кислотой, получены скелеты радиолярий-альбайлеллярий плохой или удовлетворительной сохранности. В слоях 10–11 разреза Красноусольский («Усолка», намерация слоев по [Чувашов, Черных, 2002]), относящихся к зоне *Triticites stuckenbergi* (нижняя часть гжельского яруса), удалось установить присутствие *Haplodiacanthus* cf. *levitoflexus* Naz., *Albaillella* cf. *protractosegmentata* Naz., *Parafollicucullus* cf. *fusiformis* Hold. et Jones (фототабл. IV, фиг. 2–4, 6, 11). Этот комплекс радиолярий-альбайлеллярий условно может быть отнесен к комплексу с *Tormentum pervagatum*.

Рис. 5. Схема строения опорного разреза Усолка в Башкирии (по [Чувашов и др., 1999]) с изменениями. 1 – алевролиты, 2 – аргиллиты, 3 – мергели и глинистые известняки, 4 – известняки, 5 – желваки кремней. Стрелками отмечены уровни с радиоляриями. Вне масштаба.



## II. ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЯ КАРБОНА ПРИКАСПИЯ И ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ ПО РАДИОЛЯРИЯМ

Морская регрессия рубежа девона и карбона на Русской платформе проявилась в повсеместном перерыве в осадконакоплении. Понижение уровня моря и кратковременные поднятия на Русской платформе в предкаменноугольное время совпадают с активным воздыманием к югу от Рено-Герцинского бассейна Нормандско-Среднегерманской горной системы на западе и Моравско-Силезско-Судетских гор на востоке. В передовых хребтах Кавказа также существует отчетливое несогласие на границе девона и карбона. Однако к востоку от Русской

платформы тектонические события на рубеже девона и карбона были не столь очевидны [Познер, 1975; Nikishin et al., 1996; Фокин, 1998].

Завершение раннегерцинского (среднедевонского-раннекаменноугольного) этапа развития Русской платформы и принципиальная перестройка ее структурного плана произошло в начале ранневизейского времени и было ознаменовано значительным глобальным падением уровня моря. После континентального перерыва в середине раннего визе морская трансгрессия вновь проникла на территорию западного склона Урала и Южного Приуралья и на восток Тимано-Печорской провинции, знаменуя собой начало позднегерцинского этапа развития Русской платформы [Познер, 1975; Тихомиров, 1995; Фокин, 1998].

## II.1. Ранний карбон

В раннем карбоне в центральных и западных районах платформы происходила двукратная смена погружений и поднятий. В раннем и начале позднего турне, а также начиная с конца средневизейского времени и до конца раннесерпуховского, эти районы были опущены (рис. 6). В конце турнейского века, в ранневизейское и позднесерпуховское время они испытали поднятие. Северная часть платформы в начале карбона была приподнята. Погрузилась она только в поздневизейское и раннесерпуховское время. Наиболее устойчивые погружения в раннем карбоне происходили в Днепровско-Донецком авлакогене, на востоке Русской платформы и в западной части Урала.

Уральское море в каменноугольное время было непосредственно связано с Русским морем. Время погружения Восточно-Уральской суши, вероятно, относится к концу турнейского века. Начавшееся в конце раннего визе общее погружение, которое охватило восточный и западный Урал и Русскую платформу, сопровождалось усилением эффузивной деятельности. С этим временем связано уменьшение амплитуды вертикальных движений. Осадконакопление происходило в узких прогибах.

Территория Русской платформы и Урала в раннем карбоне располагалась в экваториальной и тропической зоне северного полушария. Климат изменялся от засушливого в начале турнейского века до влажного и жаркого в серпуховском веке. Наибольшее распространение получают карбонатные и терригенно-карбонатные отложения, происходит формирование угленистой формации (рис. 6).

## II.2. Радиолярии и фацции

### *позднепалеозойского массива Карачаганак Северного Прикаспия*

В северной части Прикаспийской впадины к началу карбона достаточно четко выделяется Карачаганак-Троицкая зона поднятий. На отдельных ее вершинах, типа Карачаганак, в каменноугольное время началось формирование органогенных построек. Основные трудности стратиграфии и корреляции верхнепалеозойских отложений юга Русской платформы заключаются в отсутствии на большей части территории достаточно представительных комплексов фауны, что связано с неблагоприятными

условиями обитания организмов в обстановке мелкого моря, часто с повышенной соленостью вод. Зона развития органогенных построек определяет положение северного борта Прикаспийской впадины и отличается более богатыми ориктоценозами (рис. 6).

На основании комплексного изучения палеонтологических остатков, данных палеоэкологического анализа и литологических особенностей вмещающих пород оказалось возможным выделить трансгрессивно-регрессивные циклы развития бассейна и проследить историю развития массива Карачаганак в течение позднего палеозоя [Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987; 2000] (рис. 3, 7).

**Позднефаменский - раннетурнейский этап.** Наиболее древние отложения Карачаганакской площади отражают регрессивный позднефаменско-раннетурнейский этап развития территории. Они вскрыты в центральной (скв. 23), северо-восточной (скв. 27) и юго-восточной (скв. 14, 17, 21, 28) частях массива и представляют собой генетически единую толщу сферово-водорослевых и органогенно-детритовых известняков, являющихся биогермными образованиями шельфа (рис. 3).

**Поздний фамен.** Фаменские органогенно-детритовые известняки содержат многочисленные водоросли, однокамерные фораминиферы и мелкие сферические скелеты радиолярий со следами сильного вторичного изменения раковин (скв. 21, 23, 28). Достаточно своеобразный комплекс радиолярий хорошей сохранности обнаружен в северо-восточной части массива (скв.27): *Astroentactinia* sp., *Bientactinosphaera* sp., *Borisella praenuntia* (Nazarov), *Entactinia micula* Foreman, *Entactinia* sp., *Holoeciscus auceps* Foreman, *Palacantholithus* sp., *Pluristratoentactinia* cf. *conspissata* Nazarov, *Radiobisphaera domanicensis* (Bykova), *Somphoentactinia* cf. *somphozona* (Foreman), *Tetrentactinia barysphaera* Foreman.

**Раннее турне.** В раннетурнейское время в юго-восточном направлении наметилась некоторая фациальная дифференциация осадков. Среди органогенно-детритовых известняков фацции шельфа (скв. 17, 33) встречены многочисленные *Entactiniidae*, образующие иногда массовые скопления (рис. 3; фототабл. II, фиг. 24–28). Более точное определение радиолярий невозможно из-за плохой сохранности скелетов, лишенных каких-либо внешних и внутренних структурных элементов. И только в очень редких случаях на сферических раковинах видны основания трех-



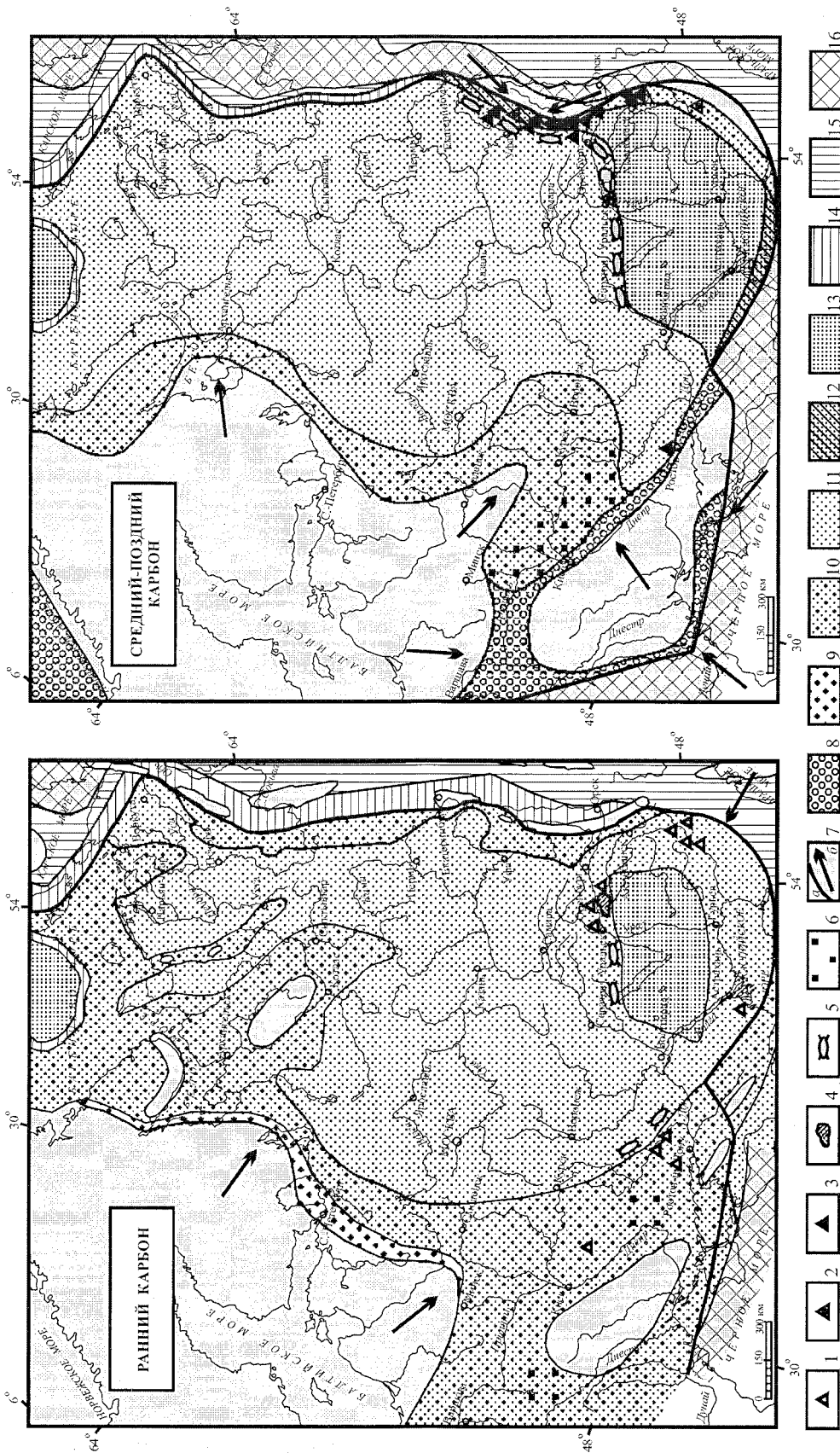


Рис. 6. Палеобиогеографические схемы карбона Русской платформы и Урала и местонахождения радиолярий (по [Познер, 1975; Nikishin et al., 1996; Фокин, 1998; Chuvashov, Crasquin-Soleau, 2000] с добавлениями):

1-3 – местонахождения радиолярий; 4 – граница платформ; 5 – нижний карбон, 6 – основной платформенный материал; 6 – угли; 7 – размываемая территория (в пределах платформ); 8 – основные направления сноса обломочного материала; 8-14 – палеогеографические обстановки; 8 – континентально-аллювиальные равнины, 9 – прибрежно-континентальная зона моря, 10 – прибрежная зона моря, 11 – мелкий внутренний шельф, 12 – флишевый трог, 13 – огноситель но глубокий внешний шельф, 14 – континентальный склон, 15 – дно палеоокеана; 16 – активные складчатые пояса.



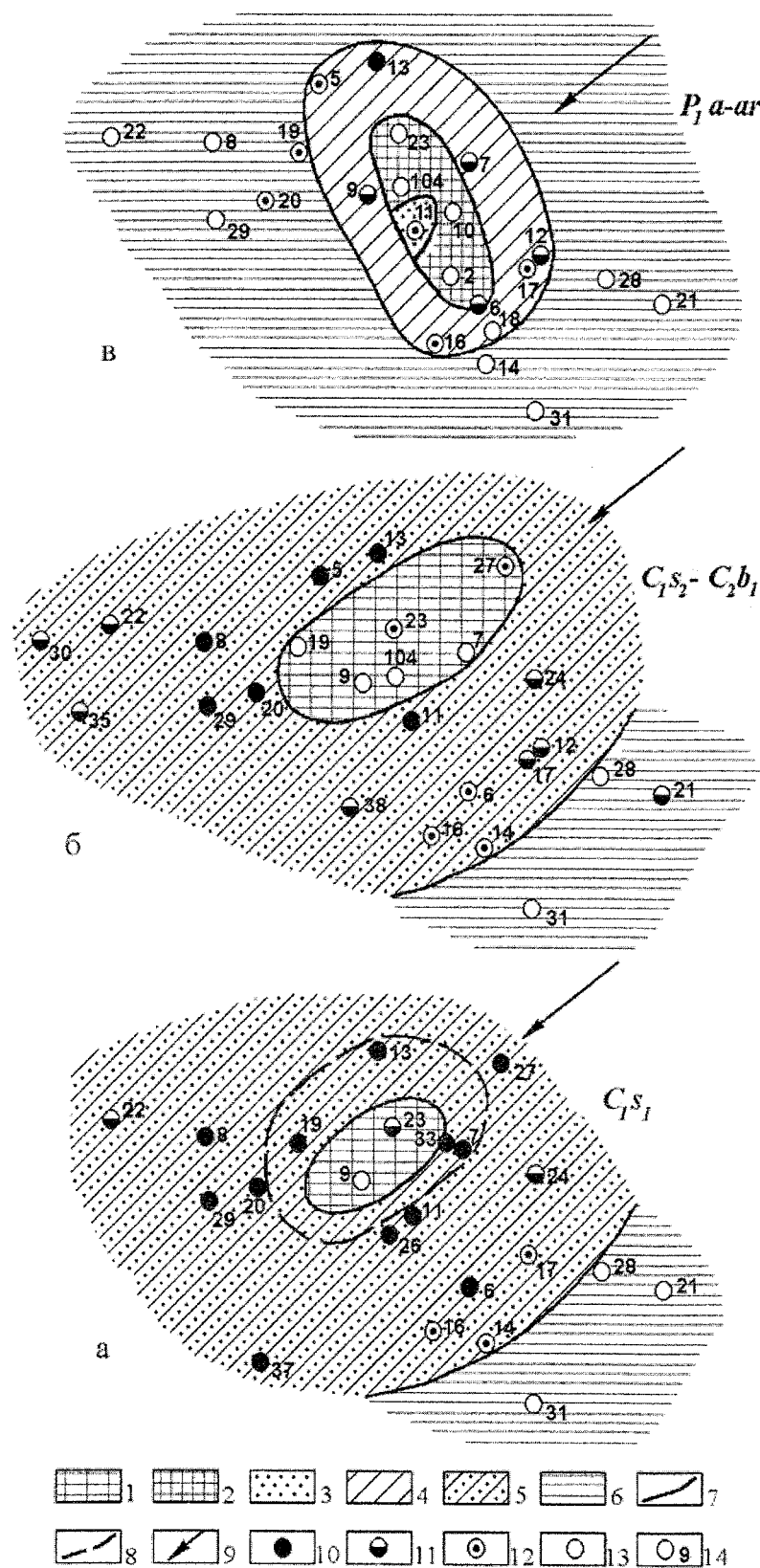


Рис. 7. Фациальная приуроченность радиолярий массива Карачаганак, Северный Прикаспий (по [Афанасьева, 1987; 2000]).

а – ранний карбон, ранне-серпуховское время; б – ранний карбон, позднесерпуховское время и средний карбон, раннебашкирское время; в – ранняя пермь, ассельско-артинское время; 1–6 – литофашии: 1 – биостромная, 2 – рифовая, 3 – внутририфовой лагуны, 4 – рифового склона, 5 – шельфовая, 6 – бассейновая; 7 – граница фашии; 8 – граница верхнего и нижнего шельфа; 9 – направление течения; 10–13 – содержание радиолярий: 10 – обильное, 11 – редкое, 12 – единичное, 13 – радиолярии отсутствуют; 14 – номер скважины.

находилась в пределах мелководного эпиконтинентального моря. Достаточно выровненное дно бассейна имело небольшой наклон к юго-востоку, о чем свидетельствует уменьшение в этом направлении мощности нижнетурнейских отложений от 201 до 62 м. На относительно небольшие глубины центральной части бассейна (скв. 23) указывают массовые скопления известковых водорослей, давшие, по-видимому, начало биостромным образованиям (рис. 3). Установившиеся мелководные условия с глубинами до первых десятков метров, вероятно, отрицательно влияли на расселение радиолярий и, начиная с раннетурнейского времени, они в пределах центральной части Карачаганакского массива не встречены. Некоторое увеличение глубины бассейна в юго-восточном направлении подтверждается появлением органогенно-детритовых известняков, среди которых обнаружены многочисленные остатки скелетов радиолярий.

гранных игл. В сферово-микрозернистых известняках центральной части массива радиолярии не встречены.

В позднефаменско-раннетурнейское время рассматриваемая территория, по-видимому,

В конце раннетурнейского времени произошло обеднение сообществ фораминифер и исчезновение радиолярий, что, видимо, было связано с регрессией палеоморя, приведшей к перерыву в осадконакоплении в течение поздне-турнейского – средневизейского времени.

**Поздневизейский - раннебашкирский трансгрессивно-регрессивный этап** осадконакопления начался седиментацией карбонатных осадков на размытой поверхности турнейских образований (рис. 3). Одно из ведущих мест среди организмов поздневизейского моря занимали водоросли, формировавшие местами, главным образом в центральной части территории (скв. 9, 23), отдельные органогенные постройки. Водорослевые заросли были благоприятны для развития фораминифер, сообщества которых отличались здесь богатством и разнообразием форм, но радиолярии в фации биостромов не встречены.

Освоение радиоляриями новой экологической ниши в более прозрачных водах рифогенно-водорослевых образований, как это имело место на рифовом массиве Карачаганак, отразилось на морфологических изменениях своеобразных радиолярий рода *Caspiaza*, ведущих, как нам представляется, прикрепленный (седентарный), возможно бентосный, образ жизни [Афанасьева, 1986; 1987; 2000; Чувашов и др., 1999].

Четверть века тому назад, в 1977 году, М.Г. Петрушевская впервые предложила гипотезу «о происхождении радиолярии от бентосных форм сидячих саркодовых» [Петрушевская, 1977, с.1448]. «Появление радиолярий, в том общепринятом смысле, какой сейчас придается всему таксону в целом, связывается с переходом от бентосного к планктонному образу существования» [Назаров, 1988, с.96]. Не исключено, что в отдаленном геологическом прошлом существовали виды радиолярий, обитавшие не в океанических или близким к ним условиях, а в относительно мелководных эпиконтинентальных, окраинных морях, преимущественно в придонных слоях воды прибрежной зоны моря [Петрушевская, 1981; 1986; Афанасьева, 1986; 1987; 2000; Афанасьева, Вишневецкая, 1993 а, б; Амон, 1996; 2000 б]. Для защиты от волноприбойных и штормовых явлений они прикреплялись к придонному субстрату (водоросли, губки и проч.). Эволюируя, некоторые из них так и остались прикрепленными к субстрату, другие постепенно перешли к свободному парению в

толще воды. Особый интерес в связи с этим представляют находки раннекаменноугольных бентосных радиолярий с пилломом рода *Caspiaza* среди органогенно-детритовых отложений массива Карачаганак. При этом наиболее обильное содержание донных *Caspiaza* было приурочено ближе к мелководным водорослевым биостромам [Афанасьева, 1986; 1987; 2000; Афанасьева, Вишневецкая, 1993 а, б].

В настоящее время среди геологов устойчиво закрепилось мнение об исключительно пелагическом, планктонном образе жизни всех современных и древних радиолярий и об исключительно глубоководном формировании всех радиоляриевых осадков. Это может быть верно для многих кайнозойских и мезозойских отложений, но не для всех; имеется масса свидетельств обитания радиолярий в мезозое и кайнозое в мелководной прибрежной зоне моря, где глубины не превышали первых десятков метров [Афанасьева, Вишневецкая, 1993а,б; Амон, 2000б]. Появляются первые данные о мелководных радиоляриях палеозоя [см. Афанасьева, 2000; Чувашов и др., 1999]. Между тем, эти факты не попали в поле внимания большинства исследователей, а сам вопрос мелководного и, в особенности, придонного и даже бентосного, образа жизни древних радиолярий просто не ставится. Однако именно эти отличительные черты экологии древних радиолярий, в особенности радиолярий палеозоя, могут иметь важное значение в выяснении их роли в формировании углеводородного потенциала нефтематеринских пород. Мешает, по образному высказыванию Э.О.Амона, «широко распространенный предрассудок о радиоляриях как показателях исключительно глубоководных фаций» [Амон, 1996, с.189].

Эволюция своеобразных радиолярий рода *Caspiaza* могла идти по пути освоения радиоляриями новой экологической ниши в более прозрачных водах рифогенно-водорослевых образований, как это имело место на рифовом массиве Карачаганак [Афанасьева, 1986; 1987; 2000].

Характерной особенностью *Caspiaza* является развитие вокруг пиллома своеобразного скелетного образования – воротника. Отмечается крайнее разнообразие в его строении (фототабл. III), связанное, скорее всего, с бентосным, прикрепленным образом жизни этих организмов. У донных фораминифер подобное строение раковин имеют, как правило, прикреплен-

ные формы. Поэтому, по аналогии с конвергентно сходными раковинами фораминифер *Tuberitina* [Поярков, 1979], можно предположить влияние характера субстрата на развитие той или иной формы воротника.

Радиолярии с пиллом могли постепенно приспособляться к существованию на твердом основании путем доминирующего совершенствования окаймления пилла в виде широкого пластинчатого воротника, при помощи которого раковины прикреплялись к субстрату. Обитание на достаточно ровном субстрате могло вызвать образование полностью раскрытого воротника (фототабл. III, фиг. 7, 9, 10–12). В том случае, если местом прикрепления раковины служили субцилиндрические предметы типа игл морских ежей, то, скорее всего, мог формироваться полураскрытый (фототабл. III, фиг. 3, 4, 6, 8) или щелевидный воротник (фототабл. III, фиг. 1, 2, 6). Закрытый воротник пилла (фототабл. III, фиг. 5) развивался, вероятно, у радиолярий, местом прикрепления которых могли служить нитевидные предметы или талломы водорослей (?).

Анализ морфологических особенностей раковин *Caspiaza* показал, что рассматриваемая группа радиолярий, ввиду своеобразия своего строения, имеет важное значение не только для стратиграфии палеозойских отложений, но и для выяснения вопросов, связанных с происхождением и миграцией радиолярий. Исследование радиолярий рода *Caspiaza* из серпуховских отложений Тянь-Шаня (р. Угам) показало их тесную родственную связь с одновозрастными радиоляриями Прикаспия [Афанасьева, 1986].

**Позднее визе.** На большей части массива Карачаганак (скв. 6, 7, 14, 17, 20, 23, 27, 29, 33) отложения верхневизейского подъяруса представлены органогенно-детритовыми и водорослевыми известняками (рис. 3), среди которых известны богатые ассоциации фораминифер, отмечены брахиоподы и конодонты.

Комплек радиолярий здесь разнообразнее и имеет лучшую сохранность раковин по сравнению с позднефаменско-раннетурнейским. Радиолярии приурочены к органогенно-детритовым образованиям фации шельфа более пониженной периферической части массива (скв. 6, 14, 29, 33). Здесь отмечены *Spongactinia fungosa* Nazarov, S. sp., *Tormentum ruetae* (Ormiston et Lane) и первое появление радиолярий с пиллом рода *Caspiaza* (фототабл. II, фиг. 20–23; фототабл. III, фиг. 12). В конце по-

здневизейского времени на юго-восточной периферии территории (скв. 21) впервые появляются относительно темные глинисто-битуминозные, доломитизированные известняки бассейновой фации. Они характеризуют условия относительно глубокого участка моря, отличающиеся крайне обедненными комплексами мелких фораминифер и отсутствием радиолярий.

**Ранний серпухов.** В первой половине серпуховского века, по-видимому, происходило дальнейшее углубление морского бассейна. На большей части современного массива Карачаганак продолжали накапливаться водорослевые и органогенно-детритовые осадки, представленные, в основном, водорослевыми, полидетритово-водорослевыми, детритовыми, криноидными, фораминиферовыми и онкоидными образованиями фации шельфа (рис. 3).

Анализ соотношения планктонных и бентосных радиолярий в комплексах серпуховских отложениях массива Карачаганак позволил выделить две ассоциации, проекции ареалов обитания которых помогли воссоздать историю развития бассейна (рис. 7).

Радиолярии раннесерпуховского возраста были распространены практически повсеместно, за исключением наиболее погруженной, окраинной (скв. 21, 28, 31) части бассейна. Отложения бассейновой фации, также как в поздневизейское время, характеризовались относительно глубоководными условиями с образованием темноцветных осадков, отличающихся крайне обедненными комплексами мелких фораминифер и отсутствием радиолярий.

Наиболее обильные популяции бентосных радиолярий рода *Caspiaza* были приурочены к верхней половине шельфа, ближе к мелководным водорослевым биостромам, содержащим многочисленные сифониковые и багряные водоросли. Здесь встречены обильные фораминиферы, брахиоподы, членики криноидей, конодонты, остракоды, мшанки, серпулы и многочисленные спикулы губок. Радиолярии верхнего шельфа встречены в разрезах четырех скважин (скв. 7, 13, 19, 33) в отдельных прослоях органогенно-детритовых известняков. Ассоциация радиолярий из этих отложений содержит, кроме планктонных представителей *Spongactinia* sp. и *Astroactinia* sp., в основном, своеобразные скелеты *Caspiaza aculeata* Afan., *C. calva* Afan., *C. urceus* Afan. (фототабл. III, фиг. 1, 3, 4, 8, 9, 15, 16). Массовое распространение радиолярий в условиях верхней части шельфа вблизи

биострома было обусловлено, по-видимому, хорошей аэрацией и привнесом пищевых частиц северо-восточным течением.

В нижней половине шельфа (скв. 14, 16, 17, 22) отмечены редкие бентосные *Caspiaza* и широко распространены планктонные радиолярии (скв. 6, 8, 11, 20, 24, 26, 27, 29, 37). Наиболее богатая и разнообразная ассоциация радиолярий хорошей сохранности встречена в отложениях скв. 11. Она включает *Astroentactinia mendosa* Naz., *A. paronae* (Hinde), *Spongentactinia fungosa* Naz., *S. sp.*, имеющих сферическую форму раковин и трехгранные иглы (фототабл. II, фиг. 12–19).

В центральной части биострома отмечена редкая встречаемость радиолярий рода *Caspiaza* (скв. 23) или их полное отсутствие (скв. 9).

*Поздний серпухов.* Во второй половине серпуховского века, вероятно, началось новое обмеление бассейна. В центральной части территории возобновились условия, благоприятные для развития обильных и разнообразных водорослей, образывавших биостромы (рис. 3), среди которых распространились фораминиферы, отличающиеся увеличением размеров и утолщением стенок раковин. Радиолярии в центральной части массива практически полностью отсутствовали (скв. 7, 9, 19, 104), за исключением единичных находок планктонных сферических радиолярий, возможно, занесенных течением (скв. 23, 27) (рис. 7). В это время происходило расширение области развития отдельных водорослевых биостромов и сокращение ареала распространения ассоциации с *Caspiaza* (скв. 13, 16, 17, 22). При этом в верхней половине шельфа (скв. 8, 11, 20) зафиксирована смена планктонного комплекса радиолярий бентосной ассоциацией, в которой преобладали виды *Caspiaza*: *C. calva* Afan., *C. aculeata* Afan., *C. urceus* Afan. (фототабл. II, фиг. 8–11; фототабл. III, фиг. 13, 14). По периферии шельфа (скв. 29) в это время продолжали существовать сферические *Spongentactinia sp.*, но в окраинной части бассейна (скв. 21, 28, 31) радиолярии по-прежнему отсутствовали (рис. 7).

*Ранний башкир.* Начавшееся в позднесерпуховское время обмеление бассейна продолжилось и в начале башкирского века. Более того, в центральной части Карачаганак нижнебашкирские отложения отсутствуют и развиты только местами по периферии территории (рис. 3, 7). На северном (скв. 5, 13) и юго-восточном (скв. 12, 17) склонах каменноугольного карбо-

натного массива продолжали существовать обстановки осадконакопления, аналогичные условиям позднесерпуховского времени. Здесь формировались органогенно-детритовые, криноидно-брахиоподово-водорослевые и псевдоолитовые известняки, содержащие достаточно разнообразный комплекс фораминифер, конодонтов и радиолярий (скв. 5, 12, 13): *Bientactinosphaera aenigma* (Naz.), *Spongentactinia fungosa* Naz., *Caspiaza calva* Afan., *C. aculeata* Afan., *C. urceus* Afan. (фототабл. II, фиг. 1–7; фототабл. III, фиг. 2, 5–7, 10, 11). Отложения юго-восточной окраины территории (скв. 21, 28, 31) являются более мелководными по сравнению с визейско-серпуховскими и представлены мелкодетритовыми илами с комплексом фораминифер, конодонтов и планктонных радиолярий *Entactiniidae gen. et sp. indet.* (скв. 21).

В целом поздневизейско-раннебашкирский этап осадконакопления характеризуется постепенным обмелением морского бассейна и фациальной дифференциацией осадков. На основной части территории продолжали формироваться отложения фации шельфа, на окраине бассейна накапливались маломощные осадки бассейновой фации. При этом мелководные условия центральной части массива Карачаганак, характеризующиеся преимущественным развитием отдельных водорослевых биостромов, и относительно глубоководные условия периферии были неблагоприятны для существования радиоляриевых сообществ. Массовое распространение радиолярий наблюдается в условиях намечающегося склона биогерма, и, по-видимому, связано с существованием устойчивого северо-восточного течения. Косвенным признаком, подтверждающим это предположение, являются многочисленные спиккулы губок, накопление которых, как правило, происходит в переходных к относительно глубоководным участкам бассейна при наличии достаточно сильных придонных течений.

### II.3. Средний – поздний карбон

В начале башкирского века завершился каменноугольный этап развития радиолярий северного Прикаспия. Между каменноугольными и пермскими отложениями севера Прикаспийской впадины наблюдается перерыв в осадконакоплении, охватывающий практически весь интервал среднего и верхнего карбона, и, местами, включающий часть нижней перми. Новый

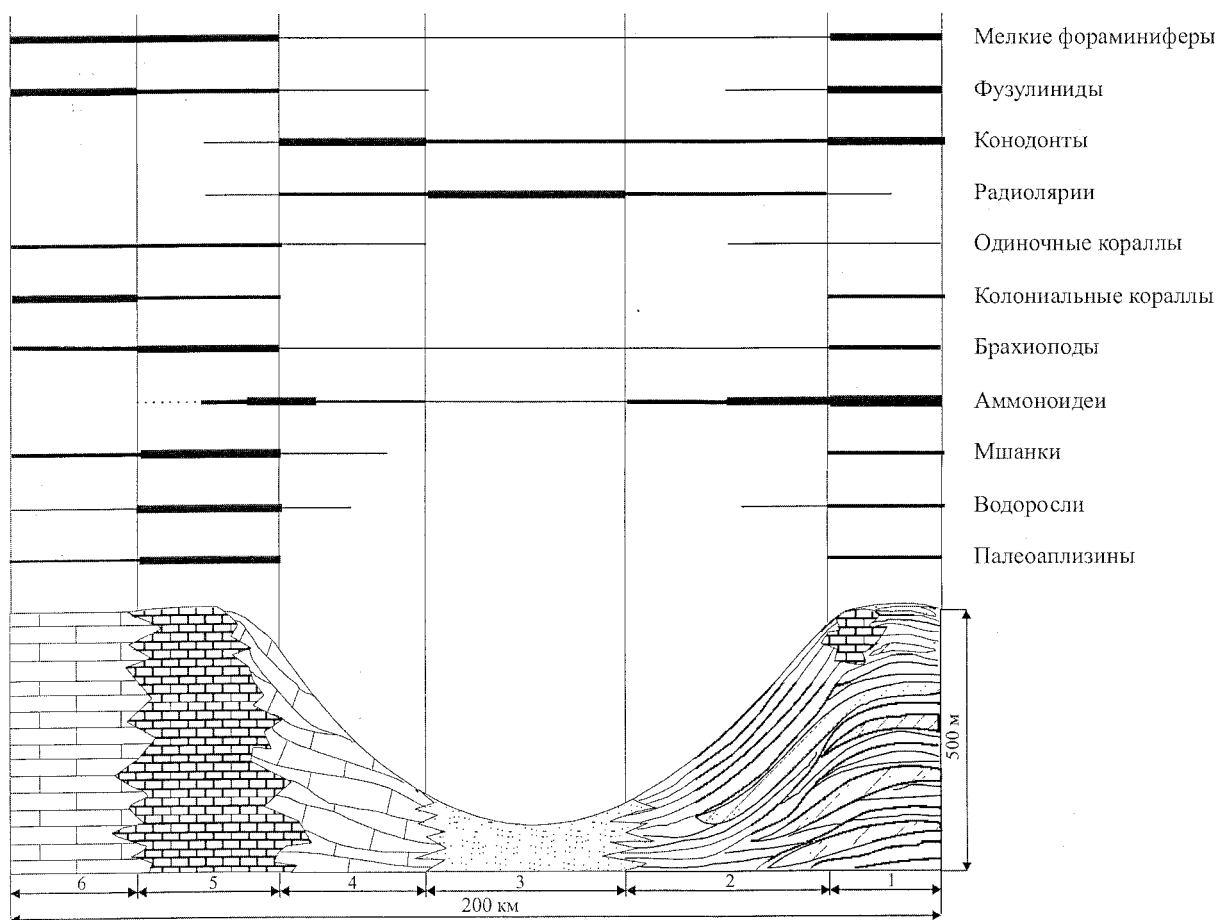


Рис. 8. Обобщенная схема распространения основных групп фоссилий в различных фациальных зонах Предуральского предгорного прогиба в гжельском и ассельском веках (по [Чувашов и др., 1999])

1 – грубый флиш, 2 – тонкий флиш, 3 – предфлиш, 4 – предриф, 5 – риф, 6 – слоистые карбонатные породы платформы. Вне масштаба.

трансгрессивно-регрессивный этап развития северного борта Прикаспийской впадины начался в ассельское время и завершился в кунгурском веке общим обмелением и засолонением бассейна. В это время происходило формирование рифа Карачаганак (рис. 3, 7) [Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987; 2000; Afanasieva, Zamilatskaya, 1993].

Иная палеогеографическая ситуация была свойственна в среднем-позднем карбоне и ранней перми Южному Предуралью и восточному Прикаспию (рис. 6). Каменноугольные отложения входят составной частью в генетически единый крупный седиментационный цикл, начавшийся в среднем карбоне и продолжавшийся по кунгурское время перми, и развивавшийся в границах Восточного борта Прикаспийской впадины [Губарева, Карцева, 1987]

и Предуральского краевого прогиба [Чувашов и др., 1999; Амон, 1999].

Морские отложения Восточного борта Прикаспийской впадины в среднем и, особенно, в позднем карбоне накапливались, скорее всего, в мелководной отмельной зоне шельфа. Волноприбойные обстановки, развитие авандельт крупных рек и сносимое водными потоками с прилегающей нагорной суши огромное количество терригенного материала создавали неблагоприятные условия для развития радиолярий на востоке Прикаспия.

Средний и поздний карбон соответствуют начальному циклу позднегерцинского этапа развития Русской платформы [Познер, 1975; Тихомиров, 1995]. Общее очертание Русской платформы по сравнению с ранним карбоном практически не изменилось. Вместе с тем структурный план платформы существенно трансформировался.

В среднем карбоне значительно расширилась территория погружения Волго-Уральской провинции, увеличились размеры Воронежской антеклизы, которая соединилась с Прибалтийским поднятием (рис. 6). Расширение областей погружения платформы и уменьшение дифференцированного структурного плана началось в московском веке и закончилось в конце карбона. Русская платформа и Урал в среднем карбоне располагались преимущественно в экваториальной и тропической зоне северного полушария. И только северный Урал в московском веке относился к субтропической палеогеографической зоне. Климат изменялся от гумидного в начале башкирского века до аридного в московском веке. Башкирское мелководное море было распространено только в восточных и южных районах Русской платформы и на Урале. В московском веке Русское и Уральское моря распространились значительно шире и имели между собой постоянную открытую связь [Познер, 1975]. Преимущественное распространение имели карбонатные формации: известняковая, доломитовая, гипсоносно-карбонатная и терригенно-карбонатная. Вместе с тем вдоль Предуральского краевого прогиба происходило накопление осадков терригенного флиша (рис. 8).

В позднем карбоне морской режим на Русской платформе сохранился, но Русское море несколько сократилось. Произошла регрессия в северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины, расширилась Воронежская равнина. Почти повсюду отлагались доломиты и известняки, а в краевых частях бассейна алевролиты и глины. Произошло уменьшение акватории Уральского моря, которое распространялось только в предгорных впадинах на западном склоне молодых Уральских гор. Здесь образовывались относительно глубоководные терригенно-флишевые и, реже, карбонатные осадки. Палеогеографическая приуроченность Русской платформы и Урала в позднем карбоне была похожа на поздневизейскую: от экваториальной в Донецкой области до субтропической на северном Урале. Аридизация климата в позднем карбоне резко возросла.

#### ***II.4. Радиоларии и фации позднего палеозоя Предуральского краевого прогиба***

Предуральский прогиб, прослеживаемый от северо-восточного борта Прикаспийской впадины до Новой Земли, заложился практически

одновременно на всей этой огромной территории в башкирском веке и постепенно смещался на запад по мере роста Палеоурала. Большая часть прогиба развивалась на базе карбонатной платформы (рис. 6). Начиная с башкирского века, вследствие денудации складчато-надвигового комплекса горного сооружения, стал формироваться мощный терригенный клин, обращенный острием к западу. Он подстилается одновозрастным карбонатным клином, обращенным острием к востоку.

Разные части Предуральского прогиба развивались неодинаково: на одних его протяженных участках (Сылвинская, Юрюзано-Айская впадины) он быстро смещался к западу, причем смещалась не только ось, но и весь прогиб, так как его восточные части при этом вовлекались в складчато-надвиговые дислокации и сразу же подвергались денудации. Другие участки прогиба (Бельская и Актюбинская впадины) длительное время сохраняли почти неизменными свои границы, вследствие чего у западного борта сформировались мощные (до 1200 м) органогенные постройки, а в осевой части накопилась относительно маломощная пачка глинисто-кремнистых пород предфлишевой формации, содержащая радиоларии. В пределах прогиба распространение радиоларий ограничено на севере Бельской впадиной [Чувашов и др., 1999].

В интервале от среднего карбона до ранней перми в направлении с востока на запад существовал устойчивый фациальный ряд, распространение радиоларий в котором характеризовалось следующими особенностями (рис. 8) [Чувашов и др., 1999].

1. *Грубый флиш.* Существенно песчаниковые отложения с постоянным участием грубообломочных образований (гравелитов, валунно-галечных конгломератов), сюда же приурочены разнообразные органогенные постройки. Порода охарактеризованы богатыми и разнообразными комплексами мелких фораминифер, фузулинид, кораллов, мшанок, брахиопод, криноидей, известковых водорослей и строматолитов. Радиоларии встречаются редко. Ширина этой мелководной зоны невелика и по ее краю зарождались и сходили вглубь бассейна песчаные турбидные потоки.

2. *Тонкий флиш.* Более широкая полоса тонкого флиша представлена равномерно чередующимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Мощность тех и других пород из-

меняется в небольших пределах – от 2–3 см до 1 м. Обычно преобладание в одних частях разреза то глинистых, то песчаных пород. Присутствуют известняково-мергельные и аргиллитово-кремнистые пачки.

В этих толщах обособляются два комплекса организмов – аллохтонный и автохтонный. Первый из них приурочен к основаниям наиболее мощных песчаниковых или гравийных прослоев с четкой градационной слоистостью. Органическими остатками обогащены не более одной четверти мощности таких слоевых базальных частей, обычно меньше, вплоть до незначительной (1–2 см толщиной) корочки. Наиболее частыми организмами здесь являются мелкие фораминиферы и фузулиниды, мшанки, криноидеи, известковые водоросли; реже присутствуют аммоноидеи и наутилоидеи, фрагменты одиночных и колониальных кораллов, раковин брахиопод.

В аргиллитах, мергелях и пелитоморфных известняках, разделяющих турбидиты, присутствуют другие группы организмов: радиолярии, спикулы губок, мелкие одиночные кораллы, тонкораквинные, иногда беззамковые, брахиоподы, пелелиподы. Эти осадки часто полностью биотурбированы. Открытые морские бассейны, на дне которых накапливались глинистые и мергелистые осадки, вероятно, были наиболее благоприятны для обитания аммоноидей и прямых наутилоидей, так как именно здесь можно встретить все стадии развития этих организмов от эмбрионов до взрослых особей.

**3. Предфлиш.** Далее к западу тонкий флиш замещается маломощной пачкой кремнистых аргиллитов, кремней, аргиллитов, мергелей, с прослоями микритов и грейнстоунов, карбонатных брекчий. Сообщество организмов в этой фациальной зоне весьма сходно с таковым из межтурбидитовых пачек тонкого флиша. Замечено, что обогащенные спикулами прослои встречаются в основании этой пачки. Радиолярии встречаются выше по разрезу, ближе к основанию флиша.

**4. Предриф.** Предфлишевая формация может непосредственно контактировать с поясом органогенных построек, или эти две формации разделены относительно узкой зоной слоистых известняков, доломитов, карбонатных брекчий, относящихся к фации предрифа. Мощность пород предрифовой формации в несколько раз уступает мощности органогенных построек, но близка к мощности предфлишевой фор-

мации. Радиолярии встречаются в предрифовых мергелях и пелитоморфных известняках.

**5. Риф.** Наблюдается до 12 поясов разновозрастных органогенных построек, фиксирующих геоморфологическую и фациальную границу платформа-прогиб в течение позднего палеозоя; мощность и экологическая зрелость рифов зависят от длительности стабильного положения этой границы. Радиолярии обычно не распространены в рифах и более западных фациях. Лишь при вклинивании глинистых или карбонатно-глинистых осадков в тело рифа, как результат некоторого смещения границы «платформа-прогиб», радиолярии встречаются в рифовых массивах со стороны их фронтальных частей.

**6. Платформа.** В карбонатных и глинисто-карбонатных породах окраины Русской платформы с типичным набором макро- и микроорганизмов, свойственных подобным отложениям, радиолярии встречаются редко или не встречаются совсем. Следует заметить, что при полевом изучении и описании средне- и верхнекаменноугольных пород нередко на поверхностях свежего скола образцов отмечаются обильные микроскопические белые точки, которые многие исследователи склонны считать радиоляриями. Обработка таких образцов активными химическими реагентами (кислотами, например), не дает положительного результата. Могут быть встречены редкие микросферы, состоящие из полностью перекристаллизованного кварца, а при изучении шлифов – микросферы, состоящие из кальцита, доломита, кварца. Если это радиолярии, то с большой долей условности они могут быть отнесены к родам *Entactinosphaera*, *Astroentactinia*, *Copicyntra*.

Таким образом, радиолярии приурочены к районам развития тонкозернистых глинистых, карбонатных и кремнистых илов, накапливавшихся на относительно больших (до первых сотен метров) глубинах. Радиолярии распространены во всех фациальных типах осадков, включая восточную мелководную зону грубого флиша и мелководные предрифовые и лагунные отложения.

Наблюдается определенная закономерность в распространении радиолярий в меридиональном направлении. Наиболее северные пункты с радиоляриями карбона расположены в бассейне р. Белой. Самые северные находки раннепермских радиолярий сделаны в бассейне р. Уфы и на Новой Земле, на 35° се-



верной палеошироты. На Новой Земле встречены достаточно многочисленные радиолярии, представленные только одним видом одного рода – массивными, губчатыми *Soricyntra* [Афанасьева, 2000].

Есть основания полагать, опираясь на выявленные закономерности изменения состава всех групп организмов, что приуроченность радиолярий только к южной части прогиба определялась в позднем карбоне и ранней перми климатическими условиями, в первую очередь температурой воды, более высокой на юге [Чувашов и др., 1999].

Радиолярии появляются в позднепалеозойском бассейне Предуралья с момента формирования относительно глубоководного бассейна с глинисто-кремнистым и, несколько позднее, с песчано-глинистым флишевым типом седиментации.

Это событие произошло в московское время, что фиксируется, например, данными по разрезу у д. Солонцы на р. Аскын в Бельской впадине Башкирии. Здесь породы ташлинской свиты (микритовые известняки с прослоями и желваками силицитов), в которой обнаружены радиолярии, отражают начало углубления бассейна и расселения радиолярий.

Восточной границей распространения радиолярий служила мелководная прибрежная зона моря. Западную границу распространения радиолярий определяет полоса развития линейных органогенных построек (рис. 8).

У западного и восточного ограничения ареала распространения радиолярий эти организмы дискретно распространены по разрезу и часто отсутствуют в больших стратиграфических интервалах. Наиболее полно радиоляриями охарактеризованы разрезы восточного склона Предуральского прогиба (зона тонкого флиша) и депрессионной зоны прогиба. В качестве примера последней можно сослаться на Красноусольский разрез, где радиоляриями охарактеризован интервал от верхнего карбона до артинского яруса включительно.

Процесс активного заселения радиоляриями биотопов предфлишевой и флишевой формации в районе бассейна р. Белой (разрезы «Сирять» и «Бала-Тау», упомянутый разрез по р. Аскын) начался в позднемосковское время и завершился в артинском веке. Многие данные, полученные по другим группам фоссилий, в совокупности с данными радиоляриевых анализов, склоняют нас к заключению, что распро-

странение радиолярий происходило вслед за закономерным углублением бассейна при массивном вторжении теплых Тетических вод на данную акваторию. На этом фоне, вспышки в развитии радиолярий могли быть связаны с моментами повышения вулканической активности (пачка с туфами в разрезе Бала-Тау) и увеличения поступления  $\text{SiO}_2$  в морскую воду.

В касимовско-гжельских комплексах радиолярий Южного Урала значительную роль играют альбайлеллярии, своеобразные радиолярии с конической формой раковины, массивными иглами, плотной и прочной скелетной тканью (фототабл. IV). Подобная конструкция скелетов и прежде всего плотная скелетная ткань, равно как и конструкция скелетов радиолярий-каспиаз [Амон, 1999; Чувашов и др., 1999], обеспечивали их организмам-носителям повышенную резистентность к неблагоприятным условиям среды. По этой причине именно альбайлеллярии первыми осваивали биотопы позднекаменноугольных акваторий Южного Урала, и, когда условия обитания становились максимально благоприятными, в популяциях радиолярий наряду с альбайлелляриями появлялись другие формы – тепловодные сферические и толерантные ставраксонарии.

Наиболее южная акватория обитания радиолярий и их сообществ в Предуральском прогибе (Оренбургское, Актюбинское Приуралье и Предмугоджарье, Мугоджары, 20° северной палеошироты), относящаяся к собственно Тетическому поясу, была тесно связана с Прикаспийским бассейном. Эта акватория, охватывавшая фации зон тонкого флиша, предфлиша, предрифа и западной полосы биогермов (частично), в гжельско-артинское время была заселена сообществами радиолярий, обладавших и высокой плотностью популяций и разнообразием таксономического состава.

Подобное разнообразие и богатство форм (особенно для гжельского и ассельского веков) является уникальным в Северном полушарии [Назаров, 1988]. Несмотря на принадлежность к Тетическому поясу, нельзя назвать ассоциации радиолярий гжельско-артинского возраста этой акватории полностью тропическими, поскольку они содержат смесь форм с тепловодными, холодноводными и космополитно-толерантными морфотипами. По-видимому, эта территория была зоной перехода океана Тетис к бореальному Пери-Тетису, или северо-восточным маргинальным участкам океана Тетис. Бо-



## Фототаблица I

Радиолярии верхнего карбона Южного Урала.

Фиг. 1–26. Гжельский ярус. р. Урал, пос. Никольский (из книги [Назаров, 1988]).

Фиг. 1–17. Комплекс с *Tormentum protei*.

Фиг. 1. *Entactinia dolichoatus dolichoatus* Nazarov, ГИН-4488/178 (штрих=150мкм).

Фиг. 2. *Entactinia austroruralica* Nazarov, ГИН-4488/185 (=125мкм).

Фиг. 3. *Astroentactinia insecta* Nazarov, ГИН-4488/105 (=150мкм).

Фиг. 4. *Ceratoikiscum* sp., ГИН-4488/181 (=150мкм).

Фиг. 5. *Popofskyellum tardicarboniferum* Nazarov, ГИН-4488/186 (=115мкм).

Фиг. 6. *Haplodiacanthus circinatus* Nazarov et Ormiston, ГИН-4488/246 (=150мкм).

Фиг. 7. *Corythoecia loxosegmentata* Nazarov, ГИН-4488/257 (=150мкм).

Фиг. 8. *Camptoalatus benignus* Nazarov, ГИН-4488/178 (=86мкм).

Фиг. 9. *Arrectoalatus cernus* Nazarov et Ormiston, ГИН-4488/29 (75=мкм).

Фиг. 10. *Tetratormentum crateris* Nazarov, ГИН-4488/180 (=150мкм).

Фиг. 11. *Tormentum subrotundum* Nazarov, ГИН-4488/179 (=125мкм).

Фиг. 12, 13. *Tormentum protei* Nazarov et Ormiston, (150=мкм): 12 – ГИН-4488/174,

13 – ГИН-4488/16.

Фиг. 14. *Latentidiota visenda* Nazarov et Ormiston, ГИН-4488/169 (=167мкм).

Фиг. 15. *Latentidiota trigimena* Nazarov et Ormiston, ГИН-4488/177 (=150мкм).

Фиг. 16. *Latentifistula astricta astricta* Nazarov, ГИН-4488/165 (=230мкм).

Фиг. 17. *Triactofenestrella nicolica* Nazarov et Ormiston, ГИН-4488/280 (=600мкм).

Фиг. 18–26. Комплекс с *Tormentum pervagatum*.

Фиг. 18. *Tormentum pervagatum* Nazarov et Ormiston, ГИН-4488/149 (=167мкм).

Фиг. 19. *Tormentum aequilateralis* Nazarov, ГИН-4488/162 (=125мкм).

Фиг. 20. *Tormentum sequilateralis* Nazarov, ГИН-4488/152 (=115мкм).

Фиг. 21. *Latentidiota? ambigua* Nazarov, ГИН-4488/158 (=188мкм).

Фиг. 22. *Latentifistula asterica* Nazarov, ГИН-4488/161 (=214мкм).

Фиг. 23. *Polyentactinia octupla* Nazarov, ГИН-4488/15 (=107мкм).

Фиг. 24. *Haplodiacanthus levitoflexus* Nazarov, ГИН-4488/150 (=125мкм).

Фиг. 25. *Albaillella protractosegmentata* Nazarov, ГИН-4488/156 (=167мкм).

Фиг. 26. *Albaillella demenita* Nazarov, ГИН-4488/159 (=167мкм).

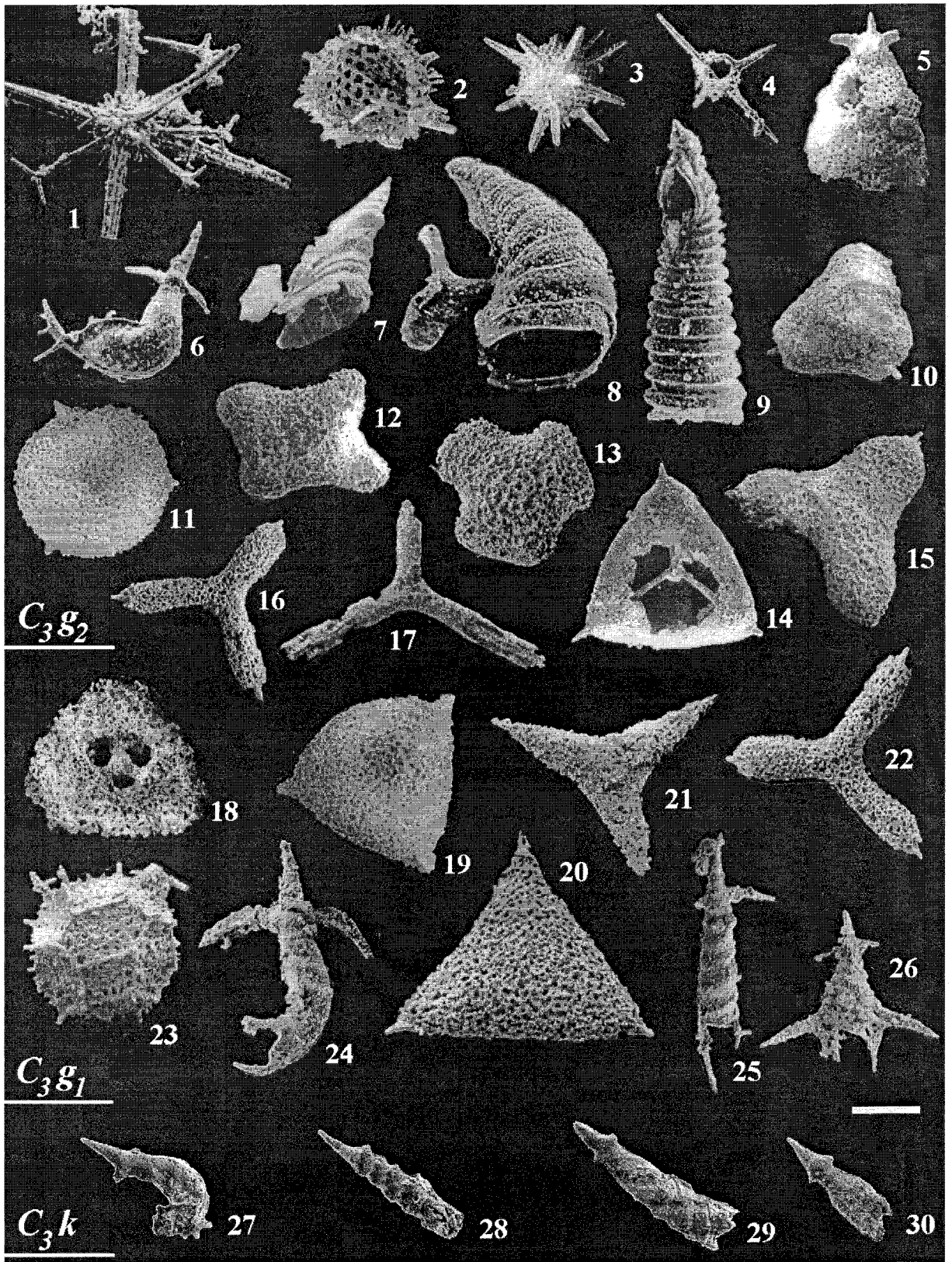
Фиг. 27–30. Слои с *Haplodiacanthus* – *Albaillella*. Касимовский ярус. Башкирия, р. Усолка.

Фиг. 27. *Haplodiacanthus* cf. *circinatus* Nazarov et Ormiston.

Фиг. 28, 29. *Albaillella* cf. *protractosegmentata* Nazarov.

Фиг. 30. *Parafollicucullus* cf. *fusiformis* Holdsworth et Jones.

Фототаблица I



## Фототаблица II

### Радиолярии нижнего-среднего карбона Прикаспийской впадины.

Фиг. 1–7. Слои с *Caspiaza* – *Bientactinosphaera aenigma*. Средний карбон, нижебашкирский подъярус. Северный борт, массив Карачаганак: фиг. 1, 3, 4 – скв. 12, обр. 633 (инт. 4656–4663 м); фиг. 2, 5–7 – скв. 13, обр. 3096 (инт. 5109–5116.5 м).

Фиг. 1. *Entactiniidae* gen. et sp. indet., ФФ-П229/220-00105 (штрих=100мкм).

Фиг. 2. *Bientactinosphaera aenigma* (Nazarov), ФФ-П229/221-00326 (=46мкм).

Фиг. 3, 4. *Spongentactinia fungosa* Nazarov: 3 – ФФ-П229/228-00108 (=100мкм); 4 – ФФ-П229/228-00120 (=46мкм).

Фиг. 5. *Caspiaza calva* Afanasieva, ФФ-П229/205-00403 (=100мкм).

Фиг. 6. *Caspiaza urceus* Afanasieva, ФФ-П229/204-00218 (=100мкм).

Фиг. 7. *Caspiaza aculeata* Afanasieva, ФФ-П229/203-00402 (=100мкм).

Фиг. 8–11. Слои с *Caspiaza calva* – *Caspiaza aculeata*. Нижний карбон, верхнесерпуховский подъярус. Северный борт, массив Карачаганак, скв. 20, обр. 42 (инт. 4748–4753 м).

Фиг. 8. *Caspiaza calva* Afanasieva, ФФ-П229/205-00207 (=100мкм).

Фиг. 9. *Caspiaza urceus* Afanasieva, ФФ-П229/204-00204 (=100мкм).

Фиг. 10, 11. *Caspiaza aculeata* Afanasieva: 10 – ФФ-П229/203-00320 (=115мкм); 11 – ФФ-П229/203-02609 (=50мкм).

Фиг. 12–19. Слои с *Caspiaza* – *Astroentactinia paronae*. Нижний карбон, нижнесерпуховский подъярус. Северный борт, массив Карачаганак: фиг. 12–15, 19 – скв. 11, обр. 360 (инт. 4623–4638 м); фиг. 16, 17 – скв. 19, обр. 112 (инт. 4760–4769 м); фиг. 18 – скв. 19, обр. 113 (инт. 4769–4778 м).

Фиг. 12. *Astroentactinia mendosa* Nazarov, ФФ-П229/223-00215 (=100мкм).

Фиг. 13. *Astroentactinia paronae* (Hinde), ФФ-П229/047-00205 (=40мкм).

Фиг. 14, 15. *Spongentactinia* sp. (=100мкм): 14 – ФФ-П229/222-00208; 15 – ФФ-П229/222-00221.

Фиг. 16. *Caspiaza calva* Afanasieva, ФФ-П229/205-00122 (=100мкм).

Фиг. 17. *Caspiaza aculeata* Afanasieva, ФФ-П229/203-00401 (=100мкм).

Фиг. 18. *Caspiaza urceus* Afanasieva, ФФ-П229/204-00217 (=100мкм).

Фиг. 19. *Spongentactinia fungosa* Nazarov, ФФ-П229/228-00211 (=46мкм).

Фиг. 20–23. Слои с *Caspiaza* – *Tormentum ruetae*. Нижний карбон, верхневизейский подъярус. Северный борт, массив Карачаганак: фиг. 20, 23 – скв. 6, обр. 8696 (инт. 5059–5064 м); фиг. 21 – скв. 29, обр. 851827 (инт. 5128–5135 м); фиг. 22 – скв. 23, обр. 45 (инт. 4979–4985 м).

Фиг. 20. *Tormentum ruetae* (Ormiston et Lane), ФФ-П229/216-00332 (=136мкм).

Фиг. 21. *Caspiaza* sp., ФФ-П229/225-00110 (=40мкм).

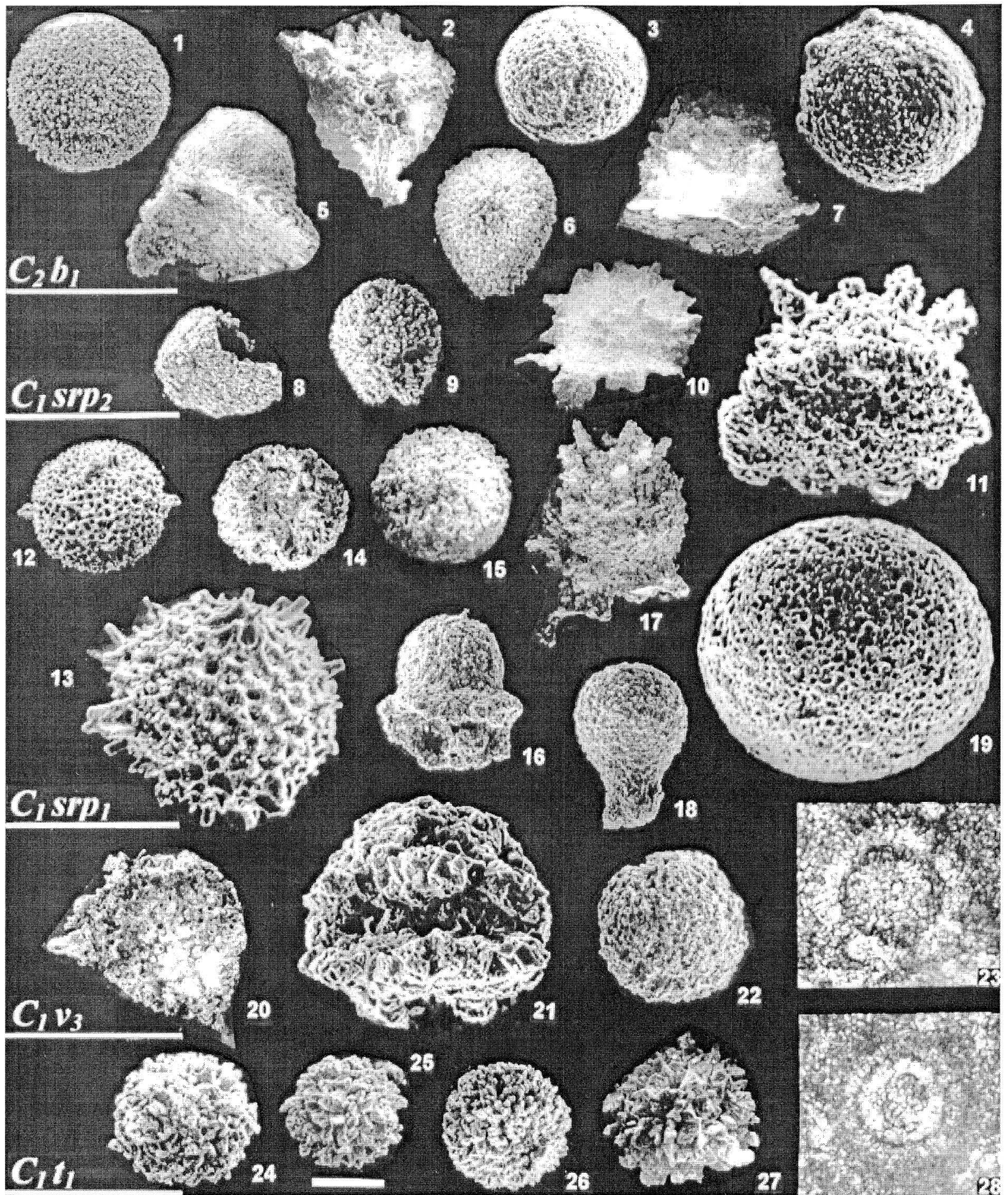
Фиг. 22. *Spongentactinia fungosa* Nazarov, ФФ-П229/228-00121 (=100мкм).

Фиг. 23. *Spongentactinia* sp., ФФ-Л009/222-00509, шлиф (=100мкм).

Фиг. 24–28. Слои с *Entactiniidae* gen. et sp. indet. Нижний карбон, нижнетурнейский подъярус. Северный борт, массив Карачаганак, скв. 21, обр. 8544 (инт. 5097–5103 м).

Фиг. 24–28. *Entactiniidae* gen. et sp. indet. (=100мкм): 24 – ФФ-П229/220-00126; 25 – ФФ-П229/220-00206; 26 – ФФ-П229/220-00210; 27 – ФФ-П229/220-00219; 28 – ФФ-Л009/220-00601, шлиф.

Фототаблица II



### Фотогтаблица III

Радиолярии рода *Caspiaza*, отряд *Pylomaria*,  
раннего-среднего карбона Прикаспийской впадины.

Фиг. 1–4. *Caspiaza aculeata* Afanasieva, (штрих=100мкм): 1 – ФФ-П229/203-00401;  
2 – ФФ-П229/203-00402; 3 – ФФ-П229/203-00201; 4 – ФФ-П229/203-02608.

Фиг. 5–12. *Caspiaza calva* Afanasieva, (=100мкм): 5 – ФФ-П229/205-00106; 6 – ФФ-П229/205-00404;  
7 – ФФ-П229/205-00403; 8 – ФФ-П229/205-00122; 9 – ФФ-П229/205-00103; 10 – ФФ-П229/205-00412;  
11 – ФФ-П229/205-00315; 12 – ФФ-П229/205-00110.

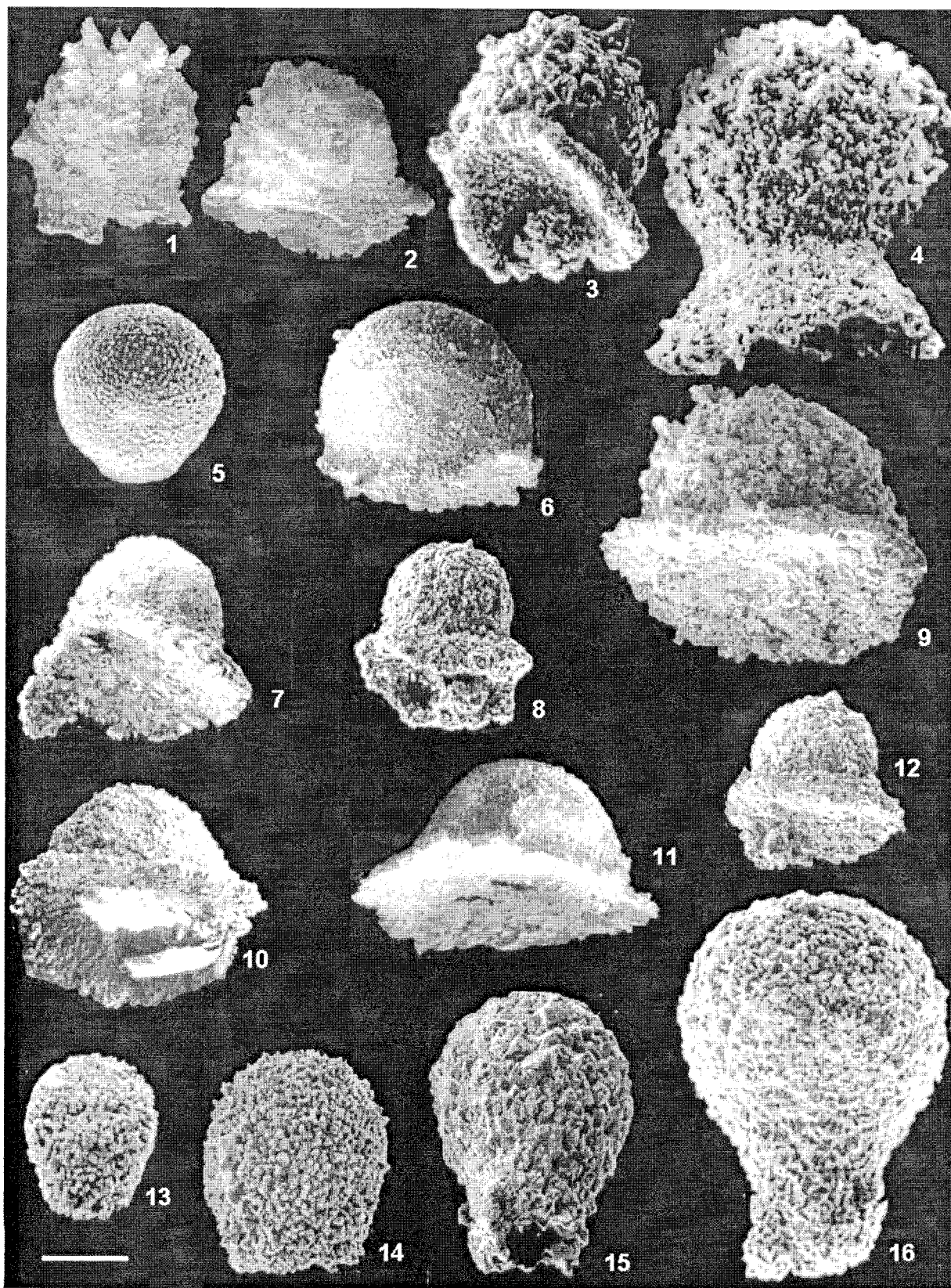
Фиг. 13, 14. *Caspiaza collaricostulata* Afanasieva, (=50мкм): 13 – ФФ-П229/206-00116;  
14 – ФФ-П229/206-00223.

Фиг. 15, 16. *Caspiaza urceus* Afanasieva: 15 – ФФ-П229/204-00209 (=100мкм);  
16 – ФФ-П229/204-00217 (=58мкм).

Нижний карбон: фиг. 1, 3, 4, 8, 9, 15, 16 – нижнесерпуховский подъярус; фиг. 12 – верхневи-  
зейский подъярус; фиг. 13, 14 – верхнесерпуховский подъярус. Средний карбон: фиг. 2, 5–7, 10, 11  
– нижнебаршкирский подъярус. Казахстан, Прикаспийская впадина, северный борт, массив Кара-  
чаганак: 1, 3, 8, 9 – скв. 19, обр. 112 (инт. 4760–4769 м); 2, 6, 7, 10, 11 – скв. 13, обр. 3096 (инт.  
5109–5116.5 м); 4 – скв. 33, обр. 86913 (инт. 4934–4941 м); 5 – скв. 12, обр. 633 (инт. 4656–4663 м);  
12 – скв. 29, обр. 851827 (инт. 5128–5135 м); 13, 14 – скв. 20, обр. 42 (инт. 4748–4753 м); 15, 16 –  
скв. 19, обр. 113 (инт. 4769–4778 м).



Фототаблица III



#### Фототаблица IV

Радиолярии отряда Albaillellaria позднего карбона Южного Урала

Фиг. 1. *Naplodiacanthus* cf. *circinatus* Nazarov et Ormiston.

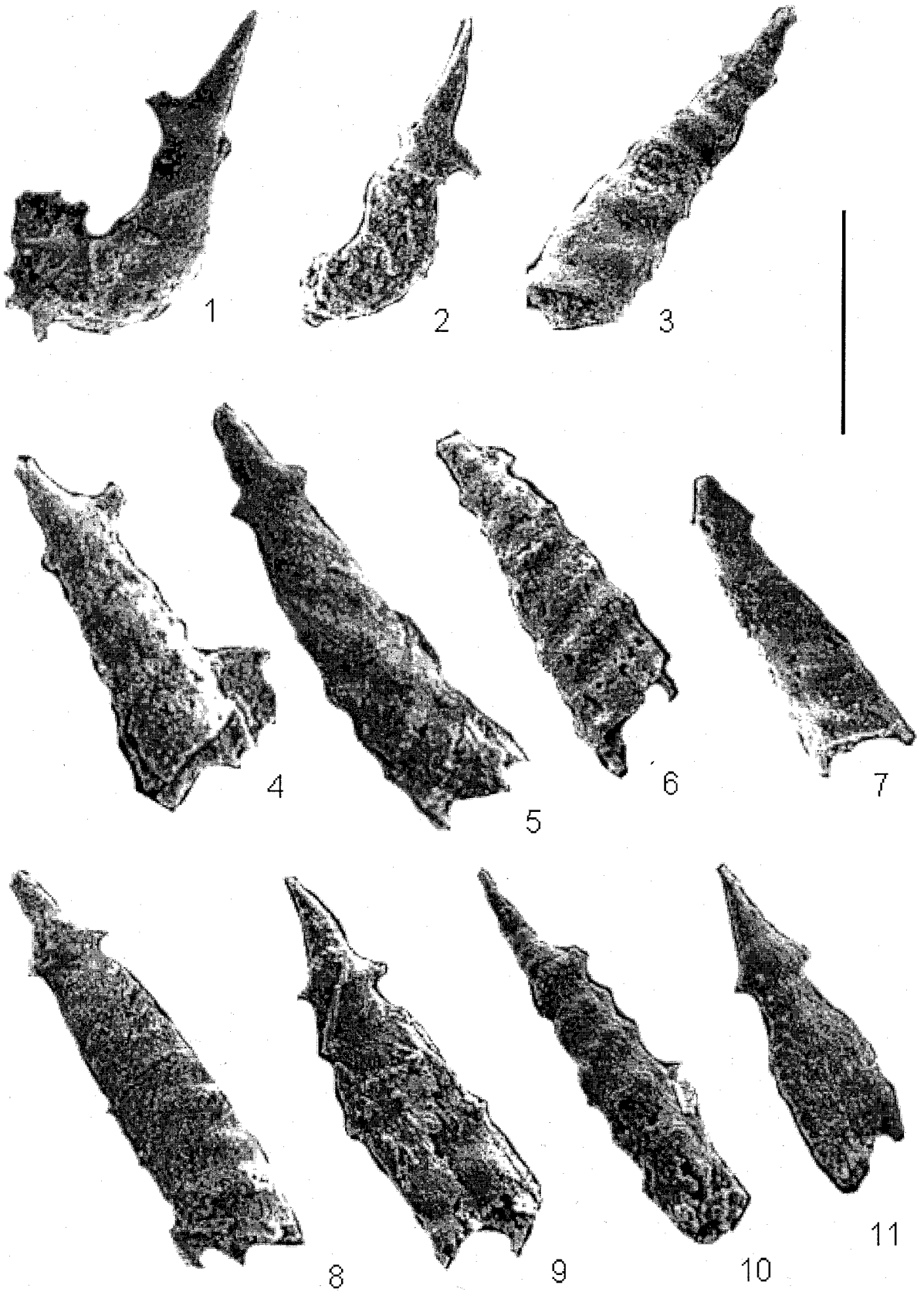
Фиг. 2. *Naplodiacanthus* cf. *levitoflexus* Nazarov.

Фиг. 3–9. *Albaillella* cf. *protractosegmentata* Nazarov.

Фиг. 10, 11. *Parafollicucullus* cf. *fusiformis* Holdsworth et Jones.

Верхний карбон: фиг. 1, 5, 7–10 – касимовский ярус; фиг. 2–4, 6, 11 – гжельский ярус. Южный Урал, Башкирия, р. Усолка, опорный разрез. Фиг. 1–11 – штрих=200мкм.

Фототаблица IV





гатство и разнообразие радиоляриевой биоты возможно объяснить особо благоприятными, с точки зрения солености, глубин, гидродинамики, температуры, условиями обитания и обилием биогенных питательных элементов (автотрофы, фосфор, кремнезем, нитраты, кислород), привносимых из сравнительно близко расположенных районов восточного борта прогиба, и из северных его частей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В каменноугольное время радиолярии существовали и развивались в нескольких довольно изолированных региональных (провинциальных) центрах – в палеобассейнах Северной Америки, Западной Европы, востока Русской платформы, Восточной Сибири, Японии. В Северной Америке, Западной Европе и на Русской платформе условия обитания региональных радиоляриевых биот несколько отличались друг от друга, но в целом это были обстановки сравнительно неглубоких эпиконтинентальных морей. Наибольшая продуктивность радиолярий приходится на окраинные прибрежные зоны таких морей, куда сносом с берега доставлялись необходимые питательные вещества. В каждом из этих региональных центров радиоляриевые биоты развивались со своими особенностями и неравномерно (например, преимущественное развитие прикрепленных форм рода *Caspiaza* в среднем карбоне Прикаспия, уникальное разнообразие торментид и латентифистулид в позднем карбоне Южного Предуралья, разнообразие сферических форм в раннем карбоне Германии и др.). Вместе с тем эти центры были объединены одним связующим звеном – палеоокеаном Тетис, частями которого назывались палеобассейны, по-видимому, и являлись. Возможно, из акваторий палеоокеана Тетис происходили инвазии общих для названных региональных центров представителей родов и семейств радиолярий. Последнее обстоятельство позволяет осуществлять точные стратиграфические корреляции по отдельным группам радиолярий, или, во всяком случае, создает для этого необходимые предпосылки.

Каждая из региональных (провинциальных) зональных ассоциаций радиолярий имеет свои особенные черты. Вместе с тем, карбон – это эпоха развития и расцвета радиолярий-альбаилеллярий, и в каждом из этих регионов альбаилеллярии существовали в том или ином ко-

личестве. Можно сказать, что комплексы с альбаилелляриями являются основой для межрегиональных корреляций и сопоставлений каменноугольных отложений по радиоляриям.

Одной из важных и нерешенных проблем остается загадка тотального метаморфизма и плохой сохранности скелетов радиолярий в каменноугольных породах Северной Америки, Западной и Восточной Европы. Подобное явление отмечено и для других геологических систем, например в девоне, перми и даже в палеогене [Афанасьева, 1990; 2000; Витухин, 1990].

По имеющимся данным сравнительно мелководные карбонатные породы карбона центра и северо-востока Русской платформы не содержат радиолярии. Здесь не до конца ясным является вопрос: либо радиолярии не существовали в центральных районах платформы в карбоне, и тогда этому надо искать палеоэкологическое и палеогеографическое объяснение, либо радиолярии здесь присутствовали, однако в дальнейшем были уничтожены все следы их жизнедеятельности.

Многие нерешенные вопросы радиоляриевой биостратиграфии нижнего-среднего карбона, с одной стороны, связаны с повсеместной плохой сохранностью форм, а с другой стороны, обусловлены палеоэкологическими особенностями ранне-среднекаменноугольных бассейнов.

Зональные схемы и региональные слои с радиоляриями Прикаспия и Южного Урала могут быть надежно использованы для расчленения и внутрирегиональной корреляции каменноугольных отложений в пределах данных территорий. Особый интерес вызывают первые данные о распространении радиолярий в московском и касимовском ярусах Южного Урала, где установлены новые слои с радиоляриями: *Entactinia* – *Pseudoalbaillella* и *Naplodiacanthus* – *Albaillella*.

Далеко не исчерпан биостратиграфический и палеобиогеографический потенциал радиолярий. Опираясь на данные, накопленные к настоящему времени, и, особенно, на приуроченность радиолярий к определенным фациям, радиолярии следует более активно вовлекать в практику палеогеографических реконструкций и биостратиграфических расчленений, что позволит существенно уточнить наши представления об истории геологического развития территории. Данные палеобиогеографии уточняют и,

в определенной степени, ограничивают пределы возможных точных межрегиональных корреляций по радиоляриям. К сожалению, в настоящее время области Палеопацифики, включающие Японию, Китай, Австралию, мало пригодны для таких целей. Однако возможны достаточно уверенные корреляции нижнего и части среднего карбона Русской платформы, Прикаспия и Южного Урала с Западной Европой и Северной Америкой.

Авторы приносят свою искреннюю благодарность А.С. Алексееву за ценные советы, критические замечания и новый материал по позднемосковским радиоляриям Башкирии; признательны В.С. Вишневской за конструктивные советы и замечания; благодарны М. Каридруа (Лилль, Франция) за работу на электронном микроскопе и любезно предоставленные фотографии касимовских радиолярий Южного Урала; признательны М.С. Зонн и Б.И. Петрацу (ИГИРГИ) за помощь при работе на электронном микроскопе.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты 00-05-64460, 01-05-64450.*

### Список литературы

- Амон Э.О.* К логико-семантическому анализу категории «признаковое пространство» в палеонтологии // *Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала*. Вып.1. 1996. С. 180–193.
- Амон Э.О.* Зональная радиоляриевая шкала карбона и нижней перми Урала и Предуралья // *Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала*. Вып. 2. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. С. 85–124.
- Амон Э.О.* К характеристике зон радиолярий гжельского яруса верхнего карбона Южного Урала // *Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Материалы Всерос. Совещ. 29–31 мая 2000 г. Уфа: Гилем, 2000а*. С. 11–18.
- Амон Э.О.* Верхнемеловые радиолярии Урала. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2000б. 209 с. (Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала. Вып. 5).
- Афанасьева М.С.* Радиолярии семейства *Pylentonemidae* // *Палеонтологический журнал*. 1986. № 3. С. 22–34.
- Афанасьева М.С.* Позднепалеозойские радиолярии месторождения Карачаганак и их фациальная приуроченность // *Стратиграфия и палеонтология палеозоя Прикаспийской впадины*. М.: ВНИГНИ, 1987. С. 26–46.
- Афанасьева М.С.* Ультраструктура и вторичные изменения раковин радиолярий // *Палеонтологический журнал*. 1990. № 1. С. 28–38.
- Афанасьева М.С.* Атлас радиолярий палеозоя Русской платформы. М.: Научный мир, 2000. 480 с.
- Афанасьева М.С., Амон Э.О.* Значение радиолярий в стратиграфии карбона востока Европы // *Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии*. Екатеринбург: ИГГиГ УрО РАН, 2002. С. 11–25.
- Афанасьева М.С., Вишневская В.С.* Радиолярии: бентос и планктон // *Палеонтологический журнал*. 1993а. № 3. С. 3–13.
- Афанасьева М.С., Вишневская В.С.* Радиолярии прошлого как индикаторы эволюции кремнисто-карбонатного осадконакопления // *Литология и полезные ископаемые*. 1993б. № 5. С. 52–68.
- Афанасьева М.С., Замилацкая Т.К., Рукина Г.А.* Радиолярии и фораминиферы верхнего палеозоя северной части Прикаспийской впадины // *Известия АН СССР. Серия геол.* 1986. № 9. С. 127–131.
- Витухин Д.И.* Особенности распределения радиолярий в кайнозойских отложениях Дальнего Востока СССР (Сахалинская, Камчатская области) // *Использование радиолярий в стратиграфии и палеобиологии*. 1990. Тезисы. С. 22–24.
- Губарева В.С., Карцева О.А.* О пограничных слоях нижнего и среднего карбона // *Стратиграфия и палеонтология палеозоя Прикаспийской впадины*. М.: ВНИГНИ, 1987. С. 73–82.
- Журавлев А.В.* Конодонтовая зональность нижнего карбона для мелководных отложений // *Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Материалы Всерос. Совещ. 29–31 мая 2000 г. Уфа: Гилем, 2000*. С. 42–43.
- Зайцева Е.Л.* Стратиграфия и фораминиферы нижнего и среднего (башкирский ярус) карбона юго-западной части Прикаспийской синеклизы. Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 2002. 26 с.
- Исакова Т.Н., Назаров Б.Б.* Стратиграфия и микрофауна позднего карбона – ранней перми Южного Урала. М.: Наука, 1986. 184 с.
- Назаров Б.Б.* Радиолярии палеозоя. Автореф. дис. доктора геол.-мин. наук. Москва: ГИН АН СССР, 1984. 58с.
- Назаров Б.Б.* Радиолярии палеозоя. Л.: Недра, 1988. 231 с. (Практическое руководство по микрофауне СССР. Справочник для палеонтологов и геологов. Т. 2.).
- Назаров Б.Б.* Радиолярии палеозоя: значение для стратиграфии, эволюция и соотношение с развитием других групп фауны // *Проблемы стратиграфии верхнего протерозоя и фанерозоя*. М.: Наука, 1989. С. 112–131.
- Назаров Б.Б., Ормистон А.Р.* Биостратиграфический потенциал радиолярий палеозоя // *Радиолярии в биостратиграфии*. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 3–25.

- Овнатанова Н.С., Ахметишина Л.З.* Зональная шкала карбона – нижней перми по Прикаспийской впадины (по конодонтам) // Стратиграфия и палеонтология Прикаспийской впадины. Москва: ВНИГНИ, 1987. С. 103–114.
- Петрушевская М.Г.* О происхождении радиолярий // Зоологический журнал. 1977. Т. 56. Вып. 10. С. 1448–1458.
- Петрушевская М.Г.* Радиолярии отряда Nassellaria Мирового океана. (Определитель по фауне СССР). Ленинград: ЗИН АН СССР, 1981. Вып. 128. 405 с.
- Петрушевская М.Г.* Радиоляриевый анализ. Ленинград: Наука, 1986. 200 с.
- Познер В.М.* Каменноугольный период // Палеогеография СССР. Объяснительная записка к Атласу литолого-палеогеографических карт СССР. Т. 2. Девонский, каменноугольный, пермский периоды. М.: Недра, 1975. С. 62–119.
- Поярков Б.В.* Развитие и распространение девонских фораминифер. М.: Наука, 1979. 172 с.
- Руженцев В.Е.* Верхнекаменноугольные аммониты Южного Урала. Москва: Наука, 1950. 220 с. (Труды ПИН АН СССР. Т. 29.)
- Руженцев В.Е.* Нижнепермские аммониты Южного Урала. I. Аммониты сакмарского яруса. Москва: Наука, 1951. 188 с. (Труды ПИН АН СССР. Т. 33.)
- Руженцев В.Е.* Нижнепермские аммониты Южного Урала. II. Аммониты артинского яруса. Москва: Наука, 1956. 276 с. (Труды ПИН АН СССР. Т. 60.)
- Тихомиров С.В.* Этапы осадконакопления девона Русской платформы и общие вопросы развития и строения стратисферы. М.: Недра, 1995. 445 с.
- Фокин П.А.* Раннегерцинский этап развития Восточно-Европейской платформы: палеогеография и палеотектоника. Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 1998. 26 с.
- Хворова И.В.* Флишевая и нижнемолассовая формации Южного Урала. Москва: Наука, 1961. 280 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 37.)
- Хворова И.В.* Кременнакопление в геосинклинальных областях прошлого // Осадкообразование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого. Москва: Наука, 1968. Т. 1. С. 9–136.
- Хворова И.В.* Кальцитовые конкреции в кремнистой толще Северных Мугоджар // Литология и полезные ископаемые. 1970. № 1. С. 43–50.
- Храмов А.Н., Гончаров Р.И., Комиссарова Р.А. и др.* Палеомагнитология. Л.: Недра, 1982. 312 с.
- Черных В.В.* Послойная корреляция пограничных отложений карбона и перми Южного Урала по конодонтам // Ежегодник-1998 ИГГ. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. С. 24–27.
- Черных В.В.* Предварительные сведения о зональном расчленении разреза «Никольский» (Южный Урал) по конодонтам // Ежегодник-1995 ИГГ. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 21–25.
- Чувашов Б.И., Амон Э.О., Пруст Ж.Н., Карид-руа М.* Радиолярии в полифашиальных позднепалеозойских образованиях Предуральского краевого прогиба // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1999. Том 7. № 6. С. 41–55.
- Чувашов Б.И., Давыдов В.И., Щербакова М.В.* Обоснование горизонтов в верхнем отделе карбона к унифицированной схеме Урала // Новые данные по геологии Урала и Средней Азии. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 76–80.
- Чувашов Б.И., Дюпина Г.В., Мизенс Г.А. и др.* Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми западного склона Урала и Приуралья. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 369 с.
- Чувашов Б.И., Софроницкий П.А., Молин В.А. и др.* Схема стратиграфии пермских отложений Урала // Объяснительная записка к стратиграфическим схемам Урала. Екатеринбург: АОЗТ «Уральская геолого-съёмочная экспедиция», 1994. С. 128–152.
- Чувашов Б.И., Черных В.В.* Разрез «Красноусольский» // Путеводитель геологических экскурсий по карбону Урала. Часть 1. Южноуральская экскурсия. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 18–33.
- Щербаков О.А.* Биостратиграфическая зональность карбона Урала // Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Материалы Всерос. Совещ. 29–31 мая 2000 г. Уфа: Гилем, 2000. С. 106–108.
- Afanasieva M.S., Zamilatskaya T.K.* The paleogeography of the northeast Pricaspian Basin and pre-Uralian depression in Artinskian time based on radiolaria and foraminifera // Radiolaria of giant and subgiant fields in Asia. New York: Micropaleontology Press. 1993. Special publ. N. 6. P. 61–65.
- Braun A.* Unterkarbonische Radiolarien aus Kieselschiefergerollen des Mains bei Frankfurt am Main // Jber. Mitt. Oberrhein. Geo. Ver. 1989. N. F., Bd. 71. S. 357–380.
- Braun A.* Radiolarien aus dem Unter-Karbon Deutschlands // Cour. Forsch. Inst. Senckenb. 1990. Bd. 133. P. 1–143.
- Braun A., Amon E.O.* Fluoritisierte Radiolarien aus Kieselschicht-Banken des Mittel-Viseum (Unterkarbon) des Rheinischen Schiefergebirges (Deutschland) // Palaeont. Z. 1991. T. 65. No. 1–2. P. 25–33.
- Cheng Y.-N.* Taxonomic studies on Upper Paleozoic radiolaria // Nat. Mus. Natur. Sci. Spec. Publ. No. 1. Taiwan: Taichung, 1986. 311 p.
- Chuvashov B.I., Crasquin-Soleau S.* Paleogeography and palaeotectonic of the jointing area between the Eastern European Basin and the Tethys basin during Late Carboniferous (Moscovian) and Early Permian (Asselian and Artinskian) // Peri-Tethys Memoir 5, new data on Peri-Tethyan sedimentary basins. Mem. Mus. Natn. Hist. Nat. 2000. Vol. 182. P. 203–238.

*Deflandre G.* Albaillella gen. nov. Radiolaire fossile du Carbonifere Inferieur, type d'une lignee aberrante enteinte // C. r. Acad. Sci. Paris. 1952. Vol. 234D. N 8. P. 72–84.

*Deflandre G.* Lapidopiscum nov. gen., type nouveau de Radiolaire viseen, famille des Lapidopiscidae fam. Nov., de l'ordre des Albaillellidae Defl., 1953 // C.r. Acad. sci. 1958. Vol. 246. No. 15. P. 2278–2280.

*Deflandre G.* A propos du developpment des recherches sur les Radiolaires fossiles // Rev. Micropaleontologie. 1960. Vol. 2. No. 4. P. 212–218.

*Deflandre G.* Sur le sens du developpment, centrifuge ou centripete, des elements de la coque des Radiolaires Sphaerellaires // C. r. Acad. sci. 1964a. Vol. 259. No. 13. P. 2117–2119.

*Deflandre G.* La famille des Popofskyellidae fam. nov. et le genre Popofskyellum Deflandre, radiolaires viseen de la Montagne noire // C. r. Acad. sci. 1964b. Vol. 259. No. 18. P. 3055–3058.

*Deflandre G.* Le systeme trabeculaire interne chez les Pylentonemides et les Popofskyellides, Radiolaires de Paleozoique: Phylogenese de Nassellaires // C. r. Acad. sci. 1972a. Vol. 274. No. 26. P. 3535–3540.

*Deflandre G.* Remarques complementaries sur la morphologie et la nomenclature de quelques genres de Radiolaires du Paleozoique // C. r. Acad. sci. 1972b. Vol. 275. No. 3. P. 13–16.

*Deflandre G.* Sur quelques nouveaux types de Radiolaires Polycystines viseens, d'attribution systematique ambigue, certains evoquant a la fois des plectellaires et des spumellaires // C. r. Acad. sci. 1973a. Vol. 276. P. 289–293.

*Deflandre G.* Complements historiques et taxonomiques sur les Radiolaires viseens. Remarques critiques sur les Plectellaires // C. r. Acad. sci. 1973b. Vol. 276. P. 497–500.

*Deflandre G.* Observations et remarques sur les Radiolaires Sphaerillaires du Paleozoique a propos d'une nouvelle espece viseenne du genre Foremaniella Defl., parfait intermediaire entre les periaxoplastides et les Pylentonemidea // C. r. Acad. sci. 1973c. Vol. 276. P. 1147–1151.

*Gourmelon F.* Inventaire preliminaire des Radiolaires des nodules phosphates des lydiennes dinantiennes de la Montagne Noire (Herauld, France) // C. r. Acad. Sci. 1985. T. 301. Ser. 2. No. 17. P. 1259–1264.

*Gourmelon F.* Etude des Radiolaires d'un nodule phosphate du Carbonifere inferieur de Bareilles, Hautes-Pyrenees, France // Geobios. 1986. No. 19. Fasc. 2. P. 179–197.

*Gourmelon F.* Les Radiolaires Tournasiens des Nodules Phosphates de la Montagne Noire et des Pyrenees Centrales // Biostratigraphie du Paleozoique. 1987. Vol. 6. 172 p.

*Gourmelon F.* Discovery of Radiolaria in a Carboniferous Nodular Bed from the Algerian Sahara // First International Conference on Radiolaria

(EURORAD V). Abstracts. Geologica et Palaeontologica. 1988. Vol. 22. P. 189.

*Gursky H.-J.* Siliceous rocks of the Culm Basin, Germany // Recent Advances in Carboniferous Geology (Strongen et al., editors). Geol. Soc. London. Special Publ. 1996. Vol. 107. P. 303–314.

*Holdsworth B.K.* Radiolaria from the Namurian of Derbyshire // Paleontology. 1966. No. 9. P. 319–329.

*Holdsworth B.K.* Namurian Radiolaria of the genus Ceratoikiscum from Staffordshire and Derbyshire (England) // Micropaleontology. 1969. Vol. 15. No. 2. P. 221–229.

*Holdsworth B.K.* The Radiolaria of the Baltalimani formation, Lower Carboniferous, Istanbul // Paleozoic of Istanbul / Ed. Kaya Q. Ege Universitesi Fen. Fakultesi Kitaplar. 1973. Ser. i. No. 40. P. 117–134.

*Holdsworth B.K.* Paleozoic Radiolaria: stratigraphic distribution in Atlantic borderlands // Stratigraphic micropaleontology of Atlantic basin and borderlands. Amsterdam: Elsevier, 1977. P. 167–184.

*Holdsworth B.K., Jones D.L.* Preliminary radiolarian zonation for Late Devonian through Permian time // Geology. 1980 a. No. 8. P. 281–285.

*Holdsworth B.K., Jones D.L.* A provisional Radiolarian Biostratigraphy, Late Devonian through Late Permian // U.S. Geol. Surv. Open-File Report. 1980 b. P. 800–876.

*Holdsworth B.K., Murchey B.L.* Paleozoic Radiolarian Biostratigraphy of the Northern Brooks Range, Alaska // Geology and exploration of the National Petroleum Reserve in Alaska, 1974–1982. U.S. Geol. Surv. Professional Paper 1399. 1985. P. 777–792.

*Nazarov B.B., Ormiston A.R.* Evolution of Radiolaria in the Paleozoic and its correlation with the development of other marine fossil groups // Senckenbergiana lethaea. 1985a. Vol. 66. No. 3/5. P. 203–215.

*Nazarov B.B., Ormiston A.R.* Radiolaria from Late Paleozoic of the Southern Urals, USSR, and West Texas, USA // Micropaleontology. 1985b. Vol. 31. No. 1. P. 3–54.

*Nazarov B.B., Ormiston A.R.* New biostratigraphically important Paleozoic Radiolaria of Eurasia and North America // Radiolaria of giant and subgiant fields in Asia. New York: Micropaleontology Press, 1993. Special publ. No. 6. P. 22–60.

*Nigrini C., Nitecki M.* Occurrence of Radiolaria in the Mississippian of Arkansas // Fieldiana. Geology. 1968. Vol. 16. No. 9. P. 255–268.

*Noble P.J.* Silurian Radiolarian zonation for the Caballos Novaculite, Marathon Uplift, West Texas // Bulletin of American Paleontology. 1994. No. 106. 55p.

*Nikishin A.M., Ziegler P.A., Stephenson R.A. et al.* Late Precambrian to Jurassic history of the East European Craton: dynamics of sedimentary basin evolution // Tectonophysics. 1996. Vol. 268. P. 23–63.

*Permian System:* Guides to geological excursions in the Uralian type localities // Occasional publ. ESRI. 1993. New Series. No. 10. Univ. South Carolina. 303 p.

*Sandberg C.A., Gutschick R.C.* Distribution, microfauna, and source-rock potential of Mississippian Delle Phosphatic Member of Woodman Formation and equivalents, Utah and adjacent states // Hydrocarbon Source Rocks of the Greater Rocky Mountain Region. Rocky Mountain Assoc. Geol. Denver. Colo. 1984. P. 135–178.

*Sewartzapfel J.A., Holdsworth B.K.* Upper Devonian and Mississippian radiolarian zonation and biostratigraphy of Woodford, Sycamore, Caney and

Goddard Formations, Oklahoma // Cushman Foundation for foraminiferal Research. Special Publ. 1996. Vol. 33. P. 1–275.

*Won M.-Z.* Radiolarien aus dem Unter-Karbon des Rheinischen Schiefergebirges (Deutschland) // Palaeontographica. 1983. Abt. A. Bd. 182. No. 4–6. P. 116–175.

*Won M.-Z.* A Tournaisian (Lower Carboniferous) radiolarian zonation and radiolarians of the A. pseudoparadoxa Zone from oese (Rheinische Schiefergebirge), Germany // J. Korea Earth Science Society. 1998. Vol. 19. No. 2. P. 216–259.

*Рецензенты В.С. Вишневецкая, А.С. Алексеев*