

ISSN 0869-592X

Том 9, Номер 6

Ноябрь - Декабрь 2001



СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Главный редактор
Б.С. Соколов



<http://www.mai.ru>



“НАУКА”

МАИК “НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА”

Российская академия наук

СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Том 9 № 6 2001 Ноябрь–Декабрь

Основан в 1993 г.
Выходит 6 раз в год
ISSN: 0869-592X

Главный редактор
Б. С. Соколов

Заместитель главного редактора
М. А. Семихатов

Ответственный секретарь
А. Б. Герман

Члены редакционной коллегии:

**А. С. Алексеев, М. Н. Алексеев, М. А. Ахметьев, И. А. Басов,
М. Бассет, В. А. Берггрэн, Е. В. Бибилова, Н. А. Богданов,
О. Валлизер, Ю. Б. Гладенков, А. И. Жамойда, В. А. Захаров,
Д. Кальо, К.И. Кузнецова, Е.Е. Мусатов, Л. А. Невеская,
А. Г. Пономаренко, Ю. Ремане, А. Ю. Розанов, Б. А. Соколов,
Сунь Вейго, М.А. Федонкин, В. Е. Хаин, К. Чинзей, Н. М. Чумаков**

Зав. редакцией **Т. В. Тришкина**

Адрес редакции: 109180 Москва Ж-180, Старомонетный пер., 22,
Институт литосферы окраинных и внутренних морей РАН, комн. 2, тел. 951-21-64

**Москва
Издательство “Наука”
Международная академическая
издательская компания “Наука/Интерпериодика”**

СОДЕРЖАНИЕ

ИКАДМИЗАЦИЯ

"Наука"

77760445

Том 9, номер 6, 2001

ПОДПИСИ

ЭР

000203 А 24-10-01

Pb–Pb возраст известняков среднерифейской малгинской свиты, Учуро-Майский регион Восточной Сибири	
<i>Г. В. Овчинникова, М. А. Семихатов, И. М. Васильева, И. М. Горохов, О. К. Каурова, В. Н. Подковыров, Б. М. Гороховский</i>	3
Возникновение и развитие биохорий брахиопод в кембрии	
<i>Г. Т. Ушатинская, Я. Е. Малаховская</i>	17
Закономерности эволюции юрских фораминифер	
<i>К. И. Кузнецова</i>	35
Зональная схема кампана и маастрихта Европейской палеобиогеографической области по бентосным фораминиферам	
<i>В. Н. Беньямовский, Л. Ф. Копаевич</i>	49
Палинологическая характеристика палеоценовых отложений Нижнего Поволжья (скв. № 28, г. Дубовка)	
<i>Г. Н. Александрова</i>	71
Палинологические комплексы кумского горизонта среднего эоцена Кавказа и его возрастных аналогов в сопредельных регионах	
<i>Н. И. Запорожец</i>	83

КРИТИКА И ДИСКУССИИ

Термолюминесцентный метод – основа корреляции и стратиграфии плейстоцена Южного Таджикистана?	
<i>В. А. Большаков</i>	104
Ответ на критическую статью В.А. Большакова	
<i>А. Е. Додонов</i>	110

ПЕРСОНАЛИИ

Александр Иванович Жамойда (к 80-летию со дня рождения)	112
--	-----

Contents

Vol. 9, No. 6, 2001

Simultaneous English language translation of the journal is available from MAIK "Nauka/Interperiodica" (Russia). *Stratigraphy and Geological Correlation* ISSN 0869-5938.

Pb–Pb Age of Limestones of the Middle Riphean Malgina Formation, the Uchur–Maya Region of East Siberia <i>G. V. Ovchinnikova, M. A. Semikhatov, I. M. Vasil'eva, I. M. Gorokhov, O. K. Kaurova, V. N. Podkovyrov, and B. M. Gorokhovskii</i>	3
Origin and Development of the Cambrian Brachiopod Biochores <i>G. T. Ushatinskaya and Ya. E. Malakhovskaya</i>	17
Regularities in Evolution of Jurassic Foraminifers <i>K. I. Kuznetsova</i>	35
Benthic Foraminiferid Zonation in the Campanian–Maastrichtian of the European Paleobiogeographic Region <i>V. N. Beniamovskii and L. F. Kopaevich</i>	49
Palynological Characteristics of Paleocene Deposits in the Lower Volga Region (Borehole 28, Town of Dubovka) <i>G. N. Aleksandrova</i>	71
Palynological Assemblages from the Middle Eocene Kuma Horizon and Its Age Analogues in Adjacent Regions <i>N. I. Zaporozhets</i>	83

CRITICS AND DISCUSSIONS

Is the Thermoluminescence Method a Principal One for Correlation and Stratigraphy of Pleistocene Sections of Southern Tajikistan? <i>V. A. Bol'shakov</i>	104
The Answer to the Critical Review by V.A. Bol'shakov <i>A. E. Dodonov</i>	110

PERSONALITIES

Aleksandr Ivanovich Zhamoida (On Occasion of the 80th Birthday)	112
---	-----

Сдано в набор 27.07.2001 г.	Подписано к печати 25.09.2001 г.	Формат бумаги 60 × 88 ¹ / ₈		
Офсетная печать	Усл. печ. л. 14.0	Усл. кр.-отт. 3.7 тыс.	Уч.-изд. л. 15.1	Бум. л. 7.0
	Тираж 253 экз.	Зак. 2733		

Свидетельство о регистрации № 0110182 от 04.02.93 г. в Министерстве печати и информации Российской Федерации
Учредители: Российская академия наук,
Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук РАН

Адрес издателя: 117997, Москва, Профсоюзная ул., 90
Отпечатано в ППП "Типография "Наука", 121099, Москва, Шубинский пер., 6
Налоговая льгота – общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2; 952000 – журналы

УДК 550.93:551.71(571.5)

РЬ-РЬ ВОЗРАСТ ИЗВЕСТНЯКОВ СРЕДНЕРИФЕЙСКОЙ МАЛГИНСКОЙ СВИТЫ, УЧУРО-МАЙСКИЙ РЕГИОН ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

© 2001 г. Г. В. Овчинникова*, М. А. Семихатов**, И. М. Васильева*,
И. М. Горохов*, О. К. Каурова*, В. Н. Подковыров*, Б. М. Гороховский*

* Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, 199034 Санкт-Петербург, наб. Макарова, 2, Россия

** Геологический институт РАН, 109017 Москва, Пыжевский пер., 7, Россия

Поступила в редакцию 25.12.2000 г.

Карбонатная малгинская свита, входящая в состав Сибирского гипостратотипа рифея, по палеонтологическим данным относится к терминальным горизонтам среднего рифея, а современные изотопно-геохронологические данные показывают, что она моложе 1300 ± 5 и древнее 10254 ± 40 млн. лет. Для определения РЬ-РЬ возраста свиты отобрано 8 образцов известняков ($Mg/Ca < 0.066$), которые содержат $< 5.8\%$ силикатной составляющей и согласно геохимическим критериям ($Mn/Sr \leq 0.2$, $Fe/Sr \leq 5$, $Rb/Sr \leq 0.001$) и минимальной разнице измеренных отношений $^{87}Sr/^{86}Sr$ в первичной и вторичных карбонатных фазах (≤ 0.0007), претерпели лишь незначительные вторичные изменения. Для удаления вторичных карбонатных фаз использовалось ступенчатое растворение образцов в HBr разной концентрации. РЬ-РЬ возраст, вычисленный по 18 точкам различных карбонатных фаз и равный 1043 ± 14 млн. лет ($СКВО = 7.8$), рассматривается как лучшее приближение ко времени раннего диагенеза малгинских известняков. Эта РЬ-РЬ датировка с учетом стратиграфического положения объектов образует с аналогичными датировками других карбонатных свит среднего и верхнего рифея Сибири и Урала убывающий вверх по разрезу пятичленный ряд значений, каждая составляющая которого согласуется с возрастными значениями, полученными другими методами. Обязательным условием получения стратиграфически значимых РЬ-РЬ изохронных датировок карбонатных пород является жесткая процедура отбора материала и удаление вторичных карбонатных фаз методом ступенчатого растворения.

Ключевые слова. U-Pb систематика, карбонатные породы, эпигенез, средний рифей, верхний рифей, Сибирь, Урал.

Изотопно-геохронологическая характеристика сибирского гипостратотипа рифея – разреза Учуро-Майского региона Восточной Сибири – до последнего времени ограничивалась К-Аг датировками минералогически не изученного глауконита, которые были получены более 30 лет назад (Геохронология докембрия..., 1968; Семихатов, Серебряков, 1983 и ссылки в этих работах). Лишь недавно для двух верхних серий этого разреза – уйской и лахандинской были опубликованы датировки, основанные на современных методах (Rainbird et al., 1998; Семихатов и др., 2000). Эти результаты существенно изменили традиционные представления об изотопном возрасте не только верхних горизонтов учуро-майского разреза, но и границы среднего и верхнего рифея. Для более древних горизонтов этого разреза в последнее время были получены надежные данные о максимальном возрастном пределе нижней части керпыльской серии (Худолей и др., 1999; Khudoley et al., 2001), которая предшествует лахандинской и отделяется от нее несогласием.

Предлагаемая статья преследует две взаимосвязанные цели. Во-первых, расширить изотоп-

но-геохронологическую характеристику учуро-майского гипостратотипа рифея и представить результаты прецизионного РЬ-РЬ датирования известняков малгинской свиты керпыльской серии. Во-вторых, сравнить эту датировку с аналогичными датировками других рифейских свит Сибири и Урала (Овчинникова и др., 1995, 1998, 2000; Семихатов и др., 2000) и на этой основе оценить разрешающую способность и стратиграфический потенциал определения возраста верхнедокембрийских карбонатных пород РЬ-РЬ методом.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ВОЗРАСТ ИЗУЧЕННЫХ ОБРАЗЦОВ

Учуро-Майский регион охватывает две различные рифейские структуры (рис. 1): стабильную Учуро-Майскую плиту на западе и обрамляющий ее с востока активно развивавшийся Юдомо-Майский прогиб (Нужнов, 1967; Семихатов, Серебряков, 1983; Шенфильд, 1991). Эти палеоструктуры различаются не только степенью дислоцированности верхнедокембрийских и кембрийских толщ (на плите они лежат субгоризон-

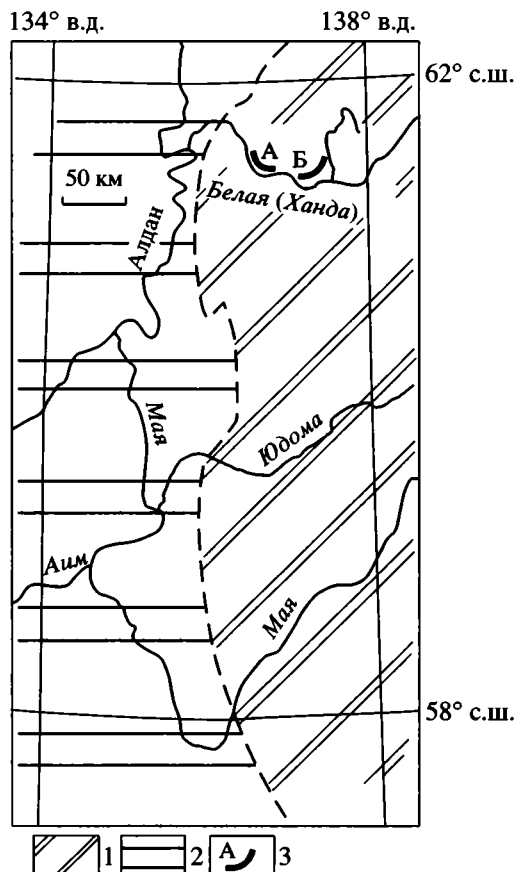


Рис. 1. Схема структуры Учуро-Майского региона и расположение изученных разрезов малгинской свиты. 1 – Юдомо-Майский прогиб, 2 – Учуро-Майская плита, 3 – положение разрезов: А – р. Белая в районе устья руч. Курун-Мастах; Б – р. Белая выше устья руч. Светлый.

тально, а в прогибе образуют крупные открытые складки, осложненные взбросо-надвигами), но также мощностями, а отчасти составом и условиями накопления разновозрастных свит. В региональной последовательности рифейских отложений выделяются пять серий, разделенных несогласиями различного масштаба (Семихатов, Серебряков, 1983; Шенфиль, 1991). Базальная учурская серия относится к нижнему рифею, две вышележащие (аймчанская и керпыльская) принадлежат среднему, а завершающие рассматриваемый разрез лахандинская и уйская серии – верхнему рифею.

Керпыльская серия, несогласно перекрывающая более древние рифейские отложения, а местами и дорифейский кристаллический фундамент, включает три согласно залегающие свиты: силикокластическую тоттинскую (450–1100 м), известняковую малгинскую (60–420 м) и доломитовую ципандинскую (190–450 м). Изученные в настоящей работе образцы отобраны из двух раз-

резов малгинской свиты, которые расположены на северо-востоке Юдомо-Майского прогиба на восточном и западном крыльях Горностахской антиклинали в береговых выходах вдоль р. Белая (рис. 2). Поскольку подробное описание этих разрезов было опубликовано (Семихатов, Серебряков, 1983), здесь приводится только их общая характеристика.

На западном крыле антиклинали малгинские отложения изучены по правому берегу р. Белая в районе устья руч. Курун-Мастах. Здесь обнажена только верхняя часть свиты мощностью около 70 м, представленная темно-серыми и серыми тонкозернистыми известняками, которые обладают микробиальной и очень тонкой горизонтальной слоистостью и содержат незначительное количество нерастворимого остатка (0.5–4.5%). Вдоль контакта с перекрывающей ципандинской свитой малгинские породы подверглись неравномерной эпигенетической доломитизации на глубину до 50–55 м. Однако за пределами этой зоны известняки сохраняют первичные осадочные текстуры и структуры и лишь в отдельных небольших участках неравномерно перекристаллизованы в микроспариты, которые содержат редкие неясно ограниченные пятна спарита и прожилки вторичного кальцита. В нижележащей части свиты (300–330 м), обнаженной выше по р. Белая, преобладают микритовые известняки, которые содержат меняющееся количество прослоев микробиолитовых известняков, кальцисильтитов, более редких флейкстоунов, а у основания – глинистых известняков и тонкие примазки аргиллитов. Окраска этой толщи постепенно меняется от темно-серой в верхней ее части к палевой и зеленовато-серой в средней и розовато-серой и вишневой в базальной части. Все названные породы несут следы незначительной перекристаллизации (мелкие разрозненные пятна микроспарита) и редкую сетку тонких кальцитовых прожилков.

На восточном крыле Горностахской антиклинали, по берегам р. Белая выше устья руч. Светлый, мощность малгинской свиты достигает 420 м. В ее основании выделяется небольшая (40–42 м) пачка зеленовато-серых, розовых и палевых тонкослоистых плитчатых известняков с характерной микробиальной слоистостью, которые заключают тонкие (1–3 мм) прослойки зеленовато-серых аргиллитов, а в основании, кроме того, прослой глинистых известняков и мергелей. Содержание силикокластической составляющей в этих породах колеблется от 7.3 до 13%. Их сменяет 140–160-метровая толща зеленовато-палевых микрозернистых известняков с прослойками палевых микробиальных известняков. Завершает разрез свиты 220-метровая толща темно-серых битуминозных микритовых известняков, которые содержат очень мало силикокластической примеси (0.6–2.2%) и иногда включают тонкие линзы черных кремней.

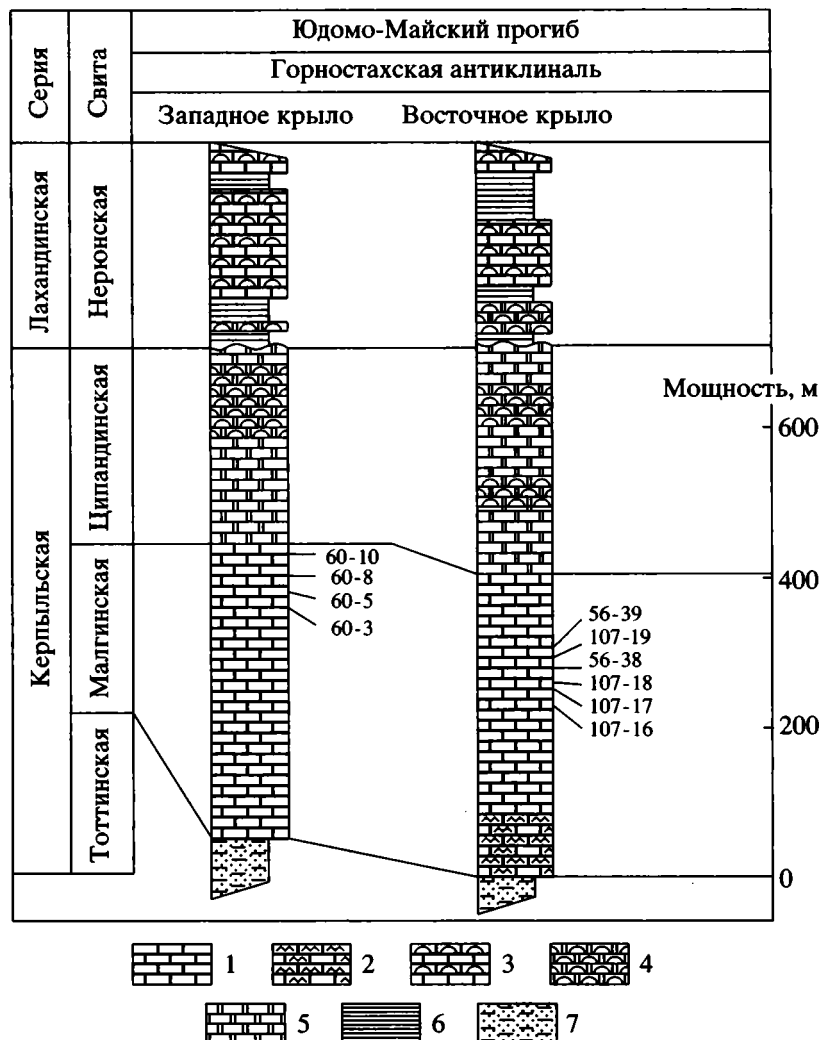


Рис. 2. Строение изученных разрезов малгинской свиты и положение в них исследованных образцов.

1 – известняки, 2 – микробийальные известняки, 3 – строматолитовые известняки, 4 – строматолитовые доломиты, 5 – доломиты, 6 – аргиллиты, 7 – алевролиты и песчаники.

Структуры практически всех малгинских пород (вне зоны вторичной доломитизации) – микритовые и подчиненные им микроспаритовые, с единичными пятнами и прожилками вторичной перекристаллизации. Катодолюминесценция для микритовых известняков не характерна, а в микроспаритах наблюдается лишь слабое очаговое свечение, преимущественно карбонатов прожилков.

Отложение малгинских осадков в Юдомо-Майском прогибе происходило в относительно глубоководных (ниже и выше базиса действия штормовых волн) обстановках дистального шельфа в условиях быстрого подъема и последующего медленного падения уровня моря. Изменение состава осадков показывает, что заметный привнос глинистого материала в бассейн существовал только в самом начале малгинского времени и осуществлялся с запада, а в конце этого времени местами,

вероятно, возникали аноксидные обстановки. Об этом свидетельствуют значительные (мощностью до 5–10 м) пакеты черных известняков и глинисто-известковых сланцев с повышенным содержанием органического вещества, которые появляются у кровли свиты в ряде разрезов Учуро-Майской плиты и Юдомо-Майского прогиба (Семихатов, Серебряков, 1983). Максимальные содержания C_{org} в этих породах (до 20.7–26.0%) наблюдаются в среднем течении р. Мая (Литология..., 1980).

Возрастные рамки керпыльской серии устанавливаются на основании согласующихся между собой палеонтологических, изотопно-геохронологических и хемотратиграфических данных.

Палеонтологические данные показывают, что на границе керпыльской и лахандинской серий произошло важное обновление состава как стро-

матолитов, так и органостенных микрофоссилий. Среди строматолитов (Семихатов, Серебряков, 1983) в керпыльских отложениях, помимо эндемиков, присутствуют транзитные средне-верхнерифейские формы и редкие таксоны, связывающие данные отложения с нижнерифейской учурской серией (*Omachtenia omachtensis* Nuzhn.), а также *Minjaria sakharica* Kom. et Semikh. и *Telemsipia* sp. – местные представители формальных родов, характерных для верхнего рифея Урала и Северной Африки. В отличие от этого, в основании лахандинской серии, наряду с радикальным расширением набора транзитных форм, появляются *Inzeria tjomusi* Kryl., *Jurusania cylindrica* Kryl. и *Vacalia lacera* Semikh., типичные для нижних горизонтов верхнего рифея ряда регионов (Крылов, 1975; Семихатов, Серебряков, 1983; Семихатов, 1995). Среди этих таксонов особое внимание привлекает *V. lacera*. Присущая ей микроструктура, известная у представителей ряда иных морфотипов, развиты в нижних горизонтах верхнего рифея во множестве регионов и знаменует особый этап коэволюции циано-бактериальных экосистем и глобальных обстановок карбоната накопления (Knoll, Semikhatov, 1998).

Гораздо более масштабные новации в основании лахандинской серии отмечаются среди органостенных микрофоссилий. Здесь появляются характерные верхнерифейские формы: разнообразные по строению акантоморфные акритархи *Trachyhystrichosphaera aimica* Herm., *T. stricta* Herm., *Prolatoforma*, спирально-цилиндрические *Obruchevella*, широкие лентовидные образования *Plicatidium*, четко-видные *Arctacellularia*, веретеновидные *Pellicularia*, гигантские *Lakhandinia*, *Segmentothallus*, *Eosolena*, остатки ксантофитовых водорослей *Paleovaucheria*, талломы многоклеточных водорослей *Archaeoclada* и *Varioclada*, сложно дифференцированные остатки низших грибов и их репродуктивных структур *Eosacchoromyses*, *Mucorites* и другие (Тимофеев и др., 1976; Янкаускас и др., 1989; Герман, 1990; Вейс и др., 1998). Им сопутствуют многочисленные транзитные формы, которые поднимаются сюда из тоттинской свиты керпыльской серии и более глубоких горизонтов разреза (Вейс, Воробьева, 1992, 1993). Не останавливаясь на многочисленных просто построенных астратиграфических представителях этих форм, отметим, что в лахандинскую серию из тоттинской свиты поднимаются гигантские акритархи *Chuarina*, бугорчатые *Pulvinosphaeridium*, протяженные слоевища *Ostiana*, цепочечные *Sphaerocongregus*, нитчатые *Asperatofilum* и *Taenitrichoides*, многорядные чехлы *Polytrichoides* и *Eomicrocoleus*, ветвящиеся талломы *Ulophyton* и *Maiaephyton* и другие относительно сложно построенные и крупные морфотипы. Ссылаясь на морфологические особенности и размеры этих форм, некоторые исследователи считают и их характерными для верхнего рифея (Вейс и др., 1998, 2000 и

ссылки в этих работах). Однако такая точка зрения опровергается находками всех содержащихся в тоттинской свите органостенных микрофоссилий в доверхнерифейских отложениях Южного Урала и Приуралья (Вейс и др., 2000; Стратиграфическая схема..., 2000) и в тех отложениях Анабарского массива (Вейс, Воробьева, 1993), которые по строматолитовым и изотопно-геохронологическим данным относятся к нижнему рифею (Комар, 1966; Семихатов, Серебряков, 1983; Горохов и др., 1991, 1997, 2001).

Имеющиеся прецизионные U-Pb датировки Учуро-Майского рифея определяют возрастные рамки керпыльской и лахандинской серий лишь в широких пределах: наиболее молодая популяция обломочных цирконов, выделенных из тоттинской свиты, имеет возраст 1300 ± 5 млн. лет (Худолей и др., 1999; Khudoley et al., 2001), тогда как дискордантный бадделит из пластовых тел диабазов и габбро-диабазов в пограничных горизонтах лахандинской и уйской серий имеет возраст 1005 ± 4 и 974 ± 7 млн. лет (Rainbird et al., 1998). Особенности залегания этих магматических пород, суммированные А.К. Худолеем и его соавторами (Khudoley et al., 2001), показывают, что рассматриваемый базитовый магматизм носил конседиментационный характер и был локализован в нижней части уйской серии. Следовательно, изотопные датировки базитов (1000–975 млн. лет) могут рассматриваться как определяющие время накопления нижеуйских отложений. С таким выводом согласуется Pb-Pb возраст наиболее молодой генерации обломочных цирконов из этих отложений, равный 1057 ± 28 млн. лет (Rainbird et al., 1998). Верхняя часть уйской серии, содержащая обломки диабазов и несогласно перекрытая вендом, достоверных изотопных датировок не имеет. Вместе с тем, Pb-Pb возраст известняков из нижней части лахандинской серии, определяющий время раннего диагенеза этих отложений, равен 1025 ± 40 млн. лет (Семихатов и др., 2000). Следовательно, возраст керпыльской серии, отделенной от лахандинской несогласием, превосходит это последнее значение.

Минералогически не изученные глаукониты, отобранные из тоттинской свиты на стабильно погружавшейся восточной окраине Учуро-Майской плиты, показали правильный ряд значений K-Ar возраста, убывающих от 1170–1070 млн. лет в нижней части свиты до 1070–1000 млн. лет в средней и 1020–970 млн. лет в верхней (Геохронология докембрия..., 1968; Семихатов, Серебряков, 1983). Традиционная интерпретация этих датировок, как определяющих время накопления (раннего диагенеза) осадков, была поколеблена приведенными выше U-Pb датировками бадделита, которые показали, что надстраивающие упомянутый ряд значений K-Ar датировки лахандинских и уйских глауконитов (960–870 млн. лет и 760–700 млн. лет, соответственно) “омоложены”.

Значительный разброс значений возраста тоттинских глауконитов показывает, что К-Аг системы, по крайней мере части этих минералов, также были в той или иной степени нарушены в ходе эпигенеза. К сказанному надо добавить, что Al-глаукониты, отобранные из нижних и средних горизонтов тоттинской свиты в пределах Омнинского поднятия в центральной части Учуро-Майской плиты, судя по их мессбауэровской характеристике, испытали эпигенетические структурные преобразования и показывают явно "омоложенный" Rb-Sr изохронный возраст 864 ± 4 млн. лет (Семихатов и др., 1989). Возможно, что столь значительные различия изотопных возрастов глауконитов, собранных в тоттинской свите в различных участках Учуро-Майской плиты, связаны со спецификой геологической истории этих участков. Но так или иначе, остается фактом, что керпыльская серия ограничена возрастными рамками 1300 ± 5 – 1025 ± 40 (1005 ± 4) млн. лет, а С-изотопные хеомстратиграфические данные показывают, что малгинская свита моложе 1250 млн. лет. Последний вывод основан на том, что около 1250 млн. лет назад произошли важные изменения в глобальном биогеохимическом цикле углерода (Kah et al., 1999; Bartley et al., 2001) и установившийся 2060 млн. лет назад стазис этих систем (Brasier, Lindsay, 1998), который характеризовался, по существу, инвариантными, близкими к нулю значениями $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ (0 ± 1.0 ‰ PDB), сменился этапом умеренных их вариаций от -2.0 до $+3.0$ ‰. В Учуро-Майском разрезе такой переход разделяет аимчанскую и керпыльскую серии. В аимчанских карбонатах значения $\delta^{13}\text{C}$ лежат в пределах 0.5 ± 0.6 ‰, а в малгинских известняках и их аналогах в Туруханском районе колеблются от -2.0 до $+1.9$ (Knoll et al., 1995; Виноградов и др., 1998; Bartley et al., 2001).

Таким образом, палеонтологические данные показывают, что керпыльская серия завершает разрез среднего рифея Учуро-Майского региона, а изотопно-геохронологические данные свидетельствуют, что базальная тоттинская свита этой серии моложе 1300 ± 5 млн. лет (U-Pb датировка обломочного циркона) и, вероятно, отлагалась около 1170–1100 млн. лет назад (максимальные значения К-Аг возраста аутигенного глауконита), тогда как вышележащая малгинская свита моложе 1250 млн. лет (С-изотопные данные) и древнее 1025 ± 40 млн. лет (РЬ-РЬ датировка нижнелахандинских известняков).

ПРОБЛЕМЫ U-Pb И РЬ-РЬ ДАТИРОВАНИЯ ОСАДОЧНЫХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

Первые попытки определения U-Pb и/или РЬ-РЬ возраста осадочных карбонатных пород предпринимались уже довольно давно (в том числе и для Учуро-Майского рифея; Герлинг, Искандерова, 1976), но из-за сравнительно низкого аналитичес-

кого уровня этих исследований они сейчас представляют только исторический интерес. Лишь недавно резкое повышение точности масс-спектрометрических измерений и радикальное снижение уровня лабораторных загрязнений открыли принципиальную возможность прямого U-Pb и РЬ-РЬ датирования морских карбонатных отложений широкого возрастного диапазона (Moorbath et al., 1987; Jahn, Cuvellier, 1994; Овчинникова и др., 1995 и ссылки в этих работах). В минувшее десятилетие для докембрийских карбонатных пород было опубликовано значительное количество таких датировок (Jahn et al., 1990; Jahn, Cuvellier, 1994; Jahn, Simonson, 1995; Овчинникова и др., 1995, 1998, 2000; Winter, Johnson, 1995; Russel et al., 1996; Whitehous, Russell, 1997; Toulkeridis et al., 1998; Zachariah et al., 1999). Однако существенные ограничения на их стратиграфическое использование накладывают проблемы, связанные с геохимическим поведением U и РЬ в метаморфизованных карбонатных отложениях.

Точность определения U-Pb и РЬ-РЬ возраста доломитов и известняков находится в прямой зависимости от диапазона вариаций начального отношения U/Pb в карбонатных фазах этих пород. Величина указанного отношения определяется концентрациями названных элементов в среде осадконакопления (в морской воде) и коэффициентами распределения U и РЬ между карбонатными минералами и водной фазой. Ранний диагенез (в том числе раннее образование доломита за счет высокомагнезильного кальцита) вызывает перераспределение U и РЬ между карбонатными минералами и поровыми водами, что обычно приводит к обеднению карбонатного осадка ураном и обогащению его свинцом (Gobeil, Silvarberg, 1989; Johnes et al., 1992; Jahn, Cuvellier, 1994). В результате величина отношения U/Pb и диапазон ее вариаций в раннедиагенетических карбонатах значительно уменьшаются по сравнению с наблюдаемыми в карбонатном осадке. Поэтому значения РЬ-РЬ возраста метаморфизованных осадочных карбонатных пород в большинстве случаев отражают перестройку U-Pb систем в ходе раннего диагенеза (Jahn, Cuvellier, 1994). В литературе имеются убедительные седиментологические данные (в том числе и для прямых фацальных аналогов малгинской свиты), которые показывают, что ранний диагенез рифейских карбонатов, как правило, отделен от осадконакопления лишь небольшим, геологически незначимым интервалом времени (Maliva et al., 1989; Петров, 2000). Следовательно, можно полагать, что для протерозойских известняков и раннедиагенетических доломитов полученные значения РЬ-РЬ возраста с учетом погрешности определения не далеки от возраста осадконакопления.

Возможности получения стратиграфически значимых U-Pb и РЬ-РЬ датировок докембрийских

карбонатных отложений ограничены следующими природными свойствами их U-Pb систем.

1. Из-за очень короткого времени пребывания Pb в морской воде (Jahn, Cuvellier, 1994) его изотопный состав в водах Мирового океана варьирует во времени и пространстве в связи со сменой питающих провинций.

2. Изотопный состав Pb в известняках и доломитах может становиться неоднородным в масштабе опробования в результате неравномерной раннедиагенетической перекристаллизации карбонатных пород.

3. В ходе литогенеза карбонатные минералы осадочных пород могут быть контаминированы ураном и/или свинцом, которые либо заимствованы из силикатного материала и сульфидных примесей, содержащихся в самих карбонатных породах, либо вынесены низкотемпературными флюидами или метеорными водами из ассоциированных в разрезе силикокластических отложений. Примером такой контаминации служат глинистые известняки катавской свиты верхнего рифея Урала, налегающие на мощную силикокластическую зильмердакскую свиту (Овчинникова и др., 1998).

4. Изотопный состав Pb в карбонатной составляющей неметаморфизованных карбонатных пород докембрия, как правило, в той или иной мере не гомогенен. Причина такой ситуации состоит в том, что все докембрийские карбонатные породы содержат не одну, а две или более карбонатных фаз, из которых лишь одна является раннедиагенетической, а другие отражают вторичные (*кактагенетические* в русской и *позднедиагенетические* в английской терминологии) изменения пород и образовались в средах, которые различаются как по Rb-Sr (Горохов и др., 1995), так и по U-Pb систематике, в частности по содержаниям U и Pb и по изотопному составу последнего (Овчинникова и др., 1995, 1998, 2000). Одним из мощных факторов вторичных изменений карбонатных пород является воздействие на них метеорных вод (Brand, Veizer, 1981; Banner, Hanson, 1990; Derry et al., 1992; Горохов, 1996; Кузнецов и др., 1997 и ссылки в этих работах), которое во многих случаях приводит к выносу U из карбонатов и делает их непригодными для определения U-Pb возраста (Asmerom, Jacobsen, 1993; Jahn, Cuvellier, 1994; Hoff et al., 1995; Овчинникова и др., 1995). Однако при современном выносе Pb и привносе/выносе U значения Pb-Pb возраста не изменяются, и в этом его преимущество перед U-Pb возрастом.

Все сказанное определяет необходимость двух процедур: во-первых, использования комплекса критериев для выбора наименее измененных образцов карбонатных пород, которые потенциально пригодны для определения их U-Pb и/или Pb-Pb возраста, а во-вторых, применения методики обогащения первичных карбонатных фаз в тех об-

разцах, которые отвечают упомянутым критериям. При работе с малгинскими образцами использовалась методика выбора "лучших" образцов, включающая комплекс структурных, геохимических и изотопно-геохимических критериев (Овчинникова и др., 1995, 1998, 2000; Васильева и др., 1998, 2000). Некоторые отступления от опубликованных ее вариантов определялись спецификой анализируемого материала (в частности, отсутствием в нем сульфидных включений).

МЕТОДИКА

В начале исследования имевшиеся в нашем распоряжении внешне однородные образцы малгинских известняков были распилены на две части, одна из которых использовалась для химического и изотопного анализов, а другая – для петрографического и катодолюминесцентного изучения. Петрографическое изучение проводилось в прозрачных шлифах. Катодолюминесцентные характеристики образцов получены в результате исследования полированных поверхностей на микроанализаторе "Camebax" в Лаборатории электронной микроскопии и микроанализа (центр "МЕХАНОБРАНАЛИТ", г. Санкт-Петербург). Химический анализ выполнялся весовым, а определение содержания Mn и Fe – атомно-абсорбционным методом в Лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН. Растворение образцов и в том, и в другом случаях проводилось в 1N HCl при комнатной температуре, чтобы не затронуть силикокластическую составляющую карбонатных пород.

На основании результатов химического анализа из общей коллекции известняков малгинской свиты, отобранных в описанных выше разрезах, было выбрано 40 образцов с небольшим ($\leq 13\%$) содержанием силикатного остатка и отношением $Mg/Ca \leq 0.066$. Петрографическое и катодолюминесцентное изучение показало, что эти образцы не подверглись существенной эпигенетической перекристаллизации и сохранили первичные текстурно-структурные признаки. Лишь в некоторых образцах, отобранных из верхних горизонтов свиты на западном крыле Горностахской антиклинали, отмечены пятна микроспарита на общем микритовом фоне. Из упомянутых сорока образцов на основании жестких значений геохимических критериев ($Mn/Sr \leq 0.2$; $Fe/Sr \leq 5$; $Rb/Sr \leq 0.001$; Кузнецов и др., 1997), было выбрано 9 наименее измененных. Низкая степень их вторичных изменений была подтверждена и в терминах Rb-Sr систематики: различия измеренных отношений $^{87}Sr/^{86}Sr$ в вытяжке, полученной в результате обработки растертого образца 1N уксусом аммония, и в остатке после такой обработки не превышали 0.0007. Исключение составил лишь образец 60/8, в котором эта разница равна 0.0011.

Содержание нерастворимого остатка в отобранных образцах не превышало 5.8%, а обычно колебалось в пределах 0.6–3.4%. В составе этого остатка диагностированы кварц и подчиненное количество слюды.

В дальнейшем для разделения некогенетических карбонатных фаз, различающихся по U-Pb систематике, использовалась методика ступенчатого растворения карбонатного материала. Прошедшие упомянутые процедуры отбора девять образцов известняков последовательно обрабатывались HBr разной концентрации в течение 30 мин при комнатной температуре. На первом этапе навеска карбоната обрабатывалась 0.1N HBr, при этом в раствор переходило 5–6% вещества. Фаза, перешедшая на этом этапе в раствор, далее обозначается как фаза L-1 (от английского leach – выщелачивать, выщелок). На втором этапе остаток после первого растворения обрабатывался 0.25 N HBr, в результате чего в раствор переходило около 12% карбонатного материала (фаза L-2). Окончательное растворение оставшейся карбонатной составляющей проводилось в 0.5 N HBr в течение суток (фаза L-3). Навески некоторых образцов не подвергались ступенчатой обработке HBr, и валовый карбонатный материал сразу растворялся в 1N HCl. Фаза, переведенная в раствор этим реагентом, далее обозначается как фаза РСК-2. Не растворимый в HBr и HCl силикатный остаток обозначен как фаза НРО. При необходимости разложение этого остатка проводилось в смеси концентрированных HF и HNO₃.

Определение содержаний U и Рb в растворенных карбонатных и силикатных фазах проводилось методом изотопного разбавления с использованием смешанного индикатора ²³⁵U + ²⁰⁸Pb. Для определения изотопного состава Рb использовались аликвотные части растворов без добавления индикатора. U и Рb выделялись на анионообменной смоле Bio-Rad 1 × 8 в форме HBr по методике Манэ (Manhes et al., 1978). Изотопный состав U и Рb измерялся на многоколлекторном масс-спектрометре Finnigan MAT-261 в режиме одновременной регистрации ионных токов всех изотопов. Измеренные изотопные отношения Рb были исправлены на коэффициент фракционирования, установленный путем многократного измерения изотопного состава Рb в стандарте NBS SRM-982 и равный 0.13% на единицу массы. Уровень лабораторных загрязнений при выделении U и Рb, определявшийся холостыми опытами, составлял соответственно 0.05 и 0.4 нг. Обработка первичных U-Pb данных проводилась с использованием программы PBDAT, а вычисление параметров изохрон – программы ISOPLOT (Ludwig, 1989, 1990). При вычислении коэффициентов изохроны использовались ошибки воспроизводимости, равные для ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb и

²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb соответственно 0.10, 0.15 и 0.20%. Их величины оценены путем многократного анализа стандарта BCR-1. В связи с очень низким содержанием Рb в фазах L-2 и L-3 образца 107/18 изотопные отношения Рb в них измерены со значительно большими погрешностями, чем в остальных образцах (см. таблицу). Все величины погрешностей, приведенные в тексте и на рис. 5, соответствуют двум стандартным отклонениям (2σ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

U-Pb систематика была изучена в восьми “лучших” образцах малгинских известняков, отобранных на основании указанных выше критериев, а также, для сравнения, в образцах 60/8 и 56/38, которые в терминах Rb-Sr систематики претерпели более заметные вторичные изменения (см. ниже). Положение проанализированных образцов в разрезе показано на рис. 2. U-Pb данные для различных карбонатных фаз представлены в таблице. Образцы, отобранные по всему разрезу свиты на восточном крыле Горностахской антиклинали (обр. 56/38, 56/39, 107/16, 107/17, 107/18, 107/19), отличаются от образцов, взятых в верхней пачке свиты на западном ее крыле (обр. 60/3, 60/5, 60/8, 60/10), повышенным содержанием U, большей величиной ²³⁸U/²⁰⁴Pb и более радиогенным составом Рb.

Результаты ступенчатого растворения изученных “лучших” образцов и претерпевших вторичные изменения образцов 60/8 и 56/38 показаны на рис. 3 и 4. Здесь же представлена фигуративная точка средних значений изотопных отношений Рb, поступающего из внешних источников загрязнения (вода, воздух, аэрозоли, частицы пыли) на этапах отбора и обработки образцов (Hiraо, Patterson, 1974). В пределы погрешностей этих значений попадает и изотопный состав Рb в холостых опытах нашей лаборатории: ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb = 17.945; ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb = 15.324 и ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb = 37.159.

Из рис. 3 и 4 видно, что в первую кислотную вытяжку (фаза L-1) переходит Рb, который по изотопному составу представляет смесь свинца из поверхностных загрязнений и из растворившейся в этих условиях вторичной карбонатной фазы. Следовательно, все L-1 фазы известняков не должны учитываться при вычислении Рb-Рb возраста. К такому же выводу пришли М. Бабински с соавторами (Babinski et al., 1995, 1999), изучавшие мезопротерозойские карбонатные породы Бразилии.

В образцах восточного крыла Горностахской антиклинали свинец в фазах L-2 и L-3 прогрессивно становится более радиогенным по сравнению со свинцом в карбонатных пробах, которые не обрабатывались HBr. Очевидно, эти фазы обогащаются свинцом раннедиагенетического карбоната, а содержания вторичного карбонатного ма-

U-Pb данные для различных фаз карбонатных пород малгинской свиты

Обр.	Фаза	Содержание, мкг/г		$\mu = {}^{238}\text{U}/{}^{204}\text{Pb}$	${}^{206}\text{Pb}/{}^{204}\text{Pb}$	${}^{207}\text{Pb}/{}^{204}\text{Pb}$	${}^{208}\text{Pb}/{}^{204}\text{Pb}$
		Pb	U				
56/38	РСК-2	0.634	1.506	227	54.123	18.185	37.892
	L1	0.171			19.967	15.840	38.401
	L2	0.457			43.497	17.394	38.008
	L3	0.402			58.349	18.498	38.099
56/39	РСК-2	0.768	1.412	140.6	33.033	16.709	37.789
	L3	0.605			34.376	16.819	37.968
60/3	РСК-2	0.520	0.0613	7.64	19.271	15.658	39.059
	L2	0.346			19.100	15.683	38.938
	L3	0.634			19.255	15.657	39.012
	НРО	3.34			19.002	15.664	37.834
60/5	РСК-2	0.772	0.0916	7.72	19.549	15.686	39.095
60/8	РСК-2	1.661	0.1072	4.22	20.157	15.745	38.740
	L1	0.450	0.0484		18.525	15.339	37.214
	L2	0.780			20.452	15.742	39.316
	L3	0.833	0.0695		20.377	15.741	39.133
60/10	РСК-2	0.601	1.146	174.9	48.694	17.814	38.820
	L3	0.632			50.030	17.991	39.128
107/16	РСК-2	0.702	2.34	391	76.347	19.951	38.535
	L1	0.145			22.802	16.030	38.294
	L2	0.591			59.666	18.631	38.116
	L3	0.772			74.663	19.816	38.363
107/17	РСК-2	0.530		311	79.981	20.172	38.215
	L1	0.275	1.312		20.628	15.771	38.168
	L2	0.159	0.849		76.619	19.982	38.492
	L3	0.243	1.214		95.532	21.354	38.468
107/18	НРО	3.38	1.454	743	55.682	19.168	37.548
	РСК-2	0.991	4.17		140.98	24.633	38.379
	L1	0.059	3.38		34.835	16.728	38.126
	L2	0.496	3.35		144.81 (3%)	24.790	35.058 (2%)
107/19	L3	0.420	2.24	985	149.90 (1%)	25.298	38.430 (0.13%)
	НРО	37.9	28.6		61.677	18.914	37.842
	РСК-2	0.906	2.42		46.263	17.687	38.011
	L3	0.877			48.745	17.900	38.174

териала в них падает. Что касается свинца в силикатных фазах (НРО) карбонатных пород этого разреза, то он значимо (за пределами погрешности измерений) менее радиогенен, чем в фазе L-3. Отсюда следует, что при ступенчатом растворении рассматриваемых образцов карбонатные фазы или не загрязняются свинцом из ассоциированного силикокластического материала, или доля таких загрязнений незначительна.

Подвергнутые ступенчатому растворению два образца (60/3, 60/8), отобранные на западном крыле структуры, показали близкий изотопный

состав Pb в продуктах второй стадии ступенчатого растворения исходного материала (в фазе L-2), в обогащенной первичной карбонатной фазе (в фазе L-3), в солянокислом растворе валовой пробы образца (в фазе РСК-2) и даже в его нерастворимом остатке (в фазе НРО). Учитывая тот факт, что из всех исследованных образцов малгинской свиты известняки именно этого разреза содержат наименее радиогенный Pb и имеют самое низкое значение величины ${}^{238}\text{U}/{}^{204}\text{Pb}$, можно предполагать, что в ходе раннего диагенеза произошло уравнивание изотопного состава Pb между

карбонатной и силикокластической составляющими этих образцов почти без привноса U. Лишь образец 60/8, претерпевший в терминах Rb-Sr систематики значительные вторичные изменения, содержит заметно больше Pb, чем остальные образцы. Возможно, что в данном случае свинец вместе со стронцием был привнесен в карбонатную породу на постдиагенетической стадии. Такое предположение хорошо согласуется с нахождением этого образца в зоне неравномерной поздней доломитизации малгинских известняков вдоль их контакта с ципандинской свитой. Хаотичное расположение неправильных по форме участков вторичной доломитизации (Семихатов, Серебряков, 1983, рис. 29) позволяет думать, что и более “мягкие” изменения пород, связанные с этим процессом, были так же неравномерно распределены в пространстве и могли оказать влияние на обр. 60/8, не затронув прочие образцы, отобранные на западном крыле Горностахской антиклинали. В этой связи подчеркнем, что в малгинских известняках названного разреза, как это следует из катодолюминесцентных данных, перекристаллизация проявлена несколько более интенсивно, чем на восточном крыле, и носит ясно выраженный пятнистый характер.

Образец 56/38, отобранный на восточном крыле названной антиклинали, не отличается от прочих образцов этого разреза по направленности изменений изотопного состава Sr в различных карбонатных фазах, полученных в результате ступенчатого растворения (рис. 3 и 4). Однако содержание Sr в нем ниже, а отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ выше по сравнению с соседними образцами, взятыми в 10 и 20 м выше и ниже по разрезу. На сравнительно высокую степень его вторичных преобразований указывает и заметное отклонение фигуративных точек, представляющих различные фазы этого образца, от прямой на рис. 6. Учитывая сказанное выше, при вычислении Pb-Pb возраста мы исключили из расчета все фазы образцов 60/8 и 56/38.

На графике в координатах $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ – $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (рис. 5) карбонатные фазы L-2 и L-3 образуют прямолинейный тренд с достаточно широким диапазоном изменения величин по обеим координатным осям. Отсутствие корреляции между содержанием Pb и отношением $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (таблица), а также между отношениями $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (рис. 6) указывает на то, что рассматриваемый прямолинейный тренд не представляет собой линию смешивания и имеет геохронологический смысл.

Значение Pb-Pb возраста, вычисленное по семи точкам фаз L-3, наиболее обогащенных первичным (раннедиагенетическим) карбонатным материалом, равно 1043 ± 38 млн. лет (СКВО = 13.5), а вычисленное по тринадцати точкам L-2

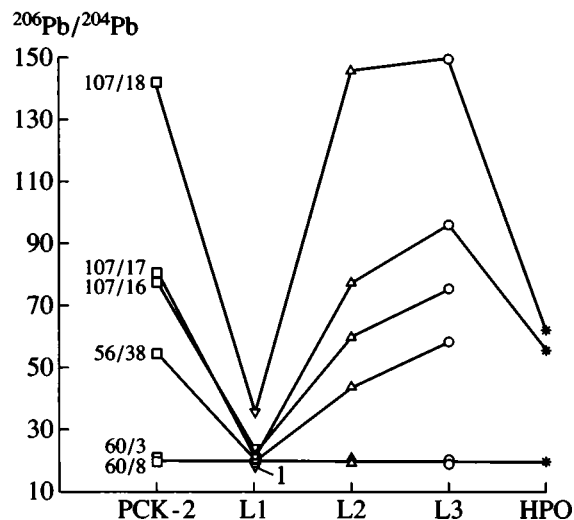


Рис. 3. Диаграмма вариаций отношения $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ в карбонатных и НРО фазах малгинских образцов.

1 – среднее значение отношения $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ для Pb внешних загрязнений. Цифры на диаграмме – номера образцов. Ломаные линии соединяют фигуративные точки различных фаз одного образца. Объяснения сокращений см. в тексте.

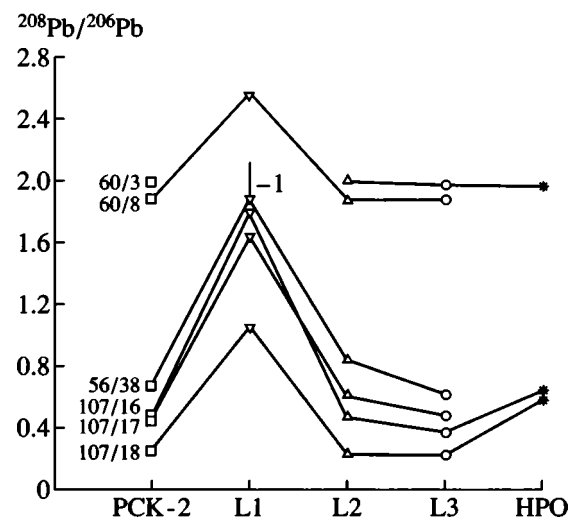


Рис. 4. Диаграмма вариаций отношения $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ в карбонатных и НРО фазах малгинских образцов.

1 – среднее значение отношения $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ для Pb внешних загрязнений. Цифры на диаграмме – номера образцов. Ломаные линии соединяют фигуративные точки различных фаз одного образца. Объяснения сокращений см. в тексте.

и L-3 фаз равно 1048 ± 25 млн. лет при СКВО = 13. На полученной прямой линии располагаются также фигуративные точки не обработанных НВг валовых карбонатных составляющих пород (фазы РСК-2). Следовательно, в выбранных для анализа малгинских образцах ни вторичные изменения

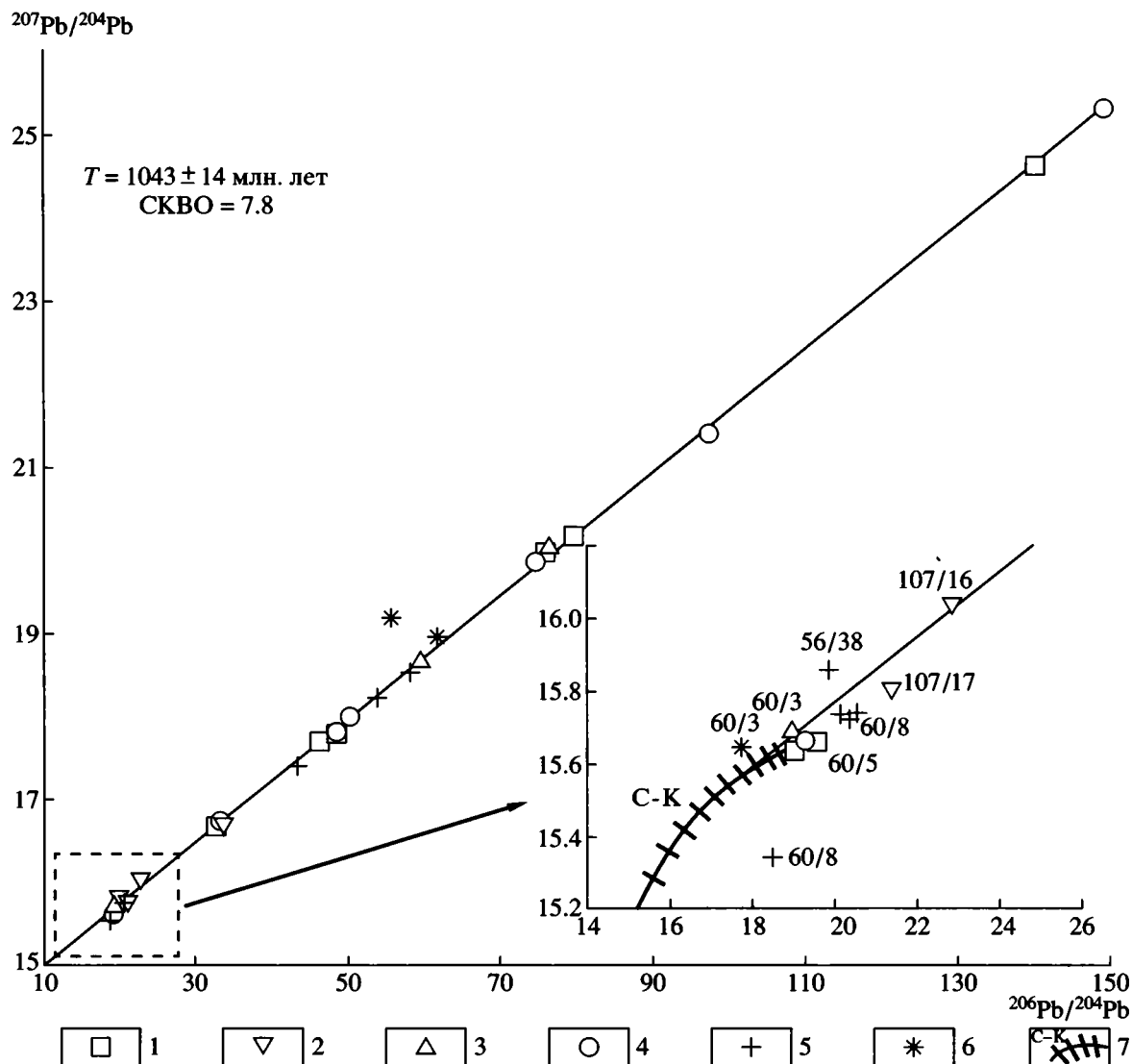


Рис. 5. Диаграмма зависимости отношений $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ в известняках малгинской свиты. 1 – фазы РСК-2; 2 – фазы L-1; 3 – фазы L-2; 4 – фазы L-3; 5 – все фазы обр. 60/8 и 56/38; 6 – фазы НРО; кривая накопления Pb, построенная по модели Стейси–Крамера; кривая накопления Pb, построенная по модели Стейси–Крамера. Объяснение сокращений см. в тексте.

пород, ни внешние загрязнения не привели к такому смещению точек валовых карбонатных проб относительно эрохроны, которое превышало бы суммарную экспериментальную и геохимическую неопределенность, свойственную линейной зависимости для первичного карбонатного материала. В таком случае точки фаз РСК-2 также могут быть использованы для вычисления Pb-Pb возраста, что приводит к увеличению числа фигуративных точек на эрохроне до 18 и значению Pb-Pb возраста 1043 ± 14 млн. лет (СКВО = 7.8). Вычисленный таким путем возраст в пределах погрешности совпадает со значением, которое получено для карбонатных фаз малгинских известняков, обогащенных первичным карбонатным материалом. Высокое значение СКВО, вероятно,

обусловлено неравномерной раннедиагенетической перекристаллизацией карбонатного осадка.

Из рассмотренных соотношений следует важный вывод. Если выбор “лучших” образцов произведен на основании жестких значений геохимических критериев, включающих анализ Rb-Sr систематики, а доля неогенетичных карбонатных фаз в анализируемых пробах очень мала и не вызывает заметного изменения U-Pb характеристик валового карбонатного материала, тогда для вычисления Pb-Pb возраста карбонатных пород возможно использование не только фаз L-2 и L-3, но и фаз РСК-2. Реализация такой возможности в ряде случаев позволяет расширить диапазон измеренных вариаций изотопных отношений Pb и

уменьшить погрешность изотопного датирования. Сказанное, однако, отнюдь не означает, что валовые пробы карбонатных пород *a priori* пригодны для прямого Pb-Pb датирования. Вывод об их пригодности возможен только при соблюдении рассмотренного выше подхода к определению степени изменения U-Pb систем карбонатных пород, который требует применения ступенчатого растворения для разделения первичной и вторичных карбонатных фаз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значение Pb-Pb возраста малгинских известняков, равное 1043 ± 14 млн. лет, согласуется как со стратиграфическим положением изученных пород в терминальных горизонтах среднего рифея, так и с данными об изотопном возрасте домалгинских и послемалгинских пород Учуро-Майского региона, полученными на основании изучения различных, в том числе U-Pb цирконовых и бадделеитовых изотопных систем (Rainbird et al., 1998; Худoley и др., 1999; Khudoley et al., 2001). В число упомянутых возрастных значений входит Pb-Pb возраст (1025 ± 40 млн. лет, Семихатов и др., 2000) нижнелахандинских (нерюенских) известняков, расположенных в разрезе стратиграфически выше малгинской свиты.

Распределение только что перечисленных изотопных датировок в разрезе показывает, что мощные карбонатные последовательности верхней части керпыльской серии и всей лахандинской серии отложились за сравнительно короткий промежуток времени длительностью не более 50–60 млн. лет. Следовательно, вместе со среднерифейской юсмастахской свитой Анабарского массива (Горохов и др., 2001) эти последовательности представляют собою пример геологически очень быстрого накопления весьма значительных по мощности толщ на рифейских карбонатных платформах Сибири.

В контексте данной статьи несомненный интерес представляет сравнение приведенных выше Pb-Pb возрастов двух карбонатных свит Учуро-Майского региона с ранее опубликованным Pb-Pb возрастом доломитов и известняков сухотунгусинской свиты Туруханского района Средней Сибири (1035 ± 60 млн. лет, Овчинникова и др., 1995). Как показывают палеонтологические и С-изотопные хемостратиграфические данные (Семихатов, Серебряков, 1983; Семихатов, 1995; Knoll et al., 1995; Подковыров, Виноградов, 1996; Виноградов и др., 1998; Sergeev, 1999; Bartley et al., 2001), сухотунгусинская свита завершает последовательность среднерифейских отложений этого района и располагается между стратиграфическими аналогами малгинской свиты и нижней части лахандинской серии Учуро-Майского региона (Семихатов и др., 2000; Bartley et al., 2001).

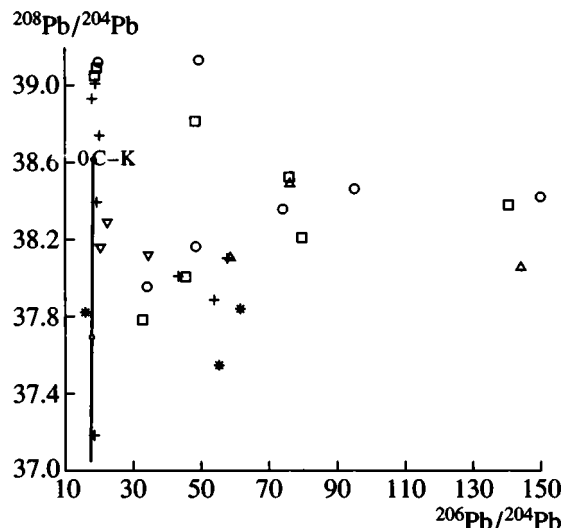


Рис. 6. Диаграмма зависимости отношений $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ в различных фазах известняков малгинской свиты.

Условные обозначения см. на рис. 5.

Следовательно, рассматриваемые Pb-Pb датировки трех рифейских свит в стратиграфической последовательности располагаются следующим образом (снизу вверх): 1043 ± 14 млн. лет (малгинская свита), 1035 ± 60 млн. лет (сухотунгусинская свита) и 1025 ± 40 млн. лет (нерюенская свита лахандинской серии). С точки зрения формальных статистических критериев, эти датировки значительно не различимы. Однако нельзя пройти мимо того очевидного факта, что их значения (математические ожидания) образуют убывающий по стратиграфической вертикали ряд и данный ряд в целом и каждая его составляющая в отдельности согласуются с изотопными датировками, полученными другими методами.

Этот ряд является первым известным в литературе примером стратиграфической сукцессии Pb-Pb датировок карбонатных пород, дающей прямую информацию о времени накопления (раннего диагенеза) последовательных свит верхнего докембрия. За пределами Сибири данный ряд надстраивается датировками, полученными на Южном Урале: Pb-Pb изохронным возрастом 836 ± 25 млн. лет, полученным для известняков инзерской свиты, входящей в нижнюю часть стратотипа верхнего рифея (Овчинникова и др., 1998), и средневзвешенной оценкой Pb-Pb возраста миньярских доломитов 780 ± 85 млн. лет, входящих в верхнюю часть этого стратотипа (Овчинникова и др., 2000). Как и сибирские Pb-Pb датировки рифейских карбонатных пород, оба упомянутые уральские значения хорошо согласуются с выводами о возрасте соответствующих свит, полученными иными методами. Следовательно, Pb-Pb да-

тирование карбонатных пород, несмотря на присущие ему значительные аналитические погрешности, обладает приемлемой разрешающей способностью и может поставлять прямые данные о времени отложения рифейских свит. Однако обязательным условием получения стратиграфически значимых Rb-Pb изохронных датировок карбонатных пород является рассмотренная выше жесткая процедура отбора материала, потенциально пригодного для датирования, и удаление вторичных карбонатных фаз отобранных образцов (а в необходимых случаях и сульфидной примеси) методом ступенчатого растворения. Такое удаление позволяет избежать систематической погрешности определения возраста, которая связана с вовлечением в изотопный анализ разновозрастных карбонатных фаз, различных по U-Pb систематике.

Авторы выражают глубокую благодарность А.Г. Рублеву и Ю.Д. Пушкареву за полезные замечания, способствовавшие улучшению рукописи, а также искренне признательны А.Б. Кузнецову за конструктивное обсуждение результатов этой статьи и помощь в подготовке иллюстративного материала и И.В. Кисловой за предоставленные результаты определения Fe и Mn в образцах малгинских известняков.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 99-05-65181, 99-05-64054 и 00-05-72011) и комиссии по делам молодежи (проект № 301).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Васильева И.М., Овчинникова Г.В., Горохов И.М. и др. Методика разделения (обогащения) первичных и вторичных карбонатов в Rb-Pb геохронологии // Осадочные формации докембрия и их рудоносность. Тез. докл. СПб.: ИГГД РАН, 1998. С. 8–9.
- Васильева И.М., Овчинникова Г.В., Семихатов М.А. и др. Rb-Pb возраст известняков малгинской свиты, среднерифейская керпильская серия, Восточная Сибирь // Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты. 1-ая Российская конференция по изотопной геохронологии. М.: ИГЕМ РАН: ГЕОС, 2000. С. 82–84.
- Вейс А.Ф., Воробьева Н.Г. Микрофоссилии рифея и венда Анабарского массива // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1992. № 1. С. 114–130.
- Вейс А.Ф., Воробьева Н.Г. Микробиоты керпильской серии сибирского гипостратотипа рифея // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1. № 1. С. 41–58.
- Вейс А.Ф., Петров П.Ю., Воробьева Н.Г. Преобразования фациально-экологической структуры докембрийских биот и стратиграфия рифея // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. № 1. С. 85–96.
- Вейс А.Ф., Ларионов Н.Н., Воробьева Н.Г., Ли Сень-Джо. Микрофоссилии в стратиграфии рифейских отложений Южного Урала (Башкирский мегантиклинорий) и Приуралья (Камско-Бельский авлакоген) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8. № 5. С. 3–28.
- Виноградов, В.И., Покровский Б.Г., Головин Д.И. и др. Изотопные свидетельства эпигенетических преобразований и проблема возраста рифейских отложений Учуро-Майского региона Восточной Сибири // Литология и полезн. ископаемые. 1998. № 6. С. 629–646.
- Геохронология докембрия Сибирской платформы и ее складчатого обрамления / Под ред. Мануйловой М.М. Л.: Наука, 1968. 332 с.
- Герлинг Э.К., Искандерова А.Д. Свинцово-изохронное датирование карбонатных пород и его применение для установления ранних этапов метаморфизма // Актуальные вопросы современной геохронологии. М.: Наука, 1976. С. 224–231.
- Герман Т.Н. Органический мир миллиард лет назад. Л.: Наука, 1990. 50 с.
- Горохов И.М. Диагенез карбонатных осадков: поведение рассеянных элементов и изотопов стронция // Литология и палеогеография. Вып. 4 / Под ред. Вербы Ю.Л. СПб.: Изд. СПбГУ, 1996. С. 141–164.
- Горохов И.М., Семихатов М.А., Трубецкой Е.Р. и др. Rb-Sr и K-Ar возраст осадочных геохронометров нижнего рифея Анабарского массива // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 7. С. 17–32.
- Горохов И.М., Семихатов М.А., Баскаков А.В. и др. Изотопный состав стронция в карбонатных породах рифея, венда и нижнего кембрия Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 1. С. 3–33.
- Горохов И.М., Мельников Н.Н., Турченко Т.Л., Кутявин Э.П. Rb-Sr систематика пелитовых фракций в нижнерифейских аргиллитах: усть-ильинская свита, Анабарский массив, Северная Сибирь // Литология и полезн. ископ. 1997. № 5. С. 530–539.
- Горохов И.М., Семихатов М.А., Мельников Н.Н. и др. Rb-Sr геохронология среднерифейских аргиллитов юсмастакской свиты, Средняя Сибирь // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9. № 3. С. 3–28.
- Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 243 с.
- Комар Вл.А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. М.: Наука, 1966. 114 с.
- Кузнецов А.Б., Горохов И.М., Семихатов М.А. и др. Изотопный состав стронция в известняках инзерской свиты стратотипа верхнего рифея, Южный Урал // Докл. РАН. 1997. Т. 353. № 2. С. 249–254.
- Литология и нефтегазоносность юго-востока Сибирской платформы (верхний докембрий). М.: Наука, 1980. 132 с.
- Нужнов С.В. Рифейские отложения юго-востока Сибирской платформы. М.: Наука, 1967. 175 с.
- Овчинникова Г.В., Васильева И.М., Семихатов М.А. и др. U-Pb систематика карбонатных пород протерозоя: инзерская свита стратотипа верхнего рифея (Южный Урал) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6. № 4. С. 20–31.
- Овчинникова Г.В., Васильева И.М., Семихатов М.А. и др. Возможности Rb-Pb датирования карбонатных пород с открытыми U-Pb системами: миньярская свита стратотипа верхнего рифея, Южный Урал // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т.8. № 6. С. 3–19.

- Овчинникова Г.В., Семихатов М.А., Горохов И.М. и др. U-Pb систематика докембрийских карбонатов: рифейская сухотунгусинская свита Туруханского поднятия Сибири // Литология и полезн. ископаемые. 1995. № 5. С. 525–536.
- Петров П.Ю. Глинисто-карбонатный цикл седиментации и становление карбонатной платформы: свита линок, средний рифей Туруханского поднятия Сибири // Литология и полезн. ископаемые. 2000. № 3. С. 268–289.
- Подковыров В.Н., Виноградов Д.П. Эпигенез и сохранность изотопной системы углерода и кислорода карбонатов лахандинской и юдомской серий верхнего рифея-венда разрезом р. Белой (ЮВ Якутия) // Литология и полезн. ископаемые. 1996. № 5. С. 541–551.
- Семихатов М.А. Методическая основа стратиграфии рифея // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 6. С. 33–50.
- Семихатов М.А., Серебряков С.Н. Сибирский гипостратотип рифея. М.: Наука, 1983. 224 с.
- Семихатов М.А., Горохов И.М., Кутявин Э.П. и др. Анализ возможностей осадочных геохронометров на примере тоттинской свиты рифея Восточной Сибири // Литология и полезн. ископаемые. 1989. № 6. С. 3–18.
- Семихатов М.А., Овчинникова Г.В., Горохов И.М. и др. Изотопный возраст границы среднего и верхнего рифея: РЬ-РЬ геохронология карбонатных пород лахандинской серии, Восточная Сибирь // Докл. РАН. 2000. Т. 372. № 2. С. 216–221.
- Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области. Объяснительная записка. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2000. 81 с.
- Тимофеев Б.В., Герман Т.Н., Михайлова Н.С. Микрофитофоссилии докембрия, кембрия и ордовика. Л.: Наука, 1976. 106 с.
- Худолей А.К., Рейнбирд Р., Стерн Р., Кропачев А.П. и др. Новые данные о рифейском тектогенезе на Северо-Востоке России // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма. Материалы совещания. Т. II. 1999. С. 261–264.
- Шенфиль В.Ю. Поздний докембрий Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1991. 185 с.
- Янкаускас Т.В., Михайлова Н.С., Герман Т.Н. и др. Микрофоссилии докембрия СССР. М.: Недра, 1989. 190 с.
- Asmerom I., Jacobsen S.B. The Pb isotopic evolution of the Earth: Inferences from river water suspended loads // Earth Planet. Sci. Lett. 1993. V. 115. № 1/4. P. 245–256.
- Babinski M., Chemale F.Jr., Van Schmus W.R. The Pb-Pb age of the Minas Supergroup carbonate rocks, Quadrilátero Ferrífero, Brazil // Precambrian Res. 1995. V. 72. № 3/4. P. 235–245.
- Babinski M., Van Schmus W.R., Chemale F.Jr. Pb-Pb dating and Pb isotope geochemistry of Neoproterozoic carbonate rocks from the Sao Francisco basin, Brazil: implications for the mobility of Pb isotopes during tectonism and metamorphism // Chem. Geol. 1999. V. 160. № 2. P. 175–199.
- Banner J.K., Hanson G.N. Calculation of simultaneous isotopic and trace element variations during water-rock interaction with applications to carbonate diagenesis // Geochim. Cosmochim. Acta. 1990. V. 54. № 11. P. 3123–3137.
- Bartley J.K., Semikhatov M.A., Kaufman A.J. et al. Global events across the Mesoproterozoic-Neoproterozoic boundary: C and Sr isotopic evidence from Siberia // Precamb. Res. 2001. V. 111. № 1–4. P. 165–202.
- Brand U., Veizer J. Chemical diagenesis of a multicomponent carbonate system – 2. Stable isotopes // J. Sediment. Petrol. 1981. V. 51. № 3. P. 987–997.
- Brasier M.D., Lindsay J.F. A billion years of environmental stability and the emergence of eukaryotes: New data from northern Australia // Geology. 1998. V. 26. № 5. P. 555–558.
- Derry L.A., Kaufman A.J., Jacobsen S.B. Sedimentary cycling and environmental change in the Late Proterozoic: Evidence from stable and radiogenic isotopes // Geochim. Cosmochim. Acta. 1992. V. 56. № 3. P. 1317–1329.
- Gobeil C., Silverberg N. Diagenesis of Lead in Laurentian Trough Sediments // Geochim. Cosmochim. Acta. 1989. V. 53. № 8. P. 1889–1895.
- Hirao Y., Patterson C.C. Lead aerosol pollution in the Sierra Overrides. Natural mechanism which exclude lead from Food Chain // Science. 1974. V. 184. № 4140. P. 989–1002.
- Hoff J.A., Jemerson J., Hanson J.N. Application of Pb isotopes to the absolute timing of regional exposure events in carbonate rocks: an example from U-rich dolostones from the Wahoo Formation (Pennsylvanian), Prude Bay, Alaska // J. Sediment. Res. 1995. V. A65. № 1. P. 225–233.
- Jahn B.-M., Bertrand-Sarfati J., Morin N., Mace J. Direct dating of stromatolitic carbonates from the Schmidtsdrif (Transvaal Dolomite), South Africa, with implication on the age of the Ventersdorp Supergroup // Geology. 1990. V. 18. № 12. P. 1211–1214.
- Jahn B.-M., Cuvelier H. Pb-Pb and U-Pb geochronology of carbonate rocks: an assessment // Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sect.) 1994. V. 115. № 1/2. P. 125–151.
- Jahn B.-M., Simonson B.M. Carbonate Pb-Pb ages of the Wittenoom Formation and Carawine Dolomite, Hamersley Basin, Western Australia (with implications for their correlation with the Transvaal Dolomite of South Africa) // Precambrian Res. 1995. V. 72. № 3/4. P. 247–261.
- Jones C.E., Halliday A.N., Lohmann K.C. The Roles of Primary Mineralogy and Diagenetic Alteration in the Application of U-Pb Dating to Limestones // Amer. Geophys. Union. Fall Meeting, October 27, 1992. Supplement to Eos. 1992. P. 32–47.
- Kah L.C., Sherman A.G., Narbonne G.M. et al. $\delta^{13}\text{C}$ stratigraphy of the Proterozoic Bylot Supergroup, Baffin Island, Canada: implications for regional lithostratigraphic correlation // Canad. J. Earth Sci. 1999. V. 36. № 3. P. 313–332.
- Khudoley A.K., Rainbird R.M., Stern R.A. et al. Sedimentary evolution of the Rhiphean-Vendian basin of Southeastern Siberia // Precamb. Res., 2001. V. 111. № 1–4. P. 235–236.
- Knoll A.H., Semikhatov M.A. The genesis and time-distribution of two distinctive Proterozoic stromatolite microstructures // Palaios. 1998. V. 13. № 4. P. 408–422.
- Knoll A.H., Kaufman A.J., Semikhatov M.A. The carbon-isotopic composition of Proterozoic carbonates: Riphean succession from Northwestern Siberia (Anabar massif, Turukhansk uplift) // Am. J. Sci. 1995. V. 295. P. 823–850.
- Ludwig K.R. PBDAT for MS-DOS. A computer program for IBM-PC compatibles for Processing raw Pb-U-Th isotope data. Version 1.06. U.S. Geol. Surv. 1989. Open File Rep. 88–542. 40 p.

- Ludwig K.R.* Isoplot for MS-DOS. A plotting and regression program for radiogenic isotope data for IBM-PC compatible program computers. Version 2.00. U. S. Geol. Surv. 1990. Open File Rep. 88-557. 40 p.
- Maliva R.G., Knoll A.H., Seiver R.* Secular change in chert distribution: A reflection of evolving biological participation in the silica cycle // *Palaaios*. 1989. V. 4. № 5. P. 519-532.
- Manhes G., Minster J.E., Allegre C.J.* Comparative uranium-thorium-lead and rubidium-strontium study of the Severin Amphoterite: Consequences for early Solar System chronology // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1978. V. 39. № 1. P. 14-24.
- Moorbath S., Taylor P.N., Orpen J.L. et al.* First direct radiometric dating of Archaean stromatolite limestone // *Nature*. 1987. V. 326. № 6116. P. 865-867.
- Rainbird R.H., Stern R.A., Khudoley A.K. et al.* U-Pb geochronology of Riphean supracrustal rocks from southeastern Siberia and its bearing on the Laurentia-Siberia connection // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1998. V. 164. P. 409-420.
- Russell J., Chadwick B., Krishna Rao B., Vasudiv V.N.* Whole-rock Pb-Pb isotopic ages of Late Archean limestones, Karnataka, India // *Precambrian Res.* 1996. V. 78. № 4. P. 261-272.
- Sergeev V.N.* Silicified microfossils from transitional Meso-Neoproterozoic deposits of the Turukhamsk Uplift, Siberia // *Bull. Soc. Paleontologica Italiana*. 1999. V. 38. № 2-3. P. 287-295.
- Toulkeridis T., Goldstein S.L., Clauer N. et al.* Sm-Nd, Rb-Sr and Pb-Pb dating of silicic carbonates from the early Archaean Barberton Greenstone Belt, South Africa. Evidence for post-depositional isotopic resetting at low temperature // *Precambrian Res.* 1998. V. 92. P. 129-144.
- Whiterhouse M.J., Russell J.* Isotopic systematics of Precambrian marbles from the Lewisian Complex of northwest Scotland: implications for Pb-Pb dating of metamorphosed carbonates // *Chem. Geol. (Isotop. Geosci. Sect.)*. 1997. V. 136. № 3/4. P. 295-307.
- Winter B.L., Johnson C.M.* U-Pb dating of a carbonate sub-aerial exposure event // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1995. V. 131. № 1/2. P. 177-187.
- Zachariah J. K., Bhaskar Rao Y. J., Srinivasan R., Gopalan K.* Pb, Sr and Nd isotope systematics of uranium mineralised stromatolitic dolomites from the proterozoic Cud-dapah Supergroup, south India: constraints on age and provenance // *Chem. Geol.* 1999. V. 162. P. 49-64.

Рецензенты Ю.Д. Пушкарев, А.Г. Рублев

УДК 564.5:551.732

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ БИОХОРИЙ БРАХИОПОД В КЕМБРИИ

© 2001 г. Г. Т. Ушатинская, Я. Е. Малаховская

Палеонтологический институт РАН, 117647 Москва, Профсоюзная ул., 123, Россия

Поступила в редакцию 16.12.98 г., получена после доработки 28.10.99 г.

Анализ появления и расселения брахиопод в течение кембрия показал, что начало дифференциации биохорий брахиопод на приэкваториальную и нотальную приходится на вторую половину атдабанского века. В ботомское время обширная приэкваториальная биохория распалась на ряд областей, которые прослеживаются до середины среднего кембрия, затем различия между областями сглаживаются и только во второй половине позднего кембрия наблюдается их новая дифференциация.

Ключевые слова. Кембрий, брахиоподы, палеогеография, биохории.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ К НАЧАЛУ КЕМБРИЯ

По палеомагнитным данным во второй половине протерозоя все материки были слиты воедино в единый палеоматерик – Родинию (Hoffman, 1991; McMenamin, 1990; Kirschvink, 1992; Powell et al., 1993). Значительная часть его территории, охватывавшая большую часть Северной Америки, всю северную часть Азии, куда входили Чукотка, Сибирская платформа, Алтае-Саянская складчатая область, Монголия, Дальний Восток, Казахстан и Средняя Азия, а также Северную Африку, Ближний Восток, Южный и частично Северный Китай, Индию, Австралию и Антарктиду, была расположена в приэкваториальной зоне, т.е. находилась по обе стороны экватора между 30° северной и 30° южной широты. Нынешние территории Северной и Восточной Европы, о-вов Ньюфаундленда и Великобритании, частично Южной Европы, Западной Африки, Южной Аме-

До середины 60-х годов нашего столетия считалось, что брахиоподы в кембрии настолько многочисленны, что вряд ли пригодны для биостратиграфических и палеобиогеографических построений. В наиболее полной сводке родового состава брахиопод, изданной в 1965 г. (Moore, ed., 1965), были приведены сведения о наличии в кембрии 36 родов брахиопод с фосфатной (класс *Lingulata*) и 27 родов с карбонатной раковиной (класс *Calciata*), при этом большинство таксонов указывалось из верхнего кембрия. Однако после 1965 г. было описано 63 новых рода лингулят и 33 новых рода кальциат, т.е. число валидно выделенных родов кембрийских брахиопод увеличилось более чем вдвое. К настоящему времени из нижнего кембрия известно 63, из среднего – 71 и из верхнего кембрия – 75 родов; 96 родов принадлежат классу *Lingulata* и 70 родов классу *Calciata* (таблица, рис. 1). Оказалось, что брахиоподы являются неотъемлемой частью кембрийских фаунистических ассоциаций во многих районах. На основе обобщения всех известных к настоящему времени данных по стратиграфическому и географическому распространению кембрийских брахиопод авторами сделана попытка выделить возникшие в раннем кембрии брахиоподовые биохории и проследить их развитие на протяжении среднего и позднего кембрия¹. Вряд ли выделяемые подразделения можно называть областями, скорее это первое проявление провинциальности брахиоподовой фауны. Графическое изображение развития биохорий во времени выполнено способом, предложенным С.В. Мейеном (1984).

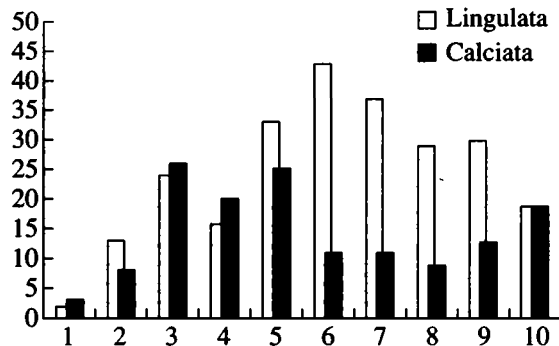


Рис. 1. Соотношение числа родов из классов *Lingulata* и *Calciata* в кембрии 1–10 – века: 1 – томмотский, 2 – атдабанский, 3 – ботомский, 4 – тойонский, 5 – амгинский, 6 – майский, 7 – аюсокканский, 8 – сакский, 9 – аксайский, 10 – батырбайский.

¹ В таблице приведены все ссылки на публикации, использованные авторами при анализе распространения брахиопод в течение кембрия.

Стратиграфическое и географическое распространение кембрийских брахиопод

Ярусы	Томмот-ский				Атдаб-ский				Ботом-ский				Тойон-ский				Амгин-ский				Май-ский				Аю-сок-хан-ский				Сак-ский				Ак-сай-ский				Ба-тыр-бай-ский				Регионы	Литература
Зоны	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4										
Class LINGULATA																																										
Order Paterinida																																										
Fam. Cryptotretidae																																										
Aldanotreta Pelman, 1979																																						Сибирская платформа	Пельман, 1977			
																																						Алтае-Саянская обл.	Пельман и др., 1992			
																																						Южный Китай	Liu Dy-yong, 1979			
																																						Великобритания	Williams et al., 1998			
Cryptotreta Pelman, 1979																																						Сибирская платформа	Пельман, 1977			
																																						Скандинавия	Williams et al., 1998			
																																						Алтае-Саянская обл.	Пельман и др., 1992			
Dzunarzina Ushat., 1993																																						Монголия	Ушатинская, 1993			
Salanygolina Ushat., 1987																																						Монголия	Ушатинская, 1987			
Askepasma Laurie, 1986																																						Австралия	Laurie, 1986			
Fam. Paterinidae																																										
Paterina Beecher, 1891																																						Испания	Linan, Mergi, 1982			
																																						Восток С. Америки	Landing, 1991			
																																						Вост.-Европ. платформа	Горянский, 1969			
																																						Великобритания	Hinz, 1987			
																																						Канада, МакКензи	Воронова и др., 1987			
																																						Канада, Лабрадор	Williams et al., 1998			
																																						Франция, Черные горы	Kerber, 1988			
																																						Казахстан	Пельман и др., 1992			
																																						Алтае-Саянская обл.	Пельман и др., 1992			
																																						Мексика	Stewart et al., 1984			
																																						Сибирская платформа	Пельман и др., 1992			
																																						Средняя Азия	Иманалиев, Пельман, 1988			
																																						С. Америка, Техас	Palmer, 1954			
Micromitra Meek, 1873																																						Восток С. Америки	Landing, 1991			
																																						Польша	Jendryka-Fuglewicz, 1992			
																																						Алтае-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978			
																																						Канада, МакКензи	Воронова и др., 1987			
																																						Скандинавия	Williams et al., 1998			
																																						Средняя Азия	Иманалиев, Пельман, 1988			
																																						Испания	Mergi, Linan, 1986			
																																						Восток С. Америки	Walcott, 1912			
																																						Австралия	Roberts, Jell, 1990			
																																						Мексика	Stewart et al., 1984			
																																						Аргентина	Williams et al., 1998			
																																						С. Америка, Монтана, Юта	Bell, 1941			
																																						Турция	Williams et al., 1998			
																																						Дальний Восток	Пельман и др., 1992			
																																						Казахстан	Пельман и др., 1992			
Dictyonina Cooper, 1942																																						С. Америка, Невада, Техас	Palmer, 1954; Rowell, 1980			
																																						Австралия	Roberts, Jell, 1990			
																																						Средняя Азия	Репина и др., 1975			
																																						Брит. Колумбия	Williams et al., 1998			
																																						Мексика	Stewart et al., 1984			
																																						Алтае-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978			
																																						Казахстан	Конева, 1986 (2)			
																																						Дальний Восток	Пельман и др., 1992			
																																						Скандинавия	Berg-Madsen, 1985			
																																						Сибирская платформа	Williams et al., 1998			
																																						Новая Земля	Попов, 1985			
Olenekina Ushat., 1997																																						Сибирская платформа	Ушатинская, 1997			
																																						Гренландия	Zell, Rowell, 1988			
																																						Австралия	Engelbretsen, 1996			
Inc. Fam.																																										
Bomina Korov. et Ushat., 1994																																						Тува	Ушатинская, Коровников, 1994			
Order Lingulida																																										
F. Acrothelidae																																										
Acrothele (s. l.)																																						Польша	Jendryka-Fuglewicz, 1992			
Linnarsson, 1876																																						Испания	Linan, Mergi, 1982			
																																						Иран	Wolfart, 1974			
																																						Германия	Freyer, 1981			
																																						С. Америка, Невада	Rowell, 1980			
																																						Южный Китай	Huang et al., 1994			
																																						Восток С. Америки	Walcott, 1912			
																																						Сибирская платформа	Пельман и др., 1992			
																																						Ю. Европа, Черные горы	Termier et Termier, 1974			
																																						Чехия	Mergi, Sheverova, 1990			
																																						Сев. Африка	Geyer, Landing, 1995			
																																						Антарктида	Попов, Соловьева, 1981			
																																						Алтае-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978			
																																						Скандинавия	Puuga, Holmer, 1993			
																																						Казахстан	Конева, 1986 (2)			
																																						Австралия	Henderson, MacKinnon, 1981			
																																						Средняя Азия	Репина и др., 1975			
																																						С. Америка, Монтана, Юта	Bell, 1941			
																																						Новая Земля	Попов, 1985			
																																						Дальний Восток	Пельман и др., 1992			
Schizopholis Waagen, 1885																																						Пакистан	Schindewolf, Seilacher, 1955			
																																						Казахстан	Конева, 1979			

Таблица. Продолжение.

Ярусы	Томмот- ский	Атдабан- ский	Ботом- ский	Тойон- ский	Амгин- ский	Май- ский	Аю- сок- кан- ский	Сак- ский	Ак- сай- ский	Ба- тыр- бай- ский	Регионы	Литература
Зоны	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
Spinulothele Rowell, 1977											Невада	Rowell, 1977
Eothele Rowell, 1980											Канада, МакКензи	Воронова и др., 1987
											Австралия	Roberts, Jell, 1990
											Алтае-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978
Karathele Koneva, 1977											Австралия	Kruse, 1990
											Антарктида	Holmer et al., 1996
											Казахстан	Koneva, 1986
Orbithele Sdzuy, 1955											Гренландия	Zell, Rowell, 1988
Fam. Botsfordiidae												
Botsfordia Matthew, 1891											Польша	Jendryka-Fuglewicz, 1992
											Сибирская платформа	Пельман, 1977
											Южный Китай	Luo et al., 1984
											С. Америка	Lochman, 1956
											Канада, Лабрадор	Walcott, 1912
											Казахстан	Горянский, Конева, 1983
											Индия, Пакистан	Schindewolf, Seilacher, 1955
											С. Америка, шт. Нью-Йорк	Landing, Bartowski, 1996
											Испания	Walcott, 1912
											Алтае-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978
											Чехия	Mergl, Sleboverova, 1990
											Северная Африка	Mergl, 1988
Edreja Koneva, 1979											Австралия	Laurie, 1986
											Казахстан	Koneva, 1979
Neobolus Waagen, 1885											Пакистан	Schindewolf, Seilacher, 1955
											Германия	Freyer, 1981
Canalilatus Pelman, 1983 = Pelmania Koneva, 1992											Казахстан	Пельман и др., 1992
											Сибирская платформа	Пельман и др., 1992
Fam. Obolidae												
Obolus Matthew, 1902											Сибирская платформа	Ушатинская, 1993
											С. Америка, Массачусет	Landing, 1988
											Австралия	Ушатинская, неопубл.
											Ньюфаундленд	Landing et al., 1988
											Великобритания	Hinz, 1987
											Антарктида	Holmer et al., 1996
											Канада, Кейп Бретон	Walcott, 1912
											Вост.-Европ. платформа	Опорные разрезы..., 1989
Palaeoshmidtites Koneva, 1979											Канада, МакКензи	Воронова и др., 1987
											Казахстан	Koneva, 1979
Lingulepis Hall, 1863											Вост.-Европ. платформа	Стратиграфия..., 1979
											Южная Европа	Termier et Termier, 1974
Paleobolus Matthew, 1899											Восток Сев. Америки	Shaw, 1966
											Казахстан	Горянский, Конева, 1983
											С. Америка, Нью-Брансвик	Walcott, 1912
Lindineia Mergl, 1990											Чехия	Mergl, Sleboverova, 1990
Obolus Eichwald, 1829											Вост.-Европ. платформа	Хазанович и др., 1984
Notiobolus Popov, 1982											Антарктида	Попов, Соловьев, 1981
Oepikites Popov et Khaz., 1987											Вост.-Европ. платформа	Хазанович и др., 1984
											Алтае-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978
											Сибирская платформа	Ушатинская, колл.
											С. Америка, Техас	Palmer, 1954
Synoglossa Mei, 1993											Сев. Китай	Mei, 1993
Dicellomus Hall, 1871											С. Америка, Монтана	Beil, 1941
Ungula Pander, 1830											Вост.-Европ. платформа	Попов, Хазанович, 1989
											Скандинавия	Puura, Holmer, 1993
Rebrovia Popov, Khaz., 1989											Вост.-Европ. платформа	Опорные разрезы..., 1989
Ralfia Popov, Khaz., 1989											Вост.-Европ. платформа	Опорные разрезы..., 1989
Euobolus Mickwitz, 1896											Вост.-Европ. платформа	Опорные разрезы..., 1989
Schmidtites Schuch., LeVene, 1929											Вост.-Европ. платформа	Опорные разрезы..., 1989
											Скандинавия	Puura, Holmer, 1993
Fam. Lingulellotretidae												
Lingulellotreta Koneva, 1983											Казахстан	Горянский, Конева, 1983
											Южный Китай	Lin Yugan et al., 1993
Vaculina Koneva, 1992											Казахстан	Пельман и др., 1992
Aboriginella Koneva, 1983											Казахстан	Конева, Попов, 1983
Mirilingula Popov, 1983											Казахстан	Конева, Попов, 1983
Fam. Dysoristidae												
Dysoristus Bell, 1941											Сибирская платформа	Пельман и др., 1992
											С. Америка, Техас, Монтана	Palmer, 1954; Rowell, 1966
											Казахстан	Пельман и др., 1992
Ferrobolus Havlicek, 1982											Казахстан	Popov, Holmer, 1994
Fam. Kyrshabaktellidae												
Kyrshabaktella Koneva, 1986											С. и Ю. Австралия	Kruse, 1990; Engelbreiten, 1996
											Казахстан	Конева, 1986 (2)
											Сибирская платформа	Ушатинская, колл.
											Средняя Азия	Попов, неопубл.
											Алтае-Саянская обл.	Пельман и др., 1992
Fam. Zhanatellidae												
Aksarinaia Koneva, 1992											Казахстан	Пельман и др., 1992
Fossuliella Popov, Ushat., 1992											Казахстан	Popov, Holmer, 1994
											Сибирская платформа	Ушатинская, 1997
Zhanatella Koneva, 1986											Сибирская платформа	Ушатинская, колл.
											? Австралия, Антарктида	Henderson et al., 1992
											Казахстан	Popov, Holmer, 1994
Koneviella Ushat., 1997											Сибирская платформа	Ушатинская, 1997

Ярусы	Томмот-ский			Атдабан-ский			Ботом-ский			Тойон-ский			Амгин-ский			Май-ский			Алю-сок-кан-ский			Сак-ский			Ак-сай-ский			Ба-тыр-бай-ский			Регионы	Литература
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<i>Tropidoglossa</i> Rowell, 1966																												Сев. Америка, Юта	Rowell, 1966			
<i>Fam. Exerilingulidae</i>																																
<i>Chakassilingula</i> Ushat., 1992																												Алтае-Саянская обл.	Пельман и др., 1992			
<i>Exerilingula</i> Koneva, Popov, 1983																												Казахстан	Конева, Попов, 1983			
<i>Fam. Elkanidae</i>																																
<i>Broeggeria</i> Walcott, 1902																												Казахстан	Popov, Holmer, 1994			
<i>Elkania</i> Ford, 1886																												Скандинавия	Popov, Holmer, 1994			
<i>Pseudodicellomus</i> Bell, 1962																												Сев. Америка, Невада	Moore (ed), 1965			
																												Сев. Америка, Техас	Bell, Ellingwood, 1962			
" <i>Lingulella</i> " s. l.																												космополит				
" <i>Obolus</i> " s. l.																												космополит				
" <i>Westonia</i> " s. l.																												космополит				
Order Acrotretida																																
<i>Inc. Fam.</i>																																
<i>Diandongia</i> Rong, 1974																												Индия	Kumar et al., 1983			
																												Южный Китай	Yin Jicheng, 1980			
<i>F. Linnarssoniidae</i>																																
<i>Linnarssonia</i> Walcott, 1892																												Великобритания	Hinz, 1987			
																												Сибирская платформа	Пельман, 1977			
																												Польша	Yendryka-Fuglewicz, 1992			
																												Средняя Азия	Иманалиев, Пельман, 1988			
																												Германия	Freyer, 1981			
																												Казахстан	Горянский, Конева, 1983			
																												Канада, Маккензи	Воронова и др., 1987			
																												Алтае-Саянская обл.	Пельман и др., 1992			
					</																											

[illegible]

Таблица. Продолжение.

Ярусы	Томмот-ский	Атдабан-ский	Ботом-ский	Тойон-ский	Амгун-ский	Май-ский	Аю-сок-кан-ский	Сак-ский	Ак-сай-ский	Ба-тыр-бай-ский	Регионы	Литература
Зоны	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
Class CALCIATA												
Order Obolellida												
<i>Fam. Obolellidae</i>												
Nochoroiella Pel., 1983	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа	Пельман и др., 1992
Obbolella Billings, 1861	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа Алтае-Саянская обл. С. Америка, Невада С. Америка, Лабрадор С. Америка, Массачусетс Индия Испания Ньюфаундленд Дальний Восток Казахстан Вост.-Европ. платформа Германия	Пельман, 1977 Аксарина, Пельман, 1978 Rowell, 1977 Rowell, 1962 Landing, 1988 Triparthi et al., 1984 Linan, Mergl, 1982 Landing et al., 1988 Пельман и др., 1992 Горянский, Конева, 1983 Стратиграфия..., 1979 Freyer, 1981
Monoconvexa Pel., 1977	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа	Пельман, 1977
Sibiria Gor., 1977	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа	Горянский, 1977
Alisina Rowell, 1962	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Мексика Ньюфаундленд Казахстан	Stewart et al., 1984 Rowell, 1962 Конева, 1979
Magnicanalis Rowell, 1962	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа Алтае-Саянская обл.	Пельман и др., 1992 Аксарина, Пельман, 1978
Bicia Walcott, 1901	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Забайкалье Индия Скандинавия	Ушатинская, 1987 Triparthi et al., 1984 Rowell, 1962
Brevipelta Geyer, 1994	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Забайкалье С. Америка, Нью-Йорк	Ушатинская, 1987 Rowell, 1962
Ivshinella Koneva, 1979	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сев. Африка	Geyer, 1994
Trematobolus Matthew, 1893	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Казахстан Ближний Восток Сев. Африка С. Америка, Нью-Брансвик Сибирская платформа Испания	Конева, 1979 Cooper, 1976 Geyer, 1995 Rowell, 1962 Горянский и др., 1964 Mergl, Linan, 1986
Order Kutorginida												
<i>Fam. Kutorginidae</i>												
Khasagtina Ushat., 1988	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Монголия Франция, Черные горы	Ушатинская, 1988 Kerber, 1988
Kutorgina Billings, 1861	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Германия С. Америка, Невада Алтае-Саянская обл. Казахстан Восток С. Америки Сибирская платформа Австралия Южный Китай Гренландия	Freyer, 1981 Rowell, 1977 Пельман и др., 1992 Конева, 1979 Lochman, 1956 Горянский и др., 1964 Roberts, Jell, 1990 Huang et al., 1945 Popov et al., 1997
Yorkia Walcott, 1897	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	С. Америка, Нью-Йорк Алтае-Саянская обл. Новый Южный Уэльс Испания	Rowell, 1962 Аксарина, Пельман, 1978 Brock, 1998 Gil Gid, Melou, 1986
Trematosia Cooper, 1976	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Ближний Восток Австралия	Cooper, 1976 Roberts, Jell, 1990
Agyreikia Koneva, 1979	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Казахстан Австралия	Конева, 1979 Laurie, 1986
Haupiria MacKinnon, 1983	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Гренландия Австралия	Popov et al., 1997 MacKinnon, 1983
Order Naukatida												
Bojarinovia Aksarina, 1978	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Алтае-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978
Naukat Popov, Tikhonov, 1990	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Средняя Азия	Попов, Тихонов, 1990
Oina Popov, Tikhonov, 1990	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Средняя Азия	Попов, Тихонов, 1990
<i>Fam. Pelmanellidae</i>												
Pelmanella Pop. Holmer, 1997	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Гренландия	Popov et al., 1997
Bynganoia Roberts, 1990	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Австралия	Roberts, Jell, 1990
Order Chileida												
Matutella Cooper, 1951	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа С. Америка, Виргиния Средняя Азия Алтае-Саянская обл.	Андреева, 1962 Cooper, 1951 Андреева, 1962 Аксарина, Пельман, 1978
Kotujella Andreeva, 1962	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа	Андреева, 1962
Chile Popov, Tikhonov, 1992	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Средняя Азия	Попов, Тихонов, 1990
Acarorthis Roberts, Jell, 1990	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Гренландия	Popov et al., 1997
Order Orthida												
<i>Fam. Nisusiidae</i>												
Nisusia Walcott, 1905	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Сибирская платформа С. Америка, Невада Мексика Алтае-Саянская обл.	Андреева, 1962 Rowell, 1977 Stewart et al., 1984 Аксарина, Пельман, 1978

Таблица. Продолжение.

Ярусы	Томмот-ский	Атдабан-ский	Ботом-ский	Тойон-ский	Амгин-ский	Май-ский	Аю-сок-кан-ский	Сак-ский	Ак-сай-ский	Бат-бай-ский	Регионы	Литература
Зоны	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3	1 2 3 4	1 2 3	1 2	1 2 3	1 2	1 2		
											Восток С. Америки	Shaw, 1955
											Казахстан	Пельман и др., 1992
											Иран	Walfart, 1974
											Германия	Elicki, 1994
											Средняя Азия	Андреева, 1962
											Южный Китай	Huang et al., 1994
											Аляска	Cooper, 1936
											С. Америка, Монтана, Юта	Bell, 1941
											Новый Южный Уэльс	Brock, 1998
											Австралия	Roberts, Jell, 1990
											С. Америка, Виргиния	Cooper, 1951
											Средняя Азия	Андреева, 1987
Еоонча Cooper, 1951											С. Америка, Невада	Rowell, 1977
Narinella Andreeva, 1987											Чехия	Havlicek, 1977
Fam. Bohemiellidae											Австралия	Kruse, 1990; Roberts, Jell, 1990
Pompeckium Havlicek, 1970											С. Америка, Монтана	Bell, 1941
Wimanella Walcott, 1908											Мексика	Stewart et al., 1984
											Алтай-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978
											Австралия	Kruse, 1990
											Мексика	Stewart et al., 1984
Diraphora Bell, 1941											С. Америка, Монтана	Bell, 1941
											Алтай-Саянская обл.	Аксарина, Пельман, 1978
											Новая Земля	Попов, 1984
											С. Америка, Техас	Palmer, 1954
Murrinyella Kruse, 1990											Австралия	Kruse, 1990
Bohemiella Schuchert, Cooper, 1931											Чехия, Германия	Havlicek, 1977
Oligomys Schuch., Cooper, 1931											Новая Зеландия	MacKinnon, 1983
Brachimorthis Havlicek, 1977											Чехия	Havlicek, 1977
											С. Африка	Geyer, Mergl, 1997
											Чехия	Havlicek, 1977
											Испания	Havlicek, Josopait, 1972
Turarella Andreeva, 1987											Сибирская платформа	Андреева, 1987
Ambardella Andreeva, 1987											Сибирская платформа	Андреева, 1987
Fam. Protorthidae												
Glyptoria Cooper, 1976											Ближний Восток	Cooper, 1976
Israelaria Cooper, 1976											Ближний Восток	Cooper, 1976
Psiloria Cooper, 1976											Ближний Восток	Cooper, 1976
Arctohedra Cooper, 1936											Аляска	Cooper, 1936
											Австралия	Roberts, Jell, 1990
											Средняя Азия	Пепина и др., 1975
Jamesella Walcott, 1905											Испания	Gil Gid, Melou, 1986
											Запад С. Америки	Walcott, 1912
											Чехия	Havlicek, 1970
											С. Африка	Geyer, Mergl, 1997
Loperia Walcott, 1905											Запад С. Америки	Walcott, 1912
Sacsorthis Geyer, Mergl, 1997											С. Африка	Geyer, Mergl, 1997
Protorthis H. et Cl., 1892											Восток С. Америки	Walcott, 1912
Fam. Leiorthidae												
Leioria Cooper, 1976											Ближний Восток	Cooper, 1976
Fam. Eoorthidae												
Swantonella Walcott, 1908											С. Америка, Невада	Rowell, 1977
Wynnella Walcott, 1908											С. Америка, Вермонт	Shaw, 1962
Chitidorthis Havlicek, 1972											Пакистан	Schindewolf, Seilacher, 1955
Cymbria Roberts, Jell, 1990											Испания	Havlicek, Josopait, 1982
Australohedra Roberts, Jell, 1990											Австралия	Roberts, Jell, 1990
? Glyphorthis Roberts, Jell, 1990											Австралия	Roberts, Jell, 1990
Engenella Andreeva, 1987											Австралия	Roberts, Jell, 1990
Eoorthis Walcott, 1908											Сибирская платформа	Андреева, 1987
											Алтай-Саянская обл.	Пельман и др., 1992
											Скандинавия	Walcott, 1912
											С. Америка, Оклахома, Техас	Freeman, Stitt, 1996
											Сибирская платформа	Андреева, 1968
											Южный Китай	Luo, 1984
											США, Монтана, Техас	Bell, 1941; Bell, Ellinwood, 1962
											Дальний Восток	Пельман и др., 1992
Ocnerorthis Bell, 1941											Новая Земля	Попов, 1984
											Сибирская платформа	Андреева, 1987
											С. Америка, Монтана	Bell, 1941; Grant, 1965
Otusella Walcott, 1905											Аргентина	Walcott, 1912
Bajanorthis Andreeva, 1968											США, Оклахома, Монтана	Grant, 1965; Freeman, Stitt, 1996
Apheorthis Ulrich, Cooper, 1936											Сибирская платформа	Андреева, 1968
											Сибирская платформа	Пельман и др., 1992
											Южный Китай	Luo, 1984
											С. Америка, Монтана	Grant, 1965
											Казахстан	Никитин, Попов, 1983
Ambardella Andreeva, 1987											Сибирская платформа	Андреева, 1987
Archaeorthis Ulrich, Cooper, 1938											С. Америка, Вермонт, Невада	Ulrich, Cooper, 1938
Fam. Finkelburgidae												
Orusia Walcott, 1905											Великобритания	Allen et al., 1981
											Скандинавия	Walcott, 1912
											Польша	Jendryka-Fuglewitz, 1992
											Ньюфаундленд	Walcott, 1912
Marsharella Andreeva, 1968											Сибирская платформа	Андреева, 1968

ности питания и расселения брахиопод, которые у лингулят и кальциат существенно различаются.

Питание. Все брахиоподы – типичные фильтраторы. Имеются некоторые различия в составе пищи у современных замковых брахиопод – кальциат и у лингулят (Зезина, 1976). По данным Ш. Чуань (Chuang, 1959) *Lingula unguis* содержат в желудке ферменты, которые позволяют им использовать пищу растительного происхождения. Современные же замковые брахиоподы таких ферментов не содержат, они используют в пищу агрегаты бактериальных клеток или скопления органического вещества, а при длительном поступлении фитопланктона погибают (Atkins, 1960). Второй особенностью лингулид является наличие у них более эффективного по сравнению с замковыми брахиоподами ресничного механизма по краям щупалец лофофора для выведения нежелательных частиц, попадающих вместе с потоком воды (Chuang, 1956). Это делает лингулид менее чувствительными к обилию в воде избыточной взвеси и позволяет им заселять заиленные участки дна. Замковые брахиоподы менее приспособлены к обитанию на участках с повышенной мутностью воды. Вероятно, эти различия в питании и пищеварении фосфатных и карбонатных брахиопод сложились еще в начале палеозоя и именно с ними связано приспособление лингулят к обитанию в прибрежных, иногда илистых участках с большим количеством тонкой взвеси и фитопланктона, и наоборот, отсутствие на таких участках брахиопод с карбонатной раковиной. Последние предпочитали селиться на жестком субстрате в условиях достаточно высокой гидрологической активности воды.

Расселение брахиопод, ведущих сидячий образ жизни, приходится на личиночную стадию. У современных кальциат личинка лецитотрофная, свободно плавает в течение нескольких часов – одного-двух дней, после этого оседает на дно часто вблизи родительских особей (Зезина, 1976). Современные лингуляты обладают планктотрофной личинкой, которая находится в толще воды от нескольких дней до месяца (Малахов, 1976), что дает им исключительные возможности для расселения. Оба современных рода лингулид – *Lingula* и *Glottidia* имеют широкие видовые ареалы на мелководьях Индийского и западной части Тихого океанов, а вид *Pelagodiscus atlanticus* (отряд Discinida) распространен всемирно. Личинки, относимые к этому виду, были обнаружены в планктонных уловах как с поверхности океана, так и с глубин 2.4–3.0 км (Зезина, 1976). Некоторые кембрийские виды из отрядов Paterinida, Acrotretida, Lingulida тоже имеют очень широкое, иногда всемирное распространение, что могло быть следствием продолжительной пелагической личиночной стадии (Rowell, 1986). Косвенно на большую продолжительность личиночной стадии

могут указывать размеры личиночных раковин, которые у некоторых кембрийских представителей данных отрядов иногда составляют 1/3–1/5 от всей раковины. Кроме того, поверхность личиночной раковины у всех акротретид и у большинства кембрийских лингулид несет мелкие многочисленные ячейки. По мнению ряда исследователей, это свидетельствует о везикулярном строении перистракума, могло способствовать уменьшению веса личиночной раковины и, вероятно, являлось приспособлением к пелагическому образу жизни (Попов и др., 1982; Williams, Curry, 1991). Различия в продолжительности личиночной стадии, вероятно, являются причиной того, что ареалы распространения таксонов у лингулят обыкновенно шире, чем у кальциат.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ БРАХИОПОД В КЕМБРИИ (ТАБЛИЦА)

Ранний кембрий. Как уже упоминалось, самые древние брахиоподы появились в пределах Анабаро-Синского фациального региона на Сибирской платформе (Ярусное расчленение..., 1984). Они принадлежали отрядам Paterinida (класс Lingulata, роды Aldanotreta и Cryptotreta) и Obolellida (класс Calciata, роды Nochoroiella и Obolella). Первые известны, начиная с зоны regularis, а вторые – с зоны lenaicus томмотского яруса. Род Cryptotreta уже во второй половине томмотского века проник в Скандинавию. В течение первой половины атдабанского века оболеллиды продолжали обитать только на Сибирской платформе, там же появились самые ранние представители замковых брахиопод из семейства Nisusiidae. Патериниды к середине атдабанского времени широко распространились в Анабаро-Синском фациальном регионе Сибирской платформы, проникли в Алтае-Саянскую область, и кроме того, Aldanotreta указывается в Южном Китае и Великобритании, а Cryptotreta – в Скандинавии. Начиная с середины атдабанского века – времени начала крупнейшей раннекембрийской трансгрессии (Розанов, 1984), распространение брахиопод и их таксономическое разнообразие начинает стремительно расти (рис. 1, 2). На Сибирской платформе, в Алтае-Саянской складчатой области, Монголии, Забайкалье оболеллиды становятся весьма многочисленной группой, среди них появилось несколько новых родов (Sibiria, Monosconcha, Magnicanalis, Bicia). В среднем течении р. Лены в отложениях зон Pagetiellus anabarus и Judomia скопления разрозненных створок Obolella иногда образуют прослой мощностью 0.5–1 см и протяженностью в несколько метров. В Забайкалье в георгиевской свите (верхняя часть атдабанского – низы ботомского ярусов) наблюдались скопления раковин Monosconcha в виде ракушечной мостовой. Тогда же, во второй половине атдабанского века, род Obolella

Сис-тема	От-дел	Ярус	Приэкваториальная зона				Зона смещения	Нотальная зона	
Кембрий	Верхний	Батырбайский	Австралия \ Северная	Центрально-	Казахстан				
		Аксайский	Антарктида \ Америка	Азиатский регион	Средняя Азия			Нотальное царство	
		Сакский							
		Аюсакканский	Перигейское царство						Восточно-
	Сред-ний	Майский							Европейская
		Амгинский	Австралия	Север-ная	Центра-льно- / АСО /	Казах-	Южная Европа		платформа
	Нижний	Тойонский	Антарктида	Аме-	Азиатский	стан / Кир-	Ближний Восток		Ава-
		Ботомский	Ю. Китай	рика	регион	Ср. Азия	Северная Африка		ло-
		Атдабанский							ния
		Томмотский							

Рис. 2. Историческое соотношение биохорий кембрийских брахиопод.

проник в Северную Америку и, вероятно, дал начало роду *Alisina*; появление древних оболеллид отмечается в Северной Африке. К концу атдабанского века широко распространились брахиоподы из семейства *Nisusiidae*. Их остатки, помимо Сибирской платформы, упоминаются в Алтае-Саянской складчатой области, на западе Северной Америки и в Мексике. Все эти брахиоподы – и оболеллиды, и нисусиды в атдабанское время встречаются исключительно среди карбонатных или глинисто-карбонатных осадков, накапливавшихся в мелководных бассейнах экваториальной зоны.

Представители патеринид в первой половине атдабана проникли на территорию, охватывавшую о-ва Великобритания, Ньюфаундленд, Кейп-Девид и самую восточную часть Северной Америки, составлявшую Авалонский континент (Landing, 1996). Они, вероятно, дали начало родам *Paterina* и *Micromitra*, которые во второй половине атдабана расселились на Восточно-Европейскую платформу и на Пиренейский полуостров. Ко второй половине атдабана относится появление двух новых отрядов брахиопод с фосфатной раковиной *Lingulida* и *Acrotretida*, самые ранние находки которых известны на территориях Восточно-Европейской платформы и Авалонского континента среди терригенных отложений. Особенно многочисленны в это время были лингулиды, представленные сразу пятью родами. Такое таксономическое разнообразие позволяет думать, что лингулиды появились раньше, и их остатки со временем будут обнаружены в томмотских и нижнеатдабанских отложениях. В конце атдабана лингулиды и акротретида проникли на Сибирскую платформу и в Северную Америку, где они тоже встречаются преимущественно в терригенных осадках.

Несмотря на то, что к концу атдабана известно чуть больше 20 родов брахиопод, половину которых составляли кальциаты, а половину – лингуляты, отчетливо видно, что к этому времени определенно наметилось два крупных царства с заметными различиями в составе их комплексов (рис. 2). Первое – Перигейское – охватывало регионы, располагавшиеся в приэкваториальной зоне: всю северную Азию, куда входили Чукотка, Сибирская платформа, Алтае-Саянская складчатая область и Монголия, большую часть Северной Америки, Казахстан, Среднюю Азию, Северную Африку, Ближний Восток, Южный и частично Северный Китай, Индию, Австралию и Антарктиду. Среди осадков там господствовали карбонатные и терригенно-карбонатные отложения. В составе брахиопод преобладали *Calciata*: *Obolellida*, первые *Articulata*; среди фосфатных брахиопод наиболее заметной группой были *Paterinida*, к концу атдабана в приэкваториальную зону постепенно стали проникать из более высоких широт лингулиды и акротретида. Второе царство – Нотальное располагалось в высоких широтах южного полушария. В него входили территории Северной и Восточной Европы (Восточно-Европейская платформа), Авалонского континента, частично Южной Европы. Среди накапливавшихся там осадков преобладали терригенные отложения, и брахиоподы были представлены исключительно лингулятами – патеринидами, лингулидами и акротретидами.

На протяжении следующего ботомского века трансгрессия, начавшаяся в середине атдабана, достигла своего максимума; в приэкваториальной зоне широко распространились карбонатные и терригенно-карбонатные фации, и вместе с ними продолжалось расселение брахиопод. Ботомские отложения с остатками брахиопод известны на западе и востоке Северной Америки, на Си-

бирской платформе, в Алтае-Саянской складчатой области, в Монголии и Забайкалье, в Казахстане и Средней Азии, в Северной Африке, Южной Европе и на Ближнем Востоке, на юге Австралии (таблица). И хотя некоторые роды были распространены очень широко, встречаясь в большинстве перечисленных регионов, почти в каждом присутствовали свои, только им присущие формы. Таким образом, в ботомское время огромное Перигейское приэкваториальное царство распалось на крупные регионы или провинции, несколько различавшиеся по составу брахиоподовых ассоциаций (рис. 2). Полной изоляции провинций друг от друга не было, о чем говорит наличие общих родов, но каждая из них характеризуется своими особенностями. Наиболее заметны различия в составе брахиопод с карбонатными раковинами. Так, для Центрально-Азиатского региона, включавшего Сибирскую платформу, Алтае-Саянскую складчатую область, Забайкалье, Монголию, Дальний Восток, было характерно разнообразие оболеллид, унаследованное еще из атдабанского века, и многочисленные Kutorgina, особенно широко распространившиеся на границе переходной и лагунной фациальных зон Сибирской платформы. В Северной Америке, как в западной, так и в восточной ее частях, присутствовали замковые брахиоподы Swantonina, Eosconcha и куторгинида Yorkia, неизвестные в ботоме за ее пределами. На территории Казахстана и Средней Азии, как и в Сибири, были многочисленны оболеллиды, но отсутствовали Sibiria, Monosconcha, Bicia, Magnicanalis, а были распространены Ivshinella; куторгини были представлены двумя родами – Kutorgina и Agyrkia.

Внутри провинций иногда выделяются небольшие районы, характеризующиеся эндемизмом доминирующей группы брахиопод. Так, в Киргизии, входившей в состав Казахстанско-Среднеазиатской провинции, встречены представители архаичных, вероятно, аберрантных групп брахиопод – отрядов Naukatida (роды Bajarinovia, Oila, Naukat) и Chileida (род Chile). Из ботомских отложений Ближнего Востока (Израиля и Иордании) и Северной Африки, относившихся к Парагондванской или Южноевропейско-Североафриканской провинции, описано четыре рода ортид (Glyptoria, Psioloria, Israelaria, Leiorgia) и куторгинида Trematosia, тоже неизвестных в ботоме других регионов. Эндемизм перечисленных брахиопод, с одной стороны, может объясняться географической изоляцией и ростом специализированности родов в условиях конкуренции (Наймарк, Розанов, 1997), а с другой – может быть следствием недостаточности наших знаний о кембрийских брахиоподах.

Брахиоподы с фосфатной раковиной характеризовались большим космополитизмом, чем карбонатные, что, вероятно, было связано как с ботомской трансгрессией, так и с биологическими

особенностями группы: более высокими возможностями для распространения на пелагической стадии и способностью осваивать разнообразные биотопы. Среди брахиопод в ботомском веке особенно широко распространились патериниды (роды Paterina и Micromitra) и лингулиды (роды Eoobolus, Lingulella (s.l.), Acrothele, Botsfordia), которые встречаются в областях с терригенно-карбонатным осадконакоплением, но отсутствуют в чистых известняках. Во многих регионах известен род акротретид Linnarssonina, вероятно, давший начало близким родам Homotreta, Hadrotreta, немного позднее – Vandalotreta. Несколько особняком по составу ассоциаций брахиопод стоит Южная Австралия. Из класса Calciata там, возможно, присутствуют куторгиниды (род Agyrkia), а из класса Lingulata – наряду с Askepasma и Eoobolus, известных и в других регионах, встречаются самые ранние Kyrshabaktella, формы, близкие к северо-американским Dicellomus и эндемичные представители семейства Botsfordiidae. Этот регион выделяется в качестве Австралийской провинции.

На территории Южного Китая, который также, вероятно, располагался в приэкваториальной зоне, находки ботомских брахиопод редки и происходят из тонких терригенных пород формации Чунчусю; они принадлежат к широко распространенным в ботомское время родам: Botsfordia, Paterina, Lingulellotreta. Возможно, брахиоподы там обитали в более глубокой части шельфа и потому сравнивать эту ассоциацию с комплексами, занимавшими мелкие карбонатные биотопы в остальных областях приэкваториальной зоны, затруднительно (Chen Junyuan et al., 1989). Поэтому территория Южного Китая не обособлена в отдельное биогеографическое подразделение.

Нотальное царство, располагалось в более высоких широтах южного полушария и включало Восточно-Европейскую платформу и Авалонский континент. Здесь преобладало терригенное осадконакопление, брахиоподы с карбонатными раковинами очень редки, имеется лишь несколько упоминаний об их единичных находках на западе и севере Восточно-Европейской платформы. Зато фосфатные брахиоподы встречаются во многих разрезах и представлены всеми тремя известными в нижнем кембрии отрядами – это Paterina, Micromitra, Botsfordia, ранние Lingulella (s.l.), Acrothele (s.l.), Acrotreta (s.l.). Хотя большинство названных форм в ботомское время известны и за пределами Нотального царства, в этом царстве они являются доминирующей группой. Возможно, в течение ботомского века Авалонский континент, располагавшийся на краю Нотального царства, тяготел к низким широтам и представлял собою обособленную провинцию в зоне смещения фаун. Там среди преимущественно терригенных пород имеются прослойки извест-

няков, которые вместе с фосфатными брахиоподами содержат и оболеллиды.

В **тойонский век** произошло некоторое сокращение площадей обитания брахиопод. Их остатки почти не встречаются в Казахстане и Средней Азии, в Южном Китае и на Ближнем Востоке, лишь единичные находки имеются в Северной Африке и Южной Европе. Наиболее обособленной остается Центрально-Азиатская провинция, в которой брахиоподы известны на Сибирской платформе и в Алтае-Саянской складчатой области (таблица). Как и прежде, преобладают карбонатные брахиоподы, среди которых вместе с доживающими оболеллидами и куторгинидами (*Obolella*, *Sibiria*, *Alisina*, *Trematobolus*, *Kutorgina*) постепенно все шире распространяются артикуляты, как известные в более древних отложениях, так и впервые появившиеся на данном уровне: *Nisusia*, *Matutella*, *Kotujella*, *Tcharella*. Фосфатные брахиоподы, наоборот, принадлежат к долгоживущим родам – *Eoobolus*, *Botsfordia*, *Linnarssonina*, *Homotreta*. Между Североамериканской и Австралийской провинциями в тойонское время, видимо, существовали связи, о чем говорит проникновение родов *Paterina*, *Micromitra*, *Eochele* в Австралию. Но при этом по-прежнему отчетливо проявляется специфика Австралийского бассейна, в котором появилась ранее неизвестная группа ортид: *Wimanella*, *Diraphora*, *Murrinyella*. Имеются местонахождения тойонских брахиопод в Антарктиде, и их состав не отличается от австралийских (Holmer et al., 1996).

Восточно-Европейская платформа, как и ранее, располагалась в пределах Нотального царства. К концу ботомского века площади осадконакопления там сильно сократились, тойонские морские терригенные отложения известны лишь в Балтийской синеклизе, в Подляско-Брестской депрессии и на Люблинском склоне (Менс и др., 1987). И всюду в них встречается однообразный комплекс фосфатных брахиопод, состоящий из *Botsfordia*, акротретид, близких к *Linnarssonina*, и лингулид, определяемых как *Lingulella* (s.l.).

В начале **среднего кембрия, в амгинском веке**, по сравнению с тойонским временем в приэкваториальной зоне заметно возросло число местонахождений с брахиоподами, часто стали встречаться массовые скопления их остатков. Особенно сильно увеличилось разнообразие отряда *Acrotretida*. Многие роды как лингулят, так и кальциат широко расселились по земному шару. Но различия между регионами на уровне доминирующих родов продолжали сохраняться (см. таблицу и рис. 1, 2).

Как и в раннем кембрии, выделяется Центрально-Азиатская провинция, охватывавшая Сибирскую платформу, Алтае-Саянскую складчатую область, Монголию, Дальний Восток, Забай-

калье. На Сибирской платформе брахиоподовая фауна обитала в унаследованных от раннего кембрия бассейнах. Среди фосфатных брахиопод сохранились все тойонские роды. К ним добавились *Kyrshabaktella* и *Oepikites*, которые мигрировали соответственно из Австралии и, вероятно, из Восточно-Европейской платформы, принадлежавшей Нотальному царству. Из кальциат на Сибирской платформе доживали последние оболеллиды (*Trematobolus*), довольно многочисленными были *Nisusia* и *Matutella*, и распространились представители второго кембрийского отряда *Pentamerida* – род *Cambrotrophia*. На территории Дальнего Востока и Монголии состав брахиопод очень беден, из обоих районов известны *Lingulella* (s.l.), *Botsfordia* и неопределимые до рода акротретиды. Основу ассоциации брахиопод Алтае-Саянской складчатой области составляли лингуляты, среди которых присутствовали как роды, известные на Сибирской платформе (*Oepikites*, *Kyrshabaktella*, *Linnarssonina*, *Prototreta*, *Homotreta*), так и роды, мигрировавшие сюда из других областей – *Eochele*, *Dictyonina*. Кроме них в амгинском веке Алтае-Саянской складчатой области впервые появились представители семейств *Scaphelasmataceae* (род *Batenevotreta*), *Experilingulidae* (род *Chakassilingula*) и один из ранних представителей *Ceratretidae* (род *Erbotreta*). Из кальциат так же, как и на Сибирской платформе, встречены *Nisusia* и *Matutella*. Вероятно, Алтае-Саянская складчатая область в амгинское время могла быть вторичным центром диверсификации фосфатных брахиопод на краю Центрально-Азиатской провинции.

Казахстанско-Среднеазиатская провинция являлась еще одним вторичным центром диверсификации фосфатных брахиопод в амгинское время. Здесь в это время отмечено появление нескольких новых родов из отряда *Acrotretida*, которые позже очень широко распространились по земному шару. Это *Neotreta*, *Stilpnotreta*, *Anabolutreta*, *Kotylotreta*. Вместе с ними в бассейне обитали роды, возможно, мигрировавшие сюда из Центрально-Азиатской области: *Paterina*, *Dictyonina*, *Kyrshabaktella*. Из карбонатных брахиопод встречены появившиеся еще в раннем и широко распространившиеся в среднем кембрии роды *Wimanella*, *Diraphora*, *Cambrotrophia*, и известная в Северной Америке на Аляске – *Arctohedra* (Пельман и др., 1992).

В Североамериканской провинции в амгинском веке среди фосфатных брахиопод преобладали роды, перешедшие из раннего кембрия (*Micromitra*, *Dictyonina*, *Lingulella* (s.l.), *Eoobolus*, *Acrochele*, *Linnarssonina*, *Prototreta*, *Homotreta*, *Hadrotreta*). Из вновь появившихся можно назвать лишь *Aphelotreta*. Среди карбонатных брахиопод присутствуют как широко распространенные роды (*Nisusia*, *Wimanella*, *Diraphora*, *Jamesella*, *Cambrotrophia*), так и появившиеся впервые на этом уровне *Loperia* и *Protorthis*.

Возможно, Североамериканский бассейн располагался на миграционных путях брахиопод из Австралийской в Центрально-Азиатскую и Казахстанскую провинции.

Значительным своеобразием брахиоподового комплекса по-прежнему отличается Австралийская провинция. Здесь особенно богат комплекс карбонатных брахиопод, в котором присутствуют как широко распространенные (*Nisusia*, *Wimanella*, *Arctohedra*, *Acareorthis*, *Cambrotrophia*), так и новые роды (*Cymbria*, *Australohedra*, *Glyphyorthis*). В составе фосфатных брахиопод преобладают перешедшие из раннего кембрия роды *Eoobolus*, *Kyushabaktella*, *Linnarssonina*, *Prototreta*, *Paterina*, *Micromitra*, *Acrothele*, *Vandalotreta*, но появляются и новые роды *Amictocracens*, *Picnotreta*, *Angulotreta*.

Южноевропейско-Североафриканская (или Парагондванская) провинция в начале среднего кембрия, вероятно, располагалась на краю Перигейского царства, ближе к Нотальному, и могла являться зоной смещения экваториальных и нотальных элементов (рис. 2). Здесь заметную роль в брахиоподовых комплексах стали играть фосфатные брахиоподы, представленные такими широко распространенными родами, как *Paterina*, *Micromitra*, *Acrothele*, *Botsfordia*, *Vandalotreta*. В составе кальциат есть несколько эндемичных родов: *Bohemiella*, *Brachimorthis*, *Chilidorthis*, а есть известные в других регионах, это доживающие оболеллиды (*Trematobolus*, *Yorkia*) и *Jamesella*.

В Нотальном царстве, брахиоподы из которого известны только с территории Восточно-Европейской платформы, как и прежде преобладали фосфатные брахиоподы с очень бедным родовым комплексом. В составе лингулят присутствуют *Lingulella* (s.l.), *Oepikites*, *Westonia*, *Acrothele*, *Botsfordia*, на севере Скандинавии – *Bozshakolia*, а на Новой Земле – *Nadrotreta*.

В майском веке среднего и аюсокканском веке позднего кембрия состав брахиопод в пределах Перигейского царства становится удивительно однородным и дифференциация царства на провинции практически не заметна (рис. 2). Преобладали лингуляты, таксономическое разнообразие которых сильно возросло. Особенно заметной была радиация в отрядах *Lingulida* и *Acrotretida*. Число родов кальциат сильно уменьшилось (рис. 1), что, возможно, было связано с сокращением площадей мелких шельфов. Лингуляты же смогли распространиться в относительно глубоководные биотопы с илстыми субстратами, заселив внешние края шельфов. Сообщества лингулят были широко распространены на севере Сибирской платформы, в Гренландии, в хребте Малый Каратау, в Северном Китае (Ушатинская, 1994; Пельман и др., 1992; Zell, Rowell, 1988; Mei, 1993). Среди них обычно доминировали акротретида, отличительной чертой сообществ было высокое таксо-

номическое разнообразие (7–10 родов) и преобладание таксонов с широким географическим распространением. В это время широкое, почти всеветное распространение приобретают как роды, возникшие еще в раннем кембрии: *Paterina*, *Acrothele*, *Linnarssonina*, *Homotreta*, так и появившиеся в среднем кембрии: *Stilpnoretta*, *Angulotreta*, *Anabolotreta*, *Dactylotreta*. Иногда очень широкое распространение имеют не только роды, но и виды.

В пределах Нотального царства, где располагалась Восточно-Европейская платформа, наиболее широко распространенными осадками были однородные кварцевые пески. Брахиоподы отличались крайним однообразием: преобладали лингулиды родов *Obolus* и *Oepikites*; реже встречались *Botsfordia*, *Acrothele*, патериниды. Лишь на самом севере Скандинавии и на Новой Земле, которые, вероятно, тяготели к более низким широтам, и где имелись тонкие прослои известняков, встречены распространенные в приэкваториальной зоне *Stilpnoretta*, *Angulotreta*, *Diraphora*.

Начиная с сакского века и на протяжении остальной части позднего кембрия, в Перигейском царстве снова намечается дифференциация биохорий (рис. 2). На Сибирской платформе, в Алтае-Саянской складчатой области, в Забайкалье, Монголии, составлявших Центрально-Азиатскую провинцию, остатки фосфатных брахиопод немногочисленны, а среди карбонатных часто встречаются космополитные *Billingsella* и *Eoorthis*, и появились новые роды *Ambardella*, *Bajanorthis*, *Marsharella*, *Mogoktella*, *Bobinella*. В Казахстанско-Среднеазиатской провинции фосфатные брахиоподы, наоборот, более разнообразны. Среди них имеются некоторое количество широко распространенных родов (*Broeggeria*, *Fossuliella*, *Angulotreta*), но преобладают эндемики, за пределами Казахстана неизвестные (*Mirilingula*, *Experilingula*, *Satpakella*, *Olentotreta*, *Akmolina*, *Eoscapheasma*). Среди карбонатных брахиопод наиболее многочисленны *Billingsella*, встречены *Mesonomia* и *Apheorthis*, распространенные также в Северной Америке, и *Huenella*, кроме Северной Америки известная на Сибирской платформе. Так что Казахстанско-Среднеазиатская провинция, вероятно, могла быть местом возникновения некоторых линий фосфатных брахиопод, которые в раннем ордовике успешно продолжали расселяться.

Североамериканская провинция, напротив, характеризуется большим разнообразием карбонатных брахиопод и бедным комплексом лингулят. Среди первых здесь помимо уже упоминавшихся *Billingsella*, *Mesonomia* и *Huenella* присутствуют *Cymbrithyris*, *Archaeorthis*, *Syntrophia*, *Plectotrophia*, *Glyptotrophia*, *Clarkella*, *Palaeostrophia*. А среди фосфатных встречаются известные в других регионах роды *Broeggeria*, *Ceratreta*, *Dactylotreta*, *Schizambon*.

На территории Австралии, Антарктиды, Северного и Южного Китая, Индии брахиоподы из верхней половины кембрия почти неизвестны. Упоминание о находках широко распространенных родов *Dactylotreta*, *Schizambon*, *Eoorthis*, *Billingsella*, *Syntrophia*, *Palaeostrophia* может лишь говорить о возможных связях Антарктидо-Австрало-Китайского бассейна с другими акваториями приэкваториальной зоны. Также ничего определенного по брахиоподам нельзя сказать о территории Южной Европы, Северной Африки и Ближнего Востока. Присутствующие там единичные находки брахиопод чаще всего принадлежат космополитному роду *Billingsella* и не позволяют ни с уверенностью рассматривать этот регион как отдельную биохирию, ни объединять его с другими.

К Нотальному царству, как и ранее, принадлежала Восточно-Европейская платформа. В ее северо-западной части и в пределах Московской синеклизы существовал сильно изменчивый по очертаниям морской бассейн с терригенным осадконакоплением. В составе брахиопод преобладали представители лингулят. Наиболее прибрежные части были заняты монотипическим сообществом *Ungula*, мористее было распространено сообщество *Oerikites*, а самая глубоководная часть была заселена *Oerikites*, *Rebrovia*, *Ceratreta*, *Keyserlingia*, *Gorchakovia* (Опорные разрезы..., 1989). В местах распространения первых двух сообществ иногда наблюдаются массовые скопления их створок, образующие так называемые "оболовые песчаники", являющиеся источником фосфоритового сырья. В пределах Московской синеклизы тоже были широко распространены сообщества *Obolus* и *Oerikites*. На севере Польши и в Скандинавии, территории которых располагались в более низких палеоширотах, в отложениях второй половины верхнего кембрия иногда присутствуют скопления рода *Orusia*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распределение брахиопод в кембрийский период (так же как и на протяжении остального фанерозоя) определялось в значительной степени климатической зональностью. В кембрии существовало две крупных климатических зоны – приэкваториальная и нотальная, которым соответствовали два царства брахиопод – Перигейское и Нотальное. Различия в составе брахиопод между царствами фиксируются уже со второй половины атдабанского века. В Перигейском царстве на протяжении всего кембрия наиболее многочисленными и разнообразными были брахиоподы из класса *Calciata*. В ботомском веке Перигейское царство распалось на ряд акваторий, которые несколько различались по составу родовых комплексов из отрядов *Obolellida*, *Kutorginida* и *Orthi-*

da в раннем и из отрядов *Orthida* и *Pentamerida* в позднем кембрии. Предполагается, что эта еще сравнительно небольшая разница свидетельствует о начале биогеографической дифференциации, но в кембрии ассоциации брахиопод еще так немногочисленны, что скорее можно говорить о провинциальности брахиоподовой фауны. В промежутки времени, соответствующий майскому веку среднего и аюсокканскому веку позднего кембрия, Перигейское царство характеризовалось удивительно однообразным составом брахиопод, и дифференциация его на провинции не проявлена. Во второй половине позднего кембрия оно снова распалось на ряд биохирий. Нотальное царство на протяжении всего кембрия представляло собою единую биохирию, распространенные в нем брахиоподы почти исключительно принадлежали классу *Lingulata*.

В ходе работы авторы неоднократно пользовались консультациями А.Ю. Розанова, которому они очень признательны.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 96-05-64130).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксарина Н.А., Пельман Ю.Л. Кембрийские брахиоподы и двустворчатые моллюски Сибири. М.: Наука, 1978. 146 с.
- Андреева О.Н. Некоторые кембрийские брахиоподы Сибири и Средней Азии // Палеонтол. журн. 1962. № 2. С. 87–96.
- Андреева О.Н. Новые виды позднекембрийских ортид и пентамерид Сибирской платформы // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. М.: Недра, 1968. Вып. 2. Ч. 2. С. 71–84.
- Андреева О.Н. Кембрийские замковые брахиоподы // Палеонтол. журн. 1987. № 4. С. 31–40.
- Воронова Л.Г., Дроздова Н.А., Есакова Н.В. и др. Ископаемые нижнего кембрия гор Маккензи (Канада). М.: Наука, 1987. 88 с.
- Горянский В.Ю. Беззамковые брахиоподы кембрийских и ордовикских отложений Северо-Запада Русской платформы. Л.: Недра, 1969. 173 с.
- Горянский В.Ю. Новые раннекембрийские оболеллиды Восточной Сибири // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. М.: Наука, 1977. С. 99–100.
- Горянский В.Ю., Егорова Л.И., Савицкий В.Е. О фауне нижнего кембрия северного склона Анабарского щита // Учен. зап. НИИГА. Палеонтология и биостратиграфия. 1964. Вып. 4. С. 5–30.
- Горянский В.Ю., Конева С. П. Нижнекембрийские беззамковые брахиоподы хребта Малый Каратау // Биостратиграфия и палеонтология нижнего и среднего кембрия Северной Азии. М.: Наука, 1983. С. 128–138.
- Зезина О.Н. Экология и распространение современных брахиопод. М.: Наука, 1976. 136 с.
- Иманалиев Ч.И. Новые кембрийские акротретиды (беззамковые брахиоподы) Чаткальского хребта (Средний Тянь-Шань) // Биостратиграфия и палеонтоло-

- гия нижнего и среднего кембрия Северной Азии. М.: Наука, 1983. С. 139–150.
- Конева С.П. Стенотекоиды и беззамковые брахиоподы нижнего и низов среднего кембрия Центрального Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1979. 123 с.
- Конева С.П. Новое семейство кембрийских беззамковых брахиопод // Палеонтол. журн. 1986. № 1. С. 49–55.
- Конева С.П. Некоторые средне- и позднекембрийские беззамковые брахиоподы Малого Каратау (Южный Казахстан) // Биостратиграфия и палеонтология кембрия Северной Азии. М.: Наука, 1986. С. 201–209.
- Конева С.П. Новые среднекембрийские акротретицы Малого Каратау (Южный Казахстан) // Палеонтол. журн. 1990. № 3. С. 47–56.
- Конева С.П., Попов Л.Е. Некоторые новые лингулиды из верхнего кембрия и нижнего ордовика Малого Каратау // Стратиграфия и палеонтология нижнего палеозоя Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1983. С. 112–124.
- Конева С.П., Попов Л.Е. Акротретицы (беззамковые брахиоподы) из пограничных отложений кембрия-ордовика хребта Малый Каратау (Южный Казахстан) // Ежегодник ВПО. 1988. Т. 31. С. 52–72.
- Конева С.П., Попов Л.Е., Ушатинская Г.Т. и др. Беззамковые брахиоподы (акротретицы) и микропроблематики из верхнего кембрия Северо-Восточного Казахстана. Биостратиграфия и палеонтология кембрия Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1990. С. 158–169.
- Коровников И.В., Ушатинская Г.Т. Новый род лингулят (брахиоподы) из нижнего кембрия Тувы // Палеонтол. журн. 1994. № 3. С. 128–130.
- Малахов В.В. Некоторые стадии развития замковой брахиоподы *Spismatocentrum sakhalinensis* raum и проблема эволюции способа закладки целомической мезодермы // Зоол. журн. 1976. Т. 55. Вып. 1. С. 66–75.
- Мейен С. В. Филогенез высших растений и флорогенез // Международный Геологический конгресс. 27-я сессия. Секция C02. Палеонтология. Доклады. Т. 2. М.: Наука, 1984. С. 75–80.
- Менс К., Бергстрём Я., Лендзён К. Кембрий Восточно-Европейской платформы (корреляционная схема и объяснительная записка). Таллинн: Валгус, 1987. 120 с.
- Наймарк Е.Б., Розанов А.Ю. Закономерности развития региональных фаун правильных археоциат // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 1. С. 67–78.
- Никитин И.Ф. Брахиоподы кембрия и нижнего ордовика северо-востока Центрального Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН Каз. ССР, 1956. 141 с.
- Никитин И.Ф., Попов Л.Е. Замковые брахиоподы из верхнего кембрия и нижнего ордовика Малого Каратау // Стратиграфия и палеонтология нижнего палеозоя Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1983. С. 124–134.
- Опорные разрезы и стратиграфия кембро-ордовикской фосфоритоносной оболовой толщи на северо-западе Русской платформы / Под ред. Никитина И.Ф. Л.: Наука, 1989. 222 с.
- Пельман Ю.Л. Ранне- и среднекембрийские беззамковые брахиоподы Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1977. 168 с.
- Пельман Ю.Л., Аксарина Н.А., Конева С.П. и др. Древнейшие брахиоподы территории Северной Евразии. Новосибирск: Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии РАН, 1992. 145 с.
- Попов Л.Е. Кембрийские замковые брахиоподы из южного берега бухты Грибовой, Южный остров // Новая Земля на ранних этапах геологического развития. Л.: ПГО Севморгеология, 1984. С. 27–35.
- Попов Л.Е. Кембрийские беззамковые брахиоподы из северо-западной части Южного острова архипелага Новая Земля // Стратиграфия и фауна палеозоя Новой Земли. Л.: ПГО Севморгеология, 1985. С. 17–30.
- Попов Л.Е., Зезина О.Н., Нылвак Я. Микроструктура апикальной части раковины беззамковых брахиопод и ее экологическое значение // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 6. С. 94–103.
- Попов Л.Е., Соловьев И.А. Среднекембрийские беззамковые брахиоподы, ханцеллории, кониконхии и трилобиты Западной Антарктиды (хребты Шеклтон и Арджентина) // Антарктика. 1981. № 20. С. 64–72.
- Попов Л.Е., Тихонов Ю.А. Раннекембрийские брахиоподы из Южной Киргизии // Палеонтол. журн. 1990. № 3. С. 33–45.
- Репина Л.Н., Яскович Б.Н., Аксарина Н.А. и др. Стратиграфия и фауна нижнего палеозоя северных предгорий Туркестанского и Алайского хребтов (Южный Тянь-Шань). Новосибирск: Наука, 1975. 351 с.
- Розанов А.Ю. Некоторые аспекты изучения био- и палеогеографии раннего кембрия // Международный Геологический конгресс. 27-я сессия. Секция C02. Палеонтология. Докл. Т. 2. М.: Наука, 1984. С. 85–93.
- Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В., Волкова Н.А. и др. Томмотский ярус и проблемы нижней границы кембрия. М.: Наука, 1969. 380 с.
- Стратиграфия верхнекембрийских и кембрийских отложений запада Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1979. 234 с.
- Ушатинская Г.Т. Находка древнейшей замковой брахиоподы // Палеонтол. журн. 1986. № 4. С. 103–104.
- Ушатинская Г.Т. Необычные беззамковые брахиоподы из нижнего кембрия Монголии // Палеонтол. журн. 1987. № 2. С. 62–68.
- Ушатинская Г.Т. Оболенеллиды (брахиоподы с замковым сочленением створок) из нижнего кембрия Забайкалья // Палеонтол. журн. 1988. № 1. С. 34–39.
- Ушатинская Г.Т. Новый род патеринид (брахиоподы) из нижнего кембрия Западной Монголии // Палеонтол. журн. 1993. № 1. С. 115–118.
- Ушатинская Г.Т. Нижне- и среднекембрийские лингулиды Сибирской платформы // Палеонтол. журн. 1993. № 2. С. 133–136.
- Ушатинская Г.Т. Новые средне-позднекембрийские акротретицы (брахиоподы) севера Сибирской платформы и некоторые вопросы их систематики // Палеонтол. журн. 1994. № 4. С. 38–54.
- Ушатинская Г.Т. Новые средне- и верхнекембрийские лингулиды и патериниды (брахиоподы) севера Сибирской платформы // Палеонтол. журн. 1997. № 5. С. 50–57.
- Ушатинская Г.Т. “Зубастые” беззамковые брахиоподы из среднего кембрия Сибири и Казахстана // Палеонтол. журн. 1998. № 5. С. 38–42.
- Ушатинская Г.Т., Гидаспов А.Д., Рязанцев А.В. Местонахождение среднекембрийских беззамковых бра-

хиопод в Северо-Восточном Казахстане // Палеонтол. журн. 1986. № 3. С. 35–40.

Хазанович К.К., Попов Л.Е., Мельникова Л.М. Беззамковые брахиоподы, остракоды (брадорииды) и хиолителминты из саблинской свиты Ленинградской области // Палеонтол. журн. 1984. № 4. С. 33–47.

Ярусное расчленение нижнего кембрия. Стратиграфия. М.: Наука, 1984. 184 с.

Allen P. M., Jackson A.A., Rushton A.W.A. The stratigraphy of the Mawddach Group in the Cambrian succession of North Wales // Proceedings of the Yorkshire. Geol. Soc. 1981. V. 43. Pt. 3. № 16. P. 295–329.

Atkins D. The ciliary feeding mechanism of the Megathyridae (Brachiopoda) and the growth stages of the lophophore // J. Marine Biol. Assoc. United Kingdom. 1960. V. 39. P. 459–479.

Bell W.C. Cambrian Brachiopoda from Montana // J. Paleontol. 1941. V. 15. № 3. P. 193–255.

Bell W.C., Ellinwood H.L. Upper Franconian and Lower Trempealean Cambrian Trilobites and Brachiopods, Wilberns Formation, Central Texas // J. Paleontol. 1962. V. 36. № 3. P. 385–423.

Berg-Madsen V. A review of the Andrarum Limestone and the upper alum shale (Middle Cambrian) of Bornholm, Denmark // Bull. Geol. Soc. Denmark. 1985. V. 34. P. 133–143.

Biernat G. Ordovician inarticulate brachiopods from Poland and Estonia // Palaeontologia Polonica. 1973. № 28. 120 p.

Brock G.A. Middle Cambrian articulate brachiopods from the Southern New England Fold belt, Northeastern N.S.W., Australia // J. Paleontol. 1998. V. 72. № 4. P. 604–619.

Chen Junyuan, Hou Xianguang, Erdtmann B.D. New soft-bodied fossil fauna near the base of the Cambrian system at Chengjiang, Eastern Yunnan, China // Chinese Acad. Sci. Developments in Geoscience. Contribution to 28th Intern. Geol. Congress. 1989. Washington, USA. 1989. Science Press, Beijing, China. P. 265–278.

Chuang S.H. The ciliary feeding mechanisms of *Lingula unguis* (L.) // Proc. Zool. Soc. London. 1956. V. 127. Pt. 2. P. 167–189.

Chuang, S.H. The structure and function of the alimentary canal in *Lingula unguis* (L.) (Brachiopoda) // Proc. Zool. Soc. London. 1959. V. 132. P. 283–311.

Cobbold E.S. The Cambrian horizons of Comley (Schropshire) and their Brachiopoda, Pteropoda, Gastropoda etc. // Quart. J. Geol. Soc. London. 1921. V. 76. Pt. 4. № 304. P. 325–386.

Cooper G.A. New Cambrian brachiopods from Alaska // J. Paleontol. 1936. V. 10. № 2. P. 210–214.

Cooper G.A. New brachiopods from the Lower Cambrian of Virginia // J. Washington Acad. Sci. 1951. V. 41. № 1. P. 4–8.

Cooper G.A. New and unusual species of brachiopods from the Arbuckle group in Oklahoma // Smithsonian Miscel. Coll. 1952. V. 117. № 14. P. 35.

Cooper G.A. Lower Cambrian brachiopods from the Rift valley (Israel and Jordan) // J. Paleontol. 1976. V. 50. № 2. P. 269–289.

Elich O. Lower Cambrian carbonates from eastern Germany: Palaeontology, stratigraphy and palaeogeography // N. Jb. Geol. Paleontol. Abh. 1994. V. 191. № 1. P. 69–93.

Engelbretsen M.J. Middle Cambrian lingulate brachiopods from the Murrawong Creek Formation, Northeastern New South Wales // Historical Biology. 1996. V. 11. P. 69–99.

Freyer G. Die unterkambrische Brachiopodenfauna des Gortitzer Schiefergebirges // Abhandl. und Berichte des Naturkundemuseums Gortitz. 1981. Bd. 54. № 5. S. 1–20.

Freeman R.J., Stitt J.H. Upper Cambrian and lowest Ordovician articulate brachiopods from the Arbuckle and Wichita Mountains, Oklahoma // J. Paleontol. 1996. V. 70. № 3. P. 355–372.

Geyer G. A new obolellid brachiopod from the Lower Cambrian of Morocco // Palaeontology. 1994. V. 68. Pt. 5. P. 995–1002.

Geyer G. Mediterranean representatives of the obolellid *Trematobolus* Matthew (Brachiopoda) and a review of the genus // Paläontol. Z. 1995. V. 69. № 1/2. P. 181–211.

Geyer G., Landing E. The Cambrian of the Moroccan Atlas region // MOROCCO'95 – the Lower-Middle Cambrian standard of Western Gondwana. Beringeria Special Issue. 1995. V. 2. P. 7–46.

Geyer G., Mergl M. Protortacean brachiopods from the Middle Cambrian of Morocco // J. Paleontol. 1997. V. 71. № 5. P. 791–811.

Gil Cid M.-D., Melou M. Brachiopodes du Cambrien moyen de Zafra (Province de Badajoz, Espagne) // Geol. Mediterranee. 1985–1986. T. 12–13. № 3–4. P. 197–205.

Grant R.E. Faunas and stratigraphy of the Snowy Range Formation (Upper Cambrian) in Southwestern Montana and Northwestern Wyoming // Geol. Soc. America. 1965. Mem. 96. 171 p.

Havliček V. Pompeckium and Jamesella (Orthacea, Brachiopoda) in the Middle Cambrian of Bohemia // Věstn. Ústřed. ustavu geol. 1970. V. 45. P. 289–290.

Havliček V. Brachiopods of the order Orthida in Czechoslovakia // Rozpr. Ústřed. ustavu geol. 1977. V. 44. 327 p.

Havliček V., Josopait V. Articulate Brachiopods from the Iberian Chains, Northeast Spain (Middle Cambrian – Upper Cambrian – Tremadoc) // N. Jb. Geol. Paleont. Abh. 1972. V. 140. № 3. P. 328–353.

Henderson R.A., Debrenne F., Rowell A.J. et al. Brachiopods, archaeocyathids and Pelmatozoa from the Minaret Formation of the Ellsworth Mountains, West Antarctica // Geol. Soc. America. 1992. Mem. 170. P. 249–267.

Henderson V., MacKinnon D.I. New Cambrian Inarticulate Brachiopoda from Australasia and the age of Tasman Formation // Alcheringa. 1981. V. 5. P. 289–309.

Hill D., Playford G., Woods J.T. Cambrian fossils of Queensland // Queensland Palaeontogr. Soc. Brisbane. 1971. 32 p.

Hinz I. The Lower Cambrian microfauna of Comley and Rushton, Schropshire, England // Paleontographica. Abt. A. 1987. V. 198. lfg 1–3. P. 41–100.

Hoffman P. F. Did the breakout of Laurentia turn Gondwanaland inside-out? // Science. 1991. V. 252. P. 1409–1412.

Holmer L.E., Popov L.E. The acrotretacean brachiopod *Ceratreta tanneri* (Metzger) from the Upper Cambrian of Baltoscandia // Geol. fören. Stockholms förhandl. 1994. V. 112. Pt. 3. P. 249–263.

Holmer L.E., Popov L.E., Koneva S.P. et al. Early Cambrian *Lingulellotreta* (Lingulata, Brachiopoda) from South Kazakhstan (Malyi Karatau range) and South China (Eastern Yunnan) // J. Paleontol. 1997. V. 71. № 4. P. 577–585.

- Holmer L.E., Popov L.E., Wrona R.* Early Cambrian Lingulate brachiopods from glacial erratics of King George Island (South Shetland Islands), Antarctica // *Paleontol. Polonica*. 1996. № 55. P. 37–50.
- Holmer L.E., Ushatinskaya G.T.* Ceratretide brachiopods from the Lower and Middle Cambrian of Sweden, Kazakhstan, and Siberia // *Geol. fören. Stockholm förhandl.* 1994. V. 116. Pt. 3. P. 203–210.
- Huang You-zhuang, Wang Hua-yu, Zhao Yuan-long et al.* Brachiopods from Early-Middle Cambrian Kaili Formation in Taijiang, Guizhou // *Acta Paleontol. Sinica*. 1994. V. 33. № 3. P. 342–347.
- Jendryka-Fuglewicz B.* Analiza porównawcza ramienionogów z utworów kambru gór Świętokrzyskich i platformy prekambryjskiej w Polsce // *Przegl. Geol.* 1992. № 3 (467). P. 150–155.
- Jin Yugan, Hou Xianguang, Wang Huayu.* Lower Cambrian pediculate lingulids from Yunnan, China // *J. Paleontol.* 1993. V. 67. № 5. P. 788–798.
- Kerber M.* Microfossilen aus Unterkambrischen Gesteinen der Montagne Noire, Frankreich // *Palaeontographica*. Abt. A. 1988. Bd. 202. P. 127–203.
- Kirschvink J.L.* A paleogeographic model for Vendian and Cambrian time / Eds Schopf J.W., Klein C. // *The Proterozoic biosphere, a multidisciplinary study*. Cambridge Univ. Press. 1992. P. 569–581.
- Kruse P. D.* Cambrian paleontology of the Daly Basin // Northern Territory. Geol. Survey. 1990. Rep. 7. 57p.
- Kumar G., Raina B.K., Bhatt D.K. et al.* Lower Cambrian body- and trace-fossils from the Tal Formation Garhwal synform, Uttar Pradesh, India // *J. Palaeontol. Soc. of India*. 1983. V. 28. P. 106–111.
- Landing E.* Lower Cambrian of Eastern Massachusetts: stratigraphy and small shelly fossils // *J. Paleontol.* 1988. V. 62. № 5. P. 661–695.
- Landing E.* Upper Precambrian through Lower Cambrian of Cape Breton Island: faunas, paleoenvironments and stratigraphic revision // *J. Paleontol.* 1991. V. 65. № 4. P. 570–594.
- Landing E.* Avalon: Insular continent by the latest Precambrian // *Geol. Soc. of America, Spec. Paper*. 1996. V. 304. P. 29–63.
- Landing E., Bartowski K.E.* Oldest shelly fossils from the Taconic Allochthon and late Early Cambrian sea-levels in eastern Laurentia // *J. Paleontol.* 1996. V. 50. № 5. P. 741–762.
- Landing E., Narbonne G.M., Myrow P. et al.* Faunas and depositional environments of the Upper Precambrian through Lower Cambrian, southeastern Newfoundland / Eds Landing E., Narbonne G.M., Myrow P. // *Trace fossils, small shelly fossils and the Precambrian-Cambrian boundary*. New York State Museum Bulletin. 1988. V. 462. P. 18–52.
- Laurie J.R.* Phosphatic fauna of the Early Cambrian Todd River Dolomite, Amadeus Basin, Central Australia // *Alcheringa*. 1986. V. 10. P. 431–454.
- Laurie J.R.* Silicified Late Cambrian brachiopods from the Georgina Basin, western Queensland // *Alcheringa*. 1997. V. 21. P. 179–189.
- Linan E., Mergl M.* Lower Cambrian Brachiopods of Sierra Morena, SW Spain // *Roy. Soc. Espanola Hist. Nat. (Geol.)*. 1982. V. 80. P. 207–220.
- Liu Di-yang.* Earliest Cambrian brachiopods from South West China // *Acta Palaeontol. Sinica*. 1979. V. 18. № 5. P. 505–511.
- Lochman Ch.* Upper Cambrian fauna from the subsurface Deadwood Formation, Williston basin, Montana // *J. Paleontol.* 1964. V. 38. № 1. P. 33–60.
- Lochman Ch.* Stratigraphy, paleontology and paleogeography of the Elliptocéphala asaphoides strata in Cambridge and Hoosick Quadrangles, New York // *Bull. Geol. Soc. of America*. 1956. V. 67. P. 1331–1396.
- Luo Huilin.* Subdivision and correlation of the Cambrian system in southeastern Yunnan // *Acta geologica Sinica*. 1984. V. 50. № 2. P. 87–96.
- Luo Huilin, Jiang Zhiwen, Wu Xiche et al.* Sinian-Cambrian Boundary Stratotype Section at Meishucun, Jinning, Yunnan, China. The People's Publishing House, China. 1984. 154 p.
- Mackinnon D.I.* A late Middle Cambrian orthide-kutorginide brachiopod fauna from northwest Nelson, New Zealand // *New Zealand J. Geol. and Geophys.* 1983. V. 26. P. 97–102.
- McMenamin M.A.S., McMenamin D.L.S.* The Emergence of Animals: The Cambrian Breakthrough. Columbia University Press, New York. 1990. 217 p.
- Mei Shi-long.* Middle and Upper Cambrian Inarticulate Brachiopods from Wanxian, Hubei, North China // *Acta Paleontol. Sinica*. 1993. V. 32. № 4. P. 417–438.
- Mergl M.* New brachiopods (Cambrian-Ordovician) from Algeria and Morocco (Mediterranean Province) // *Casopis pro Mineral. a Geolog.* 1983. V. 28. № 4. P. 337–348.
- Mergl M.* Inarticulate brachiopods of early Middle Cambrian age from the High Atlas, Morocco // *Věst. Ústřed. ústavu geol.* 1988. V. 63. № 5. P. 291–295.
- Mergl M., Linan E.* Some Cambrian brachiopoda of the Cordillera Iberica and their biostratigraphical significance // *Mem. de las I Jornadas de Paleontologia*. 1986. Coleccion Actas 5. Zaragoza. P. 159–180.
- Mergl M., Slehoferova P.* Middle Cambrian inarticulate brachiopods from Central Bohemia // *Sborn. Geol. ved. Palaeontol.* 1990. V. 31. P. 67–104.
- Moore R.C., ed.* Treatise on Invertebrate Palaeontology, Part V. Brachiopoda. V. 1. Geol. Soc. of America and University of Kansas Press, Lawrence, 1965. 521 p.
- Palmer A.R.* The faunas of the Riley Formation in Central Texas // *J. Paleontol.* 1954. V. 28. № 6. P. 709–786.
- Popov L.E., Berg-Madsen V., Holmer L.E.* Review of the Cambrian acrotretid brachiopod Neotreta // *Alcheringa*. 1994. V. 18. P. 345–357.
- Popov L.E., Holmer L.E.* Cambrian-Ordovician lingulate brachiopods from Scandinavia, Kazakhstan and South Ural Mountains // *Fossils & Strata*. 1994. № 35. 156 p.
- Popov L.E., Holmer L.E., Gorjansky V. Ju.* Middle Cambrian lingulate brachiopods from the Tarbagatay Range, Kazakhstan // *Acta palaeontol. polon.* 1996. V. 41. № 3. P. 299–317.
- Popov L.E., Holmer L.E., Rowell A.J. et al.* Early Cambrian brachiopods from North Greenland // *Palaeontology*. 1997. V. 40. Pt. 2. P. 337–354.
- Powell C.McA., Li Z.X., McElhinny M.W. et al.* Paleomagnetic constraints on the Neoproterozoic breakup of Rodinia and the mid-Cambrian formation of Gondwanaland // *Geol.* 1993. V. 21. P. 889–892.

- Puura I.* Lingulate brachiopods and biostratigraphy of the Cambrian-Ordovician boundary beds in Baltoscandia // Inst. of Earth Sci. Department of Historical Geology and Palaeontology. Uppsala University. 1996. 136 p.
- Puura I., Holmer L.E.* Lingulate brachiopods from the Cambrian-Ordovician boundary beds in Sweden // Geol. fören. i Stockgolms förhandl. 1993. V. 115. Pt. 3. P. 215–237.
- Roberts J., Jell P.A.* Early Middle Cambrian (Ordian) brachiopods of the Coonigan Formation, western New South Wales // Alcheringa. 1990. V. 14. P. 257–309.
- Rowell A.J.* The genera of the brachiopod superfamilies Obolacea and Siphonotretacea // J. Paleontol. 1962. V. 36. № 1. P. 136–152.
- Rowell A.J.* Revision of some Cambrian and Ordovician Inarticulate brachiopods // The University of Kansas. Paleontol. Contributions. 1966. Pap. 7. 36 p.
- Rowell A.J.* Early Cambrian brachiopods from the southwestern Great Basin of California and Nevada // J. Paleontol. 1977. V. 51. № 1. P. 68–85.
- Rowell A.J.* Inarticulate brachiopods of the Lower and Middle Cambrian Pioche shale of the Pioche district, Nevada // The University of Kansas. Paleontol. Contributions. 1980. Pap. 98. 26 p.
- Rowell A.J.* The distribution and inferred larval dispersion of *Rhondellina dorei*: A new Cambrian brachiopod (Acrotretida) // J. Paleontol. 1986. V. 60. № 6. P. 1056–1065.
- Rowell A.J., Bell W.C.* The Inarticulate brachiopod *Curticia* Walcott // J. Paleontol. 1961. V. 35. № 5. P. 927–931.
- Rowell A.J., Henderson R.A.* New genera of Acrotretids from the Cambrian of Australia and the United States // The University of Kansas. Paleontol. Contributions. 1978. Pap. 93. 14 p.
- Rozanov A.Yu., Zhuravlev A.Yu.* Lower Cambrian fossil records of the Soviet Union / Eds Lipps J.H., Signor P.W. // Origin and Early Evolution of the Metazoa. New York: Plenum Press. 1992. P. 205–281.
- Rudwick M.J.* Living and Fossil Brachiopods. London: Hutchinson. 1970. 199 p.
- Schindewolf O.H., Seilacher A.* Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan) // Abhandl. Math.-naturwiss. Kl. Akad. Wiss. und Liter. 1955. № 10. S. 257–446.
- Shergold J.H., Cooper R.A., Mackinnon D.I. et al.* Late Cambrian Brachiopoda, Mollusca and Trilobita from Northern Victoria Land, Antarctica // Palaeontology. 1976. V. 19. Pt. 2. P. 247–291.
- Shaw A.B.* Paleontology of Northwestern Vermont. V. The Lower Cambrian fauna // J. Paleontol. 1955. V. 29. № 5. P. 775–805.
- Shaw A.W.* Paleontology of Northwestern Vermont. VIII. Fauna of Hungerford State // J. Paleontol. 1962. V. 36. № 2. P. 314–321.
- Shaw A.B.* Paleontology of northwestern Vermont. X. Fossils from the (Cambrian) Skeels Corners Formation // J. Paleontol. 1966. V. 40. № 2. P. 269–295.
- Stewart J.H., McMenamin M., Morales-Ramires J.M.* Upper Proterozoic and Cambrian rocks in the Caborca Region, Sonora, Mexico. Physical Stratigraphy, Biostratigraphy, Paleocurrent Studies and Regional Relations // US Geol. Surv. Prof. Pap. 1984. № 1309. 36 p.
- Termier G., Termier H.* Les brachiopodes cambriens de la Montagne Noire (Sud de la France) // Geol. mediterraneenne. 1974. T. 1. № 2. P. 35–52.
- Tripartti C., Jangpangi B.S., Bhatt D.K. et al.* Early Cambrian brachiopods from "Upper Tal", Mussoorie syncline, Dehradun district, Uttar Pradesh, India // Geophytology. 1984. V. 14. № 2. P. 221–227.
- Ulrich E.O., Cooper G.A.* Ozarkian and Canadian Brachiopoda // Geol. Soc. Amer. Spec. Papers. 1938. V. 13. 323 p.
- Walcott Ch.D.* Cambrian Brachiopoda. US Geol. Surv. 1912. Monographs 51. Pt. 1 (text). 872 p.; Pt. 2 (plates). 363 p.
- Williams A., Curry G.B.* The microarchitecture of some acrotretidae brachiopods / Eds MacKinnon D.I., Lee D.E. and Campbell J.D. // Brachiopods through Time. Rotterdam, Brookfield: Balkema. 1991. P. 133–145.
- Williams A., Popov L.E., Holmer L.E. et al.* The diversity and phylogeny of the paterinate brachiopods // Palaeontology. 1998. V. 41. Pt. 2. P. 221–262.
- Wolfart R.* Die Fauna (Brachiopoda, Mollusca, Trilobita) aus dem Unterkambrium von Kerman Sudost Iran // Geol. Jahrb. R.B. 1974. H. 8. S. 5–70.
- Xing Jusheng, Luo Huilin.* Precambrian-Cambrian boundary candidate. Meishucun, Jinning, Yunnan, China // Geol. Mag. 1984. V. 121. № 3. P. 143–154.
- Yin Jicheng, Ding Lianfang, He Tinggui et al.* The Palaeontology and Sedimentary Environment of the Sinian System in Emei-Ganlouo Area, Sichuan. The People's Republic of China. 1980. 231 p.
- Zell M.G., Rowell A.J.* Brachiopods of the Holm Dal Formation (late Middle Cambrian), central North Greenland / Ed. Peel J.S. Stratigraphy and Palaeontology of the Holm Dal Formation (late Middle Cambrian), central North Greenland // Medd. om Grönland, Geoscience. 1988. V. 20. P. 119–144.

Рецензенты *Е.Б. Наймарк, М.А. Жарков*

УДК 563.12:551.762

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ЮРСКИХ ФОРАМИНИФЕР

© 2001 г. К. И. Кузнецова

Геологический институт РАН, 109017 Москва, Пыжевский пер., 7, Россия

Поступила в редакцию 09.12.99 г.

Рассмотрена эволюция фораминифер на протяжении юрского периода. Проблема изучалась в двух аспектах: собственно эволюционном, основанном на исследовании внутренних биологических особенностей этих организмов, и историко-фаунистическом, при котором рассматривался весь комплекс факторов, составляющий сложный и многокомпонентный процесс эволюции – состав сообществ во всем его многообразии, преобразования, связанные с условиями обитания, расселение и т.д. Выделено два основных типа сообществ, различающихся по типу филогенеза и основным параметрам – темпам эволюции на видовом и родовом уровне, степени специализации, морфотипу доминант, размерам адаптивного пространства, толерантности (экологической валентности), структуре видовых и родовых сообществ. Проанализирована роль экологического фактора и его влияние на преобразование состава сообществ фораминифер в юрских морских бассейнах различных широтно-климатических зон.

Ключевые слова. Эволюция, фораминиферы, космополиты, эндемичные сообщества, адаптивное пространство, юрские бассейны, филогенез.

Изучение любой группы ископаемых организмов, существовавших на протяжении длительного времени – в нашем случае фораминифер, на протяжении более чем 70 млн. лет юрского периода – позволяет проследить их последовательное изменение и развитие, особенности морфогенеза, выявить филогенез для отдельных филумов. Исследуя эту фауну в глобальном аспекте из бассейнов разных широтно-климатических зон, обитавшую в различных структурно-фациальных и палеоландшафтных обстановках, мы можем наблюдать изменения этих организмов, формирующихся под влиянием среды их обитания. Рассматривая пространственные отличия сообществ, занимавших разные адаптивные зоны и имевших различные по размерам и расположению ареалы, мы можем сделать вывод об их адаптивном потенциале, толерантности и выделить группы различного палеогеографического распространения от эндемичных до космополитных.

Анализ этих наблюдений позволяет выделить этапы активных преобразований фауны и ее замедленных изменений, получить представление о темпах эволюции таксонов разного ранга, выявить различные типы филогенеза у разных групп и определить взаимосвязь продолжительности существования таксонов, их адаптивного пространства, скорости эволюции и характера филогенеза. Иными словами, синтез всех наблюдений позволяет составить общую картину макроэволюции фораминифер, обитавших в морях юрского времени.

Сообщества юрских фораминифер, характеризующиеся высоким систематическим разнообра-

зией, включают представителей 17 отрядов, 243 родов и более 1000 видов (Басов, Кузнецова, 2000). Состав и количественные соотношения отдельных надвидовых таксонов значительно изменялись во времени. Тренды этих изменений имеют четкую направленность в сторону возрастания численности таксонов всех рангов от отряда до вида. На фоне общего волнообразно-поступательного развития от геттанга до титона, сообщества фораминифер увеличили видовой состав более чем в 25 раз, родовой – примерно в 12 раз, численность отрядов возросла почти втрое. Это явление отражает лишь одну сторону эволюционного процесса и, пожалуй, именно эта “составляющая” эволюции фораминифер наиболее доступна точному количественному учету и анализу.

Значительно труднее выявить тренды морфологической эволюции во всей юрской фораминиферной фауне и даже в отдельных филумах. А именно они (филумы, филогенетические ряды) представляют собой тот исходный фактический материал, от точности изучения и определения которого зависит достоверность дальнейших построений.

Эволюции ископаемых организмов посвящено множество работ, число которых заметно возросло за последнее время. Среди этих исследований большая часть рассматривает проблему с общетеоретических, чаще всего биологических позиций, значительно меньшая связана с исследованием эволюции фораминифер. Эволюции юрских фораминифер посвящено считанное число публикаций. В числе исследований, освещающих общетеоретические аспекты следует отметить ра-

боты С.В. Мейена (1974), Л.С. Берга (1922), Шмальгаузена (1968), Тимофеева-Ресовского и др. (1973), Будыко (1975), Симпсона (1948), Красилова (1973, 1977), Валлизера (1984), Маркова и Неймарк (1995, 1998), Пономаренко, Дмитриева (1993) и др. Среди работ, посвященных эволюции фораминифер многие принадлежат нашим современникам, поскольку углубленный интерес к исследованию этой группы ископаемых организмов возник в середине нашего столетия на основе их детального изучения прежде всего при биостратиграфических исследованиях, имевших первоначально чисто практические цели. Однако обобщение большого материала позволило перейти к решению более общих вопросов. К этим исследованиям следует отнести работы Д.М. Раузер-Черноусовой (1968), М.Н. Соловьевой (1966), А.В. Фурсенко (1950), И.В. Долицкой (1972), А. Леблика и Н. Тэппен (Loeblich, Tappan, 1964), В.И. Михалевич (1980) и др. Публикации, касающиеся эволюции юрских фораминифер ограничиваются, как было отмечено выше, небольшим числом работ А.В. Фурсенко (1958, 1978), Григалис (1982), Septfontaine (1988), Hottinger (1981), Кузнецова (1982, 1994, 1998).

Как видно из краткого перечня работ, посвященных эволюции фораминифер, эта проблема рассматривается исследователями в различных аспектах и основана на материалах по разным возрастным и систематическим группам. Огромный материал, собранный в течение нескольких десятилетий по юрским фораминиферам, бентосным и планктонным, секретионным и агглютинирующим, примитивным и высокоспециализированным, арктическим и тропическим позволил, получить данные, в какой-то мере проливающие новый свет на эту проблему.

Эволюция фораминифер (как и любой группы ископаемых организмов) может рассматриваться в двух аспектах, что отмечал в своей работе А.В. Фурсенко (1950). 1. Изучение развития фаун фораминифер в целом, как определенных совокупностей видов, принадлежащих к разным родам и семействам. Этот аспект, называемый А.А. Фурсенко палеофаунистическим, нам представляется целесообразным рассматривать как историко-фаунистический, поскольку он отражает самый широкий спектр процессов, происходивших с фауной во времени и пространстве. В основе этого метода лежит детальное изучение сообществ в целом, всего их многообразия. 2. Изучение развития разных таксонов видового и надвидового ранга (родов, семейств) как результата изменения видов, превращения их в новые виды и роды, отличные по морфологическим признакам от их предшественников. Это, по мнению А.В. Фурсенко, — эволюционная точка зрения, в собственном смысле слова — филогенетическая. В основе этих исследований должно лежать изучение конкретных

филогенетических групп, выявление трендов морфологической эволюции и характера филогенеза. Естественно, что эволюция как в историко-фаунистическом, так и в филогенетическом смысле процесс многокомпонентный, включающий явления миграции, изменения адаптивных пространств, воздействие глобальных и локальных геологических событий и мутагенеза, гомеостаза.

Развитие во времени и пространстве сообществ фораминифер отражается, в первую очередь, в их биоразнообразии, динамика которого выявляет отчетливые тренды увеличения разнообразия систематического состава сообществ во всех широтно-климатических зонах, на всех таксономических уровнях от видов до отрядов, отражает поступательное прогрессивное развитие этой фауны на протяжении юрского периода и диверсификацию, достигшую наивысших значений в поздней юре.

Анализ юрских сообществ Арктической, Бореальной и Тетической (Тропической) зоохорий выявил существенные различия их состава и характера развития. Основываясь на исследовании конкретных филогенетических групп доминантных родов, давших название трем основным типам фауны фораминифер (Басов, 1974, 1991), было сделано заключение о различном характере филогенетического развития у эндемичных высокоспециализированных тропических цикламинодово-пфендеринидовых сообществ, с одной стороны, и космополитных нодозариново-эпистоминидовых фаун с высоким уровнем толерантности с другой (Кузнецова, 1994, 1997, 1998). Анализ этого явления целесообразно начать с рассмотрения конкретных филогенезов обеих указанных выше групп.

В наиболее детально изученной юрской фауне Бореальной зоохории выделены группы видов, входящие в состав доминантных и субдоминантных родов *Lenticulina*, *Astacolus*, *Planularia*, *Saracparia*, *Marginulina*, *Citharina*, *Citharinella* (отряд *Lagenida*), а также *Epistomina*, *Pseudolamarckina*, *Mironovella* (отряд *Rotaliida*). Важнейшим моментом при изучении филогенетических групп было выявление и уточнение биозон каждого из рассматриваемых видов, входящих в состав перечисленных родов на максимальном числе наиболее полных разрезов в пределах их ареалов. Напомним, что биозону любого таксона, в нашем случае вида, мы понимаем как полный стратиграфический диапазон его распространения. Биозона является важнейшим критерием в биостратиграфии и основой зональных биостратиграфических шкал, которые в настоящее время разработаны по юрским фораминиферам для большей части регионов разных зоохорий всех широтно-климатических зон. Биозоны видов разных палеобассейнов

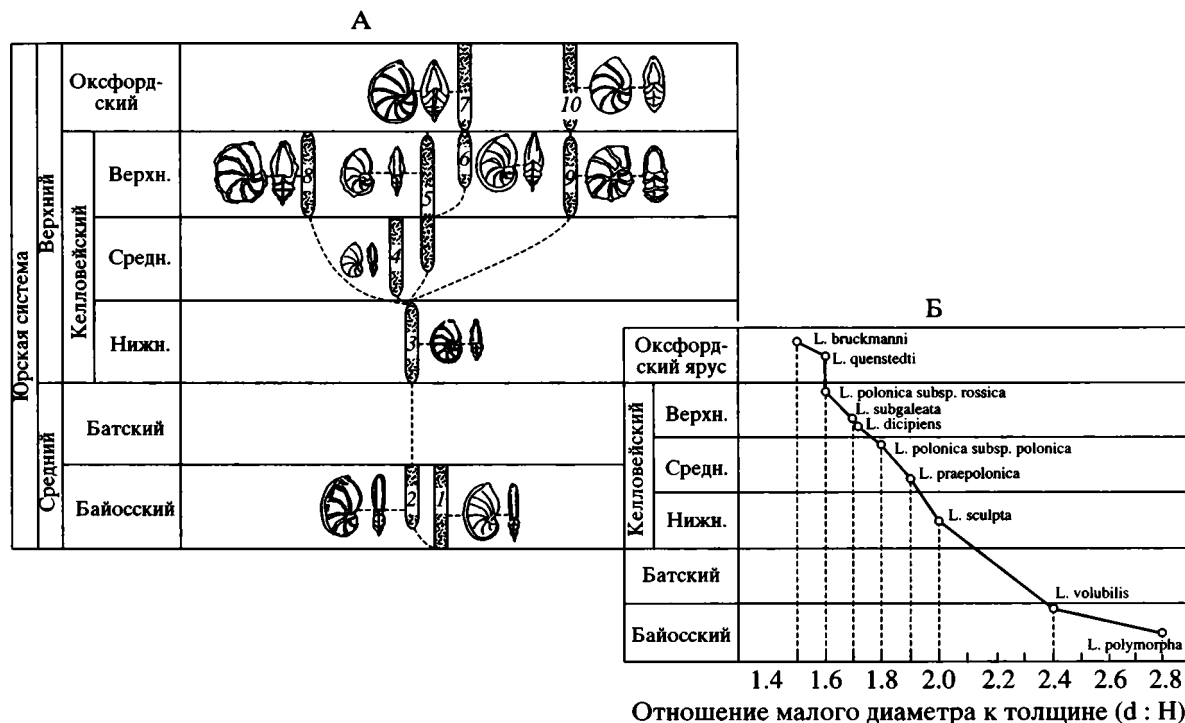


Рис. 1. А. Развитие группы *Lenticulina polonica* в юрских отложениях Восточно-Европейской платформы.

1 – *Lenticulina polymorpha* (Terq.); 2 – *L. volubilis* Dain; 3 – *L. sculpta* (Mitjanina); 4 – *L. praepolonica* K. Kuzn.; 5 – *L. polonica* subsp. *polonica* (Wisn.); 6 – *L. polonica* subsp. *rossica* K. Kuzn.; 7 – *L. quenstedti* (Gümb.); 8 – *L. subgaleata* (Wisn.); 9 – *L. decipiens* (Wisn.); 10 – *L. brueckmanni* (Mjatl.). Б. Изменение степени выпуклости раковины (отношение малого диаметра к толщине $d : H$) у видов группы *Lenticulina polonica*.

могут различаться иногда достаточно значительно, поэтому суммарные данные по разным бассейнам дают наиболее объективную и полную картину. Эти вопросы, освещенные в работе А.А. Григалиса (1985), дали возможность выделить в Балтийской юре ряд генетически связанных групп видов, родов *Lenticulina*, *Epistomina* и *Pseudolamarckina*.

Ранее (Кузнецова, 1961), при изучении юрских фораминифер Русской платформы и ее южного обрамления был выделен ряд видов рода *Lenticulina* (группа *L. polonica*), обладающих общими характерными морфологическими признаками, изменяющимися во времени, позволяющими проследить их развитие от байоса до конца поздней юры и выявить направленность морфологической эволюции данного филума. Следует отметить, что при выяснении генетических связей любой группы фораминифер мы прежде всего, естественно, обращаем внимание на наиболее отчетливые внешние морфологические признаки. Для группы *L. polonica* такими признаками являются орнаментация поверхности раковины, характер межкамерных швов и периферического края. Однако именно эти признаки оказались наименее перспективными для прослеживания эволюционного развития данной группы видов. Они имеют четкое видовое значение, но не дают воз-

можности наметить тренды их постепенного изменения во времени. Более прогрессивными и показательными оказались те признаки, которые внешне были выражены менее отчетливо и улавливались с трудом – степень выпуклости раковины (отношение диаметра к толщине) и степень удлиненности (соотношение большого и малого диаметров). В их постепенном изменении от байоса до титона выявилась отчетливая тенденция уменьшения первого показателя ($d : H$) и второго ($D : d$), т.е. в поздней юре раковины становятся более выпуклыми и округлыми по сравнению с байосскими – удлиненными и уплощенными (рис. 1). Подобные исследования были проведены и для видовых групп других родов нодозариид – *Saracenaria*, *Marginulina*, *Citharinella* (Кузнецова, 1962, 1965; Кузнецова, Уманская, 1970).

Близкую по типу развития картину приводит А.А. Григалис (1982, 1985), детально исследовавший, наряду с нодозаридами, также юрских представителей отряда *Rotaliida* из семейств *Seratotuliminidae* и *Epistominidae* (рис. 2). Следует отметить, что за двадцать лет, разделяющие указанные публикации К.И. Кузнецовой и А.А. Григалиса, было изучено и описано много новых видов, что позволило А.А. Григалису дать более полную

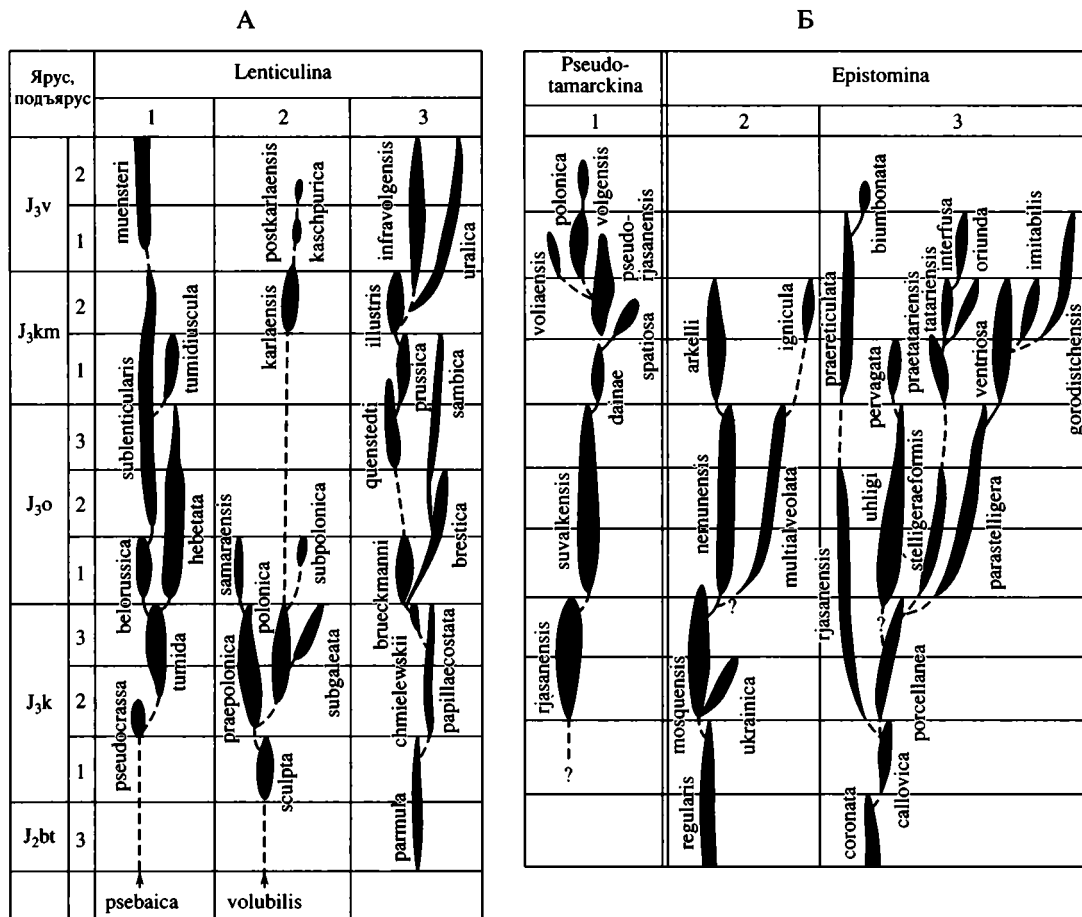


Рис. 2. Схема филогенетического развития позднеюрских фораминифер.

А. Род *Lenticulina*. 1 – группа *Lenticulina tumida*; 2 – группа *L. polonica*; 3 – группа *L. brueckmanni*. Б. Роды *Pseudolamarckina* и *Epistomina*. 1 – группа *Pseudolamarckina rjasanensis*; 2 – группа *Epistomina mosquensis*; 3 – группа *E. callovica* (по Григялису, 1985). Морфогенез проявляется в увеличении утолщенности раковины ($d : H$), срединной высоты устьевой поверхности и общего диаметра раковины (группа *L. tumida*), а также в уменьшении удлиненности раковины ($D : d$) и относительной высоты устьевой поверхности (группа *L. brueckmanni*). Группа *Pseudolamarckina rjasanensis* развивалась в направлении изменения утолщенности раковины, толщины швов и количества камер. Развитие группы *Epistomina mosquensis* проявлялось в усложнении скульптуры поверхности, увеличении уплощенности раковины и числа камер в келловее и оксфорде и, напротив, в упрощении скульптуры, уменьшении числа камер и общих размеров раковины в кимеридже.

картину филогенетического развития ряда родов, в том числе рода *Lenticulina*.

Анализ филогенетических рядов юрских фораминифер из указанных выше доминантных для бореального типа семейств-космополитов и гемикосмополитов (внеарктических космополитов) показывает, что эти группы имеют много общего в своем развитии и эволюционировали по типу так называемой “букетной” эволюции (термин Е.Ф. Гурьяновой) (Кузнецова, 1994, 1997, 1998). Это выражено в одновременном существовании многочисленных видов, составляющих как бы единый родовой ствол. Особенно наглядно это проявляется в филогенетических рядах родов *Lenticulina* и *Citharinella*, последний из которых в верхнеюрских отложениях представлен более

чем 20 видами. Характерно, что 12 из них существовали одновременно в раннекимериджских морях Русской платформы (Кузнецова, Уманская, 1970) (рис. 3, 4). Следует отметить, что род *Citharinella* представляет редкое исключение, поскольку он является бореальным эндемиком, в то время как род *Lenticulina* относится к космополитам, для которых характерен этот тип филогенеза и широко представлен в Бореальной, Арктической, Нотальной и Тропической зоохориях.

Существенно иную картину мы наблюдаем в филогенетическом развитии так называемых “крупных фораминифер” – эндемичных тетических родов из семейств *Lituolidae*, *Cyclamminidae*, *Pfenderinidae*, *Spirocyclinidae* и частично *Ataxophragmiidae*. Эти формы-доминанты, обитавшие в

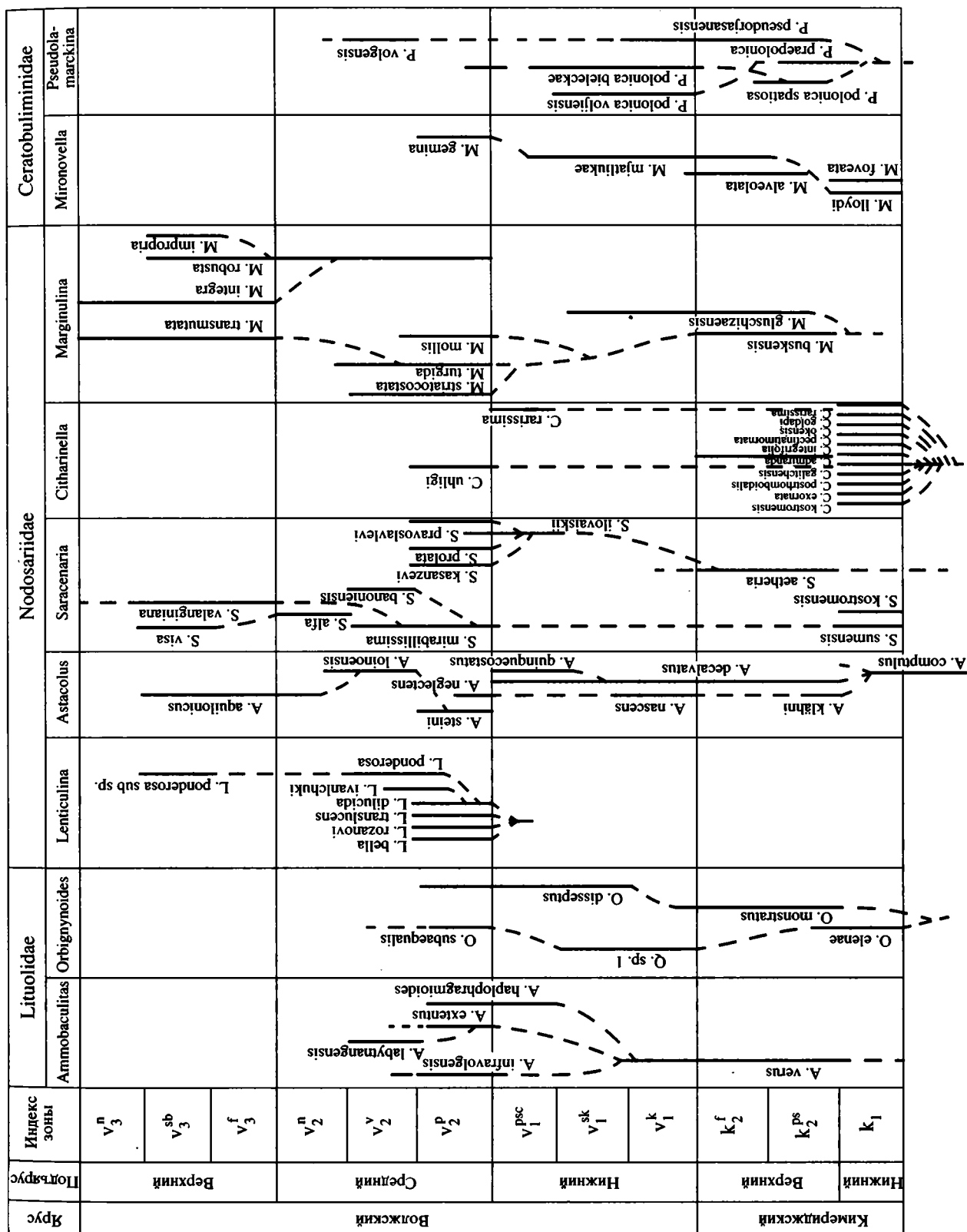


Рис. 3. Схема предполагаемого филогенетического развития некоторых родов фораминифер в кимериджское и волжское время. Нодозаридово-эпистоминидовый тип фауны (по Кузнецовой, 1979).

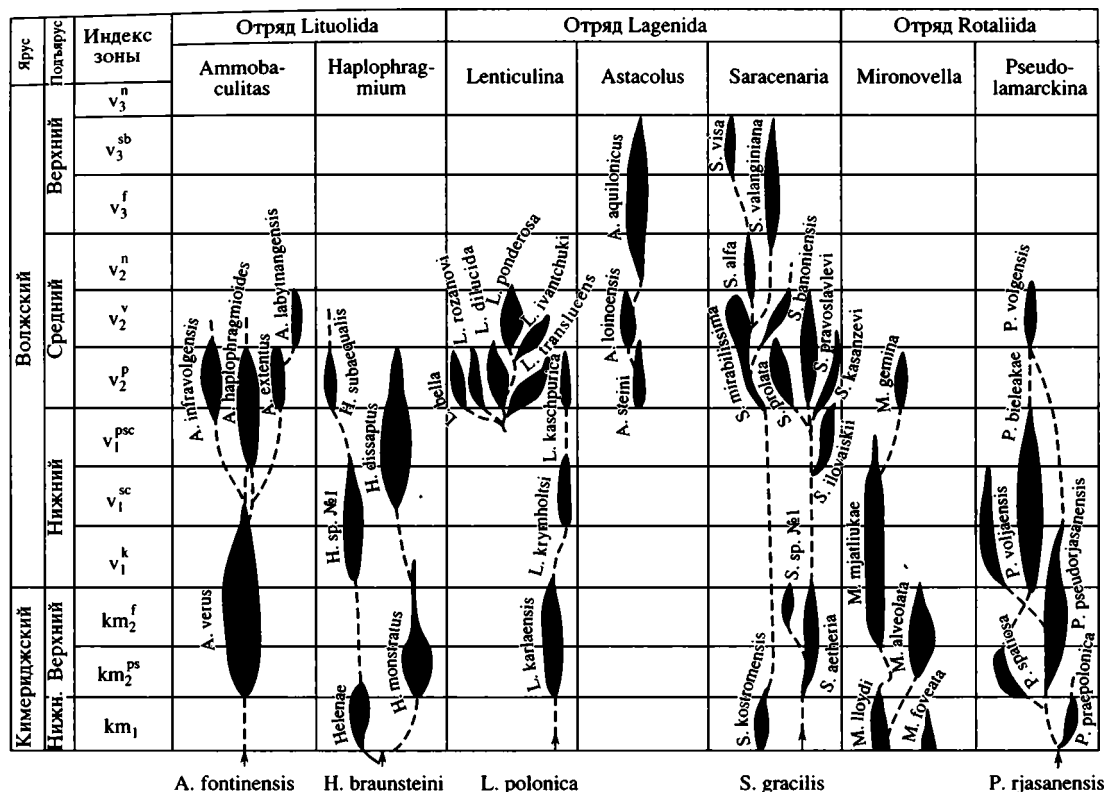


Рис. 4. Схема предполагаемого филогенетического развития некоторых родов секреторных и агглютинирующих фораминифер в конце юры (по Даин, Кузнецовой, 1976).

юрское время в тропических морях и дали название особому типу тетической фауны фораминифер – цикламминидово-пфендеринидовый. Они характеризуются совершенно иными по сравнению с первой группой параметрами – низким уровнем толерантности (экологической валентности), связанным с высокой специализацией, сложным морфотипом доминант, высокими темпами эволюции на родовом и видовом уровне, низким видовым разнообразием родов, в большинстве случаев моно- или олиготипических, ограниченным адаптивным пространством. Тип филогенеза этих форм, в отличие от рассмотренного выше “букетного”, можно назвать “линейным” – виды последовательно, сменяя друг друга во времени, образуют как бы цепочку генетически связанных форм в каждом отдельном филуме.

Развитие “сложных” литуолид и пфендеринид и эволюция их морфологических признаков детально изучена М. Сетфонтемом (Septfontaine, 1988) (рис. 5–7). В юрское время фауны подобного типа обитали в мелководных зонах тропических морей. К этой группе относятся существовавшие в юре роды *Amijiella*, *Alzonella*, *Alveosepta*, *Anchispirocyclina*, *Bramkampella*, *Charentia*, *Choffatella*, *Coskinolina*, *Dhrumella*, *Everticyclammina*, *Feurtillia*, *Flabellolocyclolina*, *Haurania*, *Kilianina*, *Kurnubia*, *Lucasella*, *Mayncina*, *Meyendorffina*, *Orbitam-*

mina, *Orbitopsella*, *Parurgonina*, *Paleopfenderina*, *Prækurnubia*, *Pseudocyclammina*, *Rectocyclammina*, *Spirocyclina*, *Sanderella*, *Steinekella*, *Satorina*, *Timidonella*, *Torinosuella* и др. Этот далеко не полный список эндемичных тропических родов включает формы со сложным строением экзо- и эндоскелета, имеющим альвеолярную и лабиринтовую стенку и септы агглютинированной раковины. Изучение материала из юрских отложений Восточного Средиземноморья показало, что данный тип фауны фораминифер отличается рядом особенностей, не присущих космополитным формам (как секреторным, так и агглютинирующим). Это прежде всего крайне ограниченный видовой состав родов, из которых лишь единичные представлены 3–4 видами, а подавляющее большинство – одним-двумя видовыми таксонами, редко существовавшими одновременно (рис. 5–7). Напомним, что характерный космополитный род *Lenticulina* насчитывает до 40 одновременно существовавших видов и подобную картину мы наблюдаем у многих других родов-космополитов. Важно отметить, что различные типы филогенеза – “букетный” и “линейный” отчетливо проявляются на видовом уровне, в то время как на уровне старших таксонов мы наблюдаем иную картину. Космополитные роды, почти все возникшие до начала юрского времени, в юре представлены как бы параллельными ветвями, на-

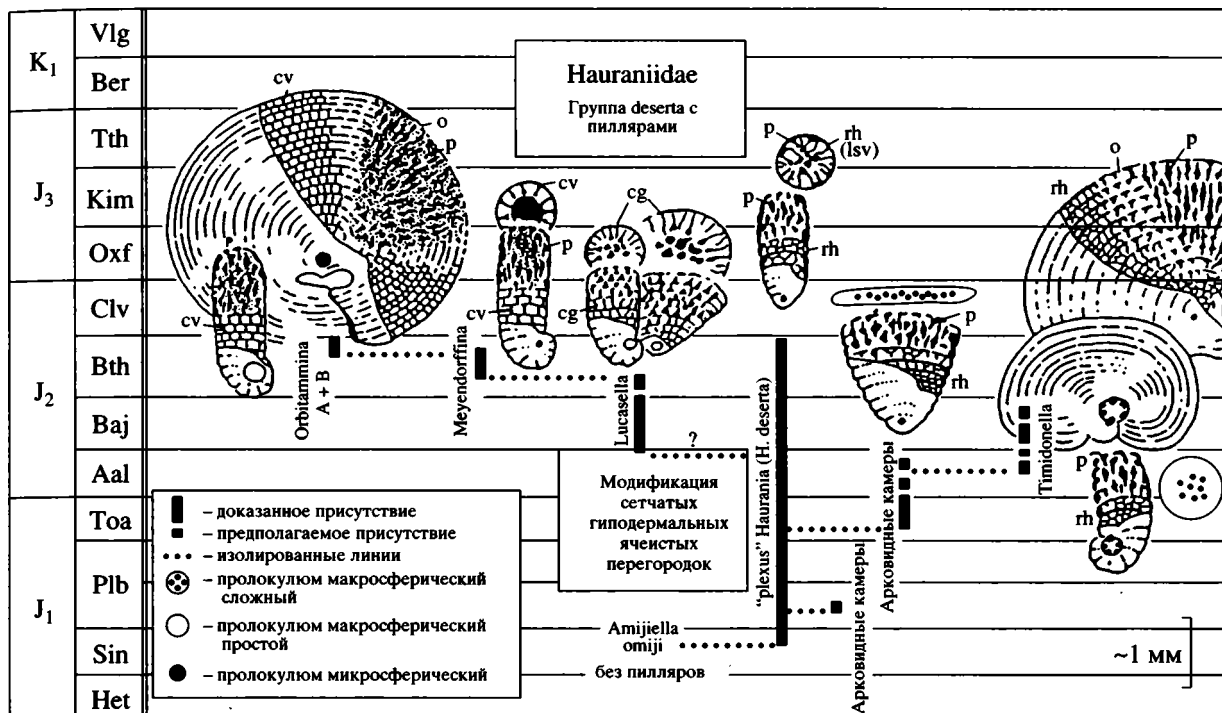


Рис. 5. Схема предполагаемого филогенетического развития группы Hauraniidae с пиллярами в центральной части камер. Система тонких субвертикальных перегородок (как у рода *Lucasella*) может происходить от гиподермального сетчатого слоя путем сжатия субгоризонтальных пластин. Неправильные субвертикальные перегородки могут позднее быть модифицированы в вертикальные (правильные) радиальные, как у группы *Meyendorffina*-*Orbitammina*. Система столон радиальная. Стенка и внутренний край камер: rh – гиподермальный сетчатый слой, lsv – субвертикальные пластины, cg – тонкие субвертикальные перегородки, cv – вертикальные радиальные перегородки. Центральная часть камер: p – субцилиндрические пилляры, o – множественная пористая апертура (по Septfontaine, 1988).

чало которых исходит от единого ствола (семейства) в предыдущие эпохи (триас–поздний палеозой). А эндемичные моно- и олиготипические роды, имеющие, как отмечалось выше, “линейный” тип видовой эволюции, дают вспышку родообразования именно в юре, образуя как бы “букет” одновременно возникших родов в ряде семейств. Таким образом, эволюция старших таксонов и видов имеет у двух рассматриваемых групп как бы противоположный характер.

Так, в плинсбахе-синемюре от ранее возникшего рода *Lituolipora* (отряд *Lituolida*) появляется сразу 9 родов. После спада формообразования на рубеже ранней и средней юры в байос-батское время возникает еще 8 родовых таксонов и 10 родов появляется в отрядах *Атахорфрагмида* и *Орбитолинида*. Иными словами, до 20 новых родов “крупных” фораминифер появляется почти мгновенно в геологическом смысле (рис. 8, 9). Подробно эти вопросы рассмотрены в работе В.А. Басова и К.И. Кузнецовой (2000).

Продолжая сравнение двух рассматриваемых групп, отметим, что совершенно иной оказалась и структура сообществ тетических родов-эндемиков, которая наиболее четко выражается такими показателями, как индекс видовой разнообразия

(отношение числа видов к числу родов В/Р) и числом экземпляров каждого вида в отдельном слое (образце), что в какой-то мере отражает плотность видовых популяций. Если первый показатель (В/Р) колеблется в пределах 1–1.1 – 2–2.3, то число экземпляров каждого из этих немногочисленных видов может в отдельных случаях достигать 100 и более. Это особенно характерно для родов *Kurnubia*, *Choffatella*, *Haurania*, *Pseudocyclammina*, реже – *Anchispirocyclina* и *Alveosepta* и практически никогда не отмечалось у видов таких родов, как *Flabellocyclolina*, *Meyendorffina*, *Praekurnubia*, *Timidonella*. Второй характерной особенностью родов этой группы является, помимо ограниченного ареала (тетические эндемики), короткое время существования как видовых, так и родовых таксонов. Почти все они возникли на протяжении юры, начиная с плинсбаха, получили широкое развитие в байос-батское время и к концу юры многие из них завершили свое существование. Следует подчеркнуть, что эта группа родов-эндемиков – единственная из всего многообразия юрских фораминифер, которая, возникнув в юрское время в Тетических акваториях, до конца своего существования не вышла за пределы тропических бассейнов, не расширила свой ареал,

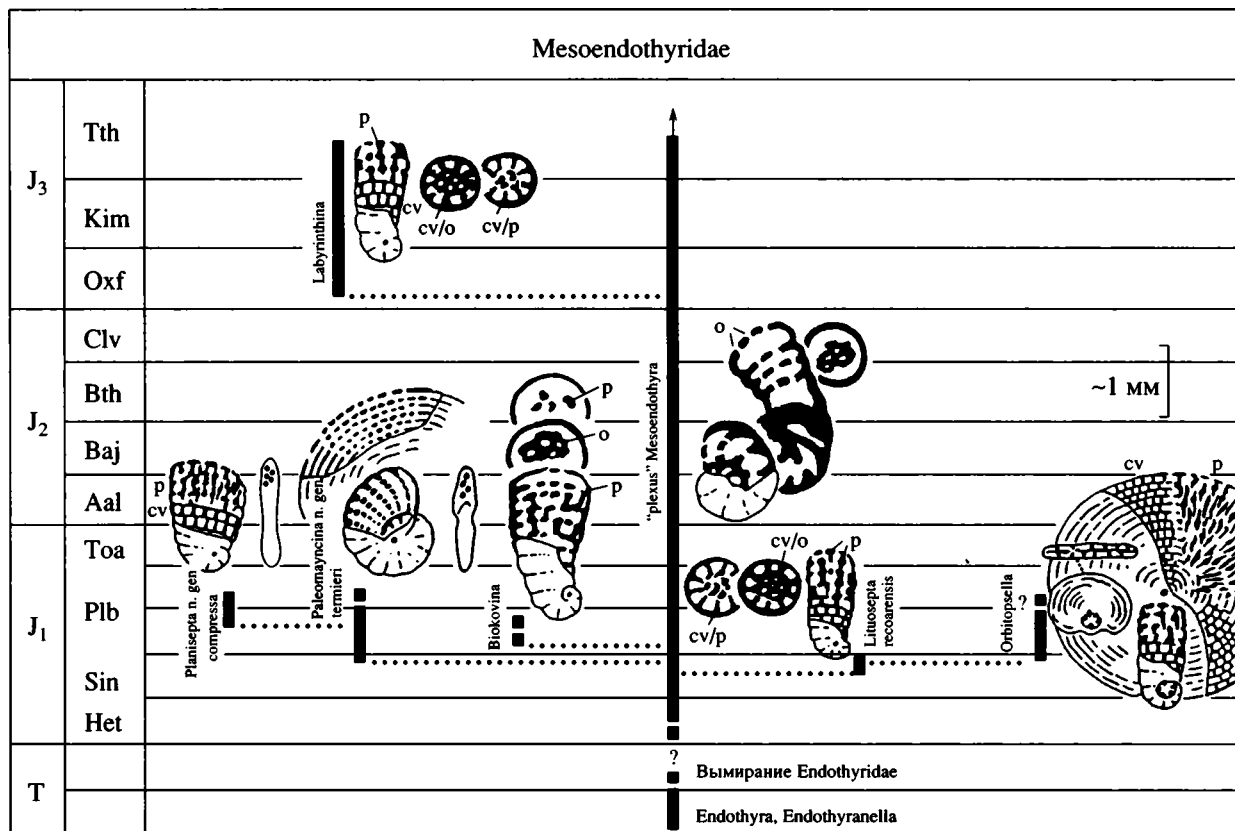


Рис. 6. Схема предполагаемого филогенетического развития некоторых родов отряда Lituolidae. Неправильная спираль (род *Mesoendothyra*) трансформируется в плоскоспиральную форму у более прогрессивных таксонов этой группы. Присутствие керитеки характерно для всех представителей группы. Наблюдается развитие вертикальных радиальных перегородок и пиляров. Система столонов радиальная. Внутреннее строение камер: cv – вертикальные радиальные перегородки, p – субцилиндрические пиляры, o – множественная пористая апертура (по Septfontaine, 1988).

как подавляющее большинство родов, чей ареал, ограниченный вначале частью какой-либо зоохории, затем постепенно расширялся до субглобального, превратив первоначальные роды-эндемики в космополиты.

Отмеченные особенности рассматриваемых групп – высокоспециализированных эндемиков и толерантных космополитов – позволяют выявить взаимозависимость таких параметров, как скорость эволюции таксонов, пределы их адаптивного пространства и продолжительность существования (время жизни) таксонов. Все космополитные роды, существовавшие, а в большинстве и возникшие в юре или ранее, прошли длительный путь развития, достигнув голоцена и достаточно широко представлены в осадках современных морей. Это роды *Reophax*, *Trochammina*, *Lenticulina*, *Nodosaria* (с перми), *Marginulina*, *Marginulinopsis* (с триаса), *Vaginulina*, *Globulina* (с начала юры), *Cribratomoides*, *Recurvoides* (со второй половины юры) и др. Роды, имеющие более ограниченный ареал как *Citharinella* (бореальная часть Европы, Северная Америка) характеризуются менее продолжительным временем существования (сред-

няя юра, бат – поздний мел, кампан). Роды-эндемики, характерные только для Бореальной юры, существовали более короткое время. Например, род *Spirofrondicularia* существовал с поздней юры (волжский век) до раннего мела (апт) и был ограничен в своем распространении морями Русской платформы и Англии. Род *Mironovella* (также бореальный эндемик) известен с поздней юры (кимеридж) до раннего мела (готерив). Ареал последнего рода ограничен Русской платформой, Польшей, Англией, Германией. Среди них есть роды, просуществовавшие всего один век (эфемерные) *Rectoepistominoides*, *Spirotricholites* и др. Иными словами, на примере юрских фораминифер проявляется прямая зависимость продолжительности существования таксонов от размера ареала. На основе анализа ареалов и продолжительности существования надродовых таксонов выявляется и другая закономерность: ни один род, существовавший в юрское время (а некоторые и вымерли в юре), не сократил своего адаптивного пространства, но почти все, или подавляющее большинство родов, расширили ареал, подчас до субглобального. Исключение, как было сказано

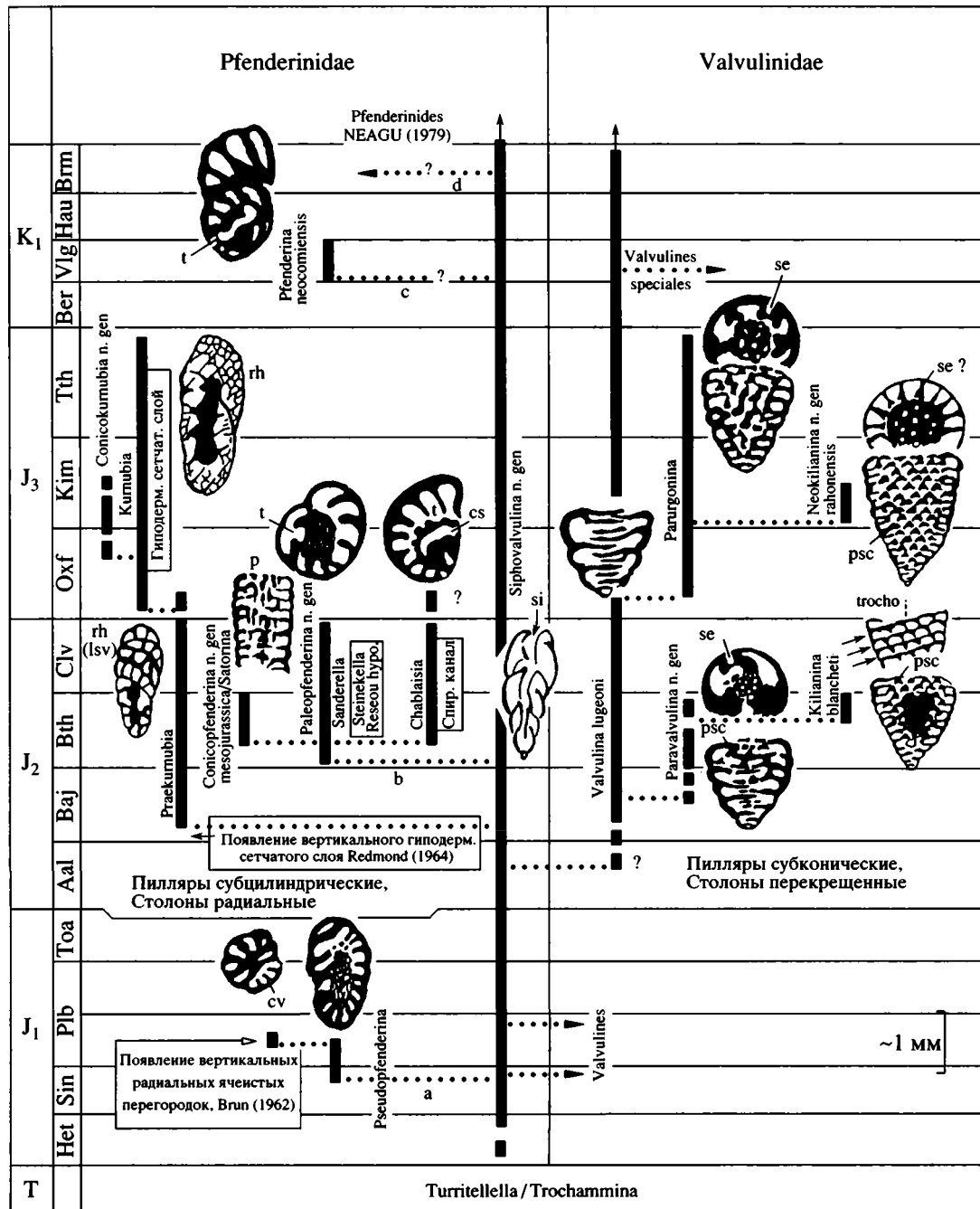


Рис. 7. Схема предполагаемого филогенетического развития трохоспирально свернутых Lituolidae: Pfenderinidae и Valvulinidae.

Пфендериниды характеризуются наличием субцилиндрических пилляров в осевой зоне раковины (система столон радиальная), появляющихся в виде толстых столбиков после отложения секреторного кальцита между пиллярами. Столбики могут иметь вторичные каналы или желобки. Стенка раковины и краевая часть камер может иметь различную микроструктуру: керитеку, гиподермальный сетчатый слой или вертикальные радиальные перегородки.

Стенка и внутренний край камер: rh – гиподермальный сетчатый слой, sv – субвертикальные пластины, cv – вертикальные радиальные перегородки. Осевая зона раковины: p – субцилиндрические пилляры, t – тоннель, cs – спиральный канал. Базальная часть раковины: se – септы. Осевая зона раковины: psc – субконические пилляры, si – сифон (по Septfontaine, 1988).

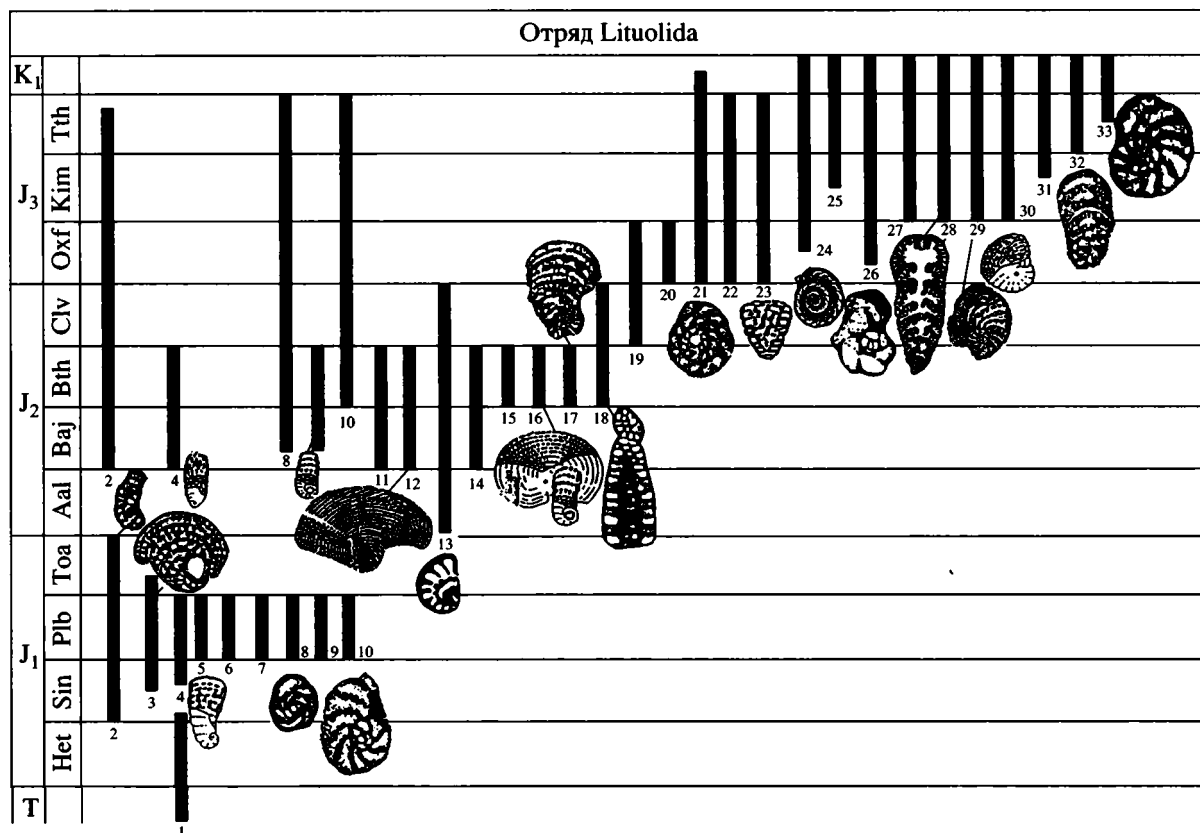


Рис. 8. Схема стратиграфического распространения родов “сложных литуолид” и эндемиков Тетической зоохории. 1 – Lituolipora; 2 – Labyrinthina; 3 – Orbitopsella; 4 – Haurania; 5 – Brokovina; 6 – Bosniella; 7 – Cyclorbitsella; 8 – Pseudocyclammina; 9 – Amijiella; 10 – Streptocyclammina; 11 – Limognella; 12 – Timidonella; 13 – Chablaisia; 14 – Flabellaminepsis; 15 – Orbitammina; 16 – Arzonella; 17 – Dhrumella; 18 – Paracoskinolina; 19 – Praekaraisella; 20 – Karaisella; 21 – Alveosepta; 22 – Paracyclammina; 23 – Parurgonina; 24 – Choffatella; 25 – Melathrokerion; 26 – Evertocyclammina; 27 – Pseudospirocyclus; 28 – Rectocyclammina; 29 – Torinosuella; 30 – Anchispirocyclina; 31 – Audienusina; 32 – Bramkampella; 33 – Feurtillia. Изображения раковин на рис. 8 и 9 приведены по работам: Redmond, 1964; Fourcade, Neumann, 1966; Hottinger, 1967; Pellissie, Peybernes, Rey, 1984; Septfontaine, 1988; Kuznetsova et al., 1996.

выше, представляют высокоспециализированные тетические эндемики. Этот факт нуждается в объяснении, которое, как нам представляется, можно связать с так называемым “законом неспециализированного”. Согласно положению, сформулированному Э. Копом (Cope, 1886) – высокоспециализированные доминирующие таксоны – это тупики эволюции и лишь “незавершенные” формы дают начало новым эволюционным линиям (Красилов, 1977). Напомним, что рассматриваемые тетические роды-эндемики принадлежат к так называемым “сложным” или “крупным” литуолидам и пфендринидам, у которых высокая специализация, выраженная в конструктивной сложности экзо- и эндоскелета, достигла чрезвычайно высокого уровня. Это определило низкую степень толерантности или экологической валентности данных форм и их “невыживаемость” при изменении среды обитания. Их избирательная способность к условиям существования была настолько велика, что эти организмы смогли адаптироваться лишь в

небольших участках бассейна и то на очень короткое время. Примером могут служить роды Kilianina и Meyendorffina (только батский век, бассейн Южной Франции и Сирии), род Flabellocyclolina (оксфорд Израиля, сантон Франции), род Timidonella (средняя юра Франции, Италии, Восточного Средиземноморья), Paracyclammina (поздняя юра Индонезии), Alzonella (бат Франции и Сирии), Bramkampella (титон-берриас Сирии, Саудовской Аравии, Крыма).

Приведенные примеры высокотолерантных родов-космополитов, существовавших с юры до нашего времени и специализированных низкотолерантных родов-эндемиков, просуществовавших не более одного-трех геологических веков занимают как бы крайние позиции в адаптивном ряду этих форм. Естественно, что между ними середину этого ряда занимают формы с более или менее продолжительным временем существования и относительно более широким ареалом. Но

и их анализ подтверждает прямую связь: время жизни – ареал.

Выше упоминалось, что в юрское время в развитии сообществ фораминифер проявилась отчетливая тенденция к увеличению биоразнообразия (на всех таксономических уровнях) и диверсификации. Как отмечает В.А. Красилов (1977), диверсификация развивается в ходе приспособления к различным условиям обитания под влиянием внутригрупповой конкуренции и предполагает широкое распространение и значительную численность. Обычно появление и диверсификация разделены значительным промежутком времени. Именно этих важнейших составляющих развития и не было у рассматриваемой группы эндемичных тетических родов – ни времени для приспособления и освоения адаптивного пространства, ни, соответственно, широкого распространения, ни высокой видовой численности. Поэтому данная группа представляет собой уникальный пример эволюции фораминифер, обладавших “набором” специфических признаков и развивавшихся по особому пути. В мезозое это единственная группа, развивавшаяся по такому типу эволюции. Однако на протяжении всего эволюционного пути фораминифер мы можем наблюдать сходные примеры. Это – палеозойские фузулиниды (отряд Fusulinida Wadekind, 1937), такие же крупные (до 15 мм в диаметре) высокоспециализированные бентосные формы со сложным внутренним строением раковины, ее наружной стенки и внутреннего скелета. Возникнув в карбоне, они вымерли в конце перми, дав за время своего существования более 100 родов.

Другим подобным примером может служить отряд Orbitoidida Baschkirov et Antonischin, 1974. Орбитоиды также крупные (до 12 мм в диаметре), со сложной построенной раковиной бентосные формы, возникли в самом конце мезозоя (кампан) и просуществовали до миоцена. Число родов этого отряда не превышает 30. Эти формы были также обитателями мелководья теплых морей и так же, как и палеозойские фузулиниды, вели малоподвижный образ жизни. Время существования указанных трех групп разделено значительными интервалами, а продолжительность их жизни была у фузулинид около 110 млн. лет, у юрских сложных литуолид и пфендеринид – около 60 млн. лет, у орбитоидов – около 55 млн. лет. Все указанные группы имели ограниченное адаптивное пространство, не расширившееся за время их существования, сложный морфотип доминант, высокий уровень специализации, низкую толерантность и относительно (по сравнению с космополитами) короткое время существования. Таков вкратце филогенетический аспект развития юрских фораминифер, который, по мнению А.В. Фурсенко (1950), является эволюционным аспектом в собственном смысле.

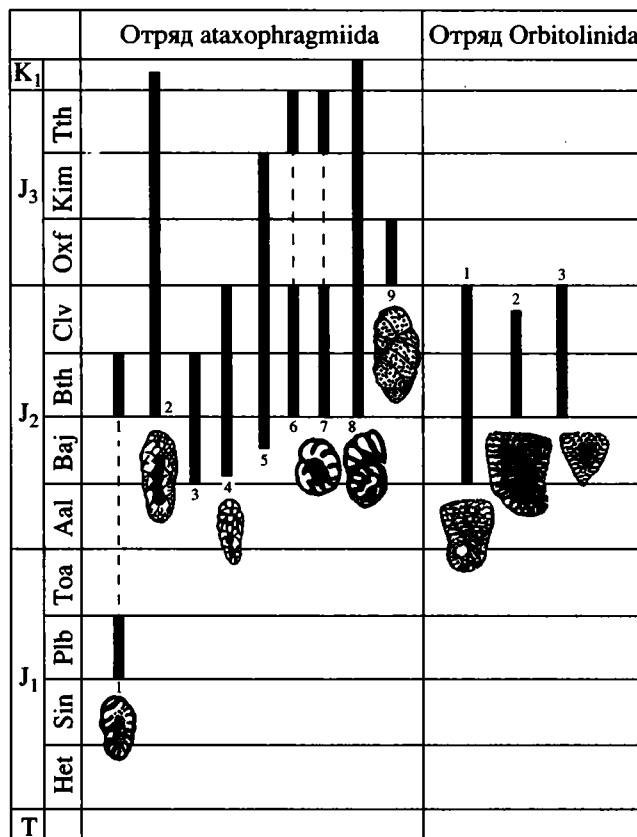


Рис. 9. Стратиграфическое распространение некоторых родов отряда Атахофрагмииды (пфендериниды) и отряда Orbitolinida – эндемиков Тетической зоохории.

Отряд Атахофрагмииды: 1 – Pseudopfenderina; 2 – Kurnubia; 3 – Satorina; 4 – Praekurnubia; 5 – Pfenderina; 6 – Sanderella; 7 – Paleopfenderina; 8 – Pfenderella; 9 – Steinekella.

Отряд Orbitolinida: 1 – Gutnicella; 2 – Meyendorffina; 3 – Kilianina.

Вторым аспектом сложного многокомпонентного процесса эволюции является историко-фаунистический аспект, рассматривающий развитие сообществ фораминифер во всем их многообразии во времени и пространстве. Основным объектом исследования при этом является систематический состав фауны, анализ изменения его биоразнообразия и географического распространения.

Анализ состава фораминиферовых сообществ на всех таксономических уровнях от вида до отряда показал, что можно выявить отчетливые тенденции их развития – расширение ареала, который у большинства родов в момент их формирования ограничивался небольшой частью той или иной палеозоохории, а впоследствии достиг у многих старших таксонов субглобального, увеличение видового разнообразия большинства родов, увеличения плотности видовых популяций, что, правда, удалось исследовать не для всех видов.

вых таксонов и не для всех зоохорий. Изучение показало, что кризисные тенденции и, напротив, активизация формообразования фораминифер в определенные моменты юрской истории находились в противофазах в морях разных широтно-климатических зон. Нам представляется, что это связано с влиянием среды обитания бентосных организмов, для которых в разных бассейнах наступали благоприятные или, напротив, неблагоприятные условия существования. Как пример такого явления можно рассматривать батский век, на протяжении которого в арктических бассейнах происходило значительное обеднение состава и вымирание многих видов и родов, а в тропических морях Тетической области – напротив, резкое возрастание разнообразия и появление новых не только родовых таксонов, но даже семейств. Влияние фациальных и ландшафтных обстановок в юрских морях отчетливо прослеживается в акваториях Тетиса, где распад карбонатной платформы вызвал дифференциацию подводного рельефа, резкую латеральную смену состава и характера донных осадков, стратификацию батиметрических зон. Реакция сообществ на изменение глубин, а соответственно температур придонных водных масс, а также гидродинамического режима была чрезвычайно быстрой, о чем мы можем судить по чередованию в разрезе разных по составу сообществ фораминифер, подчас неоднократно повторяющуюся в пределах одного века (яруса). Именно эта “повторяемость” различающихся по составу сообществ в разрезе свидетельствует, как нам представляется, не об эволюционной, а экологической природе этих изменений, миграции биоценов вслед за благоприятными для них фациальными обстановками. Неоднократные чередования могут быть связаны со сменой карбонатного (в условиях чистой прозрачной воды) и глинистого (терригенно-карбонатного) осадконакопления, когда усиление выноса глинистого материала с суши вызывало замутненность вод и заиливание дна. В последнем случае “крупные” фораминиферы, связанные с чисто карбонатными фациями, мигрировали в другие участки дна, в другие части бассейна, а их место занимали виды, обитавшие на илистых грунтах более значительных глубин. Подобные примеры наблюдались в распределении фораминифер в юрских бассейнах Сирии (Кузнецова, 1998; Кузнецова, Доброва, 1995, 1997; Вознесенский, Кузнецова, 1999), Малого Кавказа (Вознесенский и др., в печати), Крыма (Федорова, 1999).

Таким образом, изучение связи систематического состава сообществ бентосных фораминифер с условиями их обитания отчетливо показывает высокую степень их экологической зависимости, которая однако не определяла направленность и пути эволюции, не оказывала значительного влияния на ее темпы и не являлась причиной возник-

новения новых таксонов высокого ранга, но непосредственно влияла на расселение и миграцию сообществ.

Изложенный материал позволяет сделать следующие выводы.

1. Изучение эволюции фораминифер, проведенное в двух аспектах – собственно эволюционном (филогенетическом) и историко-фаунистическом, позволило выявить изменения фауны, связанные с биологическими особенностями этих форм, и преобразования, вызванные влиянием внешних факторов в среде их обитания. Первые определяют направленность и характер эволюционного развития, продолжительность существования таксона, тип филогенеза. Вторые отражают высокую степень экологической зависимости бентосных фораминифер и оказывают непосредственное влияние на их миграцию и расселение, а также, в известной степени, на численность видовых популяций.

2. Выявлены две основные группы юрских фораминифер, различные по своим биологическим особенностям и типу филогенеза. В основу их разделения положены следующие параметры: уровень специализации, морфотип доминант, степень толерантности, ареал (размеры реализованного адаптированного пространства), темпы эволюции на видовом и родовом уровнях. Одна группа объединяет высокотолерантные космополитные формы с низким уровнем специализации, ко второй относятся эндемичные, сложнопостроенные высокоспециализированные роды – обитатели тропических мелководных морей. Для первой группы характерен так называемый “букетный” тип эволюции, для второй – “линейный”.

3. Выявлена коррелятивная связь следующих основных показателей таксона: уровень специализации – продолжительность существования – размеры ареала. Первый связан со вторым и третьим обратной зависимостью. Следовательно, любой из этих показателей может быть использован как критерий приблизительной оценки других параметров таксона.

4. Отмечено расширение ареалов всех старших таксонов юрских фораминифер, за исключением тетических эндемиков, которые с момента появления до конца существования не вышли за пределы тропических бассейнов.

Автор благодарит В.А.Басова за ценные замечания к данной работе.

Работа проводилась при поддержке РФФИ, грант № 97-05-64884.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Басов В.А. О некоторых особенностях географического распространения фораминифер в юрском перио-

де // Палеобиогеография севера Евразии в мезозое. Новосибирск: Наука, 1974. С. 63–77.

Басов В.А. Палеоэкологические и палеогеографические построения // Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя. Л.: Недра, 1991. С. 210–224.

Басов В.А., Кузнецова К.И. Динамика биоразнообразия и эволюционные тенденции юрских фораминифер // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8. № 6. С. 75–88.

Берг Л.С. Номогенез, или эволюция на основе закономерностей // Тр. Геогр. ин-та. 1922. Т. 1. С. 1–102.

Будыко М.И. Экологические факторы эволюции // Журнал общей биологии. 1975. № 1. С. 36–47.

Валлизер О. Глобальные события и эволюция // Палеонтология. 27-й Междунар. геол. конгресс. Доклады. М.: Наука, 1984. С. 67–71.

Вознесенский А.И., Кузнецова К.И. Палеоландшафтные обстановки и их влияние на состав бентосных фораминифер в юрских бассейнах Сирии // Проблемы стратиграфии и палеонтологии мезозоя. Научные чтения памяти М.С. Месечникова. СПб: ВНИГРИ, 1999. С. 187–191.

Вознесенский А.И., Горбачик Т.Н., Кузнецова К.И. Юрские и меловые бассейны юго-восточной части Малого Кавказа: условия осадконакопления и палеобиоценозы фораминифер (в печати).

Григалис А.А. Филогенетические ряды и группы позднеюрских фораминифер // Биостратиграфия верхнеюрских отложений СССР по фораминиферам. Вильнюс: Мокслас, 1982. С. 13–18.

Григалис А.А. Зональная стратиграфия Балтийской юры по фораминиферам. М.: Недра, 1985. 130 с.

Даин Л.Г., Кузнецова К.И. Фораминиферы стратотипа волжского яруса. М.: Наука, 1976. 152 с.

Долицкая И.В. О зависимости видового разнообразия фораминифер от условий среды обитания // Палеонтол. журн. 1972. № 2. С. 3–9.

Красилов В.А. К вопросу об общем законе эволюции живых систем // Матер. эволюц. семинара. Владивосток, 1973. С. 42–49.

Красилов В.А. Эволюция и биостратиграфия. М.: Наука, 1977. 255 с.

Кузнецова К.И. О генетических связях видов группы *Lenticulina polonica* из юрских отложений Русской платформы // Вопросы микропалеонтологии. 1961. Вып. 5. С. 83–112.

Кузнецова К.И. Род *Saracenaria* и его представители из верхней юры Русской платформы // Вопросы микропалеонтологии. 1962. Вып. 6. С. 73–91.

Кузнецова К.И. Позднеюрские бореальные фораминиферы и их развитие на Русской платформе. М.: Наука, 1965. 98 с.

Кузнецова К.И. Стратиграфия и палеобиогеография поздней юры Бореальной области по фораминиферам (кимериджский и волжский ярус). М.: Наука, 1979. 128 с.

Кузнецова К.И. Особенности эволюции бореальных фораминифер и аммонитов в конце юры // Биостратиграфия верхнеюрских отложений СССР по фораминиферам. Вильнюс: Мокслас, 1982. С. 8–13.

Кузнецова К.И. Эволюция юрских тетических фораминифер // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2. № 1. С. 86–94.

Кузнецова К.И. Эволюция юрских фораминифер и ее связь с геологическими событиями в истории Земли // Матер. 1-го Междунар. симпозиума. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1997. С. 81–82.

Кузнецова К.И. Дифференциация фораминиферовых сообществ и динамика их систематического состава в юрское время // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6, № 1. С. 36–48.

Кузнецова К.И., Доброва М.Р. Среднеюрские морские бассейны Восточного Средиземноморья и их микрофлора (фораминиферы, остракоды) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 1. С. 32–41.

Кузнецова К.И., Уманская Е.Я. Род *Citharinella* и его новые виды из кимериджа Русской платформы // Вопросы микропалеонтологии. 1970. Вып. 134. С. 52–71.

Марков А.В., Наймарк Е.Б. Взаимосвязь уровня разнообразия старших таксонов со степенью специализированности видов и родов // Журнал общей биологии. 1995. Т. 56, № 1. С. 97–107.

Марков А.В., Наймарк Е.Б. Количественные закономерности макроэволюции. Опыт применения системного подхода к анализу развития надвидовых таксонов. М.: ГЕОС, 1998. 318 с.

Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. М.: ВИНТИ, 1974. 185 с. (Деп. ВИНТИ № 1749-74).

Михалевич В.И. Систематика и эволюция фораминифер в свете новых данных по их цитологии и ультраструктуре // Тр. ЗИН АН СССР. 1980. Т. 94. С. 42–61.

Пономаренко А.Г., Дмитриев В.Ю. Эволюция разнообразия и устойчивость экосистем // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М.: Наука, 1993. С. 54–59.

Раузер-Черноусова Д.М. Некоторые аспекты проблемы эволюции фораминифер и ее значение в биостратиграфии // Закономерности развития органического мира по данным палеонтологии. Тр. XII сессии ВПО. М.: Наука, 1968. С. 18–24.

Симпсон Дж. Темпы и формы эволюции. М.: ИЛ, 1948. 358 с.

Соловьева М.Н. Темпы и стадии эволюционного развития фораминифер и их соотношение с развитием Земли // Вопросы микропалеонтологии. 1966. Вып. 10. С. 68–79.

Тимофеев-Ресовский П.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977. 297 с.

Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 231 с.

Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора). М.: Наука, 1968. 396 с.

Федорова А.А. Новые данные по изучению фораминифер из пограничных отложений юры и мела Крыма // Нефтегазовая геология на рубеже веков. Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений. Т. 2. СПб.: ВНИГРИ, 1999. С. 192–203.

Фурсенко А.В. Об эволюции фораминифер в связи с проблемами стратиграфии нефтяных месторождений // Вест. МГУ. 1950. № 2. С. 30–51.

Фурсенко А.В. Основные этапы развития фаун фораминифер в геологическом прошлом // Тр. ИГН АН БССР. Вып. 1. Минск. 1958. С. 10–29.

Фурсенко А.В. Введение в изучение фораминифер. Новосибирск: Наука. 1978. 242 с.

Cope E.D. The primary factors of evolution. Chicago: Open court publ. co. 1896. 547 p.

Fourcade E., Neumann M. A propos des denres Labyrinthina Weynschenk, 1951 et Lituosepta Cati, 1959 // Rev. de micropaleontol. 1966. V. 8. № 4. P. 233–239.

Hottinger L. Foraminiferes imperfores du Mesozoique Marocain // Nones et Mém. du Serv. Geol. Rabat. 1967. 170 p.

Hottinger L. The resolution power of the biostratigraphic clock based on evolution and its limits // Symp. Concept. Meth. Paleo., Barcelone. 1981. P. 233–242.

Kuznetsova K., Grigelis A., Adjamian J. et al. Zonal stratigraphy and Foraminifera of the Tethyan Jurassic (Eastern Mediterranean). Amsterdam: Gordon and Breach Publishers, 1996. 256 p.

Loeblich A., Tappan H. Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. C. Protista 2, Sarcodina Chiefly "Thecamobians" and "Foraminifera" // Geol. Soc. America and Univ. Kansas Press. 1964. V. 1, 2. 900 p.

Pellissie T., Peybernes B., Rey J. The larger benthic foraminifera from the Middle-Upper Jurassic of SW France (Aquitaine, Causses, Pyrenees) // Biostratigraphic, paleontologic and paleogeographic interest. Benthos'83. 1984. P. 479–489.

Redmond C.D. Lituolid foraminifera from the Jurassic and Cretaceous of Saudi Arabia // Micropaleontology. 1964. V. 10. № 4. P. 405–414.

Redmond C.D. Three new genera of foraminifera from the Jurassic of Saudi Arabia // Micropaleontology. 1965. V. 11. № 2. P. 133–140.

Septfontaine M. Vers une Classification evolutive des Lituolides (Foraminiferes) Jurassiques en milieu de Plate-Forme Carbonatee // Rev. de Paleobiologie. V. Spec. № 27 Benthos-86, ISSN, Geneve. 1988. P. 229–256.

Рецензенты В.А. Басов, И.А. Басов

УДК 551.763.333: 563.12(4+57)

ЗОНАЛЬНАЯ СХЕМА КАМПАНА И МААСТРИХТА ЕВРОПЕЙСКОЙ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ПО БЕНТОСНЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ

© 2001 г. В. Н. Беньямовский*, Л. Ф. Копаевич**

* Геологический институт РАН,
109017 Москва, Пыжевский пер., 7, Россия** Московский государственный университет, 119899 Москва, Воробьевы горы, 1, Россия
Поступила в редакцию 01.10.98 г., получена после доработки 03.03.2000 г.

Рассмотрены современные подходы к проведению ярусных и подъярусных границ кампана-маастрихта Европейской палеобиогеографической области (ЕПО). Предложена новая детальная зональная схема деления верхнего сантона-маастрихта на основе прослеживания закономерностей развития эволюционирующих родов бентосных фораминифер в различных частях ЕПО. Предлагаемая схема включает 18 биостратиграфических подразделений комплексного обоснования: 13 зон и 5 подзон. Длительность их весьма различна. Наиболее мелкие подразделения приурочены к моментам регрессий и началу трансгрессий. Две палеобиогеографические провинции различаются в ЕПО для этого интервала: Западно-Европейская и Восточно-Европейская. Хотя состав комплексов этих провинций очень близок друг другу, все же ряд видов обособляет одну провинцию от другой. Западно-Европейская провинция была больше связана с Северо-Западной Атлантикой и в меньшей степени с океаном Тетис, а восточная – поддерживала связь как с Тетисом, так и с бореальным Западно-Сибирским морем через Средне-, Южноуральский и Тургайский проливы.

Ключевые слова. Европейская палеобиогеографическая область, верхний сантон-маастрихт, бентосные фораминиферы, филогенезы, палеогеография.

ВВЕДЕНИЕ

Эпиконтинентальный бассейн Европейской палеобиогеографической области являлся одним из наиболее обширных за всю историю Земли. Он простирался на 7000 км от Атлантического океана на западе до Копет-Дага на востоке (рис. 1). Глубины этого своеобразного бассейна, являвшегося северной эпиконтинентальной окраиной Тетиса (Перитетис), не превышали 200 м; мел, мергели, различные известняки и карбонатные глины составляют фоновые отложения этого водоема. Его отличает не только однообразие фаций, но и чрезвычайное близкое сходство комплексов макро- и микрофауны по всей территории, что позволяет на всем этом огромном пространстве проследить одну и ту же стратиграфическую последовательность смены различных фаунистических групп.

ЯРУСНЫЕ И ПОДЪЯРУСНЫЕ ГРАНИЦЫ

Границы ярусов и подъярусов верхнего мела ЕПО установлены по моллюскам и иглокожим и тесно увязаны с фораминиферами (Найдин и др., 1984а; 1984б; Koch, 1977; Schoenfeld, 1990; Schoenfeld and Burnett, 1991).

Граница сантон-кампана отвечает уровню исчезновения *Marsupites testudinarius* (Hancock and

Gale, 1996), что совпадает с первым появлением *Goniotheutis granulataquadrata* в СЗ Германии (Shulz et al., 1984), а на Восточно-Европейской платформе она связана с основанием так называемых “птериновых слоев”. По бентосным фораминиферам она помещается внутри зоны бентосных фораминифер *Bolivinoidea strigillatus* (Найдин, Иванников, 1980; Найдин и др., 1984а, 1984б; Koch, 1977).

Деление кампана на подъярусы в ЕПО базируется на макрофаунистических зональных комплексах, отражающих филогенетическое развитие прежде всего белемнитов, а также морских ежей, иноцерамов, аммонитов и фораминифер. Кампанский ярус самый протяженный в позднем мелу (10–11 млн. лет). В современных схемах кампан подразделяется только на два подъяруса (Найдин, Копаевич, 1977; Найдин и др., 1984а, 1984б; Koch, 1977), в то время как коньякский ярус (1 млн. лет) предложено делить на три подъяруса (Kauffman et al., 1996). Мы предлагаем выделять в кампанском ярусе три подъяруса (Копаевич et al., 1999) (табл. 1). Нижний кампан отвечает фазе развития белемнитов: гониотеутисов gr. *quadrata*, актинокамаксов *laevigatus* и белемнителл gr. *praecursor* и первых *mucronata* (*mucronata* alpha). Средний подъярус рассматривать в объеме зоны *Belemnitella mucronata*, что соответствует

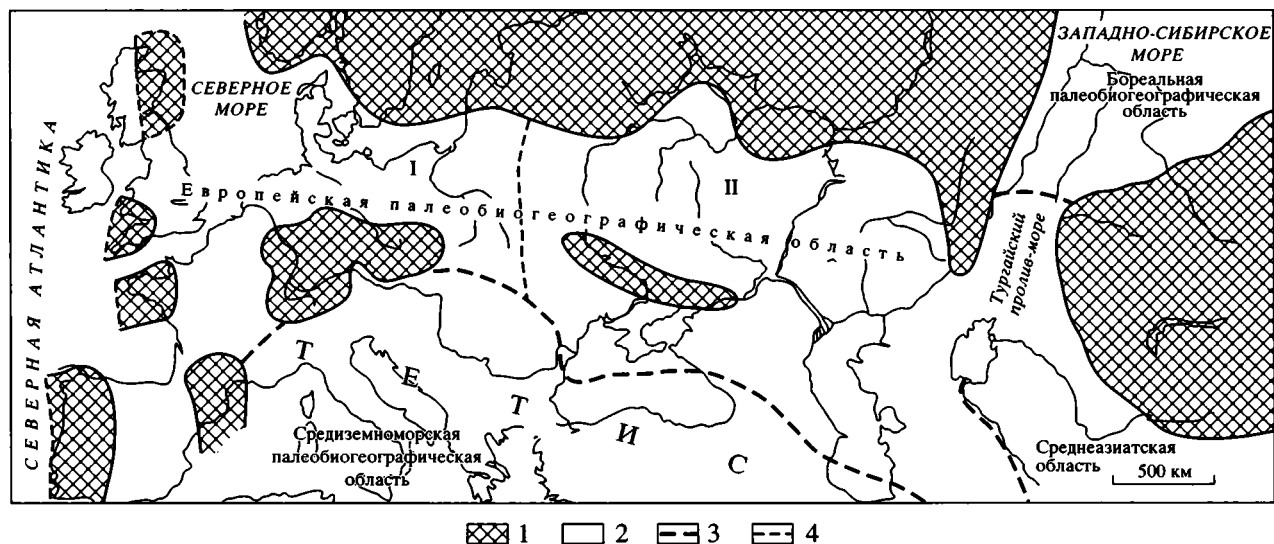


Рис. 1. Европейская палеобиогеографическая область (ЕПО), ее провинции и соотношение с другими палеобиогеографическими областями

1 – суша; 2 – море; 3 – граница между областями; 4 – граница между провинциями; провинции ЕПО: I – Западноевропейская, II – Восточноевропейская.

уровню появления и развития бентосных фораминифер зоны *Brotzenella monterelensis*. Верхний кампан следует начинать с появления белемнитов *gr. langei* и бентосных фораминифер *Globorotalites emdyensis*, *Bolivina kalini*. Таким образом, кампан разделится на естественные фазы развития белемнителл, аммонитов и фораминифер. Нижний кампан – “квадратовый” мел, средний – “мукронатовый” мел и верхний кампан – “лангевый” мел.

Граница кампан–маастрихт выражена весьма резко внезапным почти полным исчезновением среди белемнитов представителей рода *Belemnites* (группы *Belemnites ex gr. langei*) и массовым появлением другого рода – *Belemnella* – *B. lichenensis*, *B. lanceolata*. Это биособытие является отражением изменения в океаносфере Земли (Найдин, 1995). По бентосным фораминиферам граница проходит в нижней части комплекса *Angulogavelinella gracilis* (Акимец и др., 1991). Решение определять границу кампан–маастрихт по уровню появления рода *Belemnella* было первым и наиболее поддержанным решением о принципе установления кампан–маастрихтской границы на Копенгагенском международном симпозиуме, посвященном границам ярусов меловой системы (Birkelund et al., 1984).

За прошедшие годы произошли изменения в подходах к определению положения ярусных границ. Международная стратиграфическая комиссия (МСК) выработала принцип фиксированного положения этих границ в опорном эталонном разрезе. Это так называемый принцип GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point). GSSP – это описанная в публикациях стратиграфическая

граница, установленная в конкретном разрезе определенной последовательности слоев. GSSP служит стандартом для определения и распознавания границы между глобальными стратиграфическими (хроностратиграфическими) единицами (Cowie, 1986).

В восточной части ЕПО, в границах Украины, России, Казахстана и Туркмении расположены многие полные разрезы, в которых можно изучать переход от кампана к маастрихту. Одним из таких разрезов является обнажение мергелей и мела верхнего кампана–маастрихта в обрывах плато Актулагай (в 150 км к северу от г. Атырау (бывший Гурьев) в Западном Казахстане). Это обнажение легко изучаемо, насыщено белемнитами и другими макрофоссилиями с богатыми комплексами фораминифер и наннопланктона (Акимец и др., 1983).

На заседании Маастрихтской рабочей группы Меловой подкомиссии МСК в Брюсселе в 1995 г. много внимания было уделено никогда ранее не обсуждавшемуся разрезу, который предлагается в качестве стратотипического для границы кампан/маастрихт. Это – карьер Терсис, находящийся на левом берегу р. Адур к юго-западу от г. Дакс на юге департамента Ланды (юго-запад Франции) почти у подножья Пиренеев (Odin, 1996). Д.П. Найдин (1996) очень убедительно показал несостоятельность разреза Терси как GSSP для кампан–маастрихтской границы: 1) аммонит *Pachydiscus neubergicus*, с чьим появлением связывают в Терси границу кампан–маастрихт, понимается по-разному различными исследователями; 2) *Pachydiscus neubergicus* – очень редкая форма на востоке ЕПО, и

Таблица 1. Схема зонального расчленения верхнего мела востока ЕПО по макрофауне (Найдин и др. 1984а с добавлениями авторов)

Ярус Подъярус		Зона		Индекс
Маастрихт	Верхний	Neobelemnella kazimiroviensis		m ₂
	Нижний	Belemnella sumensis		m ₁ ³
		Acanthoscaphites tridens		m ₁ ²
		Belemnella lanceolata		m ₁ ¹
Кампан	Верхний	Belemnella licharewi		m ₁ ¹
		Belemnitella langei najdini		cp ₃ ³
		Belemnitella langei langei		cp ₃ ²
	Средний	Belemnitella langei minor		cp ₃ ¹
		Belemnitella mucronata mucronata-Hoplitoplacenticeras coesfeldiense		cp ₂
		Нижний	Gonoteuthis quadrata gracilis-Belemnellocamax mammilatus	
Gonoteuthis quadrata quadrata-Belemnitella mucronata alpha			cp ₁ ²	
Actinocamax laevigatus-Belemnitella praecursor mucronatiformis. Птериевые слои Восточно-Европейской платформы			cp ₁ ¹	
Сантон	Верхний	Gonoteuthis granulata – Inoceramus patootensis На Мангышлаке и в Крыму – Uintacrinus (внизу) и Marsupites		st ₂
	Нижний	Sphaenoceras cardisoides В основании Cladoceras undulatoplicatus		st ₁
Коньяк	Верхний	Volviceras involutus		cn ₂
	Нижний	Inoceramus schloenbachi		cn ₁
Турон	Верхний	Inoceramus costellatus – Mytiloides striatoconcentricus		t ₃
	Средний	Inoceramus lamarcki В основании Inoceramus apicalis		t ₂
	Нижний	Mytiloides hercynicus Mytiloides labiatus Praeactinocamax plenus triangulus		t ₁
Сеноман	Верхний	Inoceramus pictus bohemicus-Praeactinocamax plenus planus		cm ₃ ²
		Eucalycoceras pentagonum		cm ₃ ¹
	Средний	Inoceramus cripsi	Acanthoceras jukesbrownei	cm ₂ ³
			Turrilites acutus	cm ₂ ²
			Turrilites costatus	cm ₂ ¹
	Нижний		Mantelliceras mantelli Schloenbachia varians	cm ₁

к тому же здесь он имеет резко укороченный диапазон распространения (верхняя часть нижнего-начало верхнего маастрихта); 3) аммониты, иноцерамы и морские ежи очень редки, а белемниты

отсутствуют вообще; 4) большинство показанных на палеонтологических таблицах аммонитов описаны не из Терси, а из коллекций по разрезам реки Вислы (Польша); 5) микрофоссилии – планктон-

ные и бентосные фораминиферы, наннопланктон очень редки и имеют плохую сохранность.

Двойное деление маастрихтского яруса на востоке ЕПО было предложено А.Д. Архангельским (1912, 1934): нижний маастрихт ланцеолитовые слои с белемнеллами *gr. lanceolata* (ланцеолитовые слои) и верхний маастрихт (американовые слои) с "*Belemnitella*" *americana*. Границу между подъярусами маастрихта предлагается проводить по первому появлению *Neobelemnella kazimiroviensis* (Skolozdrówna) (= *B. americana*) и форм, переходных между *Belemnella* и *Neobelemnella*. По фораминиферам она соответствует появлению комплекса бентосных фораминифер с *Brotzenella graeacuta* (Акимец и др., 1983; Найдин и др., 1984а, 1984б; Копачевич и др., 1987). Один из типичных разрезов перехода от нижнего к верхнему маастрихту расположен на куполе Боктыгарын в Прикаспийской синеклизе (Копачевич др., 1987). В западноевропейских схемах верхний маастрихт подразделяется на две зоны: *Belemnella junior* (внизу) и зону *Belemnella kazimiroviensis*. В восточной части ЕПО к востоку от Донбасса вид *B. junior* Nowak отсутствует. Здесь мы имеем дело с полной биоценозой вида *N. kazimiroviensis*, тогда как в западных районах ЕПО – лишь с тейльзоной этого вида (Найдин, 1996; Копачевич и др., 1987).

ЗОНАЛЬНАЯ СХЕМА ВЕРХЕСАНТОНСКИХ-МАОСТРИХСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕПО ПО БЕНТОСНЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ

Меловые и мергельные фации ЕПО характеризуются массовостью и разнообразием бентосных фораминифер, а планктонные представлены гораздо беднее и образуют скопления на определенных уровнях, соответствующих началу трансгрессий и высокому уровню моря, преимущественно в восточной части ЕПО. Верхнемеловые отложения содержат в основном виды родов фораминифер с известковистой стенкой, принадлежащих нодозаридам – *Lenticulina*, *Robulus*, *Neoflabellina*; роталидам – *Stensioeina*, *Valvulineria*, *Globorotalites*, *Gyroldinoides*, *Osangularia*, *Gavelinella*, *Brotzenella*, *Cibicidoides*, *Anomalinoidea*, *Bulimina*, *Buliminella*, *Bolivina*, *Bolivinoidea* и некоторым агглютинирующим родам с песчанистой стенкой из текстуляриид – *Spiroplectammina* и атаксофрагмиид – *Arenobulimina*, *Gaudryina*, *Ataxophragmium*, *Heterostomella*, *Orbignyina*, *Voloshinovella*.

Зоны бентосных фораминифер базируются на видах тех родов, которые хорошо изучены, широко распространены и дают филогенетические линии развития: *Heterostomella*, *Neoflabellina*, *Globorotalites*, *Stensioeina*, *Osangularia*, *Gavelinella*, *Brotzenella*, *Cibicidoides*, *Bolivina*, *Bolivinoidea*.

Нижний кампан в восточной части ЕПО (Мангышлак-Прикаспийский регион и Восточно-Европейская платформа) характеризуется следующей последовательностью зон бентосных фораминифер: *Bolivinoidea strigillatus* (XIII) – верхняя часть верхнего сантона – нижний горизонт нижнего кампана *Gavelinella clementiana* (XIV), *Bolivinoidea decoratus* (XV), *Cibicidoides temirensis* (XVI), *C. aktulagayensis* (XVII) (Найдин и др., 1984а, 1984б; Акимец и др., 1991) (римские цифры означают последовательность зон на табл. 2, 3 и рис. 2).

В польской схеме деления верхнего мела (Gawor-Biedowa et al., 1984) граница сантон – кампан по фораминиферам соответствует границе между зоной *Bolivinoidea strigillatus* (в состав верхней части которой входят *Gavelinella clementiana*, *Stensioeina pommerana* и *Globotruncana arca*) и зоной *Bolivinoidea decoratus*, содержащей *Cibicidoides involutus* (= *C. aktulagayensis*).

В схемах деления верхнего мела СЗ Германии, так же как и на востоке ЕПО, граница сантона – кампана помещается внутри зоны *Bolivinoidea strigillatus*. Выше последовательность зон очень близка восточноевропейской: *Gavelinella clementiana*, *Neoflabellina wedekindii*, *Bolivinoidea decoratus/granulatus* (Koch, 1977; Schoenfeld, 1990).

В чешской Моравии, относящейся к северу Тетической области, где преобладают планктонные фораминиферы, в нижнем кампане отмечается появление характерных бентосных *Bolivinoidea decoratus* (Hanzliková, 1972).

Средний кампан Мангышлакско-Прикаспийского региона характеризуется зоной *Brotzenella monterelensis* (XVIII). Появление этого вида фиксирует верхнюю границу нижнего кампана на Восточно-Европейской платформе, в Польше, в Монском бассейне и в Аквитании (Акимец и др., 1991; Plattel, 1977; Gawor-Biedowa, Witwicka, et al., 1984; Gawor-Biedowa, 1992; Robaszyński, Christensen, 1989).

Верхний кампан в Мангышлакско-Прикаспийском регионе образован следующей последовательностью фораминиферовых зон: *Cibicidoides voltzianus* (XIX), *Bolivinoidea miliaris* (XX) и *Brotzenella taylorensis* (XXI).

Довольно близка последовательность зон в верхнем кампане СЗ Германии. Здесь отмечается две зоны – нижняя *Cibicidoides voltzianus* и верхняя *Bolivinoidea miliaris* – *Bolivina incrassata* (Koch, 1977; Schoenfeld, 1990). Отмечается большое сходство в распределении позднекампанских фораминифер и в Монском бассейне (Бельгия), где ассоциация этого возраста содержит характерные виды *Brotzenella monterelensis*, *Cibicidoides voltzianus*, *Globorotalites hiltermanni* (= *G. emdyensis*), *Gavelinella lorneiana* (= *G. clementiana clementiana*), *Bolivinoidea australis* (= *B. decoratus giganteus*), *Bolivina incrassata* (Robaszyński, Christensen, 1989).

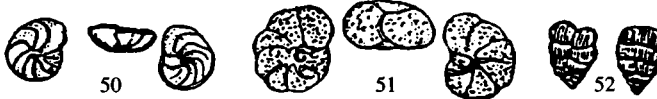
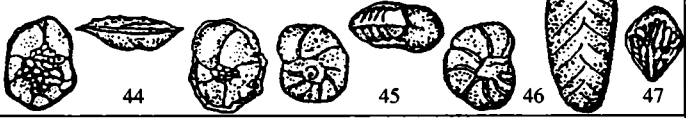
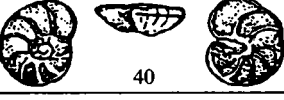
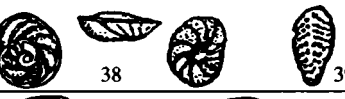
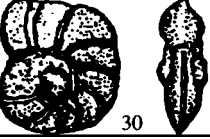
m ₂		XXVI
		XXV
m ₁ ³		XXIV
		XXIII
m ₁ ²		
m ₁ ¹		XXII
cp ₃ ³		XXI
cp ₃ ²		XX
cp ₃ ¹		XIX
cp ₂		XVIII

Рис. 2. Характерные виды зональных комплексов бентосных фораминифер верхнего мела востока ЕПО.

1 – *Spiroplectammina praelonga*; 2 – *Gavelinella moniliformis*; 3 – *Marginotruncana lapparenti*; 4 – *Gaudryina variabilis*; 5 – *Ataxophragmium nautiloides*; 6 – *Gavelinella gr. costulata*; 7 – *Stensioeina sp.*; 8 – *S. gr. granulata*; 9 – *Gavelinella praefraseri*; 10 – *Reussella kelleri*; 11 – *Spiroplectammina embaensis*; 12 – *Stensioeina granulata granulata*; 13 – *Gavelinella infrasantonica*; 14 – *G. thalmanni*; 15 – *Bolivinita eleyi*; 16 – *Stensioeina exsculpta exsculpta*; 17 – *Gavelinella umbilicula*; 18 – *Stensioeina granulata perfecta*; 19 – *Osangularia whitei crassa*; 20 – *Gavelinella gr. stelligera*; 21 – *G. stelligera*; 22 – *Bolivinoidea strigillatus*; 23 – *Stensioeina pommerana*; 24 – *Gavelinella clementiana clementiana*; 25 – *G. dainae*; 26 – *Reussella pseudospinulosa*; 27 – *Bolivinoidea decoratus decoratus*; 28 – *Cibicidoides temirensis*; 29 – *Cibicidoides aktulagayensis*; 30 – *Brotzenella monterelensis*; 31 – *Globorotalites emdyensis*; 32 – *Cibicidoides voltzianus*; 33 – *Gemellides orcinus*; 34 – *Bolivina kalinini*; 35 – *Bolivinoidea draco miliaris*; 36 – *Brotzenella taylorensis*; 37 – *Bolivina incrassata incrassata*; 38 – *Angulogavelinella gracilis*; 39 – *Bolivinoidea delicatulus*; 40 – *Brotzenella complanata*; 41 – *Stensioeina gr. caucasica*; 42 – *Gavelinella welleri*; 43 – *Anomalinoidea subcarinatus*; 44 – *Coleites crispus*; 45 – *Gavelinella midwayensis*; 46 – *Bolivina incrassata crassa*; 47 – *Bolivinoidea draco draco*; 48 – *Brotzenella praecuta*; 49 – *Cibicides kurganicus*; 50 – *Hanzawaia ekblomi*; 51 – *Anomalinoidea pinguis*; 52 – *Pseudotextularia varians*.

Нижний маастрихт. Кампан-маастрихтская граница на востоке ЕПО фиксируется в основании зоны *Angulogavelinella gracilis* (XXII) с *Neoflabellina reticulata*, *Osangularia navoroanna*, *Bolivinoidea peterssoni*, *Bolivina deccurens*. Выше располагаются две зоны: *Brotzenella complanata* (XXIII) и *Boliv-*

inoidea draco draco (XXIV), включающие *Coleites crispus* и *Bolivina incrassata crassa* (= *B. incrassata gigantea*). Уровень с *Angulogavelinella gracilis* соответствует основанию маастрихта Швеции (Brotzen, 1945). В Северо-Западной Германии кампан-маастрихтская граница соответствует нижней грани-

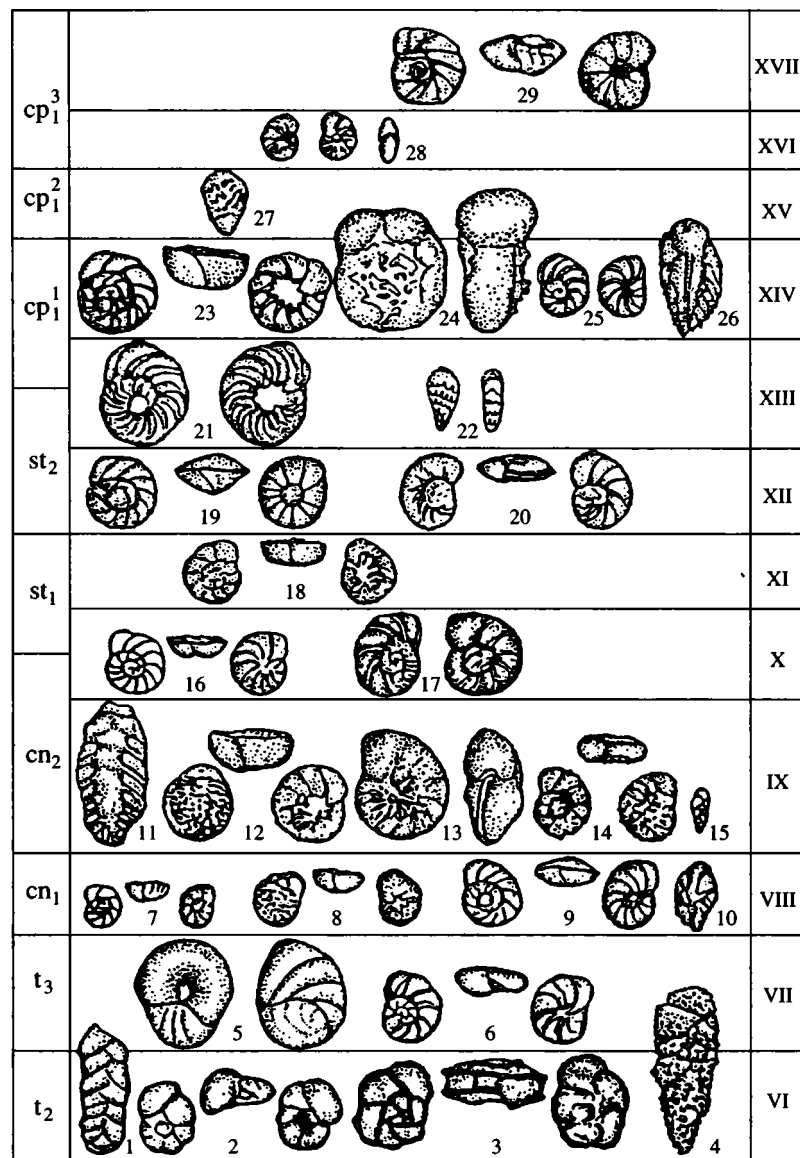


Рис. 2. Окончание.

це зоны *Bolivinooides decurrens*. Выше ее залегает зона *Neoflabellina reticulata*. Зона *Bolivinooides draco* с *Coleites reticulosus* охватывает верхнюю часть нижнего маастрихта.

Верхний маастрихт восточной части ЕПО подразделяется на две зоны: *Brotzenella praeacuta* (XXV) и *Hanzawaia ekblomi*–*Pseudotextularia elegans* (XXVI). Уровень первого появления *P. elegans* характеризует терминальную часть верхнего маастрихта Швеции и СЗ Германии.

Итак, имеются два региона с детальными шкалами по бентосным фораминиферам – это Мангышлак-Прикаспийский регион в восточной части ЕПО и бассейн СЗ Германии в западной части ЕПО. Фораминиферные зональные шкалы этих

регионов тесно увязаны с зональным делением по макрофауне (Найдин и др., 1984а, 1984б; Koch, 1977; Schoenfeld, 1990; Schoenfeld, Burnett, 1991).

Были сравнены детальные зональные шкалы по бентосным фораминиферам двух упомянутых регионов – Западного и Восточного, опубликованные в ряде статей (Найдин и др., 1984а, 1984б; Акимец и др., 1991; Koch, 1977; Schoenfeld, 1990). В результате данной работы была составлена предлагаемая интегральная схема (Beniamovskii, Kopaevich, 1966) (рис. 3).

Эта схема включает 13 зон комплексного обоснования, которые носят названия по индексу-виду и имеют аббревиатуру “BF” (“бентосные фораминиферные” зоны: BF1, BF2, BF3 и т.д.

Таблица 2. Схема зонального расчленения верхнего мела востока ЕПО по фораминиферам

Индекс	Зона	Номер зоны
m ₂	Hanzawaia ekblomi, Anomalinoides pinguis, Gavelinella gr. danica, Pseudotextularia varians, P. elegans	XXVI
m ₁ ³ -m ₂	Brotzenella praeacuta, Cibicides kurganicus, Gavelinella pertusa, Tappanina selmensis	XXV
m ₁ ³	Bolivinoidea draco draco, Coleites crispus, Gavelinella midwayensis, Stensioeina caucasica	XXIV
m ₁ ²	Brotzenella complanata, Spiroplectammina suturalis, Gavelinella welleri, Anomalinoides subcarinatus, Bolivina incrassata incrassata, B. incrassata crassa	XXIII
cp ₃ ³ -m ₁ ¹	Angulogavelinella gracilis stellaria, Neoflabellina reticulata, Osangularia navarroana, Gyroidina globosa, Cibicidoides bembix, Bolivina decurrens, Bolivinoidea delicatulus, B. peterssoni, Reussella minuta	XXII
cp ₃ ³	Brotzenella taylorensis, Neoflabellina praereticulata, Bolivina incrassata incrassata, Pseudouvirgerina cristata, Bolivinoidea giganteus	XXI
cp ₃ ²	Bolivinoidea draco miliaris, Eponides frankei, E. conspectus, Gavelinella cayexi mangyshlakensis, Bolivina kalinini, Gemellides orcinus, Rugoglobigerina rugosa	XX
cp ₃ ¹	Cibicidoides voltzianus, Heterostomella foveolata, Plectina ruthenica, Globorotalites emdyensis, Gavelinella clementiana laevigata, Globotruncana morozovae	XIX
cp ₂	Brotzenella monterelensis, B. menneri, Gavelinella clementiana usakensis, Arenobulimina convexocamerata, Heterostomella praefoveolata, Orbinynna sacheri, O. ovata, Voloshinovella tertia, V. laffitei	XVIII
cp ₁ ³ a	Cibicidoides aktulagayensis, Plectina convergens	XVII
cp ₁ ³ b	Cibicidoides temirensis, C. montanus, Eponides biconvexus, Bolivinoidea laevigatus laevigatus, Bolivinitella galeata	XVI
cp ₁ ²	Bolivinoidea decoratus decoratus, B. granulatus, Osangularia cordieriana, Globigerinelloides volutus	XV
cp ₁ ¹	Gavelinella clementiana clementiana, G. dainae, Neoflabellina rugosa, Stensioeina pommerana, Reussella pseudospinulosa, Bolivinoidea laevigatus finitima, Globotruncana arca	XIV
st ₂ -cp ₁ ¹	Bolivinoidea strigillatus, Ataxophragmium orbignynaeformis, Gavelinella stelligera, Globotruncana arcaformis	XIII
st ₂	Osangularia whitei polycamerata, O. crassa, O. whitei whitei, Gavelinella gr. stelligera, Cibicides excavatus	XII
st ₁	Stensioeina granulata perfecta, S. granulata incondita, S. exsculpta gracilis	XI
cn ₂ -st ₁	Stensioeina exsculpta exsculpta, Gavelinella vombensis, G. umbilicula, Cibicidoides eriksdalensis	X
cn ₂	Stensioeina granulata granulata, Spiroplectammina embaensis, Valvulineria laevis, Gyroidina turgida, Globorotalites michelinianus, Osangularia whitei whitei, Gavelinella vombensis (=G. infrasantonica), G. thalmanni, G. costulata, Bolivinita eleyi	IX
cn ₁	Reussella kelleri, Gavelinella praeinfrasantonica, Gavelinella kelleri, G. costulata, Stensioeina granulata kelleri, Marginotruncana coronata	VIII
t ₃	Ataxophragmium nautiloides, Gavelinella gr. costulata, Cibicidoides praeriksdalensis, Marginotruncana renzi	VII
t ₂	Gavelinella moniliformis, G. ammonoides, Spiroplectammina praelonga, Gaudryina variabilis, Globorotalites multiseptus, Reussella carinata, Marginotruncana lapparenti, M. marginata, Hedbergella agalarovae	VI
t ₁ ²	Globorotalites hangensis, Spiroplectammina cuneata, Gaudryina subserrata, Gyroidina nitida, Valvulineria lenticula, Gavelinella vesca, Cibicidoides apprima	V
t ₁ ¹	Hedbergella holzli, H. portdownensis, Whiteinella brittonensis, W. archeocretacea, W. baltica, Globigerinelloides bentonensis	IV
cm ₂₋₃	Lingulogavelinella globosa, Brotzenella berthelini, Gavelinella vesca	III
cm ₁	Gavelinella cenomanica, G. baltica, Lingulogavelinella orbiculata, Cibicides polyrraphes polyrraphes, Neobulimina numerosa, Hedbergella caspia, Thalmanninella appenninica	I-II

Прикаспийско-Мангышлакский бассейн		Басс. СЗ Германии		Стратиграфическое распространение характерных бентосных фораминифер														Зона	
Подъярусы																			
m ₂	m ₂	m ₂ ²																Hanzawaia ekblomi/ *Pseudotextularia elegans	BF13
		m ₂ ¹																Gavelinella danica/ Brotzenella praeacuta	BF12
m ₁	m ₁	m ₁ ²																Bolivinoidea draco draco	BF11
		m ₁ ²																Brotzenella complanata	BF10b
		m ₁ ¹																Neoflabellina reticulata/ Bolivina decurrens	BF10a
cp ₃	cp ₂	cp ₃ ³																Angulogavelinella gracilis/Bolivinoidea peterssoni	BF9
		cp ₃ ²																Osangularia navarroana	BF8b
		cp ₃ ¹																Bolivinoidea decoratus giganteus	BF8a
cp ₂	cp ₂	cp ₂ ²																Bolivinoidea draco miliaris	BF7
		cp ₂ ²																Globorotalites hiltermanni (= G. emdyensis)	BF6
		cp ₂ ¹																Brotzenella monterelensis/Heterostomella leopolitana	BF5
cp ₁	cp ₁	cp ₁ ³																Cibicidoides veltzianus/ Cibicidoides aktulagayensis	BF4c
		cp ₁ ²	Gavelinella gr. selligera Osangularia whitei crassa Stensioeina granulata perfecta Bolivinoidea strigillatus Gavelinella stelligera Stensioeina pommerana Gavelinella clementiana clementiana Neoflabellina rugosa N. wedekindii Bolivinoidea laevigatus B. granulatus B. decoratus decoratus Bourvigierina galathea Gavelinella usakensis Cibicidoides aktulagayensis C. veltzianus Neoflabellina numismalis Brotzenella monterelensis Heterostomella leopolitana H. foveolata Gavelinella laevigata Globorotalites hiltermanni Bolivina incrassata Heterostomella gracilis	Bolivinoidea decoratus decoratus	Cibicidoides temirensis/ Gavelinella clementiana usakensis Bolivinoidea decoratus decoratus/ Bolivinoidea granulatus	BF4b													
		cp ₁ ¹																Gavelinella clementiana clementiana	BF4a
st ₂	st ₂																	Stensioeina pommerana	BF3
																	Gavelinella stelligera	BF2b	
																		Stensioeina granulata perfecta	BF2a
																			BF1

* Единственная зона по планктонным фораминиферам.

Рис. 3. Детальная зональная схема верхнего сантона-маастрихта ЕПО по бентосным фораминиферам.

Таблица 3. Соотношение предлагаемой схемы зонального деления верхнего сантона–маастрихта и существующих подобных схем востока ЕПО и СЗ Германии

Прикаспийско-Мангышлакский бассейн		Бассейн СЗ Германии		Зонация по бентосным фораминиферам для ЕПО			Региональные зональные шкалы						
							Восток ЕПО		Запад ЕПО				
							Найдин и др., 1984 а, б; Акимец, Беньямовский, Копяевич, 1991		Koch, 1977	Schoefeld, 1990			
подъярусы													
m ₂		m ₂	m ₂ ²	Hanzawaia ekbloimi/Pseudotextularia elegans		BF13	Pseudotextularia elegans	XX-VI	Pseudotextularia elegans	Pseudotextularia elegans – I. Zone			
			m ₂ ¹	Gavelinella danica/Brotzenella praeacuta		BF12	Brotzenella praeacuta	XXV	Gavelinella danica				
m ₁	m ₁ ³	m ₁	m ₁ ²	Boivinoides draco draco		BF11	Bolivinoides draco draco	XX-IV	Bolivinoides draco draco	paleocenicus/reticulata R.R. Zone			
	m ₁ ²			Bolivinoides paleocenicus/Neoflabellina reticulata	Brotzenella complanata		BF10b	Brotzenella complanata	XXI-II			Neoflabellina reticulata	
					m ₁ ¹	Neoflabellina reticulata/Bolivinoides decurrens		BF10a	Angulogavelinella gracilis	XXII	Bolivinoides draco miliaris		decurrens – I. Zone
cp ₃	cp ₃ ³	cp ₂	cp ₂ ²	Angulogavelinella gracilis/Bolivinoides peterssoni		BF9	Brotzenella taylorensis	XXI	Neoflabellina numismalis	peterssoni/hiltermanni – C.R. Zone			
	cp ₃ ²			Neoflabellina praereticulata/Brotzenella taylorensis	Osangularia navarroana					BF8b		Bolivinoides decoratus giganteus	BF8a
					Bolivinoides draco millaris		BF7	Bolivinoides draco miliaris		XX			
	cp ₃ ¹			Globoratalites hittermanni (=G. emdyensis)		BF6	Cibicidoides veltzianus	XIX		Neoflabellina numismalis		gracilis – P.R. Zone	
cp ₂		cp ₂ ¹	Brotzenella monterelensis/Heterostomella leopolitana		BF5	Brotzenella monterelensis	XVI-II	leopolitana – P.R. Zone					
cp ₁	cp ₁ ³	cp ₁	cp ₁ ²	Bolivinoides decoratus decoratus	C. volzianus		BF4c	Cibicidoides aktulaguensis	XVII	Bolivinoides decoratus decoratus	voltzianus – P.R. Zone		
					Cibicidoides aktulagayensis/		BF4b	Cibicidoides temirensis	XVI			granulatus – P.R. Zone	
					Cibicidoides temirensis/Gavelinella clementiana usakensis								
	cp ₁ ²	cp ₁ ¹	Gavelinella clementiana clementiana	BF3	Gavelinella clementiana clementiana	XIV	Bolivinoides strigillatus	clementiana – P.R. Zone					
				Bolivinoides strigillatus		BF2b			Bolivinoides strigillatus	XIII	concinna – I. Zone		
				Stensioeina pommerana		BF2a			pommerana/frankel – P.R. Zone				
				Gavilinnella stelligera		BF2a			strigillatus – P.R. Zone				
st ₂		st ₂		Stensioeina granulata perfecta		BF1	Stensioeina granulata perfecta	XII	Stensioeina granulata perfecta	perfecta – P.R. Zone			

Зоны BF2, BF8 и BF9 подразделяются на две подзоны, а зона BF4 на три подзоны. Всего выделено 18 биостратиграфических единиц (зон и подзон). В результате большей дробности зонального расчленения уточнено положение границ сантона-кампана и кампана-маастрихта, которые ранее помещались внутри фораминиферовых зон, а теперь совмещаются с границами подзон BF2a/BF2b и зон BF9/BF10. Таблица 3 иллюстрирует соотношение между предлагаемой и существующими схемами двух регионов ЕПО. Для большинства биостратиграфических единиц предлагаются два вида-индекса: один, характерный для востока ЕПО, а второй – для западной части области.

Палеонтологическое обоснование зон

Зона Stensioina granulata perfecta BF1. W. Koch (1977) (=слои с *S. granulata perfecta* (Найдин и др., 1984а, 1984б)). **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Spiroplectamina rosula*, *Stensioina granulata perfecta*, *S. granulata incondita*, *Valvulineria mariei*, *Osangularia whitei whitei*, *O. whitei polycamerata*, *O. whitei crassa*, *Gavelinella ex gr. stelligera*, *G. infrasantonica*, *Cibicides excavatus*, *Cibicoides eriksdalensis*, *Praebulimina ventricosa*, *Bolivinoidea strigillatus* (очень редко). Нижняя граница устанавливается по появлению вида-индекса и видов диагностирующего комплекса, верхняя – по исчезновению *Gavelinella infrasantonica*, *Gavelinella ex gr. stelligera*, *Cibicides excavatus*, *Cibicoides eriksdalensis*.

Зона Bolivinoidea strigillatus BF2 была установлена В. Кохом (Koch, 1977) и подразделяется нами на две подзоны – нижняя *Gavelinella stelligera* BF2a и верхняя *Stensioeina pommerana* BF2b.

Подзона Gavelinella stelligera BF2a. Зона *G. stelligera* была установлена В.П. Василенко (1961). В дальнейшем объем зоны был изменен: из нее выделена зона *Gavelinella clementiana clementiana* (Акимец и др., 1979). **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Ataxophragmium orbignynaeformis*, *Gavelinella stelligera*, *Bolivinoidea strigillatus* (постоянно), *Stensioeina pommerana* (редко, единично), *Globotruncana arcaformis*. Нижняя граница устанавливается по появлению вида-индекса и диагностирующего комплекса, верхняя – по исчезновению группы *Osangularia whitei*.

Подзона Stensioeina pommerana BF2b характеризуется появлением *Neoflabellina rugosa*, *Globigerinelloides asper*, *G. clavatus*, постоянной встречаемостью *Stensioeina pommerana*. Сюда переходят почти все виды предшествующего комплекса. Нижняя граница устанавливается по появлению *Neoflabellina rugosa*, резкому увеличению встречаемости *Stensioeina pommerana*, верхняя – по появлению нового комплекса видов.

Зона Gavelinella clementiana clementiana BF3. В.С. Акимец и др., 1979 (= верхняя часть зоны

Gavelinella stelligera s.l., Василенко, 1961). Слои переведены в ранг зоны В.С. Акимец (1980). **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** появившиеся – *Orbignyna variabilis*, *Voloshinovella laffittei*, *Gaudryina rugosa*, *Dorothia pupoides*, *Neoflabellina rugosa*, *N. wedekindii*, *N. asema*, *Eponides concinnus*, *Gavelinella dainae*, *G. santonica*, *Reussella pseudospinulosa*, *Pyramidina triangularis*, *Bolivinoidea laevigatus finitima*, *Pullenia dampelae*, а также перешедшие снизу – *Bolivinoidea strigillatus*, *Stensioeina pommerana*, *Globigerinelloides asper*, *G. clavatus* и др. Нижняя граница проводится по появлению новых видов и вида-индекса, у верхней границы исчезают *Bolivinoidea strigillatus*, *Gavelinella santonica*.

Зона Bolivinoidea decoratus decoratus BF4 В.П. Василенко (Трифонов, Василенко, 1963). **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Orbignyna irreperata*, *Plectina convergens*, *Osangularia cordieriana*, *Cibicoides temirensis*, *C. aktulagayensis*, *Bolivinitella galeata*, *Bolivinoidea decoratus decoratus*, *B. granulatus*. Нижняя граница устанавливается по появлению вида-индекса и видов характерного комплекса, верхняя – по исчезновению ряда видов родов *Orbignyna*, *Gavelinella* и *Bolivinoidea*. Зона подразделяется на три подзоны.

Подзона Bolivinoidea decoratus decoratus/B. granulatus BF4a. **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Orbignyna irreperata*, *Eponides moskvini*, *Osangularia cordieriana*, *Gavelinella clementiana pseudoexcolata*, *Bolivinoidea decoratus decoratus*, *B. granulatus*.

Подзона Cibicoides temirensis/Gavelinella clementiana usakensis BF4b. **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Gavelinella clementiana usakensis*, *Eponides biconvexus*, *Cibicoides montanus*, *C. temirensis*, *Bolivinoidea laevigatus laevigatus*, *Bolivinitella galeata*.

Подзона Cibicoides aktulagayensis/C. veltzianus BF4c. **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Spiroplectamina lingua*, *Arenobulimina vialovi*, *Heterostomella praefoveolata*, *Plectina convergens*, *Orbignyna irreperata*, *O. simplex*, *O. inflata*, *Osangularia cordieriana*, *Gavelinella bistellata*, *Brotzenella insignis*, *Cibicoides aktulagayensis*, *C. veltzianus*.

Зона Brotzenella monterelensis/Heterostomella leopolitana BF5. **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Arenobulimina puschi*, *Orbignyna inflata*, *Voloshinovella laffitei*, *Heterostomella leopolitana*, *H. praefoveolata*, *Neoflabellina numismalis*, *Brotzenella monterelensis*, *B. menneri*, *Gavelinella clementiana usakensis*. Нижняя граница устанавливается по появлению видов-индексов и сопутствующего комплекса, верхняя – по исчезновению *Orbignyna variabilis*, *Brotzenella insignis*, *Bolivinitella galeata*, *Praebulimina ventricosa*.

Зона Globorotalites hiltermanni (= G. emdyensis) BF6. Зона *Globorotalites emdyensis* была впервые предложена В.С. Акимец (1974). **Х а р а к т е р н ы е в и д ы:** *Plectina ruthenica*, *Heterostomella foveolata*, *Globorotalites hiltermanni* (= *G. emdyensis*),

Stensioeina beccariiformis, *Gavelinella clementiana laevigata*, *Cibicidoides veltzianus*. Нижняя граница зоны определяется появлением вида-индекса и характерных видов, а верхняя – по исчезновению *Arenobulimina puschi*, *Gavelinella clementiana pseudoexcolata*.

Зона *Bolivinoidea draco miliaris* BF7 установлена В. Кохом (Koch, 1977). Характерные виды: *Heterostomella gracilis*, *Neoflabellina buticula*, *Eponides franki*, *E. conspectus*, *Gavelinella cayexi mangyshlakensis*, *Gemillides orcinus*, *Bolivinoidea decoratus dracoformis*, *B. draco miliaris*. Нижняя граница устанавливается по появлению вида-индекса и сопутствующего комплекса, верхняя – по исчезновению видов *Gavelinella clementiana pseudoexcolata*, *G. clementiana usakensis*.

Зона *Neoflabellina praereticulata/Brotzenella taylorensis* BF8. Характерные виды: *Osangularia navarroana*, *Neoflabellina praereticulata*, *Brotzenella taylorensis*, *Bolivina incrassata incrassata*, *Bolivinoidea decoratus giganteus*, *Pseudouvierina cristata*. Нижняя граница проводится по появлению видов-индексов и характерных видов. Данная зона подразделяется на две подзоны: нижняя – *Bolivinoidea decoratus giganteus* BF8a с видом-индексом и *Bolivina incrassata incrassata* и верхняя подзона – *Osangularia navarroana* BF8b с видом-индексом и *Neoflabellina praereticulata*, *Pseudouvierina cristata*.

Зона *Angulogavelinella gracilis/Bolivinoidea peterssoni* BF9. Характерные виды: *Neoflabellina praereticulata*, *Gyroidinoides globosus*, *Angulogavelinella gracilis*, *Osangularia navarroana*, *Bolivinoidea delicatulus*, *B. peterssoni*, *Pseudouvierina cristata*, *Reussella szajnochae*. Нижняя граница зоны совмещается с уровнем появления зональных и сопутствующих видов, а верхняя – по исчезновению мелких *Brotzenella taylorensis*, *Gemellides orcinus*, *Reussella pseudospinulosa* и др.

Зона *Bolivinoidea paleocenicus/Neoflabellina reticulata* BF10. Характерными видами кроме зональных являются: *Gaudryina pyramidata*, *Anomalinoidea subcarinatus*, *Cibicidoides bembix*, *Bolivina incrassata crassa*. Отмечается массовая встречаемость *Angulogavelinella gracilis*. Нижняя граница проводится по появлению видов-индексов и характерных видов. Установлены две подзоны: Нижняя подзона *Neoflabellina reticulata/Bolivinoidea decurrens* BF10a, характеризуется появлением видов-индексов, а также *Spiroplectammina suturalis*, *Bolivinoidea paleocenicus*, *Cibicidoides bembix*, *Reussella cimbrica*. Верхняя подзона *Brotzenella complanata* BF10b установлена впервые в качестве зоны на Восточно-Европейской платформе (Григалис и др., 1974). Стратиграфический объем зоны был изменен (Акимец и др., 1983). Характерные виды: *Gavelinella welleri*, *Brotzenella complanata*, *Anomalinoidea subcarinatus*, *Coleites crispus*, *Bolivina incrassata crassa*, *Stensioeina praecaucasica*.

Зона *Bolivinoidea draco draco* BF11 установлена В. Кохом (Koch, 1977). Характерные виды: *Spiroplectammina suturalis*, *Gavelinella midwayensis*, *Coleites crispus*, *Bolivinoidea draco draco*. Нижняя граница зоны устанавливается по появлению вида-индекса и характерных видов, верхняя – по исчезновению *Gavelinella cayexi mangyshlakensis*, *Bolivinoidea delicatulus*.

Зона *Gavelinella danica/Brotzenella praeacuta* BF12. Характерные виды: *Orbignyna lepidula*, *Gavelinella pertusa*, *G. danica*, *Brotzenella praeacuta*, *Cibicides kurganicus*, *Anomalinoidea pinguis*, *Reussella minuta*, *R. cimbrica*, *Tappanina selmensis*. Нижняя граница устанавливается по появлению видов-индексов и видов диагностирующего комплекса, верхняя – по исчезновению *Brotzenella complanata* и некоторых других.

Зона *Hanzawaia ekblomi/Pseudotextularia elegans* BF13. Характерные виды: *Alabamina toulmini*, *Rosalina binkhorsti*, *Hanzawaia ekblomi*, *Cibicides clipeatus*, *Karrerina fallax*, *Pseudotextularia elegans*. Нижняя граница проводится по появлению видов-индексов и видов сопутствующего комплекса, а верхняя – совпадает с границей меловой и палеогеновой систем. Здесь происходит смена видового и родового состава во многих группах фораминифер.

Продолжительность зон и подзон

Согласно Д.П. Найдину (Найдин, 1995, с. 52, р. 2) интервал позднего сантона–маастрихта равен 19.5 млн. лет. Продолжительность предлагаемых зон сильно разнится. Наиболее частые зоны располагаются вблизи границ сантона–кампа и кампа–маастрихта (рис. 4). Так, в верхнем сантоне–раннем кампе и в конце кампа (7 млн. лет по временной шкале Д.П. Найдина) выделяются 10 зональных подразделений. Рубежи сантона–кампа и кампа–маастрихта отвечали периодам начала и конца трансгрессивно-регрессивных циклов. Более продолжительные зоны (примерно от 1.5 до 3 млн. лет) соответствуют фазам стабилизации бассейна (средний–поздний камп и маастрихт). В периоды перестройки “жизни” бассейнов (в начале и в конце трансгрессивно-регрессивных циклов) происходила активизация процессов филогенетического развития эволюционирующих бентосных фораминифер. И. Шoenфельд (Schoenfeld, 1990) по материалам СЗ Германии установил, что увеличение числа вновь появившихся видов (до 25 экземпляров на млн. лет) совпадают с большими регрессиями в начале позднего сантона, а также в конце раннего и позднего кампа.

Филогенезы, как основу зональной схемы для верхнего мела Восточно-Европейской платформы, впервые показали А.А. Григалис, В.С. Аки-

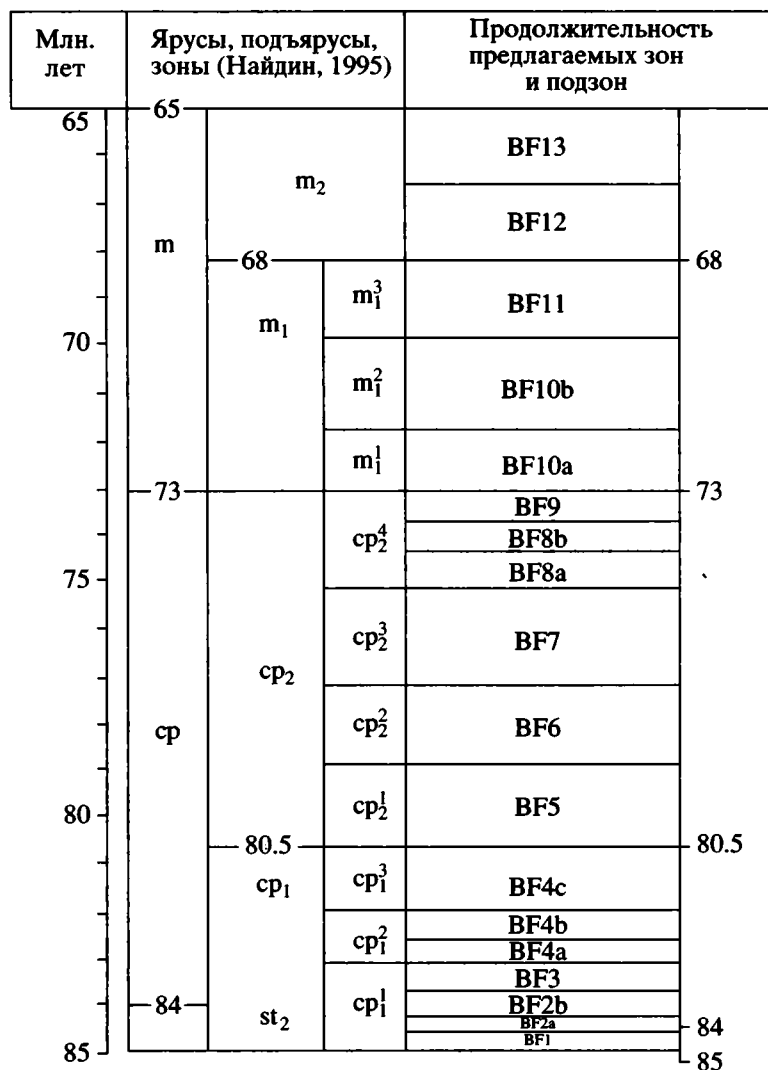


Рис. 4. Продолжительность биостратиграфических единиц.

мец и Е.С. Липник (1980). Мы, вслед за упомянутыми исследователями, использовали филогенезы родов *Orbignyna*, *Voloschinovella*, *Heterostomella*, *Globorotalites*, *Stensioeina*, *Neoflabellina*, *Gavelinella*, *Brotzenella*, *Cibicidoides*, *Bolivina* и *Bolivinoidea* для построения зональной схемы верхнего сanton-маастрихта ЕПО (рис. 5 и фототаблица).

В позднем сanton-раннем кампане продолжают филогенетические ряды родов *Neoflabellina*, *Gavelinella*, *Osangularia* и *Stensioeina*. Начинается филогенез рода *Bolivinoidea*. Филогенетическая линия *Bolivinoidea*: *B. laevigatus* (поздний сanton-ранний кампан) – *B. decoratus decoratus* (ранний-поздний кампан) – *B. australis* (= *B. decoratus dracoformis* ?), *B. draco miliaris* – *B. decoratus giganteus* (поздний кампан-ранний маастрихт) – *B. draco draco* (конец раннего маастрихта) отмечается в различных частях Земли. С. Петтерс (Petters, 1977) отмечает следующее распространение боливиноидовых зон:

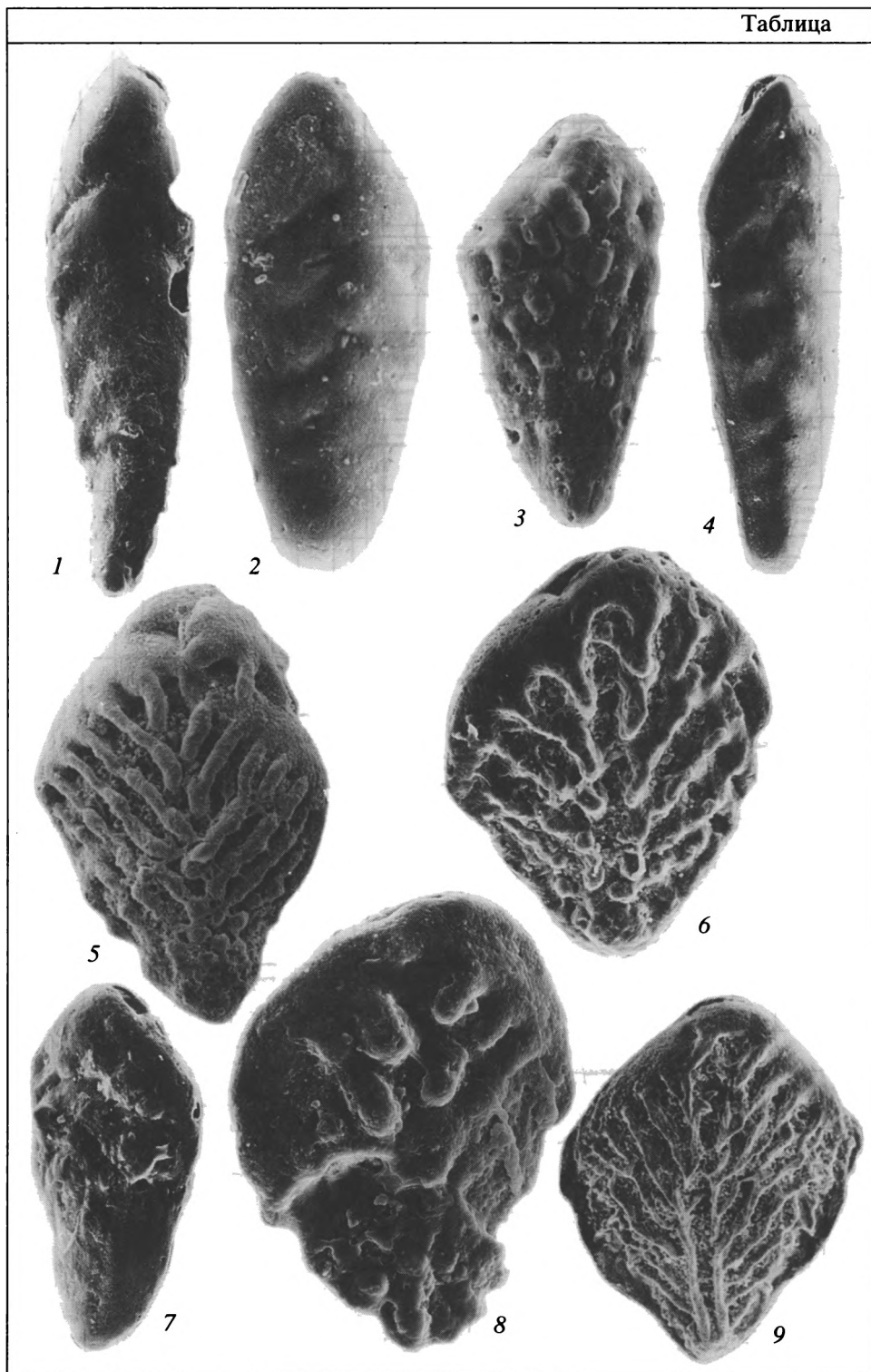
1 – зона *Bolivinoidea strigillatus* в верхнем сanton-нижнем кампане Австралии, Северной Америки, Европы; 2 – зона *Bolivinoidea decoratus decoratus* в кампане Америки, Европы, Северной Африки; 3 – зона *Bolivinoidea draco miliaris* в верхнем кампане-нижнем маастрихте Северной Америки и Европы; 4 – зона *Bolivinoidea draco draco* в среднем-верхнем маастрихте Европы, Ближнего Востока, Северной Африки и Австралии. *Bolivinoidea draco draco* – это космополитный вид, маркирующий маастрихтские отложения внешнего шельфа и батили континентов и Атлантики (Markhoven et al., 1986).

Эволюционное появление *Cibicidoides temirensis* характеризует середину раннего кампана. В конце раннего кампана ему на смену приходят *C. aktulagayensis* (= *involutus*) и *C. veltzianus*. Последний дает линию развития *C. veltzianus*–*C. bembix*–*C. succedens*.

Индекс	Зоны	Бентос															
		Spiroplec- tammina	Ataxo- phrag- mium	Neofla- bellina	Globoro- talites	Stensio- cina	Osangularia	Angulo- gaveli- nella	Gavelinella	Brotze- nella	Hanza- waia	Anoma- linoi- des	Cibicides	Cibicoides	Reus- sella	Boli- vina	Bolivinoi- des
m ² ₂	XXVI		suturalis														
m ¹ ₂	XXV																
m ³ ₁	XXIV		gyroidinaeformis					caucasicus									
m ² ₁	XXIII						navarroana	gracilis									
m ¹ ₁	XXII			praereticulata													
cp ³ ₃	XXI	baudouiniana															
cp ² ₃	XX		caspium					praecaucasicus	?								
cp ¹ ₃	XIX																
cp ² ₂	XVIII																
cp ²⁻³ ₁	XVII		obignynaeformis														
cp ¹ ₁	XV																
cp ¹ ₁	XIV																
st ² ₂	XIII																
st ² ₂	XII																
st ¹ ₁	XI																
cn ² ₂	X																
cn ¹ ₁	IX																
t ² ₂	VIII																
t ² ₂	VII																
t ¹ ₁	VI																
t ¹ ₁	V																
t ¹ ₁	IV																
		Spiroplec- tammina	Ataxo- phrag- mium	Neofla- bellina	Globoro- talites	Stensio- cina	Osangularia	Angulo- gaveli- nella	Gavelinella	Brotze- nella	Hanza- waia	Anoma- linoi- des	Cibicides	Cibicoides	Reus- sella	Boli- vina	Bolivinoi- des

Рис. 5. Филогенезы характерных родов бентосных фораминифер в позднем мелу востока ЕПО.

Таблица



Bolivina и *Bolivinoidea* верхнего сanton-кампа ЕПО.

1 – *Bolivina deccurens* Ehrenberg, обр. 68/73, Прикаспий, верхний маастрихт, $\times 160$. 2 – *Bolivina incrassata crassa* Vassilenko, обр. 68/88, Прикаспий, верхний маастрихт, $\times 140$. 3 – *Bolivinoidea decoratus decoratus* (Jones), обр. 68/348, Прикаспий, нижний кампан, $\times 140$. 4 – *Bolivina incrassata incrassata* Reuss, обр. 68/142, Прикаспий, верхний кампан, $\times 80$. 5 – *Bolivinoidea giganteus* Hiltermann et Koch, обр. 68/131, Прикаспий, верхний кампан, $\times 140$. 6 – *Bolivinoidea draco miliaris* Hiltermann et Koch, обр. 68/150, Прикаспий, верхний кампан, $\times 190$. 7 – *Bolivinoidea laevigatus* Marie, обр. Ак/10-16, Мангышлак, нижний кампан, $\times 160$. 8 – *Bolivinoidea peterssoni* Brotzen, обр. Ак/14-8, Мангышлак, нижний маастрихт, $\times 300$. 9 – *Bolivinoidea draco draco* Marsson, обр. 68/97, Прикаспий, нижний маастрихт, $\times 110$.

Средний кампан выделяется началом филогенеза рода *Brotzenella*. Эволюционное появление рода *Brotzenella* (*B. monterelensis*) четко определяет верхнюю грань нижнего кампана не только в восточной части ЕПО, но и в ее западной – в Монском бассейне (Robaszynski and Christensen, 1989) и в стратотипическом разрезе кампана (Plattel, 1977). Развитие видов ветви *Brotzenella* происходило в направлении уменьшения или усложнения орнаментации пупочной шишки и образования утолщений на внутренних концах септальных швов: *B. monterelensis*–*B. taylorensis*–*B. complanata*–*B. praeacuta*–*B. acuta*–*B. discoidea*–*B. turcmenica* – *B. taurica*.

Поздний кампан – пик филогенетического развития всех родов. Отмечается эволюционное появление рода *Gemellides*, генетически связанного с более поздним маастрихтским родом *Hanzawaia* (*H. ekbloimi*). Последний послужил предковой формой линии развития палеогеновых ханзавай: *H. ekbloimi*–*H. montensis*–*H. ammophilla*. В позднем кампане начинается филогенетическая линия *Bolivina* – *B. kalini*–*B. incrassata*–*B. incrassata crassa* (= *gigantea*); развитие шло по линии утолщения стенки и увеличения массивности раковины. *Bolivina incrassata* – космополит, распространенный в верхнекампанских-маастрихтских отложениях Европы, Северной Америки и океанов (Morkhoven et al., 1986).

Постепенная редукция филогенетического развития происходит в течение маастрихта. Премущественность датского и маастрихтского комплексов Перитетиса минимальна. Только несколько видов: *Brotzenella praeacuta*, *Hanzawaia ekbloimi*, *Gavelinella welleri*, *Karrerella fallax* переходят в даний.

*Некоторые важные особенности
стратиграфического и географического
распространения фораминифер в восточной
и в западной части ЕПО*

Рисунок 6 показывает, что зональные комплексы включают три категории видов фораминифер.

Группа категории А. Это виды, которые были распространены повсеместно. Среди них выделяется:

1. Виды с одинаковым стратиграфическим диапазоном.
2. Виды с изохронным появлением, но асинхронным исчезновением.
3. Виды с асинхронным появлением. Среди последних выделяются: а – формы, развитие которых на востоке ЕПО начинается раньше, чем на западе; б – виды, чье появление на востоке, наоборот, фиксируется позже, чем на западе ЕПО. Так, *Bolivina laevigata* начинает свое распространение в Мангышлакском бассейне в начале

кампана, а в СЗ Германии значительно позже – в начале позднего кампана (т.е. примерно на 3 млн. лет позже). *Cibicidoides veltzianus* на западе начинает свое распространение в начале среднего кампана, тогда как на востоке в начале позднего (приблизительно на 2 млн. лет раньше).

Группа видов категории Б свойственна только западной части ЕПО или гораздо больше распространена в ней. Такими являются некоторые представители родов *Heterostomella*, *Stensioecina*, *Bolivina* и особенно *Neoflabellina*.

Группа видов категории В составлена видами, распространенными исключительно в восточной половине ЕПО и неизвестными на западе. Они либо являются видами-индексами, или входят в число характерных видов зонального комплекса. Некоторые зоны предлагаемой схемы (BF5, BF6, BF10) имеют два вида-индекса – один, характерный для западной части ЕПО, а другой – для восточной.

*Палеобиогеографическое деление ЕПО
по бентосным фораминиферам*

Д.П. Найдин (1973) обосновал по белемнитам разделение бассейна Восточно-Европейской платформы на две провинции: западную, где присутствуют гониотеутиды, и восточную, где они неизвестны, а распространены различные белемнителлы. Данные по фораминиферам позволяют разделить ЕПО на две палеобиогеографические провинции: Западноевропейскую и Восточноевропейскую (рис. 1). Последняя охватывала бассейн Восточно-Европейской и запада Туранской платформ.

Западноевропейская провинция отличалась распространением видов категории Б: *Neoflabellina wedekindii*, *N. asema*, *N. numismalis*, *N. buticula*, *Heterostomella gracilis*, *Bolivina paleocenica*. Эти виды отсутствуют в Восточноевропейской провинции. Имелась постоянная связь с Североморским и Северо-Атлантическим бассейнами. Одной из характерных бентосных форм для этих бассейнов является *Reussella szajnochae* (King, 1989; Schoenfeld, Burnett, 1991). У рассматриваемой провинции были ограниченные связи с Тетисом. Поэтому планктонные виды встречаются здесь в очень ограниченном количестве или чаще отсутствуют вообще. Еще одной особенностью данной провинции является присутствие многочисленных тропических орбитоидов в маастрихте (например, переполненные орбитоидами верхнемаастрихтские отложения в стратотипическом разрезе горы Маастрихта в юго-восточной Голландии).

Восточноевропейская провинция характеризовалась развитием родов *Orbignyna*, *Arenobulimina*, *Marssonella*, *Voloshinovella*, *Gavelinella*, *Brotzenella*. Эндемичными являются *Cibicidoides temirensis*,

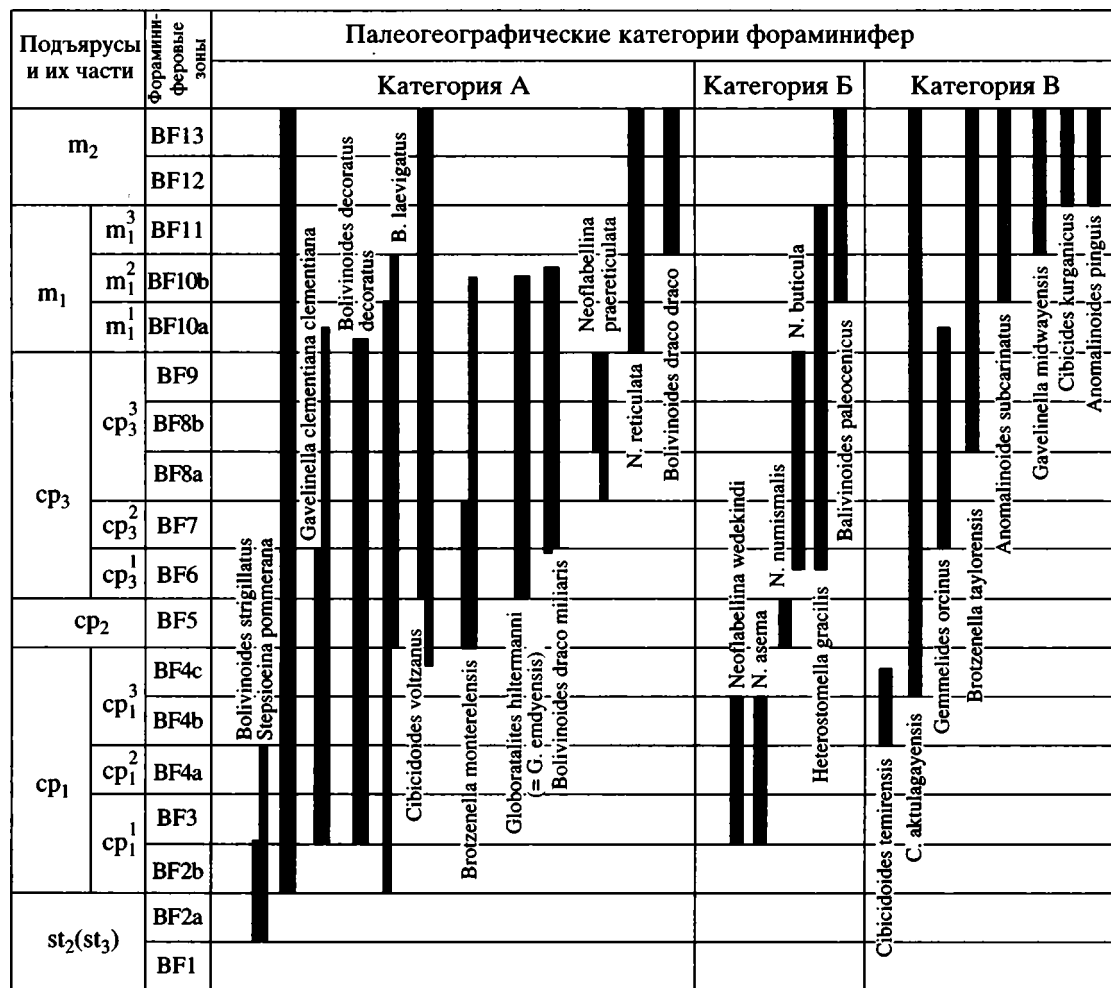


Рис. 6. Три категории фораминифер в зональных комплексах ЕПО.
Диапоны видов: 1 – на востоке ЕПО, 2 – на западе ЕПО.

C. aktulagayensis, *Gemellides orcinus*, *Brotzenella menneri*, *B. taylorensis*, *Anomalinoidea subcarinatus* и другие.

Провинция была связана с бореальным Западно-Сибирским морем. Это сообщение осуществлялось через Тургайскую депрессию и понижения в Среднем Урале (рис. 7). О вероятности существования широтного Среднеуральского пролива указывал Г.Н. Папулов (1974). В районе г. Нижний Тагил известны наиболее восточные выходы осадков сантонского моря Западной Сибири, и они расположены всего в 200 км от крайнего северного выхода отложений залива Восточно-Европейской платформы у г. Красноуфимска. По этому проливу проникали бореальные сибирские водные массы, а вместе с ними в моря Восточно-Европейской провинции мигрировали радиолярии и бореальный двустворчатый моллюск *Oxytoma* (*Pteria*) *tenuicostata* (Roemer). По мере отдаления от предполагаемого среднеуральского пролива отложения с *O. tenuicostata* “молодеют”. Если в

непосредственной близости к проливу (разрез на окраине пос. Сенгилей в 40 км. южнее г. Ульяновска) первые створки *O. tenuicostata* обнаружены в нижнесантонских отложениях (Беньямовский и др., 1988), то по мере удаления от предполагаемого пролива их первое присутствие “омолаживается”. На востоке Прикаспийской впадины массовые скопления створок *O. tenuicostata* обнаружены в верхнесантонских-нижнекампанских отложениях, а на северном обрамлении Донбасса редкие створки этого бореального моллюска обнаружены в нижнекампанских осадках (Папулов, Найдин, 1979; Найдин, Иванников, 1980). В сантонский и кампанский века на западе Прикаспийской синеклизы, на правобережье Волги от Ульяновска до ее низовьев были широко распространены кремнистые осадки с радиоляриями. Д. П. Найдин (Герасимов и др., 1962) предполагал существование мощного северного течения, позволявшего проникать на юг кремневым организмам. Это предположение хорошо увязывается с фактом установления связи

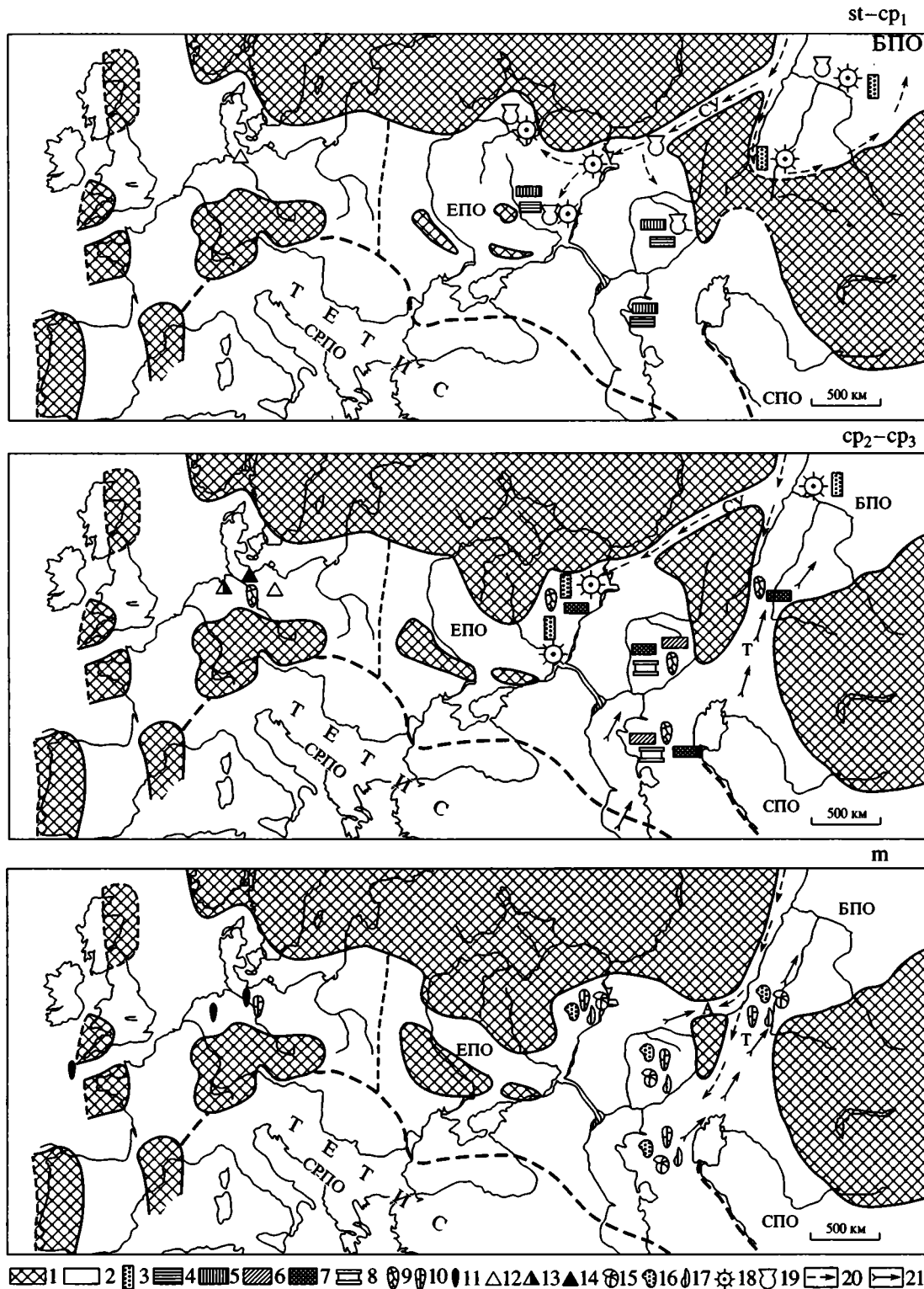


Рис. 7. Распространение некоторых характерных верхнесантонских-маастрихтских фораминифер в морях ЕПО, в Западно-Сибирском бассейне Бореальной палеобиогеографической области (БПО) и в Тургайском проливе-море (Т). Пролиты: СУ – Среднеуральский, Т – Тургайский, А – Аятский; 1 – суша; 2 – море; 3 – *Bathysiphon nodosariiformis*; 4 – *Cibicides temirensis*; 5 – *C. aktulagayensis*; 6 – *Gemellides orcinus*; 7 – *Brotenella taylorensis*; 8 – *Globotruncana morozovae*; 9 – *Bolivina kalinini*; 10 – *Bolivina draco draco*; 11 – *B. paleocenicus*; 12 – *Neoflabellina wedekindii*; 13 – *N. leopolitana*; 14 – *N. gracilis*; 15 – *Anomalinoidea subcarinatus*; 16 – *A. pinguis*; 17 – *Cibicides kurganicus*; 18 – *Radiolaria*; 19 – *Pteridocystis tenuicostata*; 20 – миграция видов из Западно-Сибирского бассейна в моря ЕПО; 21 – миграция видов из морей ЕПО в Западно-Сибирский бассейн. СПО – Среднеазиатская палеобиогеографическая область, СРПО – Средиземноморская палеобиогеографическая область.

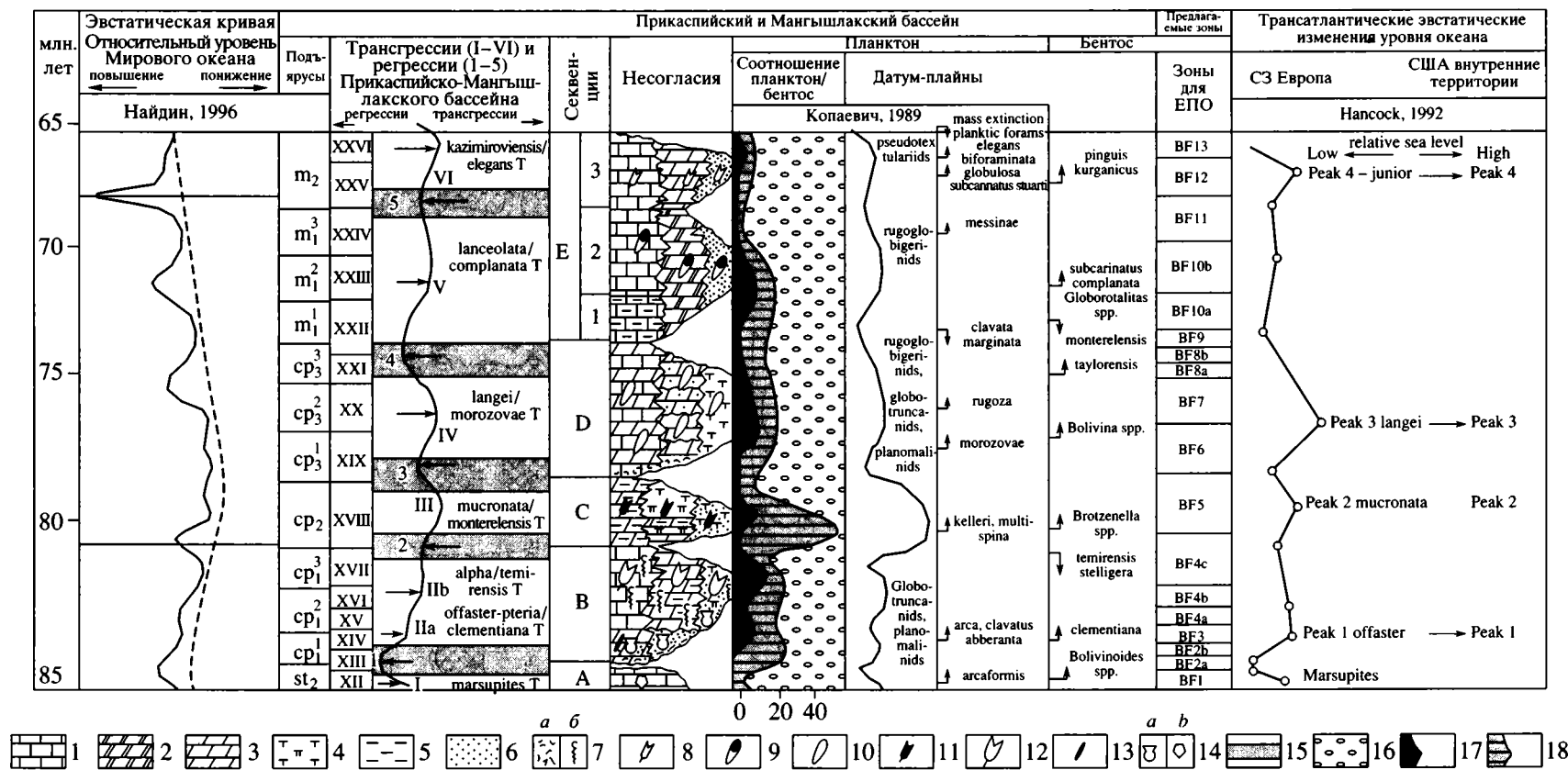


Рис. 8. Позднесантонские-маастрихтские эвстатические трансгрессии и регрессии.

1 – мел; 2 – мелоподобный мергель; 3 – мергель; 4 – глины карбонатные; 5 – глины; 6 – пески; 7: а – фосфориты; б – биотурбация; 8 – *Neobelemnella kazimirovensis*; 9 – *Belemnella lanceolata*; 10 – *Belmnitella langei*; 11 – *B. mucronata mucronata*; 12 – *B. mucronata alpha*; 13 – *Actinocamax laevigatus*; 14: а – *Pteria tenuicostata*, б – *Marsupites testidarius*; 15 – регрессии; 16–18 – фораминиферы: 16 – бентосные; 17 – килеватые планктонные; 18 – бескилеватые планктонные.

южного Восточноевропейского перитетического бассейна с северным бореальным Западно-Сибирским морем через Среднеуральский пролив. Данный пролив просуществовал до конца кампана (Амон, 2001; Амон et al., 1997). В некарбонатных, темноцветных сантон-верхнекампанских кремнистых глинах и опоках, вскрытых буровой скважиной в районе Волгограда, присутствует обильный комплекс радиолярий, значительная часть которых представлена видами, известными в Западно-Сибирском бассейне (Брагина и др., 1999).

Тургайский пролив начал действовать с середины кампана. Об этом свидетельствуют комплексы фораминифер из сантон-маастрихтских разрезов севера Тургайского прогиба и смежных площадей Южного Зауралья (Э.О. Амон, в ст. Папулов, Железко, Левина, ред., 1990). В сантоне и раннем кампане эти комплексы целиком составлены западносибирскими бентосными бореальными видами с песчанистой стенкой, среди которых преобладали представители отрядов Lituolida, Astrorizida, Ammodiscida. Отмечаются трохамминиды, довольно редки атаксофрагмиды (8%). Со среднего кампана меняется систематический состав — резко уменьшается доля литуолид, астроризид и аммодисцид, зато повышается доля отряда Aтахophragmiida (21%) и появляются секреторные роталииды (21%). Начиная со среднего кампана, увеличивается участие европейских видов в строении комплекса (в среднем кампане число видов ЕПО достигает 30%, а к концу маастрихта они составляют 55%). В конце кампана полностью изменился систематический состав сообщества северотургайских комплексов. Исчезли агглютинирующие литуолиды, астроризиды, аммодисциды и трохамминиды, преобладающей группой стали секреторные Rotaliida, заметным стало участие планктонных фораминифер в комплексе (18%). Появление в маастрихтских отложениях восточной части ЕПО некоторых сенонских западносибирских видов, таких как *Cibicides kurganicus*, *Anomalinoides subcarinatus*, *A. pinguis* свидетельствует о движении видов через Тургайский пролив не только в северном, но и в южном направлении. Бореальная *Anomalinoides pinguis* достигла Польского бассейна, где она выступает в качестве вида-индекса в верхнем маастрихте (Gawor-Biedowa, Witwicka, 1984). В маастрихте, помимо основного Тургайского пролива, образовался Южноуральский (Аятский) пролив, располагавшийся между Мугоджарскими и Уральскими горами (Амон et al., 1997). Доказательством данного пролива является нахождение в разрезах Орского грабена к западу от южной оконечности Уральских гор и в разрезах на р. Аят в Южном Зауралье, разделенных расстоянием в 150 км, одних и тех же комплексов маастрихтских фораминиферовых зон востока ЕПО (интервал зон XXII–XXVI) и белемнитов

Belemnella lanceolata и *Neoblemnella kazimiroviciensis*. Э.О. Амоном приведено сопоставление зонального деления сантон-маастрихтских отложений востока ЕПО, севера Тургайского прогиба и Западной Сибири, из которого видно, что начиная с позднего кампана и особенно в позднем маастрихте на севере Тургайской депрессии действовали зоны востока ЕПО (Э.О. Амон, в кн.: Папулов, Железко, Левина, 1990; Амон, 1998).

Эпиконтинентальный бассейн Восточноевропейской провинции являлся по существу периферией Тетиса. Планктонные фораминиферы, хотя и не столь обильные и разнообразные как в Тетисе, постоянно присутствовали в комплексах рассматриваемой провинции, особенно в ее южной Крымско-Кавказской части (Маслакова, 1978). В периоды трансгрессий возрастал процент планктонных фораминифер в сообществах (до 50–60%). В эпиконтинентальный водоем мигрировали более глубоководные килеватые глоботрунканы и некилеватые ругоглобигерины (Кобаевич, 1989). В регрессивные фазы, а также в мелководной части бассейна, планктонная составляющая была незначительной (кое-где планктонные фораминиферы отсутствовали вообще). Планктон был представлен в основном планомалинидами и редкими недоразвитыми глоботрунканидами. В Мангышлак-Прикаспийском бассейне установлено пять трансгрессивно-регрессивных циклов в позднесантонском-маастрихтском интервале (рис. 8). Они выделяются по смене литологических комплексов, разделенных в мелководных разрезах перерывами, появлениями характерных видов планктонных фораминифер. С ними связано начало распространения и некоторых бентосных фораминифер, моллюсков и других групп. Эти циклы имеют эвстатическую природу, так как соответствуют пикам повышения уровня моря Северозападной Европы и США (Hancock, 1992).

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая зональная схема деления верхнего сантона–маастрихта по бентосным фораминиферам была создана на базе анализа зональных схем различных регионов ЕПО, особенно двух: Мангышлак-Прикаспийского и СЗ Германского.

2. Эта схема очень детальна, так как состоит из 18 биостратиграфических единиц: 13 зон и 5 подзон. Она более дробна по сравнению с предшествующей по востоку ЕПО и уточняет положение границ сантона–кампана и кампана–маастрихта по фораминиферам.

3. Большинство зон имеет весьма широкий радиус действия. Они прослеживаются в различных регионах ЕПО, некоторые и за пределами Европейской области — на Ближнем Востоке, в Север-

ной Америке, на севере Африки, в Австралии, а также в океанах.

4. Бентосная зональная схема в 2–3 раза детальнее, чем планктонная.

5. Продолжительность зон и подзон весьма различна. Самые узкие зоны находятся вблизи границы саттон–кампан и в терминальном кампане. Они отвечают времени начала и конца трансгрессивно-регрессивных циклов. Именно в эти периоды усиливались процессы эволюционного развития бентосных фораминифер.

6. Основой схемы являются филогенезы родов: *Heterostomella*, *Neoflabellina*, *Stensioeina*, *Globorotalites*, *Gavelinella*, *Brotzenella*, *Cibicidoides*, *Bolivina*, *Bolivinoidea* и других. Изохронное появление и распространение видов в некоторых важных в стратиграфическом отношении эволюционирующих родов *Stensioeina*, *Bolivinoidea*, *Bolivina* прослеживается не только в Европе, но и на других континентах и в океанах.

7. Мы предлагаем выделять в кампанском ярусе, который являлся самым протяженным по времени (11 млн. лет) не два, как это принято, а три подъяруса. Нижний кампан отвечает фазе развития белемнитов: гониотеутисов *gr. quadrata*, актинокамаксов *laevigatus* и белемнителл *gr. praecursor* и первых *micronata* (*micronata alpha*), а также интервалу развития фораминифер BF2a–BF4. Средний подъярус рассматривать в объеме зоны *Bелемнителла micronata*, что соответствует уровню появления и развития бентосных фораминифер зоны *Brotzenella monterelensis* BF5. Верхний кампан следует начинать с появления белемнитов *gr. langei*. Он отвечает этапу развития бентосных фораминифер в интервале BF6–BF9. Таким образом, кампан разделится на естественные фазы развития белемнитов и фораминифер.

8. По особенностям географического и биостратиграфического распределения бентосных фораминифер в ЕПО выделяются две провинции: Западная и Восточная. Первая была связана с Североморским и Североатлантическими бассейнами, а вторая с Тетисом и бореальным Западно-Сибирским морем. Связь с бореальным бассейном осуществлялась в саттоне–раннем кампане через Среднеуральский пролив, а начиная со среднего кампана открывается Тургайский пролив. В маастрихте Среднеуральский пролив закрывается, и связь осуществляется через Тургайский и Южноуральский проливы. Это приводит к исчезновению радиоларий в маастрихтских осадках Восточной провинции и увеличению доли европейских видов фораминифер в южноуральских и южнозападносибирских комплексах.

9. Появление некоторых важных для стратиграфии бентосных видов и большинства планктонных видов, сменяемость фациальных комплексов, перерывы – все это в значительной сте-

пени связано с эвстатическими трансгрессивно-регрессивными циклами. По материалам Мангышлакско-Прикаспийского бассейна установлено шесть крупных циклов, имеющих эвстатическую природу, поскольку большинство из них прослеживаются синхронно в Западной Европе и Северной Америке.

Мы признательны профессору Карл-Армин Трёгеру (Горная академия г. Фрейберга), способствовавшему данным исследованиям, а также рецензентам В.А. Басову и И.А. Басову за тщательное рецензирование статьи и ценные замечания по тексту и графике.

Работа выполнена в рамках “INTAS-94-1414 и IGGP проект № 362 “Tethyan and Boreal Cretaceous”. Исследования проводились при финансовой поддержке ФЦП “Интеграция” и РФФИ, грант № 00-05-64917 и 00-05-64738.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акимец В.С. Зональная схема стратиграфии верхнемеловых отложений Белоруссии по фораминиферам // Проблемы региональной геологии Белоруссии. Минск: БелНИГРИ, 1974. С. 41–52.

Акимец В.С. Граница саттона и кампана на территории Белоруссии в свете новых фаунистических данных // Особенности регионального строения территории БССР. Минск: БелНИГРИ, 1980. С. 3–14.

Акимец В.С., Беньямовский В.Н., Гладкова В.И. и др. Бентосные фораминиферы и белемниты кампана и маастрихта Восточного Прикаспия // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1983. Т. 53. Вып. 4. С. 42–54.

Акимец В.С., Беньямовский В.Н., Копачевич Л.Ф. Меловая система. Верхний мел. Фораминиферовые зоны Западной Европейской части СССР и Западного Казахстана // Практическое руководство по микрофауне СССР. Фораминиферы мезозоя. М.: Недра, 1991. Т. 5. С. 161–192.

Амон Э. О. Радиоларии Урала и их стратиграфическое значение // Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. С. 1–35.

Архангельский А. Д. Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Материалы для геологии России. СПб.: Типография Императорской Академии наук, 1912. Вып. 25. 631 с.

Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР. Западная часть. Вып. 2. М.–Л.: Гостоптехиздат, 1934. 427 с.

Беньямовский В.Н., Копачевич Л.Ф., Акимец В.С. и др. К стратиграфии верхнего мела Ульяновского Поволжья по фораминиферам // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 5. С. 65–74.

Брагина Л.Г., Беньямовский В.Н., Застрожных А.С. Радиоларии, фораминиферы и стратиграфия верхнемеловых отложений правобережья Волгоградского Поволжья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 5. С. 84–92.

- Василенко В.П. Фораминиферы верхнего мела полуострова Мангышлака // Тр. ВНИГРИ. Вып. 171. 1961. 487 с.
- Герасимов П.А., Мигачева Е.Е., Найдин Д.П., Стерлин Б.П. Юрские и меловые отложения Русской платформы // Очерки региональной геологии СССР. Вып. 5. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 195 с.
- Григалис А.А., Акимец В.С., Липник Е.С. Зоны и зональные комплексы фораминифер верхнемеловых отложений Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1974. № 4. С. 114–118.
- Григалис А.А., Акимец В.С., Липник Е.С. Филогенезы бентосных фораминифер – основа зональной стратиграфии верхнемеловых отложений (на примере Восточно-Европейской платформы) // Вопросы микропалеонтологии. 1980. Вып. 23. С. 145–160.
- Копачевич Л.Ф. Определение палеоглубин на основе анализа комплексов планктонных фораминифер (по материалам верхнемеловых разрезов Закаспия) // Вестник Моск. ун-та. 1989. Сер. А. Геология. С. 25–34.
- Копачевич Л.Ф., Беньямовский В.Н., Найдин Д.П. Граница нижнего и верхнего маастрихта в Европейской палеобиогеографической области // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1987. Т. 62. Вып. 5. С. 43–57.
- Маслакова Н.И. Глоботрунканиды юга Европейской части СССР. М.: Наука, 1978. 165 с.
- Найдин Д.П. О соотношении биостратиграфических и палеобиогеографических единиц нижнего ранга // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1973. Т. 48. Вып. 6. С. 50–63.
- Найдин Д.П. Эвстазия и эпиконтинентальные моря Восточно-Европейской платформы. Статья 2. Верхнемеловые секвенции платформы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70. Вып. 5. С. 49–65.
- Найдин Д.П. Границы ярусов меловой системы: международный симпозиум (Брюссель, 1955) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1996. Т. 71. Вып. 4. С. 41–56.
- Найдин Д.П., Беньямовский В.Н., Копачевич Л.Ф. Схема биостратиграфического расчленения верхнего мела Европейской палеобиогеографической области // Вестн. Моск. ун-та. 1984а. Сер. 4. Геология. С. 3–14.
- Найдин Д.П., Беньямовский В.Н., Копачевич Л.Ф. Методы изучения трансгрессий и регрессий. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984б. 163 с.
- Найдин Д.П., Иванников А.В. (ред.) Пограничные отложения сантона и кампана на северном обрамлении Донбасса. Киев: Наукова думка, 1980. 108 с.
- Найдин Д.П., Копачевич Л.Ф. О зональном делении верхнего мела Европейской палеобиогеографической области // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1977. Т. 52. Вып. 5. С. 92–112.
- Папулов Г.Н. Меловые отложения Урала. М.: Наука, 1974. 202 с.
- Папулов Г.Н., Железко В.И., Левина А.П. (ред.) Верхнемеловые отложения Южного Зауралья (район Верхнего Притоболья). Свердловск. УрО АН СССР, 1990. 223 с.
- Папулов Г.Н., Найдин Д.П. (ред.) Граница сантона и кампана на Восточно-Европейской платформе. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. 118 с.
- Трифонов Н.К., Василенко В.П. Стратиграфия верхнемеловых отложений Мангышлака // Тр. ВНИГРИ. Вып. 218. 195 с.
- Amon E.O., Blueford J.R., De Wewer P., Zhelezko V.I. An essay on regional geology and stratigraphy of the Upper Cretaceous deposits of southern Urals territories // Geodiversitas. 1997. 19. № 2. P. 293–308.
- Beniamovskii V.N., Kopaevich L.F. Benthic foraminiferid zonation in the Late Santonian-Maastrichtian of the European paleobiogeographical area (EPA) // Zbl. Geol. und Paläontol. Teil I. 1966. № 11/12. P. 1149–1161.
- Birkelund T., Hancock, J. M., Hart M. B. et al. Cretaceous stage boundaries – proposals // Bull. Geol. Soc. Denmark. 1984. V. 33. P. 3–20.
- Brotzen F. De geologiska resultaten fran bormningarna vid Hoelviken. Del 1: Kritan // Sver. geol. undersökh. 1945. Ser. C. P. 1–64.
- Cowie J.W. Guidenlines for Boundary Stratotypes // Episodes. 1986. V. 9. P. 78–82.
- Gawor-Biedowa E. Campanian and maastrichtian foraminifera from the Lublin upland, Eastern Poland // Palaeontologia Polonica. 1992. № 52. 187 p.
- Gawor-Biedowa E., Witwicka E., Liszkowa J., et al. Rząd Foraminiferida Eichwald, 1830 // Budowa geologiczna Polski. 1984. Tom III. Mezozoik. Kreda. P. 187–308.
- Hancock J. M. Sea-level changes in the British region during the Late Cretaceous // Geol. Soc. Spec. Publ. 1992. V. 70. P. 241–256.
- Hancock J. M., Gale A.S. The Campanian Stage. Bull. Inst. roy-sci. Nature. Belgique. Sci. Ter. 1996. 66, Supp. P. 103–109.
- Hanzliková E. Carpathian Upper Cretaceous Foraminiferida in Moravia (Turonian-Maastrichtian). Rozprawy ústřed. ústavu geolog. Praha, 1972. 159 p.
- Kauffman E.G. (compiler), Kennedy W.J., Wood C.J. The Coniacian Stage and substage boundaries // Bull. Inst. roy-sci. Nature. Belgique. Sci. Ter. 1996. 66, Supp. P. 81–94.
- King C., Bailey H.W., Burton C.A., King D. Cretaceous of the North Sea // Eds. Jenkins, D.G., Murray J.W. Stratigraphical Atlas of Fossil Foraminifera. (2nd ed). Ellis Horwood. Chichester. 1989. P. 372–417.
- Koch W. Stratigraphie der Oberkreide in nordwestdeutschland (Pompeckische Scholle). Teil 2. Biostratigraphie in der Oberkreide und Taxonomie von Foraminiferen // Geol. Jahr. 1977. Reihe A. Bd. 38. P. 11–123.
- Kopaevich L.F., Alekseev A.S., Baraboshkin E.Yu., Beniamovskii V.N. Cretaceous sedimentary units of Mangyshlak Peninsula (western Kazakhstan) // Geodiversitas. 1999. V. 21. № 3. P. 407–419.
- Morkhoven F.P.C.M., Berggren W.A., Edwards A.S. (eds). Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic foraminifera // Bull. cent. res. explor.-production. Elf-Aquit. 1986. Mem. 11. 429 p.
- Odin G.S. (compiler). Definition of a Global Boundary Stratotype Section and Point for the Campanian/Maastrichtian boundary // Bull. Inst. roy-sci. Nature. Belgique. Sci. Ter. 1996. 66, Supp. P. 111–117.

Petters S.W. Bolivinoides evolution and upper Cretaceous biostratigraphy at the Atlantic coastal plain of New Jersey // *J. Paleontology*. 1977. V. 51. № 5. P. 1023–1036.

Plattel J.P. Le campanien stratotypique dans le synclinal de Saihtes (Charentes): biostratigraphie, geomorphologie et biozonation // *B. R. G. M. (deuxime serie)*. Bull. 1977. Sect. 1. № 4. P. 261–276.

Robaszynski F., Christensen W.K. The Upper Campanian-Lower Maastrichtian Chalks in Mons Basin, Belgium: preliminary study of belemnites and foraminifera in the Harmingnies and Ciply areas // *Geol. en mijnbouw*. 1989. V. 68. P. 391–408.

Schoenfeld J. Zur Stratigraphie und Ökologie bentischer Foraminiferen im Scheibkreide- Richtprofil von Laegerdorf/Holstein // *Geol. Jb.* 1990. Reihe. A. Bd. 117. 139 p.

Schoenfeld J., Burnett J. Biostratigraphical correlation of the Campanian–Maastrichtian boundary: Laegendorf–Hemmoor (northwestern Germany), DSDP Sites 548A, 549 and 551 (eastern North Atlantic) with paleobiogeographical and paleoceanographical implications // *Geol. Mag.* 1991. V. 128. № 5. P. 479–503.

Schulz M.-G., Ernst G., Ernst H., Schmid F. Coniacian to Maastrichtian stage boundaries in the standard section for the Upper Cretaceous white chalk of NW Germany (Lägerdorf-Kronsmoor-Hemmoor): definitions and proposals // *Bull. Geol. Soc. Denmark*. 1984. V. 33. P. 203–215.

Рецензенты И.А. Басов, В.А. Басов

УДК 561.26:551.781.3(470.4+489)

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ (СКВ. № 28, Г. ДУБОВКА)

© 2001 г. Г. Н. Александрова

Геологический институт РАН, 109017 Москва, Пыжевский пер., 7, Россия

Поступила в редакцию 27.12.99г.

Впервые проанализирован состав комплексов органикостенного фитопланктона из палеоценовых отложений Нижнего Поволжья. В разрезе выделено пять палинокомплексов, хорошо сопоставимых с одновозрастными отложениями Дании и Бельгии. Выявлен перерыв в осадконакоплении, приходящийся на поздний даний – ранний зеландий и отвечающий границе нижнесызранской и верхнесызранской подсвит.

Ключевые слова. Нижнее Поволжье, палеоцен, морские отложения, органикостенный фитопланктон, споры, пыльца, палинокомплекс.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение палеогеновых отложений Поволжья было начато А.П. Павловым в 1896 году. В дальнейшем они исследовались целым рядом других геологов (Архангельский, 1928; Милановский, 1940; Бражников и др., 1959 и др.). Сложное геологическое строение и недостаточная палеонтологическая охарактеризованность отложений заставляют остановиться на подробном описании выделяемых в Поволжье стратиграфических подразделений. В Нижнем Поволжье Г.П. Леонов (1961) расчленил их (снизу вверх) на: березовские слои, сызранскую, камышинскую и пролейскую свиты.

Березовские слои представлены толщей (до 6 м) тонкозернистых кварцево-глауконитовых песков, залегающих в основании сызранской свиты. Слои с размывом перекрывают породы верхнего мела. В основании присутствует слой фосфоритового галечника мощностью около 1.5 м, в котором встречаются окатанные остатки зубов акул, капролитов, обломки раковин устриц. Возраст их не установлен.

Сызранская свита подстилается березовскими слоями, либо породами верхнего мела. В последнем случае на контакте наблюдается очевидный размыв и перерыв в седиментации. Сызранская свита имеет двучленное деление. Нижнесызранская подсвита образована толщей (до 80 м) темно-серых, синеватых и желтоватых опок. Ее фауна бедна и представлена единичными пелециподами, кораллами и крупными корненожками очень плохой сохранности. В.А. Мусатовым (1993) из разрезов нижнесызранской подсвиты определен комплекс наннопланктона, отвечающий подзоне *Coccolithus robustus* (NP4).

Нижнесызранские опокы вверх по разрезу сменяются верхнесызранскими серыми и желтова-

тыми глауконито-глинистыми песчаниками (до 70 м) с обильной фауной пелеципод и гастропод. В основании подсвиты присутствуют конкреции плотного известкового песчаника ("каравай"), переполненные раковинами пластинчатожаберных и брюхоногих моллюсков. Горизонт с "каравайн" принимается за границу ниже- и верхнесызранской подсвит. Наиболее часто встречаются следующие формы: *Ostrea sinzowi* Netsch., *Turritella kamyschinensis* Netsch., *T. leymeriei* Netsch., *Volutilithes elevatus* Sow., *Nucula bowerbanki* Sow., *Crassatella stuckenbergi* Netsch., *Cucullaea volgensis* Barb., *Cyprina morrissi* Sow., *Corbula volkensis* Arkh. (Зубкович, 1960). Верхняя часть верхнесызранской подсвиты представлена песками с прослоями кремнистого песчаника. Комплекс наннопланктона из этих отложений весьма бедный и относится к зоне *Fasciculithus tympaniformis* (NP5) (Мусатов, 1993). Т.А. Кузнецовой (1973) был определен спорово-пыльцевой комплекс из сызранской свиты, в котором значительную роль играет пыльца голосеменных растений (до 40–60%), особенно сосны и кипариса. Данный комплекс сопоставлялся с комплексом эльбурганского горизонта Северного Кавказа.

Камышинская свита подстилается горизонтом (до 3 м) грубозернистых косослоистых песков, песчаников с хорошо окатанной галькой и мелкими зубами акул и скатов. Выше залегают темно-серые песчаные глины и опокы мощностью до 10 м. Верхняя часть свиты (30 м) образована сложнопостроенной толщей кварцевых песков, с прослоями глин и песчаников. Камышинская свита подразделяется на нижнекамышинские и верхнекамышинские слои. К первым относятся нижние глинистые опокы, ко вторым – верхние песчаные слои свиты. В палеонтологическом отношении свита охарактеризована слабо. Конхилофауна

представлена только одним видом *Teredina* sp. (Зубкович, 1960). Из верхнекамышинских слоев в районе г. Камышина известно местонахождение с отпечатками листьев. Эта флора неоднократно изучалась (Павлов, 1896; Баранов, 1959; Макулбеков, 1977 и др.). В комплексе растительных остатков доминируют *Magnolia kamyschinesis* Baranov, *Persea palaeomorpha* Sap. et Mar., *Litsea magnifica* Sap., *Ficus murczisonii* Makul., *Ushia kamyschinesis* (Goepp.) Kolak., *Ushia janischevskii* Makul., *Ushia alnophylla* Makul., *Ternstroemiocites sukaczewii* (Baranov) Makul., *Ternstroemiocites palibinii* Makul., *Plex stenophylla* Ung., *Dewalquea gelindenensis* Sap. et Mar., *Oxycarpia bifaria* Trautsch., *Posidonia volgensis* Makul. В спорово-пыльцевом комплексе камышинской свиты преобладает пыльца покрытосеменных растений (Кузнецова, 1965, 1970, 1973). Его основной фон составляет пыльца стеммы *Normapolles* Pfl., среди которой особенно разнообразны представители родов *Trudopollis* Pfl., *Oculopollis* Pfl.

Пролейская свита складывается толщей мелкозернистых песков (до 40 м), глинистых, обычно сильно уплотненных кварцево-глауконитовых с прослоями кремнисто-глинистых песчаников, редких в верхней части свиты и преобладающих в ее нижних горизонтах. В основании выделяется пачка (до 3 м) песчаных опок, опоконидных песчаников и песчаных глин. Верхняя граница свиты подчеркивается выдержанным горизонтом неоднородного грубозернистого песка, кварцевого с крупными ярко-зелеными зернами глауконита. Палеонтологически свита охарактеризована слабо. В базальном слое конгломератовидного песчаника В.Г. Морозовой (1960) определены единичные остатки фораминифер *Globorotalia* cf. *crassaeformis*, *Globigerina* ex gr. *triloba*, *Cibicides* sp. Из верхней части свиты обнаружены отпечатки и ядра пелеципод и гастропод (Семенов, Семенова, 1953; Зубкович, 1956). Спорово-пыльцевой комплекс (Кузнецова, 1970, 1973) пролейской свиты аналогичен комплексу камышинской свиты.

Следует отметить, что ряд исследователей не согласны с расчленением, предложенным Леоновым Г.П. (1961), и придерживаются схем А.П. Павлова (1896), А.Д. Архангельского (1928) (Бражников и др., 1960; Дистанов, Кузнецова, 1970 и др. – рис. 1). В частности, выделяя сызранскую свиту, они придерживаются ее трехчленного деления, включая в нее нижне- и верхнесызранскую подсвиту, а также нижнюю часть камышинской свиты под названием нижнесаратовская подсвита, что противоречит положениям Стратиграфического кодекса. Остальная часть камышинской свиты и пролейская свита объединяются в верхнесаратовскую свиту, при этом возраст данного стратона определяется как палеоцен-эоценовый. М.Е. Зубкович (1975), описывая палеоценовые отложения Саратовско-Волгоградского Повол-

жья, выделяет сызранскую серию с нижнесызранской (включая березовские слои) и верхнесызранской подсериями, и камышинскую свиту. Пролейская свита помещена им на уровень нижнего эоцена и рассматривается как возрастной эквивалент каневской свиты Украины. В.И. Курлаев, Е.Ф. Ахлестина (устное сообщение) к палеоцену относят только сызранскую свиту (без березовских слоев) в объеме нижне- и верхнесызранских, а также нижнесаратовских слоев. Камышинская и пролейская свиты помещены авторами на уровень эоцена. Таким образом, мы видим, что до сегодняшнего дня нет четкого и обоснованного мнения о расчленении палеогеновых отложений в Нижнем Поволжье.

Слабая палеонтологическая охарактеризованность, фациальная изменчивость, повторяемость в разрезах сходных литологических пачек нижнепалеогеновых свит Поволжья до сих пор вызывает затруднения в определении их стратиграфической принадлежности. Г.П. Леонов (1961) основываясь на непрерывности накопления нижне- и верхнесызранской подсвит и находкам в верхнесызранской подсвите комплекса моллюсков сходного с танетским Западной Европы и Крыма, помещает всю сызранскую свиту на этот уровень. Однако Г.Э. Козловой (1983) по радиоляриям из нижнесызранских слоев Среднего Поволжья выделяются слои с *Buryella*(?) *alifera*, обнаруженные совместно с богатейшими ассоциациями диатомовых водорослей зоны *Trinastia heibergiana* (Глезер, 1979), сопоставляемые с датскими комплексами Западной Европы. Т.А. Кузнецовой (1973) спорово-пыльцевой комплекс из сызранской свиты также сопоставляется с дат-палеоценовыми отложениями Центральной Европы, Бельгии, Центрального Казахстана и ряда других регионов. Возраст пролейской свиты тоже остается дискуссионным. Так Г.П. Леонов (1961), М.Е. Зубкович (1975) считали эту свиту эоценовой, У.Г. Дистанов, Т.А. Кузнецова (1970), опираясь на результаты литологического анализа и спорово-пыльцевые комплексы из опорных разрезов отнесли камышинскую и пролейскую свиту, к единому седиментологическому комплексу, соответствующему крупному камышинскому этапу осадконакопления, выделяя пролейскую свиту как подразделение меньшего ранга в составе камышинской свиты. Возраст пролейской свиты (как и всей камышинской) определялся этими авторами позднепалеоценовым и по стратиграфическому положению эквивалентным так называемой “камышинской флоре” из верхних горизонтов этого единого седиментационного комплекса у г. Камышина. Таким образом, история формирования палеогеновых отложений на территории Нижнего Поволжья остается неясной и сохраняются разногласия в трактовке стратиграфического объема и возраста свит.

Г. П. Леонов, 1961				Литологический состав	А. П. Павлов, 1896		А. Д. Архангельский, 1928		Е. В. Милановский, 1940		Г. А. Бражников и др., 1960	
Возраст		Схема расчленения			Присталинградский р-н	Балыклейский грабен	Присталинградский р-н	Р-н Балык-Пролейки	Присталинградский р-н	Балыклейский грабен		
Эоцен	Нижний	Царицынская свита	Верхне-царицынские слои		Царицынский ярус нижняя толща	Средне-царицынские слои	Царицынский ярус	Царицынская свита	Верхний горизонт	Мечеткинская свита		
			Нижне-царицынские слои						Нижне-царицынские слои			Нижний горизонт
		Пролейская свита				Верхнесаратовские слои	Верхнесаратовские слои	Царицынский ярус	Пролейская свита			Верхний горизонт
Палеоцен	Верхний	Камышинская свита			Саратовский ярус	Камышинский горизонт	Саратовский ярус	Камышинская свита	Верхний горизонт	Верхнесаратовская свита	Пролейская свита	
		Нижневерхнесаратовские слои	Верхневерхнесаратовские слои			Средний горизонт						
	Средний	Сызранская свита	Верхнесызранские слои		Сызранский ярус	Нижнесаратовские слои	Сызранский ярус	Нижнесаратовские слои	Сызранская свита	Саратовская свита	Сызранская свита	Нижнесаратовская подсвита
			Нижнесызранские слои			Верхнесызранские слои		Нижнесызранские слои		Вольская свита		
		Нижний	Березовские слои		Сызранский ярус	?	Сызранский ярус	?	Сызранская свита	Нижнесызранская свита		
Меловые отложения				Меловые отложения	Меловые отложения	Меловые отложения	Маастрихтский ярус	Меловые отложения				

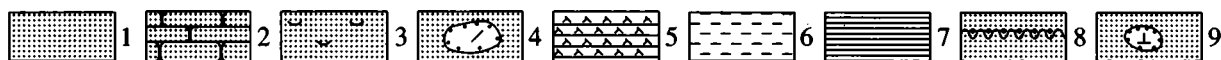


Рис. 1. Сводный стратиграфический разрез палеогеновых отложений Нижнего Поволжья и его расчленение различными исследователями.

1 – песок; 2 – песчаник преимущественно кремнисто-глинистый; 3 – устричник; 4 – песчаник конкреционный известковистый; 5 – опока; 6 – глина песчаная; 7 – глина; 8 – граница размыва; 9 – песчаник конкреционный кремнистый.

В настоящей статье представлены данные, полученные в результате изучения органикостенного фитопланктона из палеоценовых отложений скважины № 28, пробуренной Волгоградской ГРЭ, в 30 км севернее г. Дубовка, у фермы Лоза (рис. 2). Впервые установленные комплексы динофлагеллат позволили уточнить возраст палеоценовых отложений Нижнего Поволжья и выявить этапность развития морского бассейна в данном регионе.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА

Палеоценовые отложения вскрыты в интервале 27.0–171.0 м и представлены сызранской, камышинской и пролейской свитами в соответствии с расчленением разреза при его предварительном полевом описании геологами Волгоградской ГРЭ (рис. 3) (сверху вниз).

Пролейская свита.

27.0–29.0 м – песчаник серый, мелкозернистый, кварц-глауконитовый, не глинистый.

29.0–37.0 м – песок с прослоями песчаника серого, зеленовато-серого, кварц-глауконитового, с прослойками зеленого глауконита до 5 мм.

37.0–43.0 м – песок мелкозернистый, зеленовато-серый, переслаивание песчаников и прослоев чахлых глин.

43.0–50.0 м – песок со слабыми очень маломощными прослоями, гнездами глин, сильно песчаных. Порода ярко-зеленая из-за большого количества глауконита.

50.0–52.0 м – песчаник серый, сверху – зеленоватый, слюдистый, полимиктовый, глауконитовый, неравномернозернистый, внизу – крупноплитчатый.

52.0–56.5 м – глина темно-серая плотная, с многочисленными гнездами и прослоями песка, алевроита.

56.5–62.0 м – алевроит зеленовато-серый, песчаный, полимиктовый со сложной текстурой из-за неравномерности глинистого материала, в нижней части – прослойки глин, мощностью до 0.1 м.

62.0–66.0 м – базальный горизонт пролейской свиты. Песчаник зеленовато-серый, тонкозернистый, полимиктовый, косослоистый.



Рис. 2. Схема расположения скважины № 28.

Камышинская свита.

66.0–86.0 м – песок зеленовато-серый, кварцевый с гнездами глин.

86.0–91.0 м – алевроит, темно-серый, плотный, глинистый с многочисленными прослоями и гнездами песка (до 2–3 см).

91.0–96.0 м – алевролит с прослоями глин, сложно-слоистый с прослойками серого песка.

96.0–113.0 м – глина темно-серая, плотная, алевроитистая, переслаивается с более песчанистыми разностями, алевроитами, песчаниками серыми, темно-серыми.

Сызранская свита.

113.0–146.0 м – песок зеленовато-серый, местами серый, мелкозернистый, полимиктовый, алевроитистый, со значительной примесью глины, участками уплотненный, с отдельными прослоями песчаника. В слое большое количество пелеципод, гастропод.

146.0–153.0 м – песчанистая опока. В верхней части – раковины крупных устриц.

153.0–170.5 м – опока темно-серая, до черной, участками с плохо выраженной слоистостью за счет прослоев песка, глин. В верхней части больше песчаной составляющей, в нижней – глинистой.

170.5–171.0 м – базальный горизонт сызранской свиты. Песчаник серый, средне- мелкозернистый, полимиктовый, крепкий с обломками пелеципод.

Ниже вскрываются породы верхнего мела.

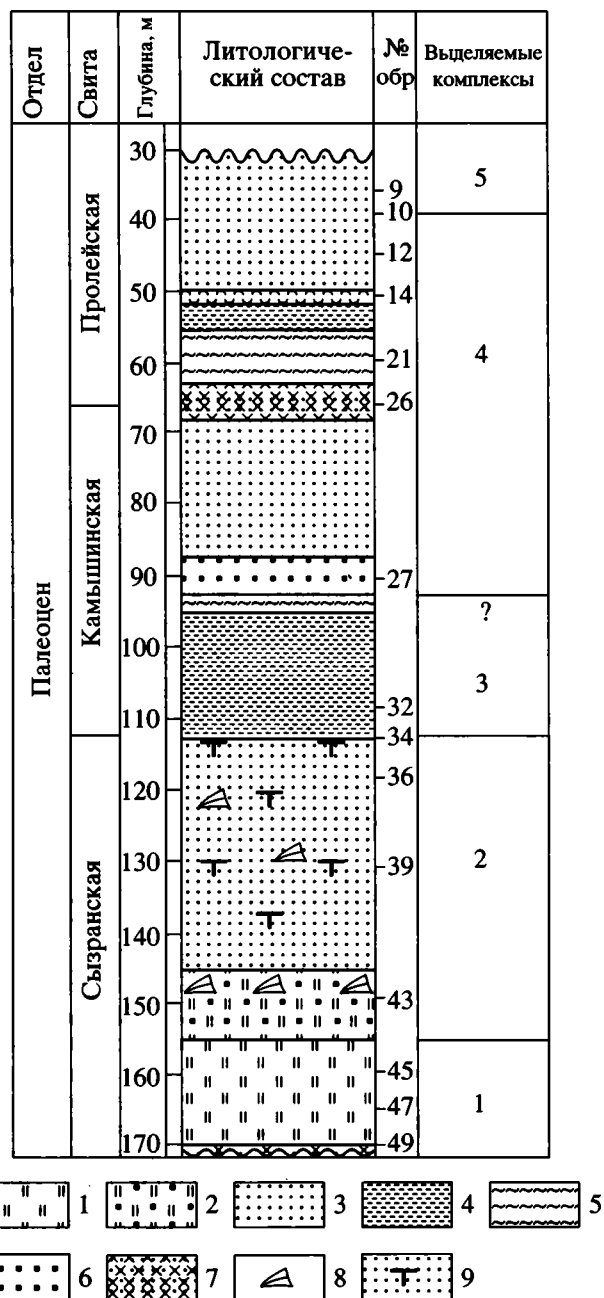


Рис. 3. Разрез палеоценовых отложений, вскрытых скважиной № 28. Посвитная разбивка дана геологами Волгоградской ГРЭ.

1 – опока; 2 – песчанистая опока; 3 – песок; 4 – глина; 5 – алевролит; 6 – алевроит; 7 – песчаник; 8 – устричные банки, пелециподы, гастроподы; 9 – песок слабокарбонатный.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Весь разрез морских отложений охарактеризован микрофитопланктоном, спорами и пылью растений, что позволило предварительно выделить пять палинологических комплексов (таблица).

Распространение фитопланктона в разрезе скв. 28

Номер образца	49	47	45	43	39	36	34	32	27	26	21	14	12	10	9
Род															
<i>Trigonopyxidia</i> sp.	10	8								3					
<i>Phelodinium kozlowskii</i>	64		4		4	1									
<i>Palaeoperidinium</i> sp.	17		4												
<i>Dinogymnium</i> sp.	6		1		2	1	1	2	8	2	2				
<i>Spiniferites ramosus</i>	28	9	19	3	30			20	8	24			15	37	55
<i>Impagidinium?</i> sp.	15				13						1			1	1
<i>Fibradinium anettoprense</i>	12	23	10		22	8									
<i>Spiniferites</i> sp.	140		4	3		18	13	17	20		30	5			7
<i>Operculodinium</i> sp.	26				9	6		9	3	3				4	
<i>Microdinium</i> sp.	20	5		1		5									2
<i>Fibrocysta</i> sp.	3														
<i>Hystriosphæridium</i> sp.	13	1	9	1		8				3		1		5	5
<i>Odontochitina porifera</i>	1							1							
<i>Palaeocystodinium</i> sp.	10	8	6												
<i>Palaeocystod. bulliformum</i>	2														
<i>Oligosphaeridium</i> sp.	41							6		1	6			4	
<i>Hystrihokolpoma</i> sp.	24	2	1						3		1	1			
<i>Senoniasphaera inornata</i>	25	14	38		1										
<i>Senoniasphaera</i> sp.			6												
<i>Turbiosphaera?</i> sp.	1														
<i>Spiniferites cornutus</i>	10	1													1
<i>Operculod. centrocarpum</i>	5	2			2	3		4					5	18	16
<i>Cordosphaeridium inodes</i>	4	1	16			11		2							
<i>Cordosphaeridium</i> sp.	17	3	4	5	16		1		2	2	7				1
<i>Cribroperidinium?</i> sp.	1														
<i>Kallosphaeridium</i> sp.	6	18	27		20	8	2			10		7	14	23	24
<i>Lejeunecysta</i> sp.	13													2	11
<i>Homotryblum</i> sp.	3				1										
<i>Cordosphaeridium gracilis</i>	5		10		10	8				7					
<i>Alterbia</i> sp.	3							6							6
<i>Alterbidinium</i> sp.	1			1	7	2									
<i>Cordosphaeridium funiculatum</i>	8		5												
<i>Areoligera</i> sp.	4				6					14					5
<i>Thalassiphora pelagica</i>	28	10	24	2	12	9				4					
<i>Isabelidinium?</i> sp.	2	2											17		
<i>Gonyaulacysta</i> sp.	12														
<i>Achomosphaera</i> sp.	32	11	9	4	4		9	18		22	13		5	6	15
<i>Diphyes colligerum</i>	5			2		1		1							
<i>Prolixosphaer. xanthiopyxides</i>	16														
<i>Membranosph. maastrichtica</i>	2	18	7	3	17	15									
<i>Diodyx?</i> sp.	2														
<i>Systematophora</i> sp.	5	3	4								17		4		
<i>Deflandrea diebelii</i>	3														
<i>Paralecaniella indentata</i>	10	6		1	7		4	23	33	1			6	17	16

Таблица. Продолжение

Номер образца Род	49	47	45	43	39	36	34	32	27	26	21	14	12	10	9
<i>Florentinia</i> sp.	1														
<i>Cleistosphaer. cf. aciculare</i>	26	8		7											
<i>Alterbia recticornis</i>	2														
<i>Lejeunia</i> sp.	1														
<i>Spiniferites r. granosus</i>	5		25		13					9			4	18	15
<i>Palaeocystodinium lidiae</i>	10								1						
<i>Florentinia cf. ferox</i>		4													
<i>Hystriosphae. tubiferum</i>		5	4		27		2	14					4	6	11
<i>Hafniasphaera fluens</i>		10	4												12
<i>Hafniasphaera septata</i>		7	3		9	6				10		3	18	11	26
<i>Hafniasphaera hyalospinosa</i>			1												
<i>Hafniasphaera</i> sp.		2													6
<i>Palaeotetradinium</i> sp.		33	17												
<i>Achomosphaera crassipellis</i>		1					2	6		6			1	3	4
<i>Kallosphaerid. brevibarbatum</i>		79	6												
<i>Dapsilidinium?</i> sp.		4													
<i>Areoligera senonensis</i>		1	27		1	6		2		63		27	20	10	22
<i>Eisenackia?</i> sp.		3	1												
<i>Batiacasphaera</i> sp.		9					3	7						9	19
<i>Gonyaulax</i> sp.		1	3												
<i>Tanyosphaeridium</i> sp.		1						2							
<i>Operculod. ?machaeophorum</i>				5											
<i>Prolixosphaeridium</i> sp.				9											
<i>Spinidinium ?pilatum</i>				7	38	1									
<i>Elytrocysta druggii</i>				4						4					
<i>Cleistosphaeridium</i> sp.				7	6	5	8	6		16				6	16
<i>Systematophora placacantha</i>				4	9	3							1	4	1
<i>Isabelidinium? viborgense</i>				11	50										
<i>Cerodinium speciosum</i>				1			2	3							
<i>Cordosphaerid. cf. exilimum</i>				4											
<i>Fromea amphora</i>				5											
<i>Homotryblum abbreviatum</i>				2		1	2	1							
<i>Laciniadinium williamsii</i>			1	1											
<i>Spinidinium echinoideum</i>					9	1		1							
<i>Glaphyrocysta divaricata</i>					8	1	2			75					
<i>Microdinium ornatum</i>					6	2									3
<i>Laciniadinium</i> sp.					24										
<i>Palaeoperidinium pyrophorum</i>					3	2		1							
<i>Thalassiphora spinifera</i>					3						1				
<i>Cribreroid. cf. tenuitabulatum</i>					5										
<i>Palaeotetrad. minusculum</i>					9					20			7	3	33
<i>Alterbidinium circulum</i>					12			6							
<i>Achomosphaera alcicornu</i>					1		1								1
<i>Cerodinium striatum</i>					4	1									

Таблица. Окончание

Номер образца	49	47	45	43	39	36	34	32	27	26	21	14	12	10	9
Род															
<i>Cerodinium dartmooria</i>					2					69	11		12	5	5
<i>Pthanoperidinium</i> sp.						6	1								
<i>Cerodinium</i> cf. <i>markovae</i>						4									
<i>Circulodinium distinctum</i>							4	14		6					3
<i>Chatangiella</i> sp.							3	6		2				2	
<i>Phelodinium</i> cf. <i>magnificum</i>							1								
<i>Spinid.</i> cf. <i>densispinatum</i>								1							
<i>Glaphyrocysta ordinata</i>								3					3		11
<i>Insertae sedis</i>									7		1		10	8	48
<i>Cyclonephelium</i> sp.			1						2	2					
<i>Glaphyrocysta</i> sp.										2			1	1	
<i>Spiniferites</i> r. <i>membranaceus</i>										9				3	
<i>Areoligera coronata</i>										29				1	2
<i>Areoligera sentosa</i>										3					
aff. <i>Lentinia wetzellii</i>		16	8								10				
<i>Areoligera tauloma</i>											8				
<i>Achomosphaera sagena</i>			1										4		
<i>Alisocysta margarita</i>													8		
<i>Adnatosphaerid.</i> ? <i>vittatum</i>													7	5	19
<i>Desmocysta</i> sp.													14		30
<i>Conneximura</i> cf. <i>fimbriata</i>														2	
<i>Thalassiphora delicata</i>														1	4
<i>Apteodinium</i> sp.														3	
<i>Alisocysta</i> sp. 2														14	43
<i>Spiniferites</i> r. <i>multibrevis</i>															4
<i>Cerodinium</i> sp.															2
<i>Achomosphaera ramulifera</i>			6												37
<i>Hystrichostrog.</i> ? <i>membraniformum</i>			2												5
Фитопланктон	700	329	318	83	422	143	61	182	87	421	108	44	180	232	547
Акритархи	42	250	178	14	11		1	4	41	332	62	17	44	61	128
Спores и пыльца	18	28		1	5	15	127	209	208	284	201	34	59	238	499

Комплекс 1 установлен в нижнесызранской подсвите (образцы 49, 47, 45 (интервал 153.0–171.0 м)). Органикостенный фитопланктон представлен: *Achomosphaera crassipellis*, *A. membranifera*, *A. sagena*, *A. ramulifera*, *A. alcornu*, *Achomosphaera* sp., *Alterbia recticornis*, *Alterbia* sp., *Alterbidinium* sp., *Areoligera senonensis*, *Areoligera* sp., *Batiacasphaera* sp., *Cerodinium* sp., *Cleistosphaeridium* cf. *aciculare*, *Cordosphaeridium inodes*, *C. gracilis*, *C. funiculatum*, *Cordosphaeridium* sp., *Cribooperidinium*? sp., *Deflandrea diebelii*, *Diodyx*? sp., *Diphyes colligerum*, *Eisenackia* sp., *Fibradinium anettoprense*, *Fibroscysta* sp., *Florentinia* cf. *ferox*, *Florentinia* sp., *Gonyaulax* sp., *Gonyaulacysta* sp., *Hafniasphaera fluens*,

H. septata, *H. hyalospinosa*, *Hafniasphaera* sp., *Homotryblium* sp., *Hystrichokolpoma* sp., *Hystrichostrogylon coninckii*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Hystrichosphaeridium* sp., *Impagidinium* sp., *Isabelidinium*? sp., *Kallosphaeridium brevibarbatum*, *Kallosphaeridium* sp., *Lentinia wetzellii*, *Lejeunecysta* sp., *Membranosphaera maastrichtica*, *Microdinium* sp., *Odontochitina porifera*, *Oligosphaeridium* sp., *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium* sp., *Palaeocystodinium bulliformum*, *Palaeocystodinium* sp., *Palaeoperidinium* sp., *Palaeotetradinium* sp., *Paralecaniella indentata*, *Phelodinium kozlowskii*, *Prolixosphaeridium xanthiopyxides*, *Senoniasphaera inornata*, *Senoniasphaera* sp., *Spiniferites ramosus*, *S. ramosus granosus*, *S. cornutus*, *Spinifer-*

ites sp., Systematophora sp., Tanyosphaeridium sp., Thalassiphora pelagica, Trigonoporyxidia sp., Turbiosphaera? sp. В спорово-пыльцевом комплексе встречены единичные Pinus sp., Trudopollis menneri, T. sp., Tricolporopollenites sp., Triporites sp., Gleichenia sp. В верхних из проб отмечается большое количество акритарх (до 40% от общего количества микропланктона).

Комплекс 2 установлен в верхнесызранской подсвите (образцы 43, 39, 36 (интервал 148.0–117.0 м)). Состав комплекса фитопланктона следующий: Achomosphaera alaicornu, Achomosphaera sp., Alterbidinium circulum, Alterbidinium sp., Areoligera senonensis, Areoligera sp., Cerodinium striatum, C. dartmooria, C. cf. markovae, Cleistosphaeridium cf. aciculare, Cleistosphaeridium sp., Cordosphaeridium inodes, C. gracilis, C. cf. exilimurum, Cordosphaeridium sp., Cribroperidinium cf. tenuitabulatum, Dinogymnium sp., Diphyes colligerum, Elytrocysta druggii, Fibradinium anettoprense, Glaphyrocysta divaricata, Hafniasphaera septata, Homotryblium abbreviatum, Homotryblium sp., Hystrichosphaeridium tubiferum, Hystrichosphaeridium sp., Impagidinium? sp., Isabelidinium? viborgense, Kallosphaeridium sp., Laciniadinium williamsii, Laciniadinium sp., Membranosphaera maastrichtica, Microdinium ornatum, Microdinium sp., Operculodinium centrocarpum, Operculodinium sp., Palaeoperidinium pyrophorum, Palaeotetradinium minusculum, Paralecaniella indentata, Phelodinium kozlowskii, Pthanooperidinium sp., Senoniasphaera sp., Spinidinium densispinatum, Spinidinium echinoideum, Spinidinium cf. pilatum, Spiniferites ramosus, S. ramosus granosus, Spiniferites sp., Systematophora placantha, Thalassiphora pelagica, T. spinifera. Спорово-пыльцевой комплекс аналогичен спорово-пыльцевому комплексу из отложений, характеризующих комплекс 1. Количество встреченных акритарх незначительно.

Комплекс 3 выделен из нижней части камышинской свиты (образцы 34, 32 (интервал 111.0–105.0 м)). Среди диноцист встречены: Achomosphaera crassipellis, A. alaicornu, Achomosphaera sp., Alterbia sp., Alterbidinium circulum, Areoligera senonensis, Batiacasphaera sp., Cerodinium speciosum, Chatangiella sp., Circulodinium distinctum, Cleistosphaeridium sp., Cordosphaeridium inodes, Cordosphaeridium sp., Dinogymnium sp., Diphyes colligerum, Glaphyrocysta divaricata, G. ordinata, Homotryblium abbreviatum, Hystrichosphaeridium tubiferum, Kallosphaeridium sp., Spiniferites ramosus, Spiniferites sp., Odontochitina sp., Oligosphaeridium sp., Operculodinium centrocarpum, Operculodinium sp., Palaeoperidinium pyrophorum, Paralecaniella indentata, Phelodinium cf. magnificum, Pthanooperidinium sp., Tanyosphaeridium sp., Spinidinium cf. densispinatum, Spinidinium echinoideum. Акритархи отсутствуют.

Пыльцевой комплекс охарактеризован равным количеством пыльцы голосеменных расте-

ний (Pinus sp., Podocarpus sp., Taxodiaceae-Cupressaceae sp., Glyptostrobus sp.) и пыльцы стемм Normapolles Pflug и Postnormapolles Pflug. Стемма Normapolles представлена родами Trudopollis hemiperfectus, T. sp., Extraporopollenites sp., Sporopollis sp. Стемма Postnormapolles – Tricolporopollenites sp., Triporopollenites sp. Единично встречены таксоны, определяемые по естественной системе Myrica sp., Hamamelidaceae? sp., Quercus sp.

Комплекс 4 выделен в верхней части камышинской свиты и нижней части пролейской свиты (образцы 27, 26, 21, 14, 12 (интервал 87.0–45.0 м)). Комплекс характеризуется бедностью систематического состава фитопланктона, высоким содержанием Areoligera spp. + Glaphyrocysta spp. и Cerodinium dartmooria. Остальная часть спектра представлена родами: Achomosphaera crassipellis, A. sagena, Achomosphaera sp., Adnatosphaeridium cf. vittatum, Alisocysta margarita, Chatangiella sp., Circulodinium distinctum, Cleistosphaeridium sp., Cordosphaeridium gracilis, Cordosphaeridium sp., Cyclo-nephelium sp., Desmocysta sp., Dinogymnium sp., Elytrocysta druggii Hafniasphaera septata, Hystrochokolpoma sp., Hystrichosphaeridium tubiferum, Hystrichosphaeridium sp., Impagidinium? sp., Isabelidinium? sp., Kallosphaeridium sp., Lentinia wetzelii, Oligosphaeridium sp., Operculodinium centrocarpum, Operculodinium sp., Palaeocystodinium lidiae, Palaeotetradinium minusculum, Paralecaniella indentata, Spiniiferites ramosus, S. ramosus granosus, S. ramosus membranaceus, Spiniferites sp., Systematophora placantha, Systematophora sp., Thalassiphora pelagica, T. spinifera. В среднем акритархи составляют 8–15%, но достигают 30% в образце 26.

Спорово-пыльцевой комплекс 4 сходен с комплексом 3 и продолжает содержать разнообразные виды Trudopollis (T. hemiperfectus, T. rompeckii, T. ordinatus, T. rugosus), Tricolporopollenites sp., Triporopollenites sp. Несколько расширяется состав стеммы Postnormapolles Pflug. В комплексе встречаются Triatriopollenites cf. pseudourensis, Subtriopollenites cf. anulatus. Более разнообразен состав родов естественной системы. Появляются Acer? sp., Salix sp., Carya sp. Среди спор встречены Stereisporites crasus, Lycopodium sp., Densiosporites sp., Selaginella sp., единично Sphagnum sp., Anemia sp., Gleichenia sp. В целом количество спор и пыльцы приблизительно равно количеству фитопланктона.

Комплекс 5 выделен в верхней части пролейской свиты (образцы 10, 9 (интервал 38.0–39.0 м)) и представлен следующими видами: Achomosphaera crassipellis, A. alaicornu, A. ramulifera, Achomosphaera sp., Adnatosphaeridium cf. vittatum, Alisocysta sp.2, Alterbia sp., Aptodinium sp., Areoligera senonensis, A. coronata, A. sp., Batiacasphaera sp., Cerodinium dartmooria, Cerodinium sp., Chatangiella sp., Circulodinium distinctum, Cleistosphaeridium sp.,

Conneximura cf. *fimbriata*, *Cordosphaeridium* sp., *Desmocysta* sp., *Glaphyrocysta* *ordinata*, *Glaphyrocysta* sp., *Hafniasphaera* *fluens*, *H. septata*, *Hafniasphaera* sp., *Hystrichosphaeridium* *tubiferum*, *Hystrichosphaeridium* sp., *Hystrichostrogylon* *membraniform*, *Impagidinium?* sp., *Kallosphaeridium* sp., *Lejeuncysta* sp., *Microdinium* *ornatum*, *M.* sp., *Oligosphaeridium* sp., *Operculodinium* *centrocarpum*, *O.* sp., *Palaeotetradinium* *minusculum*, *Paralecaniella* *indentata*, *Spiniferites* *ramosus*, *S. ramosus* *granosus*, *S. ramosus* *membranaceus*, *S. ramosus* *multibrevis*, *S. cornutus*, *S.* sp., *Systematophora* *placacantha*, *Thalassiphora* *delicata*.

Спорово-пыльцевой комплекс резко отличается от предыдущего. Практически полностью отсутствует пыльца стеммы *Normapolles* Pflug. Доминирует пыльца стеммы *Postnormapolles* Pflug, представленная форм-родом *Tricolporopollenites* sp. и голосеменных растений (*Pinus* sp., *Ginkgo* sp., *Taxoduaceae-Cupressaceae* sp., *Glyptostrobus* sp.). В последнем образце заметную роль играет пыльца *Myrtaceae*.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Комплексы фитопланктона, выделенные в скв. № 28, сопоставимы с зональными комплексами, выделенными J.M. Hansen (1977) и C. Neilmann-Clausen (1985, 1988), для палеоценовых отложений Дании (рис. 4).

Сравнение комплекса 1 из нижнесызранской подсвиты с комплексом фитопланктона подзоны *Senoniasphaera inornata* (Hansen, 1977) обнаруживает значительное количество общих видов. В обоих комплексах отмечены: *Senoniasphaera inornata*, *Hafniasphaera* spp., *Spiniferites* spp., *Fibradinium anettoprense*, *Cordosphaeridium inodes*, *Achomosphaera allicornu*, которые позволяют их сопоставить. Подзона *Senoniasphaera inornata* в стратотипе характеризует нижнюю и среднюю части датского яруса (наннопланктонные зоны NP1 – NP3 (нижняя часть)). C. Neilmann-Clausen (1994), говоря об уровне вымирания *Senoniasphaera inornata*, отмечает высокую степень коррелятивности данного таксона для датского века. Присутствие в нижней части подзоны *S. inornata* слоев с *Carpatella cornuta* (Hansen, 1977), которые в настоящее время выделены в самостоятельную зону (Андреева-Григорович, 1991), соответствуют низам зоны NP1 и, не обнаруженные в данном разрезе, позволяют несколько ограничить возрастной диапазон комплекса 1. Он может быть сопоставлен с диноцистовой зоной D1 (Costa and Manum, 1988), наннопланктонными зонами NP1 (средняя часть) – NP3 (нижняя часть) (Martini, 1971), зонами по планктонным фораминиферам P1A–P1B (Blow, 1969; Berggren, 1972).

Отдел	Подотдел	Ярус	Bergreen, 1994	Hardenbol, 1994	Danish zonation Hansen 1977 Heilmann-Clausen 1985, 1994	Выделяемые комплексы	Свиты
Палеоцен	Эоцен	Нижний	Ипр	P _{6A}			Пролейская
				NP ₁₀			
		Танет		P ₅	Viborg 7		
				NP ₉	Viborg 6	?	
					Viborg 5	5	
	Верхний	Зеландий		P _{4C}	Viborg 4	4	Сызранская
				P _{4B}			
				P _{4A}			
		Даней		P _{3B}	NP ₆		
				P _{3A}	NP ₅	3	
					Viborg 2	2	
				P ₂	Viborg 1		
				NP ₄	D. striata zonule		
				P _{1C}	H. cryptovesiculata zonule		
		Даний		NP ₃			
				P _{1B}	NP ₂		
					Subzone S. inornata		
				P _{1A}	NP ₁		
						X. lubricum zonule	1
						X. rugulatum	
						C. cornuta	

Рис. 4. Схема сопоставления выделяемых комплексов.

З.И. Глезер (1995) по диатомовым водорослям выделяет в нижней части сызранской свиты нижнедатскую зону *Hemiaulus rossicus*. Г.Э. Козловой (1984) также из нижней части сызранской свиты выделяется радиоляриевая зона *Buriella alifera*, отвечающая нижнему данию. Полученные результаты по диноцистам подтверждают датский возраст нижнесызранской подсвиты, впервые установленный Г.Э. Козловой и З.И. Глезер.

Наличие в верхней части разреза большого количества акритарх указывает на обмеление бассейна, предвзяя последующий затем перерыв в морской седиментации, приходящийся на верхи

дания – низы зеландия. Комплекс 2 установлен по появлению в разрезе *Isabelidium? viborgense*, который образует четкий реперный уровень в разрезе палеогена Датского бассейна (Heilmann-Clausen, 1985, 1994). Первое появление этого вида отмечается внутри зоны Viborg 2, а последнее – в базальной части зоны Viborg 3. Набор видов в комплексе 2 сходен с комплексом зоны Viborg 2, где также его характерными таксонами являются *Palaeoperidinium pyrophorum*, *Cerodinium speciosum*, *Cerodinium striatum*. Комплекс 2 коррелируется с зоной *Cerodinium speciosum* (Powell, 1992), частью зоны D3 (Costa and Manum, 1988), нанопланктонной зоной NP5 (часть) – (Martini, 1971). Комплекс 2 в типовых разрезах Дании относится к средней части зеландия. Таким образом, между нижне- и верхнесызранской подсвитами устанавливается перерыв в седиментации, приходящийся на верхнюю часть дания и нижнюю часть зеландия.

В.А. Мусатов (1993) по наннопланктону из верхнесызранской подсвиты также определяет ее возраст как раннезеландский (зона NP5). Комплекс моллюсков, определенный из верхнесызранской подсвиты (Зубкович, 1960), сходен с комплексами верхнепалеоценовой мергельной толщи Крыма и танетским Западной Европы.

Комплекс 3 выделен на основании последнего появления в разрезе *Palaeoperidinium pyrophorum*, *Cerodinium striatum*. Heilmann-Clausen (1985, 1994), характеризуя зону Viborg 3, обращает внимание на исчезновение этих видов в кровле зоны. Отличием данного комплекса от датского является отсутствие эпиболи *Palaeoperidinium pyrophorum*, отмечаемой в верхней части зоны Viborg 3. Это, впрочем, может объясняться отсутствием образцов из интервала разреза между 27 и 32 образцом, на основании чего граница между комплексами 3 и 4 проводится условно по литологической смене осадков. Проанализировав полученные данные, интервал разреза, охарактеризованный комплексом 3, сопоставляется с зоной Viborg 3, средней части зеландия (Heilmann-Clausen, 1985, 1994) и коррелируется с верхней частью наннопланктонной зоны NP5 – подошва NP6. Этот комплекс коррелируется с зоной *Palaeoperidinium pyrophorum* (Powell, 1992), частью зоны D4 (Costa and Manum, 1988). Выделяемые комплексы 2 и 3 близки по своему составу к комплексу с *Cerodinium speciosum*, установленному в талицкой и нижней части серовской свит палеогена Южного Зауралья (Васильева, 1990).

Комплекс 4 отличается бедным систематическим составом, значительным преобладанием родов *Areoligera* spp., *Glaephyrocysta* spp., *Cerodinium dartmoogia*. Он имеет сходный характер распространения фитопланктона с комплексом, выделенным Heilmann-Clausen (1985) в зону Viborg 4. Однако Heilmann-Clausen (1985, 1994) отмечает по-

стоянное присутствие в нем *Alisocysta margarita*. В нашем разрезе этот вид был встречен только в самом верхнем образце комплекса 4. Его отсутствие в других пробах, по всей видимости, связано с литологическими особенностями разреза. Зона Viborg 4 в Датском бассейне сопоставляется с наннопланктонными зонами NP6–NP8 (часть). Возраст комплекса 4 раннетанетский и он коррелируется также с комплексом диноцист, описанным из “Heersian Stage” и мергелей Gelinden в Бельгии (Schumacher-Lambry, 1978). Этот вывод находит подтверждение и в сходстве камышинской флоры с типовой гелинденской палеоценовой флорой. Видовой состав спор и пыльцы из комплексов 3 и 4 аналогичен единому комплексу камышинской свиты и пролейских слоев, установленному Т.А. Кузнецовой (1973) для палеогеновых отложений Поволжья и датируемых поздним палеоценом.

Комплекс 5 установлен по первому появлению диноцист *Alisocysta* sp.2 (Heilmann-Clausen, 1985). *Alisocysta* sp.2 выделена Heilmann-Clausen (1985), является звеном филогенетической ветви *Alisocysta margarita* и встречается в танетских отложениях Дании. Этим же автором отмечается, что первое появление *Alisocysta* sp.2 приходится на основание зоны Viborg 5. На приведенном в работе диапазоне распространения этого таксона показано его присутствие в низах танета и нижней части наннопланктонной зоны NP9. A.J. Powell (1992) указывает уровень появления этого вида в Западной Европе в зоне *Apectodinium hyperacanthum*, сопоставляемой им с зоной Viborg 5 и частью наннопланктонной зоны NP9 (Martini, 1971). Таким образом, *Alisocysta* sp. 2 является довольно четко стратиграфически привязанным таксоном и его первое появление в палеоцене приходится на основание танета. Комплекс 5 по диноцистам сопоставляется с частью зон Viborg 5 (Heilmann-Clausen, 1985), *Apectodinium hyperacanthum* (Powell, 1992), D4 (Costa and Manum, 1988). Спорово-пыльцевой комплекс отличается от комплекса нижележащих отложений главенствующей ролью пыльцы стеммы *Postnormapolles* Pflug. В соответствии со всем упомянутым выше, возраст слоев с комплексом 5 может быть определен как среднетанетский.

ВЫВОДЫ

Исследование разреза морских палеогеновых отложений в скв. № 28, позволило дать палинологическую характеристику и провести корреляцию изученных комплексов. Наместились три этапа развития морского бассейна: раннедатский (нижнесызранская подсвита), зеландский (верхнесызранская подсвита и нижняя часть камышинской свиты) и танетский (верхняя часть камышинской и пролейская свиты). Выявлен перерыв

в седиментации, приходящийся на поздний даний и ранний зеландий, что ставит под сомнение целесообразность распространения названия "сызранская свита" на всю нижнюю опоково-песчаную толщу, разделенную значительным перерывом.

Данные по микрофитопланктону из нижнепалеогеновых отложений Поволжья хорошо сопоставляются с зонами по диноцистам палеобассейнов Дании и Бельгии, что говорит о тесных связях данных морских бассейнов в палеоцене. Материалы, имеющиеся в настоящее время по кремнистым группам микропланктона, также подтверждают установленные возрастные датировки (Глезер, 1995; Козлова, 1984).

Полученные данные могут быть использованы при разработке стратиграфической схемы палеогеновых отложений Поволжья. В существующем рабочем варианте схемы имеются существенные противоречия в датировке свит по сравнению с предлагаемыми, что должно быть учтено в окончательном варианте схемы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты № 98-05-64944, 99-05-65174, 98-05-65060.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреева-Григорович А.С. Зональное деление по диноцистам палеоцен – эоценовых отложений юга СССР // Геол. журн. 1985. Т. 45. № 6. С. 112–119.
- Андреева-Григорович А.С. Зональная стратиграфия палеогена юга СССР по фитопланктону (диноцисты и наннопланктон) // Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Киев: ИГН АН УССР, 1991, 47 с.
- Архангельский А.Д. Геологические исследования в юго-восточной части 60-го листа десятиверстной карты Европейской части СССР // Изв. Геол. комитета. 1928. Т. 46. № 4.
- Баранов В.И. Этапы развития флоры и растительности в третичном периоде на территории СССР. М.: Высшая школа. 1959. 364 с.
- Бражников Г.А., Бреславский В.В., Грозевская-Кетат О.Б. Палеогеновые отложения Сталинградского Поволжья // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол. 1959. Т. 34. № 3. С. 3–38.
- Бражников Г.А., Бреславский В.В., Грозевская-Кетат О.Б., Абраменкова Н.В. Палеогеновые отложения Поволжья // Палеогеновые отложения юга Европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 41–48.
- Васильева О.Н. Палинология и стратиграфия морских отложений палеогена Южного Зауралья // Препринт. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 55 с.
- Глезер З.И. Зональное расчленение палеогеновых отложений по диатомовым водорослям // Сов. геология. 1979. № 11. С. 19–30.
- Глезер З.И. Комплексы диатомей и силикофлагеллят – показатели синхронности диатомитов Среднего Поволжья, Дании и океанических донных осадков нижнего палеогена // Современный и ископаемый микропланктон Мирового океана. М.: Наука, 1995. С. 57–63.
- Дистанов У.Г., Кузнецова Т.А. О возрасте и строении пролейских слоев палеогена Поволжья // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1970. № 5. С. 125–129.
- Зубкович М.Е. К вопросу о биостратиграфическом расчленении палеогеновых и нижнеэоценовых отложений Сталинградского Поволжья // Докл. АН СССР. 1956. Т. 108. № 4. С. 17–23.
- Зубкович М.Е. Конхилиофауна поволжского палеогена, как основа сопоставления поволжских, украинских и крымских разрезов // Палеогеновые отложения юга Европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 69–82.
- Зубкович М.Е. Саратовско-Волгоградское Поволжье // Стратиграфия СССР. Палеогеновая система. М.: Недра, 1975. С. 197–204.
- Козлова Г.Э. Радиоляриевые комплексы бореального нижнего палеоцена // Роль микрофауны в изучении осадочных толщ континентов и морей. Л.: Недра, 1983. С. 20–43.
- Козлова Г.Э. Зональное подразделение Бореального палеогена по радиоляриям // Морфология, экология и эволюция радиолярий. Л.: Наука, 1984. С. 196–210.
- Кузнецова Т.А. Пыльца из камышинских отложений Среднего Поволжья // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол. 1965. № 4. С. 75–79.
- Кузнецова Т.А. Спорово-пыльцевые спектры камышинских отложений Нижней Волги // Докл. АН СССР. 1970. Т. 190. № 1. С. 169–172.
- Кузнецова Т.А. Палинологические критерии для корреляции и стратиграфического расчленения палеогеновых отложений Поволжья // Тр. III Междунар. палинол. конгресса. М.: Наука, 1973. С. 55–60.
- Леонов Г.П. Основные вопросы региональной стратиграфии палеогеновых отложений Русской плиты. М.: Изд-во МГУ, 1961. 552 с.
- Макулбеков Н.М. Палеогеновые флоры Западного Казахстана и Нижнего Поволжья. Алма-Ата.: Наука, 1977. 236 с.
- Милановский Е.В. Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. М.–Л.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1940. 276 с.
- Морозова В.Г. Зональная стратиграфия датско-монтских отложений СССР и граница мела и палеогена // МГК, XXI сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 5. М.: Госгеолтехиздат, 1960. С. 134–139.
- Мусатов В.А. Зональное расчленение и корреляция палеогеновых отложений Нижнего Поволжья по известковому нанопланктону // Бюл. Региональной межведомственной стратиграфической комиссии по Центру и Югу Русской платформы. М.: Регион. Межвед. стратиграф. комиссия по Центру и Югу Русской платформы. 1993. Вып. 2. С. 116–120.
- Павлов А.П. О третичных отложениях Симбирской и Саратовской губерний // Протоколы засед. Моск. Об-ва испыт. природы. 1896. № 8, С. 4–9.
- Семенов В.П., Семенова Е.П. Новые данные об эоценовых отложениях Сталинградского Поволжья // Уч. Зап. Саратовского гос. ун-та. 1953. Т. 37. С. 51–59.

- Berggren W.A.* A Cenozoic time-scale, some implications for regional geology and paleobiogeography // *Lethaia*. 1972. V. 5. P. 195–215.
- Berggren W.A.* In defense of the Selandian Age/Stage // Meeting proceedings "Stratigraphy of the Paleocene". GFF, 1994. V. 116. P. 44–46.
- Blow W.H.* Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy // *Bronniman P., and Renz H.H.*(ed.), Proceedings of the First Intern. Conference on Planktonic microfossils, Geneva, 1967. Brill, Lieden, 1969. V. 1. P. 199–422.
- Costa L.I., Manum S.B.* The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1–D15) and the Miocene (D16–D20) // Ed. Vinken R. The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme, Project № 124. *Geol. Jb.* 1988. A199, P. 331–339.
- Hamberbol J.* Sequence stratigraphic calibration of Paleocene and Lower Eocene continental margin deposits in NW Europe and the US Gulf Coast with the oceanic chronostratigraphic record // Meeting proceedings "Stratigraphy of the Paleocene". GFF. 1994. V. 116. P. 49–51.
- Hansen J.M.* Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark // *Bull. Geol. Soc. Denmark*. 1977. V. 26. P. 1–26.
- Heilmann-Clausen C.* Dinoflagellate stratigraphy of the uppermost Danian to Ipresian in the Viborg 1 borehole, central Jylland, Denmark // *Danmarks Geologiske Undersogelse*. 1985. A7. P. 1–69.
- Heilmann-Clausen C.* The Danish Subbasin. Paleogene dinoflagellates // *Geologisches Jahrbuch*. 1988. Reihe A 100. P. 339–343.
- Heilmann-Clausen C.* Review of Paleocene dinoflagellates from the North Sea region // Meeting proceedings "Stratigraphy of the Paleocene". GFF. 1994. V.116. P. 51–53.
- Martini E.* Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation// In: A.Farinacci (ed.): Proceedings of the 2nd Planktonic Conference, Rome 1970. 1971. V. 2. P. 739–785.
- Powell A.J.* Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts. London: Chapman and Hall. 1992. 290 p.
- Schumacher-Lambry, J.* Palynologie du Landenien inferieur (Paleocene) a Gelinden – Overbroek (Belgique) // Relations entre les microfossiles et le sediment. Lab. Paleobot. Palynol. Univ. Liege. 1978. 157 p.

Рецензент В.Н. Беньямовский

УДК 551.781.415:561(470.441.47)

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ КУМСКОГО ГОРИЗОНТА СРЕДНЕГО ЭОЦЕНА КАВКАЗА И ЕГО ВОЗРАСТНЫХ АНАЛОГОВ В СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНАХ

© 2001 г. Н. И. Запорожец

Геологический институт РАН

109017 Москва, Пыжевский пер., 7, Россия

Поступила в редакцию 10.01.99, получена после доработки 26.10.99 г.

Изучен состав комплексов органикостенного фитопланктона, спор и пыльцы кумского горизонта среднего эоцена Северного Кавказа и его возрастных аналогов в прилегающих частях Восточно-Европейской платформы, Скифской и Туранской плит.

Выявлены аномальные содержания целого ряда таксонов в осадках, формировавшихся в аноксических условиях. По сравнению с комплексами кумского горизонта, комплексы органикостенного фитопланктона белоглинского горизонта позднего эоцена из тонких глинистых осадков, формировавшихся в условиях открытого, хорошо аэрируемого морского бассейна нормальной солености, характеризуются большим видовым разнообразием, высокой степенью дисперсии. Спорово-пыльцевая компонента этих палинокомплексов, в отличие от кумских, в пределах шельфовой зоны морского бассейна составляет обычно не более 5% от общего количества палиноморф. Слои в кумской свите, формировавшиеся в восстановительной обстановке, отличаются аномальным содержанием бесструктурного органического вещества (до 95–98%), образованного водорослевым и рыбным детритом, а отчасти, возможно, цианобактериального происхождения. Кумский горизонт относится к двум диноцистовым зонам: нижней – *Areosphaeridium diktyoplokos* – *Dracodinium condylos* и верхней – *Rhombodinium perforatum* – *Rhombodinium porosum*.

Ключевые слова. Диноцисты, празиофиты, акритархи, споры, пыльца, кумская свита, горизонт, органикостенный фитопланктон, эоцен, Северный Кавказ.

ВВЕДЕНИЕ

На Кавказе толща слоистых битуминозных мергелей мощностью обычно в несколько десятков метров Н.Б. Вассоевичем (Труды ..., 1934) была выделена в кумскую свиту. От стратотипического района в бассейне Кумы эта толща прослеживается в пределах всей Большой Кавказской моноклинали, распространяясь далее на юг в Грузию, а на запад – в Крым, всюду сохраняя особенности вещественного состава, легко картируясь между керестинской и белоглинской белочетными глинисто-карбонатными свитами.

Среднеэоценовый (бартоновский) возраст кумской свиты обоснован находками карбонатного микропланктона (комплексы планктонных фораминифер зоны *Truncorotaloides rohrri* = *Globigerina turcmenica* (Крашенинников, 1974; Бугрова, 1988), а также наннопланктона верхней части зоны *Discoaster saipanensis* и нижней части зоны *Chiasmolithus oamaruensis* (Martini, Müller, 1986; Музылев, 1998). По спорам и пыльце Л.А. Панова (Практическая палиностратиграфия, 1990) кумский интервал относит к палинозоне *Castanopsis pseudocingulum* – *Rhus regularis*. Таким образом, кумская свита и соответствующий ей горизонт, по заключению

перечисленных выше авторов, принадлежит, скорее, только среднему и позднему бартону.

Уже давно было обращено внимание на высокое содержание в кумских мергелях неразложившейся органики. Это выражается в аномально высоком фоне рассеянного аморфного вещества растительного происхождения, рыбного детрита в сочетании с остатками органикостенного фитопланктона, спор и пыльцы. Иногда рыбные остатки, особенно принадлежащие *Lyrolepis saucasica*, встречаются в таких больших скоплениях, что дали название вмещающим их слоям – “лиролеписовые”. Признаки битуминозности и высокое содержание сульфидов в кумской свите привели исследователей к заключению, что она скорее всего формировалась в условиях сероводородного заражения придонных вод. Это и способствовало сохранению в осадках большого объема неразложившегося органического вещества. Присутствие в составе ихтиофауны глубоководных рыб позволяет оценить максимальную глубину моря до 1000 м и более (Данильченко, 1960).

К северу от Кавказа состав кумского горизонта меняется. В направлении осевой части Днепровско-Донецкой впадины мергели становятся более светлоокрашенными, теряют битуминозность,

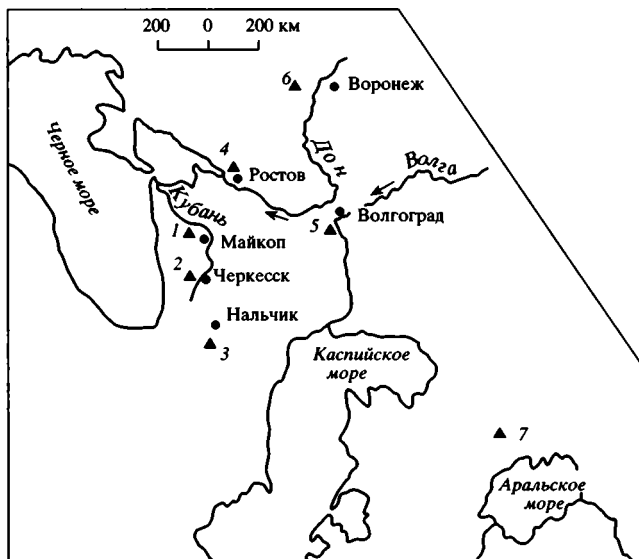


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов.

1 – р. Белая; 2 – р. Кубань; 3 – р. Хей; 4 – скв. 571 (Бессергеновская площадь, Ростовский выступ); 5 – скв. 45А (пос. Дербиты, Северные Ергени); 6 – скважины 7250 и 7252 (Новый Оскол, Воронежская антеклиза); 7 – гора Сандал (Северный Устюрт).

хотя содержание в них органического вещества, особенно растительного происхождения, остается по-прежнему значительным. Их формирование происходило уже в окислительной обстановке.

В киевской свите, которая на платформенной Украине представлена в нижней части также в основном мергелями, кумской свите соответствует только ее верхняя часть, образованная бескарбонатными глинами, а в краевых частях морского бассейна и на поднятиях – алевролитами, кремнисто-терригенными разностями. В промежуточных фациях Ростовского выступа возрастные аналоги кумской свиты представлены толщей переслаивания песчаников, алевролитов и глин. В Крыму ей соответствует толща легких коричневых мергелей, венчающих разрез бодракского регионаруса. Как и на Кавказе, эти мергели формировались в обстановке затрудненного кислородного обмена. На Воронежской антеклизе, где карбонатность пород выражена слабее, кумской свите, как это и предполагалось В.П. Семеновым (1965), может соответствовать тишкинская свита, развитая в бассейне Северского Донца.

В направлении от Предкавказья к Нижнему Поволжью состав кумской свиты в общих чертах сохраняется. Под собственным названием она может быть выделена в Северных Ергенях, хотя еще в конце 40-х годов распространенная здесь мергелистая толща Ф.П. Пантелеевым (1947) была отнесена к нижнесолонской подсите. Карбонатные глины с *Lygolepis saucasica*, хорошо сопоставляемые с кумской свитой, на Мангышлаке вы-

делены в шорымскую свиту. Еще далее к востоку, к центральным частям Туранской плиты, возрастные аналоги кумской свиты все больше теряют карбонатность, замещаясь на Северном Устюрте и в Приаралье алевроито-песчаными отложениями верхних горизонтов саксаульской свиты. Диахронность границы между саксаульской и перекрывающей ее чеганской свитой затрудняет возрастное сопоставление морских среднеэоценовых толщ Казахстана и Крымско-Кавказской области.

Целью статьи является изучение органико-стенного фитопланктона и палиноморф сосудистых растений для установления состава комплексов в тех частях акватории, где получила развитие аноксическая обстановка, а также в условиях хорошо аэрируемого мелководья. Особый интерес представляет реконструкция состава фитопланктона прибрежной зоны. Другой не менее важной стороной проведенных исследований является уточнение положения кумского горизонта в региональной диноцистовой шкале палеогена и его сопоставление с подразделениями западноевропейских диноцистовых шкал. Важной стороной исследований являлось также выяснение возможного влияния широтной климатической зональности на состав комплексов органико-стенного фитопланктона второй половины среднего эоцена. Приведенные в статье данные частично были опубликованы ранее (Ахметьев, Запорожец, 1992; Запорожец 1998, 1999).

Материалом для исследований послужили пробы, отобранные автором и другими геологами из некоторых опорных разрезов Северного Кавказа, а также Восточно-Европейской платформы, Скифской и Туранской плит (Ростовский выступ, Северные Ергени, Воронежская антеклиза, Северный Устюрт) (рис. 1).

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ

Северная моноклиналъ Большого Кавказа

В северокавказских разрезах кумская свита изучалась в береговых обнажениях по долинам рек Белая, Кубань и Хей, где она соответственно имеет мощности 32, 45 и 50–60 м (рис. 2). Во всех трех разрезах свита представлена мергелями, плитчатыми, легкими, содержащими конкреции и пропластки сульфидов, обычно разрушенные в зоне окисления, и многочисленный, отчетливо видимый невооруженным глазом, рыбный и аморфный водорослевый детрит. От подстилающей и перекрывающей керестинской и белоглинской свит кумская свита отделена переходными слоями мощностью от первых метров до 5–7 м, где можно наблюдать чередование светло-коричневых кумских мергелей с белыми более извест-

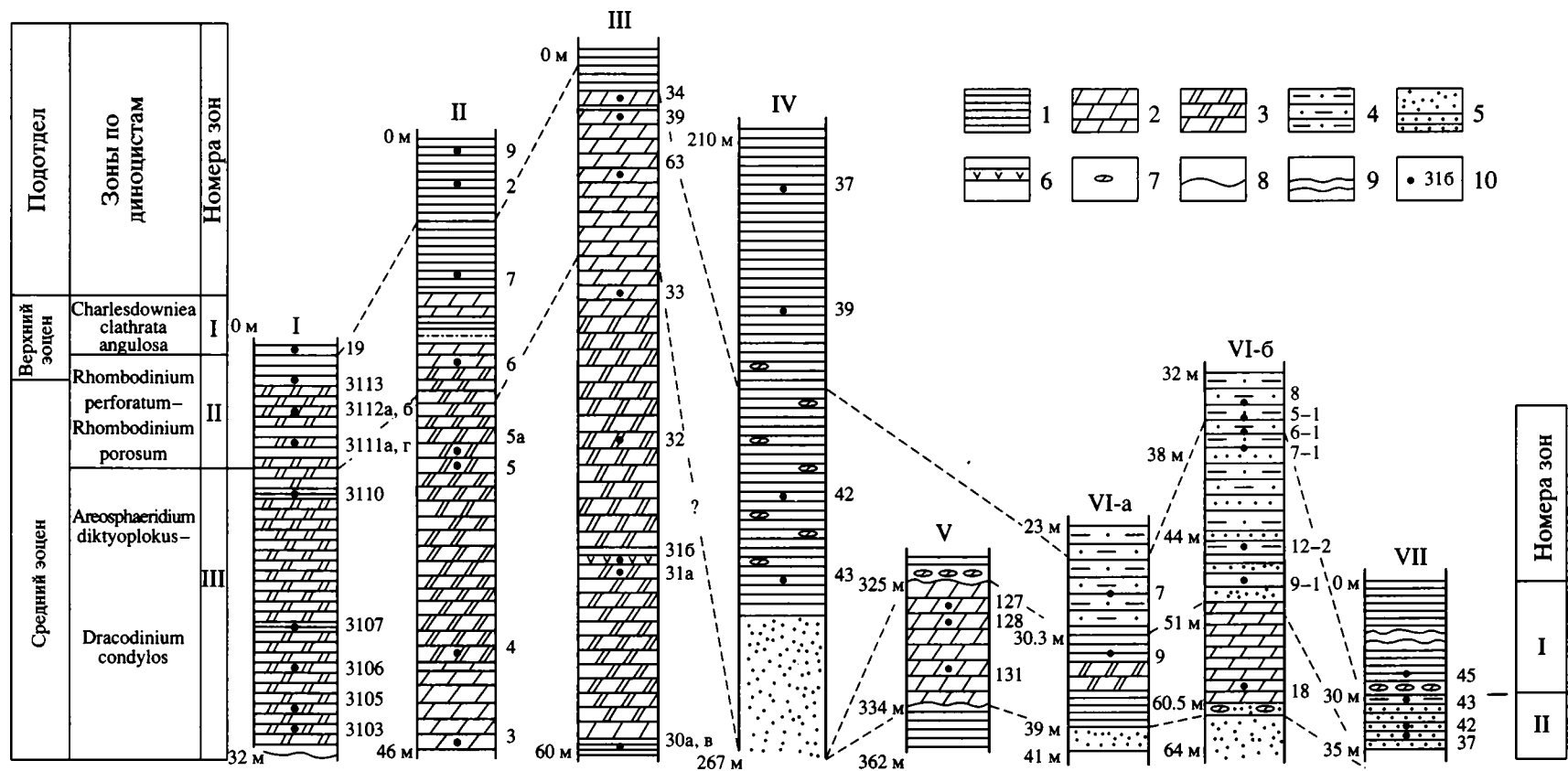
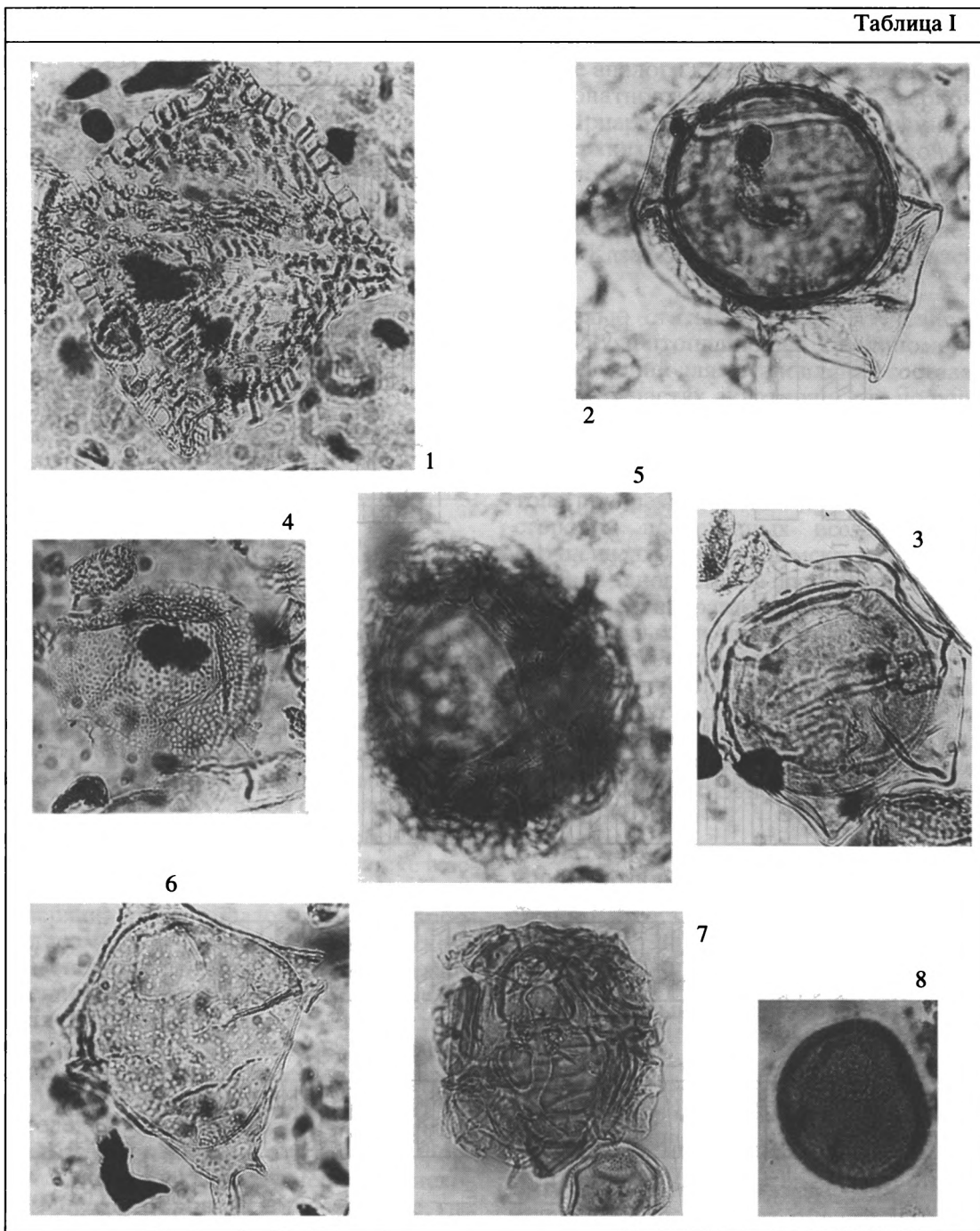


Рис. 2. Корреляция изученных разрезов.

Разрезы: I – р. Беляя; II – р. Кубань; III – р. Хеу; IV – скв. 571; V – скв. 45А; VI-a – скв. 7250; VI-6 – скв. 7252; VII – гора Сандал. Состав пород: 1 – глины; 2 – мергелистые глины; 3 – мергели; 4 – алевроиты, алевролиты; 5 – пески, песчаники; 6 – пеплы; 7 – фосфоритовые конкреции; 8 – перерыв в седиментации; 9 – разрыв мощности; 10 – место отбора пробы и ее номер.

Таблица I



Органикостенный фитопланктон кумской свиты и ее возрастных аналогов (табл. I, II).

Таблица I. 1 – *Charlesdowniea coleothrypta* subsp. *rotundata* (Chateaufeuf and Gruass-Cavagnetto) Lentin and Vozzhennikova, Северный Устюрт, гора Сандал, саксаульская свита, обр. 42ч/д; 2 – *Deflandrea phosphoritica* Eisenack, Северные Ергени, кумская свита, скв. 45А, обр. 131; 3 – *Deflandrea phosphoritica* subsp. *phosphoritica* Eisenack, Северный Устюрт, гора Сандал, саксаульская свита, обр. 42ч/д; 4 – *Heteraulacacysta porosa* Bujak, там же; 5 – *Samlandia chlamidophora* Eisenack, Северные Ергени, скв. 45А, кумская свита, обр. 133; 6 – *Rhombodinium porosum* Bujak, Северный Устюрт, гора Сандал, саксаульская свита, обр. 42ч/д; 7 – *Alisocysta* sp., Северный Кавказ, р. Кубань, кумская свита, обр. 5А; 8 – *Tectatodinium* sp., там же. Увел. фиг. 2, 5, 7, 8 – 600, остальные – 500.

Таблица II

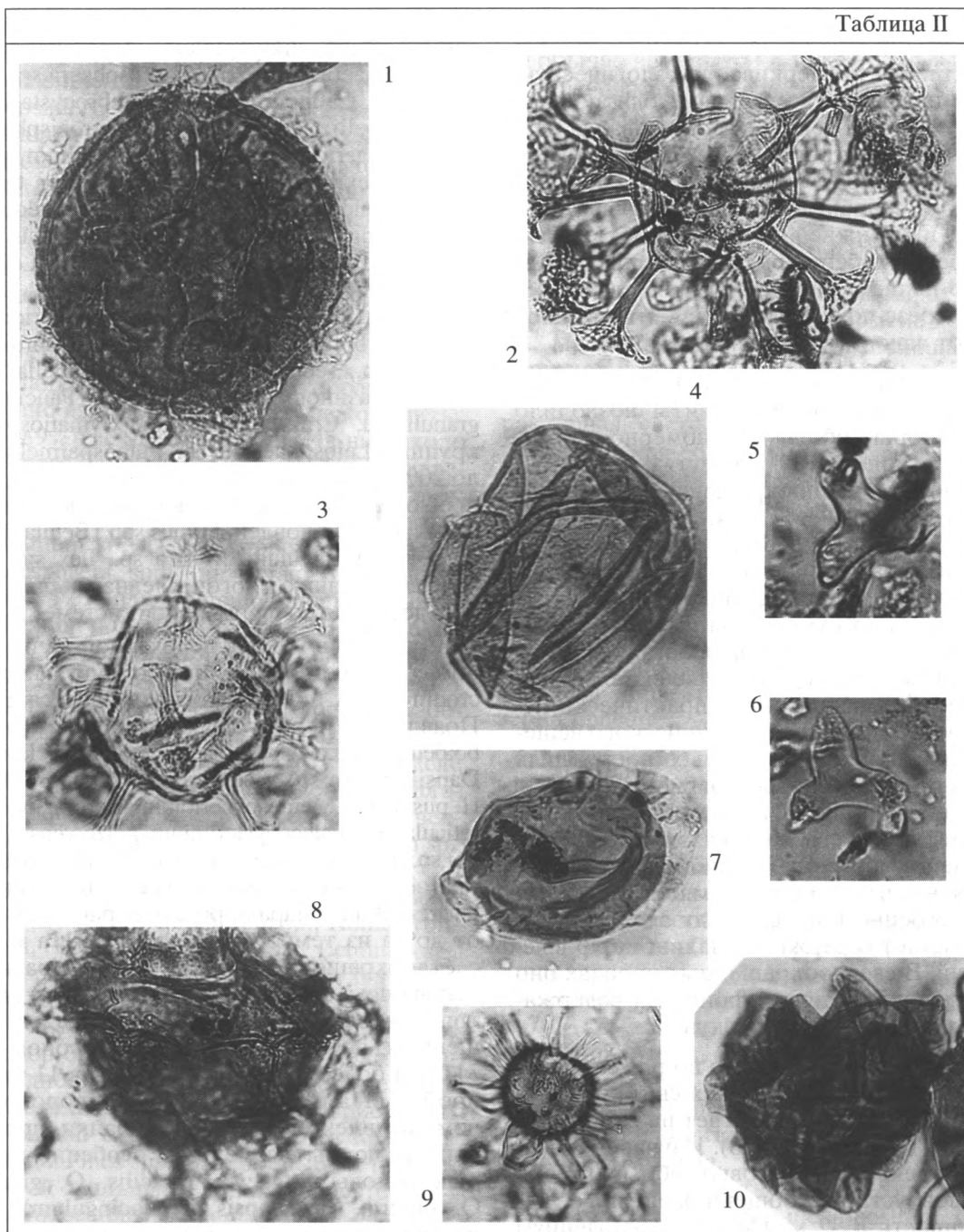


Таблица II. 1 – *Damassadinium (Danea) crassimuratum* (Wilson) Fensome et al., Северный Кавказ, р. Кубань, кумская свита, обр. 5A; 2 – *Areosphaeridium diktyoplokus* (Klumpp) Eaton, Северный Устьюрт, гора Сандал, саксаульская свита, обр. 42ч/д; 3 – *Homotryblum plectilum* Drugg and Loeblich, Северные Ергени, кумская свита, скв. 45A, обр. 131; 4 – *Chytroeisphaeridia* sp., Северный Кавказ, р. Кубань, кумская свита, обр. 5A; 5 – *Paucilobimorpha triradiata* de Coninck, Северные Ергени, кумская свита, скв. 45A, обр. 131; 6 – *Paucilobimorpha granuligera* de Coninck, там же.; 7 – *Ptanospermella* sp., Северный Кавказ, р. Кубань, кумская свита, обр. 8/85; 8 – *Wilsonidium* sp., Северные Ергени, кумская свита, скв. 45A, обр. 131; 9 – *Diphyes colligerum* (Deflandre and Cookson) Goodman and Winter, там же; 10 – *Hystrichokolpoma bullatum* Wilson, Северный Кавказ, р. Кубань, кумская свита, обр. 9^к/85. Увел. 600.

ковистыми или наоборот более глинистыми разностями, присущими керестинской и белоглинской свитам. Этому своеобразному явлению литологической “рекурренции” соответствует и

биотическая рекурренция, т.е. неоднократное повторение в слоях переходных пачек одних и тех же комплексов органикостенного фитопланктона, а также комплексов других микрофоссилий

(бентосные фораминиферы и др.), на что ранее уже обращалось внимание палеонтологами. Это в большей степени подчеркивает экологическую природу комплексов. Расслаивание однородных мергелистых пород в некоторых интервалах разреза можно наблюдать и внутри кумской свиты. Лучше это выражено по р. Белой и р. Кубани. Более однородное строение имеет кумская свита по р. Хеу. Лишь в ее нижней части залегают пласты темноокрашенных бентонитовых глин, образовавшихся по пеплам. Присутствуют измененные пеплы и в разрезе по р. Белой, где они занимают примерно тот же стратиграфический уровень.

Изучение более 20 проб из всех трех северокавказских разрезов кумской свиты позволило выявить некоторые общие закономерности распределения органического вещества и палиноморф. В наиболее темноокрашенных разностях мацерат состоит на 85–95%, реже до 99% из бесструктурной аморфной массы водорослевого и, возможно, цианобактериального происхождения, а также скопления мелких частиц рыбного детрита. В верхних слоях кумской свиты ранее равномерно рассеянная бесструктурная органика начинает образовывать сегрегационные скопления, а в подошве белоглинской свиты практически исчезает. На фоне аморфного органического вещества нередко примерно в равных пропорциях встречаются пыльца и споры, фрагменты кутикулярных тканей, диноцисты, акритархи и прازیнофиты. Последние часто составляют до 50% от всего количества органикостенного фитопланктона. Замечено, что в более темноокрашенных разностях, особенно в переходных слоях, значительно возрастает содержание палиноморф высших растений. В светлоокрашенных породах оно резко падает, приближаясь к фоновому содержанию в свитах, вмещающих кумскую.

Разрез по р. Белой. В разрезе по р. Белой выше станицы Абадзехской кумская свита, по данным бурения, с размывом залегает на отложениях палеоцена. (Гроссгейм, 1960). Изучавший свиту непосредственно на береговых обрывах реки Ю.О. Гаврилов (устное сообщение), оценил ее неполную мощность в 32 м. По его наблюдениям нижняя часть свиты, включая подошву, не обнажена и ее взаимоотношение с подстилающими отложениями в долине р. Белой проследить не удастся. От перекрывающей белоглинской свиты она отделена переходной пачкой (4.5 м). Опробовались разные части разреза: базальный слой сразу над поверхностью размыва, а также уровни выше его на 3, 11 и 24 м (пробы 3103, 3105, 3107, 3110). В верхней переходной пачке пробы были отобраны из ее основания (3111а, 3111г), а также из верхней части (3112а и 3112б).

В монотонных темноокрашенных мергелях с рыбными остатками и марказитовыми стяжения-

ми (3103, 3105, 3107, 3110) встречаются *Areosphaeridium diktyoplokus*, *Areosphaeridium* sp., *Adnatosphaeridium* sp., *Achomosphaera* sp., *Achilleodinium* sp., *Caligodinium* sp., *Cerebrocysta* sp., *Cerodinium diebelii*, *Cerodinium* sp., *Chytroesphaeridia* sp., *Cleistosphaeridium* sp., *Cordosphaeridium* spp. (в том числе *C. exilimurum*), *Cribroperidinium tenuitubulatum*, *Deflandrea* spp., *Diphyes* sp., *Enneadocysta arcuata*, *Horologinella* sp., *Hystrichosphaeropsis* sp., *Impagidinium* sp., *Impletosphaeridium* sp., *Lejeunecysta globosa*, *Manumiella* sp., *Microdinium* sp., *Operculodinium* sp., *Pentadinium* sp., *Phthanoperidinium* sp., *Rottnestia borussica*, *Selenopemphix nephroides*, *Spiniferites* spp., *Tectatodinium* sp., *Wetzeliella "echinulata"*. Из прازیнофитов и акритарх – *Paucilobimorpha granuligera*, *Crassosphaera* sp., *Cymatiosphaera* sp., крупные *Leiosphaeridia* sp., *Ptanospermella* sp. Около 20% фрагментарных остатков цист в каждой из проб остались неопределенными. В комплексе спор и пыльцы установлены *Pinus* spp., *Betula* sp., *Castanopsis pseudocingulum*, *Myrica* sp., *Ilex* sp., *Rhus* sp., *Nyssa* sp., а также многочисленная пыльца, обычно определяемая по формальной системе.

Состав диноцист в переходной пачке в основном сохраняется. Доминируют *Enneadocysta* и *Microdinium*. *A. diktyoplokus* замещается *E. arcuata*. Появляются *Rhombodinium draco*, *Dracodinium rhomboideum*, *Batiacasphaera sphaerica*, *Cyclopsiella* sp., *Dapsilidinium* sp., *Heteraulacacysta* spp. (*H. leptalea*, *H. pustulata*), *Melitasphaeridium asterium*, *Microdinium reticulatum*, *Palaeocystodinium golzowense*, *Pterodinium* sp., *Systematophora* sp., *Thalassiphora pelagica*. Состав зеленых водорослей также существенно не меняется. В двух парах проб, отобранных в 2 см друг от друга из темноокрашенных (3111а и 3112б) и светлоокрашенных (3111г и 3112а) разностей из основания и средней части переходной пачки, фитопланктон более разнообразен в светлоокрашенных породах (более 30 таксонов в пробе 3111г и более 40 – в 3112а, против 11 таксонов в пробе 3111а и 15 – в 3112б). В спорово-пыльцевом комплексе переходной пачки преобладает пыльца покрытосеменных, особенно вечнозеленых буковых (*Quercus gracilis*, *Q. graciliformis*, *Q. conferta*, *Castanopsis pseudocingulum*). Разнообразен спектр вечнозеленых широколиственных листопадных термофильных – *Magnolia* sp., *Engelhardtia* sp., *Rhus* sp., *Platycarya* sp., *Ilex* sp., *Araliaceae*, *Nyssa* sp. и др. Из хвойных доминирует пыльца сосны. Единично встречается пыльца таксодиевых, ногоплодника и эфедры. Общее количество палиноморф сосудистых растений значительно выше в пачках темных мергелей, характеризующих аноксическую обстановку, нежели в белых мергелистых глинах.

Комплекс фитопланктона перекрывающей белоглинской свиты более разнообразен, насчитывает десятки таксонов и составляет до 90% и более от всего количества палиноморф. Доминируют ви-

ды *Achomosphaera* spp. (в том числе *A. sagena*), *Impagidinium* sp., *Spiniferites* spp., *Systematophora* sp. – обитатели внешнего шельфа. Среди характерных таксонов позднего эоцена – *Enneadocysta arcuata*, *Cordosphaeridium funiculatum*, *Rottnestia borussica*. Присутствует *Charlesdownia clathrata angulosa* – зональный вид позднего эоцена региональных западноевропейских шкал по диноцистам. Среди форм, встречаемых в единичных экземплярах – *Achilleodinium* sp., *Cannosphaeropsis* sp., *Corrudinium* sp., *Dinopterygium* sp., *Fibrocysta* sp., *Lophocysta* sp., *Microdinium* sp., *Pterodinium* sp., *Turbiosphaera* sp., *Wilsonidium* sp.

Микропланктон в пробе 3113, отобранной непосредственно из основания белоглинской свиты, составляет 89% всех палиноморф. Из них около 30% приходится на *Impagidinium* spp. (12%), *Enneadocysta* spp. (главным образом, *E. arcuata*) и *Corrudinium incompositum* (по 9%). Немного им уступают *Tectatodinium* sp. и *Thalassiphora pelagica* (по 7%), *Batiacasphaera* spp. (включая *B. hirsuta* и *B. sphaerica*) – 5%. Виды *Operculodinium* spp. (в том числе *O. placitum* и *O. tiara*), а также *Hystriocholoma cinctum* встречены в незначительном количестве – 3%. Несколько более 1% составляют *Rhombodinium pustulosum*, *Pentadinium* spp. (включая *P. taenigerum*), *Spiniferites* spp., *Achomosphaera* sp., *Microdinium* sp., *Deflandrea* spp., (в том числе *D. phosphoritica*), *Melitasphaeridium asterium*, *Cribroperidinium tenuitubulatum*. Среди таксонов, встречаемых в единичных экземплярах – *Achilleodinium* sp., *Apteodinium* sp., *Areoligera* sp., *Cerebrocysta* sp., *Cyclopsiella* sp., *Diphyes colligerum*, *Dracodinium rhomboideum*, *Fromea* sp., *Gochtodinium* sp., *Homotryblum plectilum*, *Lejeunecysta globosa*, *Lentinia* sp., *Phelodinium* sp., *Pyxidiella* sp., *Rottnestia borussica*, *Samlandia* sp., *Selenopemphix nephroides*, *Wetzeliella "echinulata"*, *Tythyodiscus beloglinensis*. Комплекс пыльцы и спор белоглинской свиты в целом значительно беднее по сравнению с комплексами кумских отложений из-за большей “мористости” открытых фаций. Он характеризуется преобладанием пыльцы *Pinus* spp., разнообразной трехборозднопоровой пыльцы, а также присутствием *Ephedra* sp., *Podocarpus* sp., *Juglandaceae*, *Fagaceae* (главным образом, вечнозеленых дубов – *Quercus graciliformis* и *Q. conferta*), *Rhus* sp., *Moraceae*, *Hamamelidaceae*, *Myrica* sp., *Ilex* sp.

Разрез по р. Кубани. В Кубанском разрезе кумская свита обнажается в 3 км выше по течению от моста, соединяющего г. Черкесск с расположенным на левом берегу реки пос. Псыж. Из разреза изучено 7 проб. Одна (3) отобрана из переходной пачки между кумской и подстилающей керестинской свитами, две (4 и 5) – из коричневых мергелей средней части разреза, одна – из кровли этой пачки, где собрана листовая флора и две (6 и 7) – из верхней более светлоокрашенной пачки. Проба 7 взята из слоя на контакте с бе-

логлинской свитой. Разнообразие фитопланктона обычно невелико (12–15 видов) и лишь в пробах, отобранных в средней части разреза из коричневых мергелистых глин и из мергелей с отпечатками растений (пробы 4 и 4а), фитопланктон более богат (до 35 видов).

В базальной части разреза преобладают *Enneadocysta arcuata* и *Chytroeisphaeridia* sp., составляющие не менее 50% от всего количества фитопланктона. В единичных экземплярах встречены также *Impagidinium* sp., *?Cyclopsiella* sp., *Fibrocysta* sp., *Melitasphaeridium* sp., *Isabelidinium* sp. Среди акритарх и пражинофитов – *Paucilobimorpha triradiata* и *Ptanospermella* sp. Обнаружена также характерная, часто встречающаяся и в других разрезах, зеленая водоросль, условно названная форма “А”. Спорово-пыльцевой комплекс более богат, его соотношение с фитопланктонным 2.5 : 1. Преобладает пыльца покрытосеменных, особенно буковых (*Quercus graciliformis*, *Q. gracilis*, *Castanopsis* sp., *Quercus* sp.), а также пыльца *Tricolporopollenites* spp. В единичных экземплярах встречены *Corylopsis* sp., *Rhus* sp., *Agaliaceae*, *Myricaceae*, *Cornus* sp. Пыльца голосеменных представлена *Pinus* spp. (до 40%), отмечены редкие зерна *Ephedra* sp.

В пачке более темноокрашенных мергелей (пробы 4 и 5) скопление аморфного органического вещества особенно велико. В то же время фрагменты тканей сосудистых растений не встречаются. Фитопланктона заметно больше в основании пачки (проба 4), где он отличается и таксономическим разнообразием. Основной фон составляют цисты *Chytroeisphaeridia* sp., зеленая водоросль (форма “А”) и хоратные цисты, оставшиеся неопределенными. Они составляют вместе до 70% комплекса. Из других таксонов – обычные *Impagidinium* spp., *Enneadocysta arcuata*, *Achomosphaera* cf. *sagena*, *Hystriochsphaeropsis* sp., *Dapsilidinium* sp., *Cleistosphaeridium* sp. Среди зеленых водорослей и акритарх – *Leiosphaeridia* sp., *Paucilobimorpha triradiata*, *Tasmanites* sp. В единичных экземплярах присутствуют *Apteodinium* sp., *Cerebrocysta* sp., *Corrudinium incompositum*, *Cribroperidinium* sp., *Eatonicysta ursulae*, *Fibrodinium* sp., *Fromea* sp., *Horologinella* sp., *Microdinium* sp., (?) *Riculacysta* sp., *Selenopemphix* sp., *Spiniferites ramosus*, *Systematophora* sp., *Tectatodinium* sp., *Thalassiphora patula*, *Wetzeliella "echinulata"*. Состав спорово-пыльцевого спектра мало отличается от спектра пробы 3, лишь содержание пыльцы сосны возрастает до 70%.

Из верхней половины кумской свиты отобраны три пробы. Нижняя приурочена к кровле темноцветной мергелистой пачки и происходит из слоя, где М.А. Ахметьевым были собраны отпечатки листьев восковниковых и буковых. Средняя и верхняя пробы отобраны из более светло-

окрашенных мергелей (проба 6) и переходной пачки от кумской к белоглинской свите (проба 7). В кровле темноцветной пачки разнообразие фитопланктона возрастает (до 35 видов). Основную роль в комплексе играет *Chytroeisphaeridia* sp. Этому роду в количественном отношении уступают *Trigonopyxidia fiscellata*, *Thalassiphora pelagica*, *Achilleodinium biformoides*, виды *Rhombodinium* spp., *Deflandrea phosphoritica*, *Spiniferites* spp., *Samlandia* sp., *Cerebrocysta* sp., *Horologinella* sp. и *Paucilobimorpha triradiata*, а также зеленая водоросль, определенная как форма "А". Сравнительно многочисленны празиофиты и акритархи (до 30% фитопланктонного комплекса). Присутствуют *Tythyodiscus* sp., *Ptanospermella* sp., *Cymatiosphaera* sp., *Crassosphaera* sp., а также форма, близкая *Krimodiscus* sp. В единичных экземплярах присутствуют обычные для кумского горизонта *Alisocysta* sp., *Arteodinium* sp., *Enneadocysta arcuata*, *Cerodinium* sp., *Dracodinium condylos*, *Eisenackia* sp., *Fromea* sp., *Hystriochokolpoma* sp., *Hystriochosphaeropsis* sp., *Impagidinium* sp., *Impleto-sphaeridium* sp., *Manumiella* sp., *Melitasphaeridium* sp., *Pentadinium lophophorum*, *Tectatodinium* sp., *Charlesdownia coleothrypta*, *W. "echinulata"* и др. В спорово-пыльцевом комплексе, типичном для кумского горизонта, 65% составляет пыльца *Pinus*.

Состав фитопланктонного комплекса в верхней пачке кумской свиты сохраняется. Однако при тех же доминантах он становится беднее и восстанавливается в численности и разнообразии лишь в переходных слоях к белоглинской свите. В спорово-пыльцевом комплексе при незначительном преобладании пыльцы сосны разнообразен спектр термофильных цветковых (мелкая пыльца *Fagaceae*, *Alfaroa* sp., *Rhus* sp., *Araliaceae*), встречаются споры *Gleichenia* и др. Не менее 30% палинокомплекса составляет трехборозднопорая и трехбороздная пыльца, определяемая по формальной системе.

Белоглинская свита кубанского разреза исключительно богата органикостенным фитопланктоном, который уже в базальных слоях свиты (пробы 2 и 9) по разнообразию превосходит фитопланктон из подстилающей кумской свиты. При высоком коэффициенте дисперсии его представительность достигает не менее 100–120 видов. Белоглинский комплекс с Кубани может служить своего рода "визитной карточкой" органикостенного фитопланктона и многих других разрезов белоглинской свиты Северного Кавказа и ее возрастных аналогов в пределах расположенных к северу платформенных участков. В просмотренных препаратах пробы 9, отобранной в 10 м выше по разрезу от подошвы белоглинской свиты встречены от 50 до 100 экземпляров *Microdinium* spp. (в том числе *M. reticulatum*), *Impagidinium* spp. (включая *I. dispersitum*), *Thalassiphora* spp. (в том числе *T. pelagica*, *T. delicata*, *T. velata*, *T. reticulata*), *Spiniferites* spp. (включая *S. pseudofurcatus*, *S. ramo-*

sus, *S. cornutus*), а также зеленая водоросль, предположительно отнесенная к часто встречающемуся в кавказских разрезах роду "*Lanjaria*". В количестве от 10 до 50 экземпляров встречено еще около 30 таксонов: *Arteodinium* spp. (*A. emslandense*, *A. maculatum*), *Enneadocysta arcuata*, *A. diktyoplokus*, *Batiacasphaera* spp. (*B. baculata*, *B. sphaerica*), *Cerebrocysta* sp., *Chytroeisphaeridia* sp., *Cordosphaeridium* spp. (*C. gracile*, *C. inodes*, *C. minimum*), *Corrudinium incompositum*, *Cribroperidinium* spp. (*C. giuseppeii*, *C. tenuitabulatum*), *Dapsilidinium pastielsii*, *Heteraulacacysta* spp. (*H. pustulata*, *H. campanula*), *Hystrichosphaeropsis* sp., *Kallosphaeridium* sp., *Operculodinium* spp. (*O. tiara*, *O. placitum*, *O. microtrianum*), *Pterodinium* sp., *Rhombodinium* spp. (*R. porosum*), *Samlandia chlamydophora*, *Tectatodinium* sp., а также *Michrhystridium* sp. Помимо перечисленных выше видов (в количестве менее 10 экземпляров) было обнаружено еще более 50 таксонов, обычных для верхнеозоценовых отложений Крымско-Кавказской области и соседних платформенных областей. Сюда относятся *Achilleodinium biformoides*, *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Alterbidinium* sp., *Cerebrocysta* sp., *Charlesdownia coleothrypta*, *Cleistosphaeridium* sp., cf. *Cyclonephelium* sp., *Dinopterygium cladoides sensu* Morgenroth, *Diphyes colligerum*, cf. *Distatodinium* sp., *Eisenackia* sp., *Exochosphaeridium* sp., *Fibroscysta* sp., *Florentinia* sp., *Fromea* sp., *Homotryblium plectilum*, *Horologinella* sp., *Hystriochokolpoma* spp. (*H. salacia*, *H. cinctum*), *Hystrichostrogylon* sp., *Leptodinium* sp., *Lingulodinium* sp., *Melitasphaeridium asterium*, *Muratodinium* sp., *Nematosphaeropsis* sp., *Palaeocystodinium golzowense*, *?Palambages* sp., *Paralecaniella indentata*, *Pentadinium lophophorum*, *Phthanoperidinium stockmansii*, *Phth. geminatum*, *Pyxidiella ?scorbiculata*, *Rottnestia borussica*, *Selenopemphix nephroides*, *Trigonopyxidia fiscellata*, *Turbiosphaera magnifica*, *Wetzeliella "echinulata"*, *Wilsonidium ornatum* и др. Виды *Paucilobimorpha*, широко представленные в кумской свите, в белоглинской встречаются в единичных экземплярах.

Спорово-пыльцевой комплекс нижней части белоглинской свиты кубанского разреза более богат и в какой-то степени унаследует кумский, составляя до 20% всего палинокомплекса. Преобладает пыльца сосны (до 20%), единично встречаются *Taxodiaceae*, *Podocarpus* sp., *Sciadopitys* sp., *Ephedra* sp. В спектре покрытосеменных доминирует пыльца *Fagaceae* (*Quercus* sp., *Castanopsis* sp., *Castanea* sp.), а также *Rhus* sp. Единично – *Ulmaceae*, *Araliaceae*, *Sapotaceae*. Много трехбороздной и трехборозднопорой пыльцы, определяемой по формальной системе.

Разрез по р. Хеу. В Центральной части Большого Кавказа кумская свита хорошо обнажена в каньонообразной долине р. Хеу у восточной окраины пос. Герпегеж, в 18 км юго-восточнее г. Нальчика. Пробы были отобраны как из разреза самого каньона (30–34), так и дополнительно

из верхних слоев свиты (39, 63), где река вторично пересекает моноклираль, сложенную кумской свитой. В отличие от кубанского разреза и, в еще большей степени, от разреза по р. Белой мацераты кумских слоев р. Хеу характеризуются аномальным содержанием бесструктурного органического вещества (до 96–98%). Остальная доля органики приходится на палиноморфы. Изучались пробы из переходного интервала от керестинской к кумской свите (30а, 30б, 30в), наибольшего по мощности прослая бентонитовых глин, образовавшихся по пеплам, и подстилающих его мергелей на уровне границы нижней трети свиты (31а и 31б). Кроме того, пробы отбирались из средней части свиты (32 и 33), верхней ее части (63) и переходных слоев от кумской свиты к белоглинской (34, 39).

Фитопланктонный комплекс переходного интервала от керестинской к кумской свите однотипный, за исключением пробы 30б, отобранной непосредственно с контакта свит. В ней до 40% фитопланктона приходится на *Paucilobimorpha tripus* – таксона, представленного в двух других пробах этого же переходного интервала единичными экземплярами. Из диноцист во всех пробах доминируют *Impagidinium* spp. (в том числе *I. maculatum*) до 20%, *Areosphaeridium diktyoplokus*, *Enneadocysta arcuata*, *Spiniferites* spp. (*S. ramosus*, *S. cornutus*). До 10–15% хоратных форм от всех присутствующих в спектрах диноцист определить не удалось. В количестве от 3 до 10 экземпляров встречены *Achomosphaera crassipellis*, *Arteodinium* sp., *Dracodinium* sp., *Leberidocysta* sp., *Operculodinium* sp., *Wilsonidium echinosuturatum*. В пробе 30а из верхних слоев керестинского горизонта единично присутствуют: *Achilleodinium biformoides*, *Alterbidinium* sp., *Areoligera* cf. *senonensis*, “*Canningia*” sp., *Cerebrocysta* sp., *Chytroeisphaeridia* sp., *Deflandrea* sp., *Hystriocholopoma* sp., *Hystrichostrogylon* sp., *Impleto-sphaeridium* sp., *Pterodinium* sp., *Tectatodinium* sp.

В пробе 30б дополнительно обнаружены *Achomosphaera alcornu*, *Batiacasphaera* sp., *Dracodinium varielongitutum*, *Fromea* sp., *Hystriochosphaeridium* sp., *Hystrichosphaeropsis ovum*, *Lingulodinium* sp., *Phelodinium* sp., *Pterodinium* sp., *Stoveracysta* sp., *Tectatodinium* sp., *Trigonopyxidina* sp. В пробе 30в из базальных слоев кумской свиты насчитывается не более 60–70 экземпляров фитопланктона на препарат. Кроме перечисленных выше общих доминирующих форм здесь встречены *Achilleodinium biformoides*, *Achomosphaera* sp., *Caligodinium* sp., *Cerebrocysta* sp., *Chytroeisphaeridia* sp., *Distatodinium* sp., *Fibrocysta* sp., *Melitasphaeridium* sp., *Operculodinium* sp., *Spinidinium* sp., *Systematophora* sp., *Thalassiphora* sp., *Wilsonidium* sp., *Paucilobimorpha granuligera*.

Необходимо отметить аномальное содержание в переходных слоях от керестинской к кум-

ской свите празиофитов и акритарх. В пробе 30а из верхов керестинской свиты до 35% фитопланктонного комплекса составляет зеленая водоросль форма “А”. Этот же таксон в единичных экземплярах встречен и в пробе 30б. Из других празиофитов и акритарх в последней из проб обнаружены отдельные экземпляры *Cymatiosphaera*, *Ptanospermella*, *Paucilobimorpha triradiata*.

В мергелях (31а), непосредственно подстилающих пепловый пласт (31б), бесструктурной органики особенно много и встречены лишь единично таксоны, обычные для базального слоя кумской свиты бассейна Хеу. Определены: *Areosphaeridium* sp., *Cerebrocysta* sp., *Chytroeisphaeridia* sp., *Deflandrea* sp., *Impagidinium* sp., *Operculodinium* sp., *Paucilobimorpha granuligera*. Выше по разрезу (проба 32) при том же высоком содержании аморфной органики отмечено аномально высокое содержание мелкой тонкостенной зеленой водоросли “*Lanjaria*” и цист *Chytroeisphaeridia*. Встречены 6 экземпляров мелких *Adnatosphaeridium*, и единично – *Cerebrocysta* sp., *Cerodinium* sp., *Cordosphaeridium gracile*, *Cordosphaeridium* sp., *Impagidinium* sp., *Operculodinium* sp., *Rottnestia borussica*, а также *Leiosphaeridia* и *Tasmanites*.

В спорово-пыльцевом комплексе, составляющем до 40% всего количества палиноморф, пыльца сосны встречена в равном количестве с пыльцой цветковых. В составе последней – *Quercus gracilis*, *Quercus* sp., *Castanea* sp., *Castanopsis* sp., *Comptonia* sp., *Ilex* sp., *Buxus* sp., *Rhus* sp. (в том числе экземпляр фрагмента пыльника с 7 пыльцевыми зернами), *Tetraporina* sp., *Plicapollis* sp., *Tricolporopollenites* sp.

Количество бесструктурной органики особенно велико в средней части свиты (до 99%) (проба 33), на фоне которой единично встречаются *Enneadocysta arcuata*, *Areosphaeridium diktyoplokus*, *Distatodinium* sp., *Hystrichosphaeropsis* sp., *Impagidinium* sp., *Melitasphaeridium* sp., *Operculodinium* sp., *Spinidinium* sp., *Wilsonidium* sp.

Крайне беден фитопланктон и в верхних горизонтах кумской свиты, где еще содержится много аморфного органического вещества (проба 63). Лишь в переходных слоях с белоглинской свитой, где количество бесструктурной органики падает, разнообразие диноцист заметно возрастает. В пробе 63 обнаружены *Areosphaeridium* sp., *Chytroeisphaeridia* sp., *Impagidinium* sp., *Lentinia wetzelii*, *Microdinium* sp., *Spinidinium* sp., *Cymatiosphaera* sp., “*Lanjaria*” sp. Доминирующими таксонами в пробах 34 и 39 непосредственно с контакта между кумской и белоглинской свитами являются *Enneadocysta arcuata* и *Areosphaeridium diktyoplokus* (вместе до 15%), виды *Batiacasphaera* и *Spiniferites*, присутствуют также *Chytroeisphaeridia* sp., *Cleistosphaeridium* sp., *Cordosphaeridium gracile*, *C. inodes*, *Cribroperidinium tenuitabulatum*, *Dapsilidinium* sp.,

Deflandrea phosphoritica, *Fibrocysta radiata*, *Fromea* sp., *Glaphyrocysta semitecta*, *Heteraulacacysta campanula*, *Homotryblium abbreviatum*, *Hystrichokolpoma cinctum*, *Impagidinium* spp., *Impletosphaeridium* sp., *Kallosphaeridium* sp., *Lentinia wetzelii*, *Microdinium* sp., *Melitasphaeridium asterium*, *Operculodinium* sp., *Pterodinium* sp., *Rottnestia borussica*, *Spinidinium* sp., *Thalassiphora pelagica*, *Th. velata*, *Trigonopyxidina fiscellata*, *Wilsonidium* sp. и др. С уменьшением содержания аморфной органики, при росте разнообразия диноцист (до 25–30 видов), заметно падает роль зеленых водорослей и акритарх. Встречаются лишь редкие экземпляры *Crassosphaera*.

Спорово-пыльцевой комплекс кумской свиты в разрезе по р. Хуу беден. Пыльца покрытосеменных – *Fagaceae* (*Quercus*, *Castanopsis*), *Rhus* и трехборозднопоровая неопределенного систематического положения несколько преобладает над пылью *Pinus*. Ей единично сопутствует пыльца аралиевых, ореховых, восковниковых, сумаха, ниссы и др. Наиболее богаты пылью верхние слои кумской свиты.

Ростовский выступ

Состав отложений кумского горизонта севернее моноклинали Большого Кавказа заметно меняется. Происходит их насыщение песчаным материалом при частичной потере карбонатности. На Бессергеновской площади между Ростовом и Новочеркасском кумский горизонт вскрыт скважиной 571, где он образует нижнюю часть пробуренного разреза, подстилая белоглинские и майкопские отложения. Если исключить из пройденного 305-метрового интервала верхний 19-метровый пласт четвертичных песков, то его оставшаяся 286-метровая часть разреза образована сложно построенной толщей чередования песчаных и глинистых пород с обилием на отдельных уровнях глауконита и конкреций фосфоритов. Органический фитопланктон встречается по всему разрезу, включая и самую нижнюю из отобранных проб с глубины 250 м. Определено более 100 таксонов. Около 60 из них присутствуют в той части разреза, которая сопоставлена с кумским горизонтом.

Граница белоглинских и майкопских отложений по фитопланктону проводится по подошве пачки глинистых песков с включениями фосфоритов на глубине 94.5 м. Она отчетливо выделяется на каротажных диаграммах по перепаду удельных сопротивлений пород, а также по смене светлоокрашенных разностей в разрезе более темноокрашенными, что присуще майкопским отложениям. На том же уровне эта граница проводилась и при первичной документации скважины. В Н. Беньямовский (устное сообщение), изучавший бентосные фораминиферы, полагает, что она лежит на уровне 169 м, а средний эоцен,

по его мнению, скважиной вообще не вскрыт. В соответствии с полевой документацией ростовских геологов, полученной автором от А.В. Зайцева и В.Г. Пронина, граница среднего и верхнего эоцена проводится по подошве пачки аргиллитов на глубине 137 м.

По фитопланктону граница между средним и верхним эоценом выражена очень нечетко. Не вызывает сомнений, что она проходит примерно в середине 50-метрового интервала разреза между отметками глубин 254.5 и 204.5 м, образованного глинисто-карбонатной пачкой (аргиллитоподобные породы с глауконитом и рассеянными желваковыми фосфоритами). Нижний 10-метровый интервал этой пачки еще относится к среднему эоцену по присутствию многих среднеэоценовых таксонов. Характерный зональный вид верхнего эоцена – *Charlesdowniea clathrata angulosa* впервые появляется в средней ее части и постоянно присутствует в верхней, что позволяет эту часть разреза уверенно относить уже к верхнему эоцену. На каротажной диаграмме наиболее заметные изменения физических характеристик пород фиксируются на глубине 225 м, которую условно и можно принять за границу среднего и верхнего эоцена.

В интервале 225–242 м (пробы 41 и 42), но особенно на глубине 250 м (проба 43) в значительных количествах присутствуют *Areosphaeridium diktyoplokus*, *Enneadocysta arcuata*, *Cordosphaeridium gracile*, *Deflandrea oebisfeldensis*, виды *Spiniferites* и *Systematophora* (особенно *S. placacantha*). Встречены зональные виды терминальной среднеэоценовой зоны – *Rhombodinium perforatum* и *Rhombodinium porosum*, которые, впрочем, на юге России также обычны и для переходных слоев от среднего к верхнему эоцену. Весьма примечательно, что на этом же уровне встречен и ряд других таксонов, обычно принимаемых в качестве индекс-видов для среднеэоценовых диноцистовых зон Западной Европы. Не менее важным подтверждением принадлежности нижнего интервала аргиллитовой пачки с фосфоритами к среднему эоцену является разнообразие встреченных здесь акритарх и прازیнофитов, особенно видов *Paucilobimorpha*, а также крупных *Micrhystridium*, характерных для кумской свиты северокавказских разрезов. Кроме перечисленных выше доминирующих таксонов среднеэоценового интервала в пробах в заметных количествах встречены *Charlesdowniea coleothrypta*, *Corrudinium incompositum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Impagidinium* spp., *Microdinium reticulatum* (повсеместно обычен для переходных слоев от среднего к верхнему эоцену и низов верхнего эоцена), а также *Areoligera coronata*, *Cribroperidinium tenuitabulatum*, *Homotryblium plectilum*, *Samlandia chlamydophora*, *Thalassiphora pelagica*. Единично встречены таксоны, характеризующие только нижний интервал разреза и не отмеченные в верхнеэоценовой и

олигоценовой его частях. К ним относятся: *Deflandrea leptodermata*, *Dracodinium condylos*, *Melitasphaeridium* sp., *Pterodinium* sp., *Spiniferites ramosus*. Преимущественно в нижней части разреза встречаются *Fromea fragilis*, *Lejeuncysta globosa*, *Puxidella?* *scrobiculata*. Отличительной особенностью ростовского разреза от северокавказских является отсутствие двух характерных для них таксонов – *Chytroeisphaeridia* и зеленой водоросли (forma “A”).

Каких-либо существенных изменений в характере спорово-пыльцевых комплексов по сравнению с комплексами кумского горизонта разрезов Большого Кавказа не отмечается. Споры, пыльца и органикостенный фитопланктон встречаются примерно в равных количествах. В спорово-пыльцевых комплексах доминирует пыльца сосны, буковых и трехборозднопоровая, определяемая по формальной системе. Позднеэоценовый интервал описываемого разреза также отличается крайне незначительным присутствием спор и пыльцы (обычно менее 10%). В комплексе фитопланктона, кроме зонального вида *Charlesdowniea clathrata angulosa*, встречаются обычные для позднего эоцена *Rottnestia borussica*, *Diphyes colligerum* и другие виды. До некоторой степени аномальной выглядит проба 30 с глубины 174 м, где половину фитопланктонного комплекса составляет *Glaphyrocysta* sp. По присутствию этого таксона в разрезе выделены отдельные слои.

Северные Ергени

Значительно более близким по составу типовому разрезу кумской свиты в бассейне Кумы является разрез глинисто-мергелистых слоев, вскрытый скважиной 45А близ пос. Малые Дербиты в Северных Ергенях. Кумская толща здесь пройдена в интервале 336–325 м и отделена перерывами как от подстилающей черкесской свиты, так и от перекрывающих майкопских отложений. Она расчленена на две пачки: нижнюю – мергелей и карбонатных глин с рыбными остатками, стяжениями фосфоритов и рассеянной галькой диаметром до 1 см в основании пачки и верхнюю – зеленовато-серых мергелей. Состав палиноморф в них различен.

Органикостенный фитопланктон нижней пачки выделен в комплекс *Paucilobimorpha* – *Norologinella*. Представители этих родов в сумме составляют более 50%. Основным компонентом является *Paucilobimorpha tiradiata*, встречающаяся обычно в количестве не менее 120 экземпляров на препарат, а также *P. granuligera*, которой заметно меньше. Среди диноцист основную роль играют виды *Areosphaeridium*, *Deflandrea*, *Enneadocysta* и *Microdinium* (*A. diktyoplopus*, *Enneadocysta arcuata*, *E. ?pectiniformis*, *D. arcuata*, *D. phosphoritica*, *D. oebisfeldensis*, *Deflandrea* sp. “A”, *M. reticulatum*). В единичных экземплярах встречены не менее 50 таксонов, в том числе *Apectodinium longispinosum*, *Apteodinium* cf.

A. maculatum, *Charlesdowniea coleothrypta*, *Cordosphaeridium gracile*, *C. inodes*, *Dracodinium* cf. *D. condylos*, *Fibrocysta* sp., *Heteraulacacysta pustulata*, *Heteraulacacysta* sp., *Hystrichosphaeropsis* sp., *Hystrichostrogylon* sp., *Impagidinium* sp., *Lingulodinium* sp., *Melitasphaeridium* sp., *Rottnestia borussica*, *Samlandia chlamydophora*, *Spinidinium* sp., *Spiniferites* spp. (*S. ramosus*, *S. cornutus*, *S. pseudofurcatus*), *Wetzeliella articulata*. Из акритарх и празиофитов присутствуют *Ptanospermella* и *Michrhystridium*. Как видно из сравнения с ростовским комплексом, в кумских слоях Ергеней встречено более половины общих таксонов, при отсутствии характерных северокавказских доминант – *Chytroeisphaeridia* и зеленой водоросли (forma “A”).

В палинокомплексе кумского горизонта, в отличие от нижележащих отложений, сокращается количество пыльцы голосеменных (до 10%), представленной, главным образом, сосной, реже – таксодиевыми и эфедрой. Основное место занимает пыльца буковых (*Quercus gracilis*, *Q. graciliformis*, *Q. conferta*). В пробах 131 и 127 много пыльцы *Castanopsis* sp., *Myricaceae*, *Rhus* sp. До 30% пыльцы формальных таксонов, возможно, переотложенной (*Plicapollis* sp., *Triporopollenites* cf. *T. megagraniifera*, *Tricolporopollenites* spp., *Triporopollenites* spp., *Trudopollis pompeckjii*, *Rhoipites* sp., *Triatriopollenites* sp.). Пыльца ореховых представлена термофильными *Alfaroa* sp. и *Engelhardtia* sp. Им сопутствует *Palmae*, *Araliaceae*, *Comptonia minima*, *Corylopsis* sp., *Liquidambar* sp.

Возраст отложений кумского горизонта здесь может быть установлен по сравнению изученных фитопланктонных комплексов с западноевропейскими, содержащими в заметных количествах *Paucilobimorpha* и *Norologinella*, весьма обычных для верхнеэоценовых и бартонских отложений Южных Нидерландов и Великобритании (De Coninck, 1986). В пользу отнесения к бартону говорит и присутствие в комплексе фитопланктона верхней пачки многих видов, обычных для диноцистовой зоны *Rhombodinium perforatum* – *Rh. porosum*. (Costa, Manum, 1988).

Воронежская антеклиз

Комплексы органикостенного фитопланктона, чрезвычайно близкие по составу комплексам кумского горизонта Северного Кавказа и его возрастных аналогов на Восточно-Европейской платформе и Скифской плите, изучены в разрезах скважин 7250 и 7252, пробуренных на южном погружении Воронежской антеклизы в р-не г. Новый Оскол. Под змиевскими (?) слоями олигоцена была вскрыта песчано-алевролитовая дерезовская свита, подстилаемая глинисто-мергелистой пачкой. Эта пачка относится к киевской свите, в свою очередь, залегающей с размывом на бучакских песках. Мощность дерезовской свиты в

скв. 7250 – 8.0 м (интервал 30.3–23.5 м), в скважине 7252 – 19.0 м (интервал 51.0–32.0 м). Эта разбивка разреза дана по данным геолога Н.П. Тазова, непосредственного руководителя буровых работ. Первоначально эта же разбивка принималась Ю.И. Иосифовой, однако позже (устное сообщение) все отложения эоцена, из которых отбирались пробы керна, ею были отнесены к киевской свите. В данной статье нами сохраняется расчленение разреза, данное Н.П. Тазовым, приславшим автору пробы для изучения.

Киевская свита в скв. 7250 вскрыта в интервале 39.0–30.3 м, имеет мощность 8.7 м. Отсюда изучена проба 9 с глубины 32.0 м. В скв. 7252 эта свита пройдена в интервале 60.5–51.0 м, имеет мощность 9.5 м и исследована в пробе 18 с глубины 60.0 м. Дерезовская свита в скв. 7250 изучалась с глубины 28.0 м (проба 7), а в скв. 7252 с глубин 34.0, 34.6, 35.0, 37.0, 45.0, 49.0 м (пробы 8, 5-1, 6-1, 7-1, 12, 9-1). Если состав фитопланктона киевской свиты представлен таксонами, захороненными “in situ”, то комплекс дерезовской свиты смешанный, насыщен переотложенными формами, что создает трудности его индивидуализации. Это еще осложняется и тем, что бурение скважин происходило с промывкой глинистым раствором, в качестве исходного компонента которого брались глины киевской свиты.

Основной фон комплекса киевской свиты составляют виды *Paucilobimorpha* и *Horologinella* (более 50%). В пробе 18 скв. 7252, отобранной из основания разреза, особенно многочисленны *Paucilobimorpha granuligera*, *P. triradiata*, *P. tripus*, *Paucilobimorpha* sp. В пробе 9 скв. 7252 доминируют *P. triradiata* (3/4 комплекса), *Horologinella* sp. (12%) и *P. tripus* (6%). Среди других таксонов заметную роль в составе комплекса играют *Enneadocysta* spp. (особенно *E. arcuata*), *Deflandrea* spp. (в том числе *D. phosphoritica*), *Microdinium* sp., *Wetzeliella articulata*. Единично (до 3 экземпляров) отмечены *Achilleodinium biformoides*, *Areosphaeridium diktyoplokus*, *Cribroperidinium* sp., *Dapsilidinium* sp., *Deflandrea heterophlycta*, *Melitasphaeridium* sp., *Samlandia* sp., *Spinidinium* sp., *Spiniferites* sp., *Tectatodinium* sp. Из акридарх и празиофитов – *Crassosphaera* sp., *Cymatiosphaera* sp., *Michrystidium* sp. Состав комплекса глинисто-мергелистой пачки, с обилием *Paucilobimorpha triradiata*, *P. tripus* и другими общими таксонами с верхней пачкой керестинской свиты бассейна р. Хуц дает основание к сопоставлению с последней изученной части разреза киевской свиты. Спорово-пыльцевой комплекс киевской свиты беден и включает единичные экземпляры *Platycarya*, *Quercus graciliformis*, *Castanopsis pseudocingulum*, а также пыльцу растений формальных родов.

Фитопланктонный комплекс дерезовской свиты богат, частично, возможно, из-за переотложенных форм. Всего он насчитывает свыше 180 таксо-

нов, при высоком коэффициенте дисперсии. Особенно насыщен интервал глубин 35.0–37.0 м в скв. 7252, отвечающий верхней части свиты. При доминировании тех же таксонов, что и в киевской свите (особенно видов *Paucilobimorpha* (*P. triradiata*, *P. tripus*, *P. granuligera*) и *Microdinium*) в других ведущих группах происходит перераспределение таксонов. Возрастает значение *Deflandrea* (*D. oebisfeldensis*, *D. heterophlycta*, *D. phosphoritica*), видов группы *Wetzeliella* – *Charlesdowniea* (*W. ovalis*, *W. articulata*, *W. “echinulata”*, *Ch. coleothrypta*, *Ch. coleothrypta f. rotundata*), *Spiniferites* spp., *Enneadocysta* spp., *Heteraulacacysta pustulata*, *Achomosphaera* sp., *Systematophora placacantha*, появляются виды *Batiacasphaera* и *Pentadinium*. Среди таксонов, встречаемых в количестве от 5 до 20 экземпляров, отмечены *Cordosphaeridium* sp., *Cribroperidinium tenuitabulatum*, *Diphyes* spp. (*D. ficusoides*, *D. colligerum*), *Fromea* sp., *Glaphyrocysta* sp., *Heteraulacacysta* spp. (*H. porosum*), *Horologinella* sp., *Hystrichokolpoma cinctum*, *Operculodinium tiara*, *Phthanoperidinium stockmansii*, *Samlandia chlamydophora*, *Thalassiphora pelagica*, *Michrystidium* sp.

В верхней части разреза свиты в скв. 7250 (проба 7-1, глубина 37 м) отмечены отдельные экземпляры *Chytroesphaeridia* и виды *Rhombodinium*, в том числе *R. perforatum*, а также *Achilleodinium biformoides*, *Alterbidinium* sp., *Cerodinium* spp., *Cordosphaeridium funiculatum*, *C. inodes*, *Dapsilidinium pastielsii*, *Eisenackia* sp., *Florentinia* sp., *Impagidinium* spp., *Melitasphaeridium asterium*, *Palaeocystodinium golzowense*, *Phelodinium* sp., *Rottnestia borussica*, *Spinidinium* sp., *Tectatodinium* sp. Этот комплекс фитопланктона по присутствию одного из зональных видов может быть отнесен к зоне *Rhombodinium perforatum* – *Rh. porosum* (вторая половина бартонна, возможно, низы приабона). Следует лишь заметить, что характерный зональный приабонский вид *Charlesdowniea clathrata angulosa* не был встречен в разрезе дерезовской свиты. Спорово-пыльцевой комплекс, как и киевской свиты, беден и включает единичную пыльцу *Pinus*, *Castanopsis*, *Quercus* (*Q. graciliformis*), *Engelhardtia* и др. Сумма пыльцы составляет менее 5% от суммы фитопланктона.

Туранская плита

Возрастные аналоги кумской свиты в пределах Туранской плиты установлены в подошве стратотипического разреза чеганской свиты чинков Северного Устюрта (гора Сандал). Алевритовая пачка, содержащая фитопланктонный комплекс *Rhombodinium perforatum* – *Rh. porosum* верхнего бартонна, приурочена к верхним слоям саксаульской свиты и залегает под чеганской, начинающейся слоем желваковых фосфоритов. В глинистой пачке чеганской свиты непосредственно над фосфоритовым горизонтом в этом раз-

резе появляется, хотя и единично, зональный вид-индекс верхнего эоцена *Charlesdowniea clathrata angulosa*. Видимая мощность саксаульской свиты в разрезе горы Сандал не более 5 м.

Фитопланктонный комплекс саксаульской свиты, составляющий 70–80% от общей суммы палиноморф, таксономически богат. Он насчитывает не менее 60 видов. Основной фон его составляют виды *Microdinium* (*M. reticulatum*), *Deflandrea* (*D. phosphorica*, *D. heterophlycta*), *Rhombodinium* (*Rh. perforatum*, *Rh. longimanum*), разнообразные представители ветцелиелловой группы, особенно *Charlesdowniea coleothrypta* и *Ch. coleothrypta f. rotundata*, а также виды *Spiniferites*, *Areosphaeridium*, *Enneadocysta*, *Pentadinium*, *Thalassiphora*, *Cordosphaeridium*, *Cyclonephelium*, *Heteraulacacysta* и др. В отличие от всех более западных разрезов пражинифиты и акритархи, кроме *Crassosphaera* и *Paucilobimorpha triradiata*, были встречены в единичных экземплярах. Основными компонентами фитопланктонного комплекса чеганской свиты становятся виды ветцелиелловой группы, а также дефландрии. Обычны *Areosphaeridium* sp., *Enneadocysta* sp., *Dipopterygium* sp., *Phthanoperidinium* sp., *Rhombodinium* sp. Среди зеленых водорослей доминируют таксоны, свойственные тепловодным морским бассейнам нормальной солености – *Crassosphaera* sp., *Tytthodiscus* sp., “*Lanjaria*” sp.

Спорово-пыльцевой комплекс саксаульской свиты просмотренного разреза отличается доминированием пыльцы термофильных покрытосеменных – *Castanopsis* sp., *Quercus conferta*, *Q. sparsa*, *Q. gracilis*, *Q. graciliformis*, *Platycarya* sp., *Moraceae*, *Corylopsis* sp., *Palmae*, *Myrtaceae*. Пыльцы *Pinus* менее 20%. Встречена переотложенная пыльца *Trudopollis rompneckii*. Спорово-пыльцевой комплекс чеганской свиты в ее стратотипе, где она по фитопланктону относится к зоне *Charlesdowniea clathrata angulosa*, отличается большим участием пыльцы хвойных, особенно сосны, при сохранении прежней роли термофильных покрытосеменных. Появляется пыльца *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Hamamelidaceae*, *Nyssa*, *Rhus*.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Изучение палиноморф кумской свиты и разновозрастных с ней отложений на широких пространствах Юга России дало возможность выявить некоторые общие закономерности состава фитопланктонных и спорово-пыльцевых комплексов и их индивидуальные черты, имеющие экологическую природу, связанную с фациальными и климатическими условиями осадконакопления, гидрологией бассейна, положением исследуемого участка древней акватории по отношению к береговой линии и пр. Удалось также подметить изменения в составе палинокомплексов в зависимости от возраста вмещающих слоев. Особый интерес

представляет анализ соотношения рассеянного в породах аморфного органического вещества с палиноморфами и фрагментами тканей наземных растений, а также исследование структуры палинотафоценозов. В первую очередь это относится к тем из них, которые заключены в толщах, формировавшихся в восстановительной обстановке и где моно- или олиготаксонность комплексов проявилась особенно ярко. Представляло также интерес исследование динамики изменения состава палинокомплексов при переходе одних фациальных типов пород к другим.

Рассмотрение перечисленных выше задач удобнее начать с анализа распределения в кумских слоях палиноморф и бесструктурного органического вещества, где последнее часто образует основную долю мацерата. При примерно одинаковом объеме исходной пробы (3–5 куб. см) после окончательной обработки объем содержимого в северокавказских разрезах на порядок и более выше. Само органическое вещество присутствует в разных модификациях. Чаще оно равномерно рассеяно в поле зрения, но иногда образует сегрегационные скопления, что особенно характерно для верхней переходной пачки. Наиболее велико содержание аморфной органики в темноокрашенных разностях, где на фитопланктон, споры и пыльцу приходится не более 5% объема мацерата, причем падение таксономического разнообразия диноцист отчасти компенсируется массовой встречаемостью пражинифитов и *Chytroisphaeridia*, особенно в мергелях, насыщенных сульфидами и рыбным детритом. Такая картина имела место при изучении проб из разреза по рекам Хеу, и Кубани. В разрезе по р. Белой доля аморфного органического вещества, в целом, ниже, возможно, из-за того, что мы имеем здесь дело только с верхней частью разреза кумской свиты, формировавшейся при ослаблении стагнации в бассейне.

Насыщение мергелей палиноморфами и фрагментами тканей сосудистых растений также не остается постоянным. В наиболее темноокрашенных разностях оно обычно не более 1%, причем органикостенный фитопланктон, пыльца и споры встречаются примерно в равных количествах, а остатков кутикулярной ткани практически нет. По мере перехода к более светлоокрашенным разностям содержание аморфной органики постепенно сокращается и там, где оно составляет около 50% мацерата, т.е. уравнивается содержанием палиноморф, соотношение органикостенного фитопланктона со спорами и пылью остается поначалу также эквивалентным. На этом фоне появляются фрагменты тканей наземных растений. Баланс основных составляющих мацератов существенно меняется в белых мергелях и глинах, в которых аморфное органическое вещество составляет ничтожную долю, а органи-

костенный фитопланктон начинает превалировать над палиноморфами высших растений, доходя до 90–95%. Такое соотношение становится постоянным для пород белоглинской свиты.

За пределами Северного Кавказа роль рассеянного аморфного органического вещества в отложениях, одновозрастных с кумскими, становится небольшой, что, как увидим далее, отражается и на составе палинокомплексов. При этом содержание спор, пыльцы и органикостенного фитопланктона сохраняется примерно равным, либо фитопланктон несколько преобладает, демонстрируя большее разнообразие. Монотаксонность комплексов хотя и сохраняется, но выражена в меньшей степени, и, главное, имеет другие причины. Она связана с колебаниями солености. Весьма показательной складывается картина при анализе состава доминирующих таксонов в комплексах, особенно в случае явного проявления в них моно- или олигодоминантности. Для этого вновь вернемся к самим разрезам и выявленным комплексам.

В нижней части разреза по *р. Белой*, где на раннекумское время падает перерыв, доминируют *Areosphaeridium diktyoplokus* и *Microdinium reticulatum*. Несколько подчиненное положение занимают *Enneadocysta arcuata*, *Impagidinium* sp. и *Chytroeisphaeridia*. В переходных слоях к белоглинской свите последний из таксонов исчезает при доминировании видов *Areosphaeridium* параллельно с массовой встречаемостью *Microdinium* и *Impagidinium*.

На *р. Кубани*, как и на *р. Белой*, в базальных слоях ведущее положение занимают виды *Enneadocysta* (*E. arcuata*) и *Chytroeisphaeridia*. В пачке темноокрашенных мергелей, образующих среднюю часть разреза свиты, главенствующую роль играют празиофиты (форма "А"), а также *Chytroeisphaeridia*. В заметно подчиненном количестве, но чаще других таксонов здесь встречаются *Achomosphaera* cf. *sagena*, *Cleistosphaeridium*, *Dapsilidinium* и *Impagidinium*. В верхней части свиты значение *Chytroeisphaeridia* сначала сохраняется при редукции празиофитов, но и этот вид практически исчезает в переходных слоях к белоглинской свите. Одновременно в более заметных количествах начинают встречаться *Trigonopyxidina fiscellata*, *Thalassiphora pelagica*, *Achilleodinium biformoides*, *Rhombodinium* spp., *Deflandrea phoshoritica*, *Areosphaeridium*, *Samlandia*, *Cerebrocysta*, *Horologinella* и *Paucilobimorpha*. В белоглинской свите складывается более устойчивая группа доминирующих таксонов, включающая *Impagidinium*, *Spiniferites*, *Thalassiphora* и "Lanjaria".

В разрезе по *р. Хеу* состав доминирующих таксонов в целом сохраняется тот же, что и на *р. Кубани*, хотя в базальных слоях он неоднократно меняется в узком возрастном интервале. В верх-

них слоях керестинской свиты, кроме зеленой волоросли форма "А", многочисленны *Impagidinium* (*I. maculatum*). Также часто встречаются, но в более подчиненном количестве *Achomosphaera crassipellis*, *Enneadocysta arcuata*, *Spiniferites* spp., *Wilsonidium echinosuturatum*. Появляется *Paucilobimorpha tripus* и этот вид всего в нескольких десятках сантиметров выше на контакте кумской и керестинской свит приобретает главенствующее значение наряду с *Impagidinium*. В группу, следующую за лидирующей, входят *Areosphaeridium* spp., *Dracodinium varielongitudum*, *Spiniferites* spp., *Wilsonidium echinosuturatum*. В базальных слоях кумской свиты к наиболее распространенным таксонам присоединяется *Achilleodinium biformoides*. В средней части разреза свиты, которая формировалась в условиях более глубокой аноксии, разнообразие фитопланктона резко падает. Доминирующее же положение в его составе приобретают *Chytroeisphaeridia* и "Lanjaria". В переходных слоях к белоглинской свите эти таксоны практически исчезают из разреза и ведущая роль, как и в других северокавказских разрезах этого интервала, переходит к *E. arcuata*, *A. diktyoplokus*, *Spiniferites* spp., *Batiacasphaera* spp.

В северокавказских разрезах особенно хорошо проявлены признаки рекуррентности в составе фитопланктонных комплексов, когда в пачках переслаивания темно- и светлоокрашенных мергелей происходит неоднократное восстановление состава фитопланктонных спектров, подчеркивая тем самым экологическую, а не возрастную природу изменений в составе органикостенного фитопланктона.

В пределах *Ростовского выступа* фитопланктонный комплекс терминальных слоев среднего эоцена отличается большим разнообразием и высоким коэффициентом дисперсии, что затрудняет выбор доминирующих таксонов. В эту группу входят: *Areosphaeridium arcuatum*, *Cordosphaeridium gracile*, *Impagidinium* spp., *Spiniferites* spp., *Systematophora placacantha* и *Paucilobimorpha triradiata*. На этом же уровне в заметных количествах встречаются таксоны более характерные для переходных слоев от среднего к верхнему эоцену (*Areosphaeridium diktyoplokus*, *Corrudinium incompositum*, *Microdinium* spp., *Rhombodinium perforatum*).

В *Северных Ергенях* кумская свита характеризуется олиготаксонным комплексом с абсолютным доминированием *Horologinella* и *Paucilobimorpha*. Последний род представлен всеми тремя основными видами – *P. triradiata*, *P. tripus* и *P. granuligera*, которым сопутствует *Microdinium*. Другими таксонами, играющими в комплексе важную роль, являются *Impagidinium*, *Areosphaeridium* spp., *Cordosphaeridium gracile*, *C. funiculatum*. Заметно усиливается представительность ветцелиелловой группы, которой сопутствует *Rhombodinium*. Еди-

нично встречается *Chytroeisphaeridia*. Это позволяет использовать таксон для корреляции отложений кумского горизонта.

Состав комплекса диноцист *Воронежской антеклизы* более сходен с комплексом Ергеней, чем с ростовским, более близким территориально. В киевской свите, как и в Ергенях, а также в керестинской и базальных слоях кумской свиты Северного Кавказа доминируют *Horologinella* spp., *Paucilobimorpha tripus* и *P. triradiata*. Им сопутствуют *Areosphaeridium*, *Deflandrea*, *Microdinium*, *Wetzeliella articulata*. В дерезовской свите, отличающейся видовым разнообразием (свыше 100 таксонов), при сохранении тех же доминирующих компонентов, усиливается роль *Wetzeliella*, *Deflandrea*, *Enneadocysta*, *Spiniferites*, а также *Achomosphaera*, *Systematophora*, *Heteraulacacysta*. В отдельных пробах в количестве до 10 экземпляров встречаются *Rhombodinium*, *Chytroeisphaeridia*, *Dracodinium*, *Melittasphaeridium asterium*, *Operculodinium tiara*, *Achomosphaera crassipellis*, *Systematophora placacantha*, *Wilsonidium* и другие таксоны, характерные для кумского горизонта.

На *Туранской плите* доминантами комплексов второй половины среднего эоцена являются виды *Wetzeliella* – *Charlesdownia*, *Rhombodinium*, *Microdinium* и *Deflandrea*.

Приведенные данные о доминирующих группах таксонов, которые следует рассматривать скорее как экологические, позволяют условно оконтурить “зоны влияния” каждой такой группы с попыткой интерпретации особенностей ее обитания. Празинофиты (форма “А”) и *Chytroeisphaeridia* тесно связаны с осадками, формирующимися в восстановительной обстановке северокавказского кумского бассейна. Вполне возможно, что ими фиксируются так называемые “красные приливы”, вызываемые массовым распространением отдельных высокотаксичных таксонов, с которыми связана массовая гибель рыб и представителей других биотических групп. Однако возможно и другое объяснение их обильной встречаемости. Эти таксоны могли обитать в большем по мощности слое воды, чем фотический (s. str.). Распространяясь на глубину, они частично, по-видимому, захватывали и зону сероводородного заражения. В тех же частях акватории, где исчезала аноксическая обстановка или сменялась аэробной, содержание этих таксонов резко падало. Подобная рекуррентия в составе комплексов характерна не только для органикостенного фитопланктона, но и фораминифер (Бугрова, 1988). В то же время в верхней части фотического слоя на небольших глубинах в зоне более активного кислородного обмена существовало множество других видов, типичных для среднеэоценовых бассейнов нормальной солености. Изменение в составе позднекумских комплексов, по сравнению с раннекумскими, возможно, отчасти

связано с похолоданием, но в основном определяется эволюционным развитием самой группы. В платформенной части акватории, протягивающейся от Ергеней до Воронежской антеклизы, доминирование в комплексах *Paucilobimorpha* и *Horologinella* также свидетельствует об аномальной экологической обстановке в бассейне, исчезающей в белоглинский век. Однако это связано не только, как предполагают некоторые, с опреснением бассейна в прибрежной зоне моря, так как этим таксонам сопутствуют многие десятки видов, приуроченных в своем распространении к нормальным морским условиям. Специфика их появления в бассейне в массовом количестве еще ждет своей расшифровки. Возможно, все дело в особенностях продуктов питания, поступавших в бассейн. Наконец, интервалы разрезов, где заметную роль в комплексах приобретали виды ветцелиелловой группы, *Deflandrea*, *Microdinium*, *Rhombodinium*, появлялся *Michrhystridium*, формировавшись в эстуарных условиях в непосредственной близости от береговой зоны, что не противоречит общей палеогеографической картине, так, как она реконструируется для второй половины среднего эоцена.

Несмотря на различия доминирующих таксонов, во всех разрезах четко очерчивается основное ядро кумского комплекса, образованное видами, встреченными хотя и единично, но на широкой территории. Часть из них в кумский век либо появляется, либо исчезает. К ним относятся: *Achilleodinium biformoides*, *Achomosphaera crassipellis*, *A. alcornu*, *Apteodinium maculatum*, *Enneadocysta arcuata*, *A. diktyoplopus*, *Batiacasphaera* spp., *Caligodinium* sp., *Cerebrocysta* sp., *Cerodinium diebelii*, *Cordosphaeridium gracile*, *Corrudinium incompositum*, *Cribroperidinium tenuitubulatum*, *Deflandrea oebisfeldensis*, *Diphyes colligerum*, *Dracodinium condylos*, *Fibrocysta* sp., *Fromea* sp., виды *Heteraulacacysta* и *Hystriocholpoma*, *Impagidium* spp., *Impletosphaeridium* sp., *Melittasphaeridium asterium*, *Microdinium reticulatum*, *Operculodinium tiara*, *Phelodinium* sp., *Pterodinium* sp., *Pyxidiella* ?*scorbiculata*, *Rottneisia borussica*, *Samlandia chlamydophora*, *Spinidium* sp., *Spiniferites* spp., *Systematophora placacantha*, *Tectatodinium* sp., *Thalassiphora pelagica*, *Trigonopyxidina fiscellata*, *Wetzeliella* “*echinulata*”, *Wilsonidium echinosuturatum* и др.

Ориентируясь на наиболее полные разрезы (Кубань, Хей, Новый Оскол), можно выделить таксоны, характеризующие нижнюю и верхнюю части кумской свиты. К первой группе относятся *Paucilobimorpha tripus*, *Chytroeisphaeridia* sp., *Areosphaeridium diktyoplopus*, *Cerodinium diebelii*, *Cordosphaeridium gracile*, *Corrudinium incompositum*, *Deflandrea oebisfeldensis*, *Dracodinium condylos*, *Operculodinium tiara*, *Pterodinium* sp., *Phelodinium* sp., *Pyxidiella* ?*scorbiculata*, *Wilsonidium echinosuturatum*. Верхняя часть свиты характеризуется более широким распространением представителей второй группы –

видов *Wetzeliella*, *Charlesdowniea* и *Microdinium*, широким видовым спектром *Deflandrea*, обычным присутствием *Rottneustria borussica*, *Samlandia chlamydophora* и *Rhombodinium*, который представлен зональными видами второй половины бартонского яруса – *Rh. perforatum* и *Rh. porosum*. Все они продолжали существовать и в начале позднего эоцена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Органикостенный фитопланктон второй половины среднего эоцена у северной окраины Тетического бассейна Восточной Европы и Западного Казахстана чрезвычайно разнообразен и насчитывает не менее 250 видов, из которых 150 наиболее характерных приведены в таблице.

Изменение состава фитопланктонных комплексов в большей степени связано с изменением гидрологической обстановки осадконакопления, нежели с климатической зональностью. Признаки похолодания в конце бартонского яруса отразились в большем участии в составе комплексов каватных диноцист родов *Rhombodinium* и *Deflandrea*. На латерали, внутреннем шельфе и некоторых поднятиях внешнего шельфа значительную долю фитопланктона составляли празиофиты и акритархи. Существенно менялся состав комплексов и во внутренних частях морского бассейна в аноксические эпизоды, которые нередко, особенно в раннем бартоне, совпадали во времени с проявлениями вулканической активности.

Исходя из стратиграфического распространения приведенных выше таксонов, можно сделать выводы о возрастной позиции изученных разрезов в общей шкале эоцена, а также региональной шкале, объединяющей отложения кумского горизонта. Разрез по р. Белой охватывает видимо только верхнюю половину бартонского яруса. Такова же позиция и слоев, вскрытых на Ростовском выступе и Северном Устюрте. В разрезе Северных Ергей нижняя пачка кумской свиты принадлежит нижнему бартону, тогда как верхняя – несомненно относится к верхней части бартонского яруса. Верхние слои киевской свиты Воронежской антеклизы соответствуют не только нижней части кумского горизонта, но и керестинскому, а дерезовская – в верхней своей части имеет переходный возраст от среднего к позднему эоцену.

Кумский горизонт относится по диноцистам к двум зонам. Нижняя зона, которой после изучения разреза по р. Белой было присвоено название *A. diktyoplokus* (Запорожец, 1999), в свете новых данных может быть дополнена вторым зональным видом *Dracodinium condylos*. Зона *Areosphaeridium diktyoplokus/Dracodinium condylos*, вероятно, в полном своем объеме соответствует зоне *Dracodinium intermedium/Areosphaeridium diktyoplokus*, выделен-

ной А.С. Андреевой-Григорович в качестве региональной зоны нижнего бартонского яруса Карпатского региона и самостоятельной зоны региональной шкалы юга СССР (D9) (Андреева-Григорович, 1991). Сохранение в названии зоны – *D. intermedium* вряд ли целесообразно из-за упразднения самого вида. Принадлежность же экземпляров изученных цист к *D. condylos* у автора сомнений не вызывает. К этой зоне относится и керестинский горизонт Северного Кавказа, поэтому нельзя исключать вероятность того, что возраст этой зоны частично позднеэоценовый. Некоторые различия в составе комплексов диноцист верхних и нижних пачек изученных разрезов зоны *Areosphaeridium diktyoplokus* – *Dracodinium condylos* в будущем, вероятно, позволят разделить ее на две самостоятельные зоны или подзоны, учитывая, что, в основном только в нижней части кумского горизонта были встречены *Isabelidinium*, *Wilsonidium echinosuturatum*, а также в массовом количестве выявлены некоторые празиофиты и акритархи.

Как и было предложено ранее, за региональной зоной верхней части бартонского яруса следует сохранить название *Rhombodinium perforatum/Rhombodinium porosum*, с тем лишь допущением, что к этой зоне может относиться и базальная часть белоглинской свиты. Таким образом, отчасти эта зона распространяется и на верхний эоцен. Ранее такой возрастной диапазон предлагался для этой зоны А. Пойеллом (Powell, 1992). Не исключено, что *Charlesdowniea clathrata angulosa* появляется выше подошвы верхнего эоцена.

Спорово-пыльцевые комплексы кумского горизонта однородны по составу на всей площади юга европейской России. Лишь в наиболее северных разрезах происходит сокращение разнообразия наиболее теплолюбивых форм. Основу комплексов составляют *Pinus*, разнообразная пыльца *Fagaceae*, а также *Rhus*, что позволило Л.А. Пановой с полным основанием объединить их на Северном Кавказе в региональную зону *Castanopsis pseudocingulum* – *Rhus regularis*. Характерной отличительной особенностью кумских и белоглинских палинокомплексов является полное преобладание в последних фитопланктонной составляющей и крайне низкое содержание в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы хвойных. Кумские комплексы отличаются большим богатством термофильных компонентов, включающих кроме буковых аралиевые, туттовые, гаммелиевые, вересковые, пальмы и др., а также большое количество трехборозднопоровой и другой пыльцы, определяемой по формальной системе.

В заключение хочется подчеркнуть, что предлагаемая модель, разноуровневого распределения фитопланктона в фотическом слое с различной степенью кислородного насыщения, носит дискуссионный характер. Однако автор не видит

Распределение органикостенного фитопланктона в кумском горизонте Северного Кавказа и его возрастных аналогах на Восточно-Европейской платформе, Скифской и Туранской плитах

Название видов	Верхний лютет– начало баритона			Бартон					Верхний бартон–начало приабона						
	зона <i>Areosphaeridium diktyoplokus</i> – <i>Dracodinium condylos</i>								зона <i>Rhombodinium perforatum</i> – <i>Rhombodinium porosum</i>						
	переходные слои от керестинского к кумскому горизонту			кумский горизонт (основная часть)					верхняя часть кумского горизонта и переходные слои от кумского к белоглинскому горизонту						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Диноцисты															
<i>Achilleodinium biformoides</i>		+	+		+			+						+	
<i>Achomosphaera alcornu</i>		+													
<i>A. diktyoplokus</i>	+	x	x	x	+	o	+	+		+		+	x	+	+
<i>Adnatosphaeridium multispinosum</i>										+					+
<i>Adnatosphaeridium</i> sp.				+		+									
<i>Alterbidinium</i> sp.	+									+				+	
<i>Apteodinium maculatum</i>	+						+			+		+			
<i>Apteodinium</i> spp.	+				+				+	+		+	+		
<i>Caligodinium</i> sp.		+			+										
<i>Cerebrocysta</i> sp.	+			+	+	+	+		+	+		+			
<i>Chytroeisphaeridia</i> sp.		+	+	+	М	+	+	+		+	o	+	+		
<i>Deflandrea</i> sp.		+		+		+	+	x	+	+		+		x	М
<i>Distatodinium</i> sp.		+				+				+					
<i>Dracodinium condylos</i>		+	+		+							+			
<i>D. varielongitudum</i>			+												
<i>Enneadocysta arcuata</i>	o	+	o	x	x	x	+	x	x	x	x	o	+	x	x
<i>Fibrocysta</i> sp.		+			+					+			+		
<i>Horologinella</i> sp.	+	+	o	+	+	+	М	x	o	x		+	o	+	+
<i>Hystrichokolpoma</i> sp.			+			+				+		+			
<i>Hystrichostrogylon</i> sp.			+							+		+			+
<i>Impagidinium maculatum</i> .		+													
<i>Impagidinium</i> sp.	+	x		x	+	+	o	+	+	x	+	o	+	+	+
<i>Isabelidinium</i> sp.	+														
<i>Melitasphaeridium</i> sp.	+		+		+	+			+	+		+			
<i>Operculodinium</i> sp.		+		+		+			+	+	+	x			o
<i>Pterodinium</i> sp.		+		+		+			+	+	+	+			
<i>Rottnestia borussica</i>		+		+		+			x	+	+	o	+		
<i>Spinidinium</i> sp.			+			+				+	+		+		+
<i>Spiniferites cornutus</i>		+					+			+		+			
<i>S. ramosus</i>		+				+								+	
<i>Spiniferites</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Systematophora</i> sp.		+		+	+							o			x
<i>Tectatodinium</i> sp.		+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Thalassiphora</i> sp.		+							+	+				+	+
<i>Trigonopyxidia fascellata</i>		+							+	+	+				+
<i>Wilsonidium echinosuturatum</i>		+							+						

Таблица. Продолжение

Название видов	Верхний лютет– начало баритона			Бартон					Верхний бартон–начало приабона						
	зона <i>Areosphaeridium diktyoplokus</i> – <i>Dracodinium condylos</i>								зона <i>Rhombodinium perforatum</i> – <i>Rhombodinium porosum</i>						
	переходные слои от керестинского к кумскому горизонту			кумский горизонт (основная часть)					верхняя часть кумского горизонта и переходные слои от кумского к бе- логлинскому горизонту						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Wilsonidium</i> sp.		+				+						+			+
Празиофиты и акритархи															
<i>Crassosphaera</i> sp.			+	+	+		+		+	+			+	+	x
<i>Paucilobimorpha granuligera</i>		x	m	+	+	x	m		+	+	+	+	+	x	
<i>P. triradiata</i>	+	x	m		x		o	o		x		m	x	x	x
<i>P. tripus</i>		m	m			+	+	m				+	+	+	
<i>Ptanospermella</i> sp.	+			+	+		+		+	+		+	+		+
Forma “A”	+	m			x	+									
Диноцисты															
<i>Achomosphaera</i> cf. <i>sagena</i>					+										
<i>Areosphaeridium</i> sp.				x	+	+	+	o	x		+	x	x	o	x
<i>Batiacasphaera baculata</i>								+				+	+	+	
<i>B. sphaerica</i>				+					x	+				+	
<i>Cerodinium diebelii</i>				+							+				
<i>Cerodinium</i> sp.				+						+			+		
<i>Charlesdowniea clathrata</i>								+					x		x
<i>Ch. coleothrypta</i>					+			+		+		+	x	x	o
<i>Ch. coleothrypta</i> subsp. <i>rotundata</i>								+				+		+	o
<i>Cleistosphaeridium</i> sp.				+	+					+	+		+		
<i>Cordosphaeridium gracile</i>						+				+	+	o	+		+
<i>C. exilimurum</i>				+											
<i>C. funiculatum</i>				+		+	+					+	+	+	x
<i>C. latispinosum</i>															+
<i>Corrudinium incompositum</i>				+					x	+	x				+
<i>Cribroperidinium tenuitabulatum</i>				+			+	+		+	+	+	+	+	
<i>Cribroperidinium</i> sp.				+						+		x			
<i>Cyclopsiella</i> sp.				+						+					
<i>Dapsilidinium simplex</i>				+								+			+
<i>Dapsilidinium</i> sp.				+	x			+		+	+	x			
<i>Deflandrea oebisfeldensis</i>							+					x	+		
<i>Dinopterygium cladoides</i>							+								+
<i>Diphyes colligerum</i>				+				+		+	+				
<i>Dracodinium rhomboideum</i>				+					+			+	+		
<i>Dracodinium</i> sp.						+	+								+
<i>Eatonicysta ursulae</i>				+											
<i>Eisenackia</i> sp.					+					+					
<i>Glaphyrocysta</i> ? <i>vicina</i>							+								
<i>Heteraulacacysta</i> ? <i>leptalea</i>				+											o

Таблица. Продолжение

Название видов	Верхний лютет– начало баритона			Бартон					Верхний бартон–начало приабона						
	зона <i>Areosphaeridium diktyoplokus</i> – <i>Dracodinium condylos</i>								зона <i>Rhombodinium perforatum</i> – <i>Rhombodinium porosum</i>						
	переходные слои от керестинского к кумскому горизонту			кумский горизонт (основная часть)					верхняя часть кумского горизонта и переходные слои от кумского к бе- логлинскому горизонту						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>H. pustulata</i>				+			+			+					+
<i>Hystrichokolpoma cinctum</i>							+	+		+	+		+		
<i>Hystrichosphaeropsis</i> sp.				+	+	+				+		+			+
<i>Impletosphaeridium</i> sp.		+		+	+					+					
<i>Lejeunecysta globosa</i>				+					+			+			
<i>Lingulodinium</i> sp.							+			+		x	x		+
<i>Manumiella</i> sp.				+	+										
<i>Melitasphaeridium asterium</i>				+						+	+	+	+		
<i>Microdinium reticulatum</i>				+				м	+	x		x	x	м	м
<i>Microdinium</i> sp.				x	+	+		м	+	x	+	x	+	м	м
<i>Palaeocystodinium golzowense</i>							+			+		+	+	+	+
<i>Paralecaniella indentata</i>				+						+					
<i>Pentadinium laticinctum</i>							+				+				
<i>P. lophophorum</i>				+			+		+						x
<i>Pentadinium</i> sp.				+	+			+	+			+		+	+
<i>Phthanoperidinium stockmansii</i>							+	+		+		+			+
<i>Phthanoperidinium</i> sp.				+	+			+	+	+		+		+	+
<i>Pyxidiella ?scrobiculata</i>								+				+			+
<i>Rhombodinium draco</i>				+											
<i>Rhombodinium</i> sp.				+	+				+	+					+
<i>Samlandia chlamydophora</i>					+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. reticulifera</i>								+							
<i>Selenopemphix nephroides</i>				+						+		x	+	+	+
<i>Spiniferites pseudofurcatus</i>							+	+		+		+	+	+	+
<i>Systematophora placacantha</i>							+					x	+		+
<i>Thalassiphora patula</i>				+											+
<i>Th. pelagica</i>				+	+			+	x	+	+	+		+	+
<i>Wetzeliiella articulata</i>							+	+					+	+	+
<i>W. “echinulata”</i>				+	+			+	+	+				+	+
Празиофиты и акритархи															
<i>Cymatiosphaera</i> sp.				+	+	+	+	+				+	+	+	+
“ <i>Lanjaria</i> sp.”						м				+				м	
<i>Leiosphaeridia</i> sp.				+	+	+									
<i>Tythyodiscus</i> sp.					+				+					м	
<i>Micrhystridium</i> sp.							x	x		+		x	+	x	x
<i>Pediastrum</i> sp.								+							+
<i>Tasmanites</i> sp.					+	+									

Таблица. Окончание

Название видов	Верхний лютет– начало баритона			Бартон					Верхний бартон–начало приабона						
	зона <i>Areosphaeridium diktyoplokus</i> – <i>Dracodinium condylos</i>								зона <i>Rhombodinium perforatum</i> – <i>Rhombodinium porosum</i>						
	переходные слои от керестинского к кумскому горизонту			кумский горизонт (основная часть)					верхняя часть кумского горизонта и переходные слои от кумского к белоглинскому горизонту						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Диноцисты															
<i>Achomosphaera</i> sp.				+		+			x	+					+
<i>Alisocysta</i> sp.					+							+			
<i>Areoligera</i> sp.									+						+
<i>Batiacasphaera hirsuta</i>								+		x					x
<i>Batiacasphaera</i> sp.									x	+		+		+	+
<i>Charlesdowniea fasciata</i>															x
<i>Cordosphaeridium inodes</i>						+					+	+	+		+
<i>Cordosphaeridium</i> sp.									+	+	+		+	+	+
<i>Corrudinium</i> sp.				+				+		+		+		+	+
<i>Cribrroperidinium giuseppei</i>										+					
<i>Cribrroperidinium</i> sp.					+					+		+			+
<i>Cyclonephelium</i> sp.															+
<i>Dapsilidinium pastielsii</i>										+				+	
<i>D. pseudocolligerum</i>														+	+
<i>Deflandrea phosphoritica</i>							+	o	+	+		x	+	м	м
<i>D. heterophlycta</i>								x						x	o
<i>Dinopterigium cladoides sensu Morg.</i>							+			+					+
<i>Enneadocysta fenestrata</i>									+						+
<i>E. ?pectiniformis</i>									+			+			+
<i>Fibrocyta radiata</i>											+				
<i>Fromea</i> sp.						+		+		+	+	+	+		
<i>Gochtodinium</i> sp.								+							
<i>Heteraulacacysta porosa</i>							+								x
<i>Glaphyrocysta semitecta</i>											+				+
<i>Homotryblium abbreviatum</i>									+	+		+			
<i>Homotryblium plectilum</i>									+	+					
<i>Hystrichokolpoma salacia</i>										+		+			
<i>Hystrichosphaeropsis complanata</i>												+			
<i>Kallosphaeridium</i> sp.										+		+			
<i>Lentinia</i> sp.									+						
<i>Oligosphaeridium</i> sp.												+			+
<i>Operculodinium microtrianum</i>										+		+			
<i>O. placitum</i>									+	+		+			
<i>O. tiara</i>								+	+	+					
<i>Phelodinium</i> sp.								+				+			+
<i>Phthanoperidinium geminatum</i>										+					
<i>Rhombodinium longimanum</i>															+
<i>Rh. perforatum</i>							+					x	+	o	o
<i>Rh. porosum</i>					+				+	+		+		+	+
<i>Thalassiphora delicata</i>										+					x
<i>Th. reticulata</i>										+	+				+
<i>Turbiosphaera magnifica</i>										+					

Примечание. Цифры вертикальных колонок: 1 – р. Кубань, переходные слои от керестинской к кумской свите, 2 – р. Хеу, тот же интервал, 3 – Воронежская антеклиз, киевская свита, 4 – р. Белая, кумская свита, 5 – р. Кубань, та же свита, 6 – р. Хеу – та же свита, 7 – Северные Ергени, нижняя пачка кумской свиты, 8 – Воронежская антеклиз, дерезовская свита (основная часть), 9 – р. Белая, верхняя часть кумской свиты и переходные слои от нее к белоглинской свите, 10 – р. Кубань, тот же интервал, 11 – р. Хеу, тот же интервал, 12 – Ростовский выступ, переходные слои от среднего к верхнему эоцену, 13 – Северные Ергени, верхняя пачка кумской свиты, 14 – Воронежская антеклиз, дерезовская свита, верхние слои, 15 – Туранская плита, верхняя пачка саксаульской свиты. Содержание отдельных таксонов: м – более 10%, о – от 5 до 10%, х – от 1 до 5%, + – менее 1%.

другой возможности объяснения рекурренции в составе фитопланктонных комплексов переходных слоев в базальной части и в кровле кумской свиты северокавказских разрезов. С эволюцией и лишь отчасти с похолоданием связана редукция таксонов "основного ядра" диноцист кумского горизонта, исчезновение некоторых видов в первой половине кумского века и появление новых во второй.

Автор признателен М.А. Ахметьеву за обсуждение статьи, а также Ю.О. Гаврилову, А.В. Зайцеву, А.С. Застрожному, В.Г. Пронину и Н.П. Тазову, передавшим керновый материал и пробы из экспонированных разрезов кумского горизонта вместе с полевой документацией к ним.

Статья выполнена при поддержке РФФИ, грант № 98-05-64944, № 00-015-98490.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреева-Григорович А.С. Зональная стратиграфия палеогена юга СССР по фитопланктону (диноцисты и фитопланктон). Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Львов, Укр НИГРИ, 1991. 47 с.
- Ахметьев М.А., Запорожец Н.И. Пыльца, споры, растительные макрофоссилии и фитопланктон верхнего эоцена и олигоцена в стратотипах чеганской и ащайрыкской свит (Северный Устюрт, Казахстан) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 1992. Т. 67. Вып. 3. С. 96–105.
- Бугрова Э.М. Фораминиферы эоцена СССР (состав, зональное деление по бентосной группе). Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. Л.: ВСЕГЕИ, 1988. 36 с.
- Гроссгейм В.А. Палеоген Северо-Западного Кавказа // Тр. Краснодар. фил. Всес. нефтегаз. н.-и. ин-та. 1960. Вып. 4. С. 3–190.
- Данильченко П.Г. Костистые рыбы майкопских отложений Кавказа. М.: Наука, 1960. 208 с.
- Запорожец Н.И. Новые данные по стратиграфии эоцена и олигоцена Северных Ергеней (Юг Русской платформы) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6. № 3. С. 56–73.
- Запорожец Н.И. Палинотратиграфия и зональное расчленение по диноцистам среднеэоценовых – нижнемиоценовых отложений р. Белой (Северный Кавказ) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 2. С. 75–92.
- Крашенинников В.А. Некоторые виды планктонных фораминифер из эоценовых и олигоценовых отложений Южной Армении // Вопросы микропалеонтологии. М.: Наука, 1974. Вып. 17. С. 95–135.
- Музылев Н.Г. Наннопланктон верхнего эоцена и нижнего олигоцена // Геологические и биотические события позднего эоцена–раннего олигоцена. Кн. 2. М.: ГЕОС, 1998. С. 16–18.
- Пантелеев Ф.П. Геологическое строение и газоносность Южных Ергеней. М.–Л.: Гостоптехиздат, 1947. 122 с.
- Практическая палинотратиграфия / Под ред. Пановой Л.А. и др. Л.: Недра, 1990. 348 с.
- Семенов В.П. Палеоген Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1965. 279 с.
- Труды Нефтяного геолого-разведочного ин-та / Под ред. Вассоевича Н.Б. Л.–М.: 1934. Вып. 47. Сер. Б. 48 с.
- Costa L., Manum S. The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1 – D15) and the Miocene (D16 – D20) / Ed. Vinken R. The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme, Project № 124. Geol. Jb., 1988. A100. P. 331–339.
- De Coninck J. Organic Walled Phytoplankton from the Bartonian and Eo-Oligocene transitional deposits of the Woensdrecht borehole, Southern Netherlands // Meded. Rijks Geol. Dienst. 1986. V. 40. № 2. 49 p.
- Martini E., Muller C. Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlation // Newsl. Stratigr. 1986. V. 16. № 2. P. 99–112.
- Powell A.J. A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts. London: Chapman and Hall, 1992. 290 p.

Рецензенты Л.В. Ровнина, С.Б. Смирнова

УДК 535.377:551.791(575.3)

ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД – ОСНОВА КОРРЕЛЯЦИИ И СТРАТИГРАФИИ ПЛЕЙСТОЦЕНА ЮЖНОГО ТАДЖИКИСТАНА?

© 2001 г. В. А. Большаков

*Московский государственный университет, географический факультет,
119899 Москва, Воробьевы горы, 1, Россия*

Поступила в редакцию 28.02.2000 г.

Ключевые слова. Термолюминесцентный метод, каппаметрия, палеомагнетизм, палинология, стратиграфия, корреляция.

В журнале “Стратиграфия. Геологическая корреляция” (№ 6, 1999 г.) опубликована статья Додонова и др. “Лёссово-почвенная стратиграфия квартара Средней Азии: геохронология, корреляция и эволюция палеосреды”. Насколько мне известно, это первая публикация на русском языке после обстоятельных, но давно опубликованных работ (Лазаренко и др., 1977; Додонов, 1986), в которой дается совершенно новая, по сравнению с этими работами, стратиграфическая схема плейстоцена Южного Таджикистана. Статья актуальна и интересна и обращает на себя внимание комплексностью и прежде всего широким использованием физико-химических методов. Однако статья вызывает серьезные вопросы как по поводу интерпретации некоторых данных, полученных авторами, так и по поводу относительной роли физико-химических и геолого-палеогеографических методов в решении поставленных в работе задач, что и отражено в названии этой заметки.

Начну с близких мне, как физику, каппаметрического и палеомагнитного методов. При использовании каппаметрии отмечается частая необоснованность выводов, связанная обычно с методическими и методологическими недостатками использования метода, а иногда даже с неадекватной интерпретацией первичных данных. К сожалению, к таким работам в отношении каппаметрии следует отнести и анализируемую здесь публикацию. Например, в ней говорится (Додонов и др., 1999, стр. 75): “Кривые k по разрезам Дарай Калон, Хонако и Карамайдан отражают *основные характеристики* (?) десяти педокомплексов в интервале палеомагнитной эпохи Брюнес, позволяя *однозначно* коррелировать их между собой” (здесь и далее – курсив мой – В.Б.). Поскольку магнитная восприимчивость k является скалярной характеристикой вещества, ее изменение характеризуется только одним параметром – величиной. Следовательно, согласно процитированному, можно ожидать, что величины k соответствующих гори-

зонтов различных разрезов будут однозначно коррелировать между собой, если не по абсолютным (что обычно недостижимо), то хотя бы по относительным значениям. Однако, например, максимальная величина k в разрезе Хонако отмечается в первом сверху почвенном комплексе (ПК), в разрезе Карамайдан – во втором, а в разрезе Дарай Калон – в третьем ПК. Очевидно, в данном случае нельзя говорить об “однозначной” корреляции ПК *только* по величине k . Корреляция ПК по количеству входящих в них пиков k , т.е. по структуре изменений магнитной восприимчивости по разрезу – задача более сложная. Дело в том, что нередко k имеет значительный разброс даже в пределах одного почвенного горизонта (Большаков, 1996) и для целей корреляции надо обосновывать статистическую значимость каждого пика k , если он не связан с отдельным литологическим горизонтом. Если же экстремумы k связаны с такими горизонтами, корреляцию логичнее проводить путем непосредственного сопоставления литологически выделенных горизонтов. Вообще методы магнетизма горных пород являются полезными, но тем не менее *дополнительными*, которые должны использоваться в совокупности с другими традиционными методами при решении различных геологических и палеогеографических задач (Большаков, 1996, 2000). Какие же конкретно “основные характеристики десяти педокомплексов” отражает в рассматриваемой статье кривая k , к сожалению, осталось неясным. Судя по описанию разрезов, и в верхней (с высокой k), и в нижней (с низкой k) их частях есть тем не менее похожие почвы, например, ПК2 и ПК6, ПК3 и ПК10.

Теперь обратимся к корреляции каппаметрических и изотопно-кислородных (ИК) кривых, что, по сути дела, относится к глобальной проблеме корреляции палеогеографических событий, отраженных в континентальных и глубоководных отложениях. На рис. 1, идентичном рис. 5 статьи Додонова и др. (1999), показана такая кор-

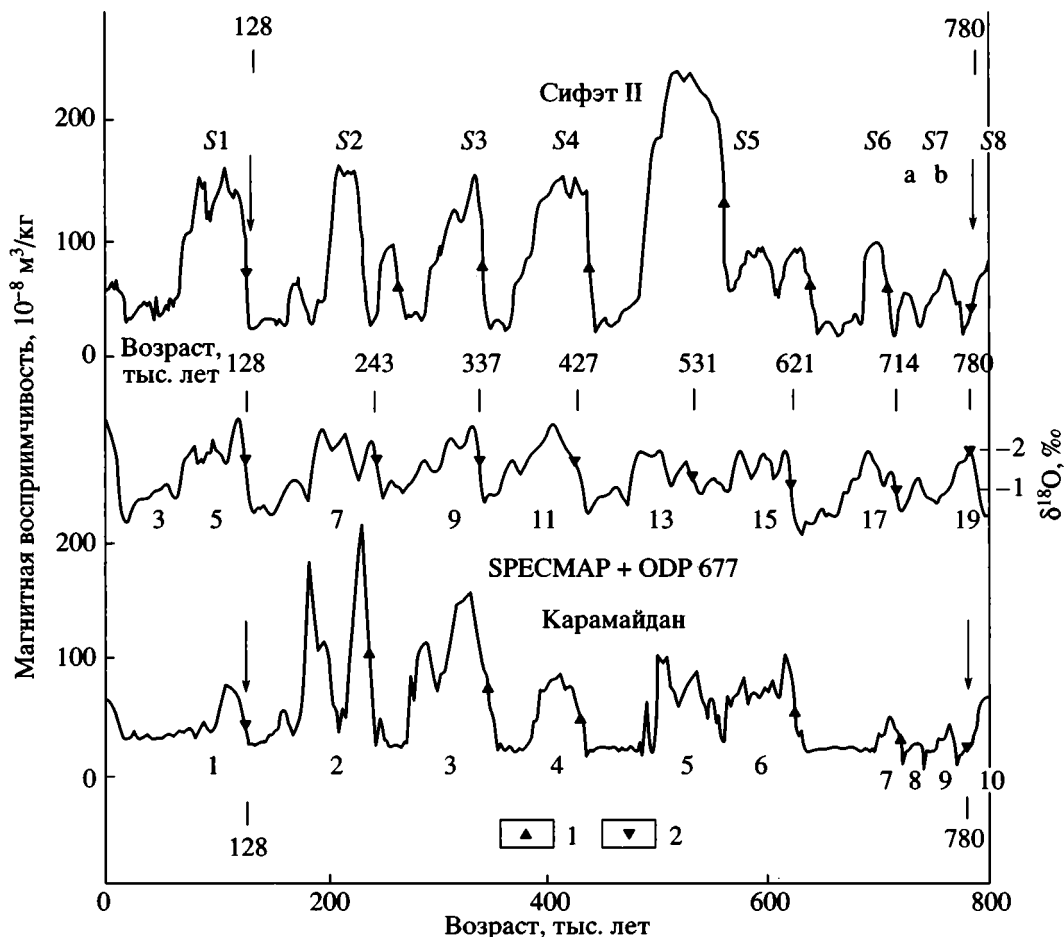


Рис. 1. Корреляция кривых магнитной восприимчивости лёссово-почвенных разрезов Карамайдан (Таджикистан) и Сифэн (Китай) с изотопно-кислородной кривой SPECMAP + глубоководная скв. 677. Два контрольных уровня – 128 тыс. лет и инверсия Матуяма-Брюнес – 780 тыс. лет указаны стрелками.

1 – граница между лёссом и педокомплексом; 2 – возрастные контрольные точки (по: А.Е. Додонов и др., 1999, рис. 5).

реляция. Временными реперами при этом являются инверсия Матуяма-Брюнес (М/Б) и абсолютный возраст первого ПК и ИК стадии 5. Основанием для корреляции внутри реперных горизонтов служит, по-видимому, внешнее сходство ИК и капаметрических кривых, несколько большее для таджикского разреза Карамайдан, нежели для китайского разреза Сифэн. Однако из рис. 1 следует, что корреляция по к лёссово-почвенных горизонтов самих этих разрезов между собой невозможна. Отсюда можно заключить, что факт проведения корреляции по к и китайского, и таджикского разрезов (которые, повторю, по этому параметру не коррелируют между собой) с одной и той же ИК кривой должен указывать, очевидно, на существование иной, некапаметрической основы такой корреляции. К этой основе, которой является литологическое строение разрезов, мы вернемся ниже, а сейчас еще несколько слов о корреляции с помощью капаметрии.

Строго говоря, внешнее сходство кривых не может являться достаточным основанием для утверждения о существовании общей основы рассматриваемых явлений, для которых устанавливается корреляционная связь. Для этого следует показать сопоставимость климатостратиграфической значимости коррелируемых объектов, т.е. в данном случае нечетных ИК стадий глубоководных осадков и выделяемых по к почвенных комплексов и палеопочв соответственно таджикских и китайских разрезов. При этом необходимо иметь в виду возможность неполноты геологической летописи, особенно в континентальных разрезах. Иными словами, необходимо доказать, что максимумы к, наблюдаемые в почвах и коррелируемые с нечетными “теплыми” стадиями ИК кривых, отражают аналогичные потепления (в том числе и по их стратиграфической значимости) в исследуемых континентальных разрезах. Показанная на рис. 1 корреляция разрезов Китая и Таджикистана с ИК кривой поднимает вопрос и

об однозначной трактовке и выделении ПК и палеопочв. Так, например, палеопочва S5, являющаяся маркирующим горизонтом в китайских лёссово-почвенных разрезах, интерпретировалась ранее (Лю Дун шен и др., 1984) как единое образование межледникового ранга и коррелировалась с 13-й ИК стадией. Однако позже, в том числе и в анализируемой здесь работе (рис. 1), та же S5 коррелируется уже со стадиями 13–15. Комментариев при этом не дается, и оледенение, соответствующее стадии 14, внутри S5, которая представляет собой обычно три наложенные одна на другую почвы, не выделяется. Похожая проблема и в работе А.Е. Додонова и соавторов (Додонова и др., 1999), в которой ПК8, выделенный как отдельный комплекс, коррелируется с подстадией 18.3, т.е. является межстадиальным образованием. Основанием для этого является то, что ПК8 – “слабо развитая почва”. Но почему тогда слабо развитая почва, наряду с полноразвитыми, выделяется как почвенный комплекс? Получается, что обозначение “почвенный комплекс” – термин свободного пользования? Тогда имеет ли смысл его вводить для практического использования? (Заметим кстати, что при определении межстадиального характера ПК8 используются не каппаметрические, а педологические данные.)

Еще одно несоответствие предложенной на рис. 1 корреляции связано с положением инверсии М/Б. В глубоководных отложениях она проходит в “теплой” 19-й ИК стадии, а в представленных лёссовых разрезах – в лёссах, которые соотносятся авторами с ледниковыми эпохами. А.Е. Додонов и др. предлагают два варианта объяснения этого несоответствия. Первый – сдвиг палеомагнитной записи, возможность которого подробно рассмотрена в ряде работ (Большаков, 1995, 1996, 1999). Однако данное явление требует серьезного *конкретного* изучения специалистами по магнетизму горных пород и палеомагнетизму. Второе объяснение связано с возможностью временного сдвига палеоклиматических событий в разных регионах. Однако оценка времени сдвига (3.5–7 тыс. лет), данная А.Е. Додоновым, сильно преуменьшена. Дело в том, что он принимает положение инверсии М/Б в начале 19-й ИК стадии, тогда как инверсия находится почти в ее середине, что показано в ряде специальных исследований (см. библиографию в работе (Большаков, 1999)), а также в цитируемой А.Е. Додоновым статье (Bassinot et al., 1994). Но тогда, как следует из хронологической шкалы (Bassinot et al., 1994), климатический сдвиг должен увеличиться еще на 12 тыс. лет (возраст инверсии М/Б – 775 тыс. лет, а основания стадии 19 – 787 тыс. лет) и в общем составить 15.5–19 тыс. лет. Такой временной сдвиг климатических событий, очевидно, нереален.

Можно предложить еще один вариант объяснения несогласованности положения инверсии М/Б (Большаков, 1996). Он заключается в том, что есть мнение ряда исследователей, например (Пахомов 1983; Болиховская 1995), что лёссы, в частности, могли образовываться в периоды глобальных потеплений. Таким образом, необходимо конкретное согласование палеоклиматических условий формирования 9-го лёсса Южного Таджикистана с таковыми для 19-й ИК стадии глубоководных осадков. К сожалению, такой вариант объяснения, подразумевающий прежде всего анализ палеоклиматических данных лёссово-почвенных отложений, в статье (Додонов и др., 1999) не рассматривается.

Неувязка климатостратиграфического положения инверсии М/Б подразумевает не просто выявление временного рассогласования в записи природных событий на 15–19 тыс. лет. Проблема имеет и существенное палеогеографическое значение. Если удастся показать, например, что инверсия проходит внутри 9 ПК, это будет существенным подтверждением точки зрения о том, что почвы Таджикистана формировались в периоды межледниковий, а лёссы – во время глобальных оледенений.

Теперь вернемся к затронутому выше вопросу о литологической основе корреляции таджикских лёссов с глубоководными осадками как альтернативе, а скорее, основе, в том числе и каппаметрической корреляции. В монографии (Додонов, 1986), ссылки на которую почему-то нет в анализируемой нами публикации, на рис. 2 дана сводная стратиграфическая схема лёссово-почвенных разрезов Южного Таджикистана, построенная с применением литологического, палеопедологического и других методов. Ее плейстоценовая часть приведена мною на рис. 2. В объеме плейстоцена выделено 10 палеопочв и педокомплексов. Инверсия М/Б проходит в 10-м лёссе, на 1–2 м выше ПК X. Попытаемся провести корреляцию этого разреза с ИК шкалой в пределах хрона Брюнес, используя рис. 1 и рис. 2. Первую слабо развитую почву сводного разреза (отсутствующую на рис. 1 в разрезе Карамайдан) логично сопоставить с межстадиальным потеплением, соответствующем стадии 3 ИК кривой. Далее корреляция проводится последовательно между ПК и нечетными ИК стадиями: II-й ПК – 5-я ИК стадия, III-й ПК – 7-я ИК стадия и т.д. IX-й ПК коррелируется с 19-й ИК стадией, однако верхняя часть IX ПК, представляющая слабо развитую красноцветную почву, может, на мой взгляд, более логично коррелироваться с подстадией 18.3, нежели *самостоятельный* 8-й ПК разреза Карамайдан на рис. 1. Поэтому проведенная нами на основании литологических и палеопедологических данных работы (Додонов, 1986) корреляция с ИК кривой имеет меньше возражений, чем “кап-

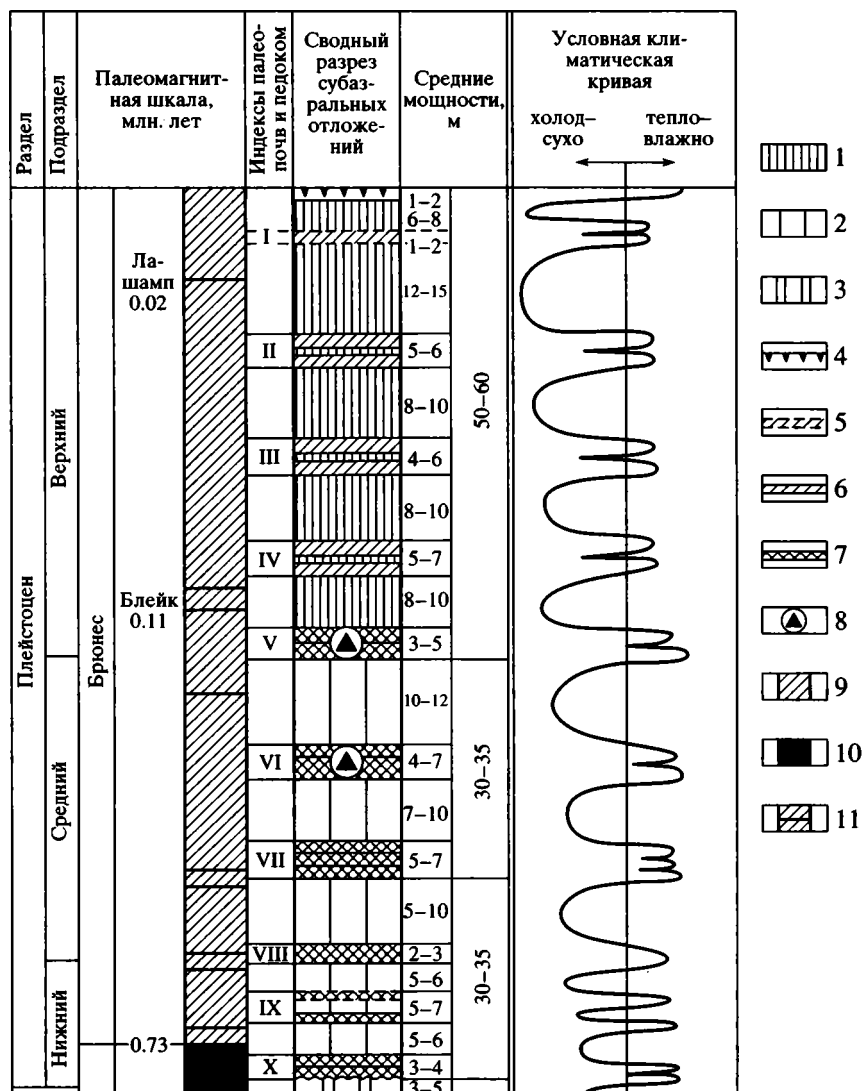


Рис. 2. Сводный стратиграфический разрез субаэриальных плейстоценовых образований Южного Таджикистана.

Лёссы: 1 – верхнеплейстоценовые, 2 – ниже-среднеплейстоценовые, 3 – эоплейстоценовые; 4 – современная почва; ископаемые почвы: 5 – слаборазвитая сероцветная, 6 – коричневые и буроцветные, 7 – красновато-бурые; 8 – палеолитические находки; полярность: 9 – прямая, 10 – обратная, 11 – палеомагнитные эпизоды (по: (А.Е. Додонов, 1986, рис. 27)).

паметрическая” корреляция, рассмотренная выше, на рис. 1. Вообще говоря, корреляция ИК и капаметрических кривых не имеет строгого обоснования, поскольку ИК кривая является палеоклиматической, а на магнитную запись влияют и неклиматические причины (Большаков, 2002). Таким образом, более логично коррелировать со стадиями ИК кривой непосредственно лёссы и почвы, связь которых с глобальными палеоклиматическими корреляциями более очевидна, а не величины k , которые являются лишь одной из характеристик лёссов и почв. Ситуация осложняется тем что авторы (Додонов и др., 1999) не имеют стопроцентных доказательств формирования палеопочв в периоды межледниковий.

Интересно отметить, что аналогичную корреляцию с ИК шкалой можно провести и для разреза Чарвак Приташкентского района (Лазаренко и др., 1980). В этом разрезе А.А. Лазаренко было выделено в плейстоцене практически такое же количество “горизонтов почв крупного стратиграфического ранга” (ГПКСР), как и ПК в сводном разрезе Южного Таджикистана (рис. 2). Правда, к верхнему плейстоцену в разрезе Чарвак отнесены всего три ГПКСР, а не четыре ПК, как в работе А.Е. Додонова (1986). Из показанной здесь возможности корреляции непосредственно ПК или ГПКСР разрезов Южного Таджикистана и Приташкентского района с ИК шкалой можно заключить, что предлагаемые авторами

(Додонов, 1986; Лазаренко и др., 1980) принципы выделения ПК и ГПКСР позволяют в основном считать эти образования на самом деле горизонтами крупного климатостратиграфического ранга, соотносимыми с межледниковьями плейстоцена. Однако почему-то сами авторы работ (Додонов, 1986; Лазаренко и др., 1980) не были последовательны, включая в число этих образований межстадиальные, по их мнению, почвенные горизонты верхнего плейстоцена. Таким образом, успех корреляции лёссово-почвенных разрезов с ИК шкалой во многом определяется наличием объективного и однозначного понятия, заключенного в названии “почвенный комплекс”, климатостратиграфический ранг которого соответствовал бы межледниковью плейстоцена. Этот вопрос также требует внимания специалистов.

Показанная выше возможность корреляции с ИК данными на основе литологических и палеопедологических данных вызывает естественный вопрос: почему такая корреляция непосредственно лёссово-почвенных разрезов Таджикистана или “каппаметрическая” корреляция с ИК данными не были проведены еще в 1986 году? Ведь с тех пор данные каппаметрии и палеомагнетизма практически не изменились, археологические находки также, надо полагать, не изменили свой облик. Не изменились палеопедологические, геоморфологические и другие геологические данные. Более того, в монографии (Додонов, 1986) критикуется корреляция лёссово-почвенных разрезов Китая с ИК данными, мало отличающаяся от приведенной выше на рис. 1.

Изменились с тех пор только термолюминесцентные датировки. И это повлекло за собой увеличение возраста 5-го ПК (рис. 1) и археологических находок более чем в 3 раза, а три вышележащие ПК перешли из разряда межстадиальных в межледниковые образования (рис. 1, 2). Соответственно изменилось и хроностратиграфическое положение других ПК в разрезе, и динамика изменения скоростей осадконакопления. И все это, как мы видим, только из-за изменения термолюминесцентных датировок в интервале от 0 до 130 тыс. лет. Отсюда возникает следующий принципиальный вопрос – каково же значение, наряду с перечисленными выше физическими и археологическими методами, традиционных геологических методов, таких как геоморфологический, палеофаунистический, палеопедологический и другие при решении вопросов стратиграфии и геологической корреляции? Исходя из сравнения выводов работ (Лазаренко и др., 1977, Додонов, 1986) и (Додонов и др., 1999), приходится заключить, что ответ на этот вопрос будет не в пользу, прежде всего, геологических методов. Также можно отметить, что геологическая корреляция на основе выделенных палеомагнитных экскурсов, у которых не найдены индивидуальные характеристики, малопродуктивна. Впрочем, это было известно и 20 лет назад.

Просто интерпретация палеогеографических, геологических, археологических и отчасти палеомагнитных данных проходила в то время под давлением незаслуженно возвышенного термолюминесцентного метода. Тем не менее абсолютизация термолюминесцентного метода, которая вытекает из сравнения вышеприведенных публикаций, вряд ли оправдана, даже если возможности термолюминесцентного (ТЛ) датирования окажутся гораздо шире, чем это вытекает из публикации (Додонов и др., 1999). Здесь уместно напомнить слова К.К. Маркова (Марков, 1978), который призывал избегать применения “только одного какого-либо метода исследования, который произвольно (часто необоснованно) объявляется ведущим. Таким образом, исследование лишает себя заранее необходимого самоконтроля”.

А можно ли (крамольный вопрос?) обойтись без термолюминесцентного метода в решении главной, на мой взгляд, задачи анализируемой здесь работы – корреляции лёссово-почвенных разрезов с глубоководными осадками? Пример корреляции, приведенный выше, показывает, что можно. При корреляции с ИК стадиями непосредственно горизонтов лёссов и ПК ТЛ дата для ПК1 не необходима (хотя и несомненно полезна). Выше ПК1 есть еще один репер – современная почва, поэтому отсутствие ТЛ даты не будет играть такой же важной роли, как положение в разрезе инверсии М/Б. Корреляция же внутри временного интервала инверсия М/Б–современность будет определяться адекватностью выделения ИК стадий и климатостратиграфически значимых горизонтов ПК с присущими им индивидуальными характеристиками (в том числе и наглядными каппаметрическими данными), которые, вероятно, могли быть получены на новом уровне за последние 15–20 лет. Сейчас же они выглядят оторванными от решения поставленной в работе хроностратиграфической задачи. В анализируемой работе есть некоторые сдвиги в решении указанных проблем по сравнению с 1986 г. Например, обращено внимание на неувязку в положении инверсии М/Б в донных осадках и изучаемых разрезах и предложены варианты объяснений этой неувязки. Однако это никак не отразилось на безоблачном выводе об обосновании и проведении возрастной калибровки лёссово-почвенной шкалы. В выводах опять же преувеличена роль каппаметрии при проведении региональной корреляции, недостаточно аргументировано, очевидно, заключение о формировании лёссов в ледниковые эпохи.

Анализ статьи (Додонов и др., 1999) поднимает еще один важный вопрос, который может быть сформулирован так: “Почему А.Е. Додонов, не являясь специалистом в области ТЛ датирования, отказался от ТЛ дат В.Н. Шелкопляса и принял новые?” Вопрос не праздный, поскольку в работе (Власов, Куликов, 1988), например, утверждается о возможности ТЛ датирования до 1–2 млн. лет, а в

работе (Shlukov et al., 2000) – до 420 тыс. лет. При истинности первого утверждения многие вопросы изучения плейстоцена получают свое решение. Как же вести себя нам, неспециалистам в ТЛ датировании, в такой ситуации? Согласно В.К. Власову (который рецензировал данную заметку), например, нас ждет удел “потребителей – вынужденно доверять полученным датам”. Однако поскольку наука – это не религия, то прежде, чем доверять, надо проверить. И такая проверка в свое время была предпринята по инициативе Я.-М.К. Пуннинга. В статье (Додонов и др., 1999, с. 74) есть ссылка на эту работу, но искажена ее направленность: в ней не “разрез тестировался несколькими термолюминесцентными лабораториями”, а наоборот, на образцах разреза тестировались лабораторные методики (Пуннинг и др., 1992). По-видимому, в данной ситуации необходимо вернуться к этой практике и придерживаться рекомендации использовать абсолютные даты только тех лабораторий, которые прошли независимое и объективное тестирование.

Добавлю в заключение, что возникшие вопросы касаются не только Южного Таджикистана (Додонов и др., 1999). Общение с коллегами (как непосредственное, так и через публикации), изучающими лёссово-почвенные разрезы этого и других регионов, убедило меня в том, что поставленные здесь проблемы актуальны и для них.

Тема данной работы находится в рамках проекта № 01-05-64073, поддержанного РФФИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

- Болиховская Н.С. Эволюция лёссово-почвенной формации Северной Евразии М.: Изд-во МГУ, 1995. 270 с.
- Большаков В.А. Палеомагнитная запись геомагнитных экскурсов и вторичная намагниченность пород // Физика Земли. 1995. № 1. С. 66–70.
- Большаков В.А. Использование методов магнетизма горных пород при изучении новейших отложений. М.: ГЕОС, 1996. 192 с.
- Большаков В.А. О глубине фиксации палеомагнитной записи и климатостратиграфическом положении инверсии Матуяма-Брюнес в глубоководных осадках // Физика Земли. 1999. № 6. С. 93–96.
- Большаков В.А. Использование каппаметрии при изучении плейстоцена: физические и палеогеографические аспекты // Физика Земли. 2000. № 5. С. 76–86.
- Большаков В.А. Об использовании каппаметрии в палеогеографических исследованиях // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002, в печати.
- Власов В.К. Куликов О.А. Радио термолюминесцентный метод датирования рыхлых отложений. М.: Изд-во МГУ, 1988. 72 с.
- Додонов А.Е. Антропоген Южного Таджикистана. М.: Наука, 1986. 168 с.
- Додонов А.Е., Шеклтон Н., Жоу Л.П. и др. Лёссово-почвенная стратиграфия квартера Средней Азии: геохронология, корреляция и эволюция палеосреды // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т.7. № 6. С. 66–80.

Лазаренко А.А., Болиховская Н.С., Семенов В.В. Опыт дробного стратиграфического расчленения лёссовой формации приташкентского района // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1980. № 5. С. 55–66.

Лазаренко А.А., Пахомов М.М., Пеньков А.В. и др. О возможности климатостратиграфического расчленения лёссовой формации Средней Азии // Поздний кайнозой Северной Евразии. М.: ГИН АН СССР, 1977. Ч. 1. С. 70–132.

Лю Душэн, Дун Гуажун, Ан Чжишэн. Природная обстановка пустынных и лёссовых областей Китая в четвертичное время // Четвертичная геология и геоморфология. Докл. 27-го Международного геологического конгресса. М.: Наука, 1984. Т. 3. С. 82–88.

Марков К.К. Исследование опорных разрезов новейших отложений территории СССР // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1978. № 6. С. 99–102.

Пахомов М.М. Новые данные к палеогеографии лёссово-почвенной серии Средней Азии // ДАН СССР. 1983. Т. 27. С. 967–972.

Пуннинг Я.-М.К., Власов В.К., Куликов О.А. и др. Первый опыт и результаты межлабораторного контроля термолюминесцентного датирования лёссовых пород // Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1992. С. 5–10.

Shlukov A.I., Usova M.G., Voskovskaya L.T., Shakovets S.I. New dating techniques for Quaternary sediments and their application on the Russian Plain // Quaternary Sci. Rev. 2001. V. 20. P. 875–878.

Рецензенты М.Н. Алексеев,
В.К. Власов, А.А. Величко

От редакции

Дискуссия по поводу возможностей применения физических методов с целью датирования и корреляции четвертичных отложений, несомненно, заслуживает внимания. Использование новых данных для ранее изученных разрезов – процесс закономерный, поэтому внесение корректив в прежде построенные стратиграфические шкалы имеет свою логику. Следует обратить внимание на то, что в статье А.Е. Додонова, Н. Шеклтона, Л.П. Жоу, С.П. Ломова и А.Ф. Финаева “Лёссово-почвенная стратиграфия квартера Средней Азии: стратиграфия, корреляция и эволюция палеосреды...” осуществлен мультидисциплинарный подход к изучению геологических объектов, выполненный хорошо известными специалистами в области стратиграфии континентальных отложений, изотопии и морской геологии, магнитных свойств лёссовых пород и термолюминесцентного датирования, анализа ископаемых почвенных горизонтов, а также климата и климатических реконструкций. Ответ на вопрос о роли термолюминесцентного метода в исследовании А.Е. Додонова и соавторов (1999), вынесенный В.А. Большаковым в заголовок своей заметки, можно получить в публикациях Zhou et al., 1995; Frechen, Dodonov, 1998; Forman, 1989; Wintle, 1987, 1990; Singhvi, Mejdahl, 1985; Singhvi et al., 1989, ссылки на которые имеются в списке литературы статьи Додонова и др. В первых двух публикациях, из названных выше, содержится детальная информация о новых термолюминесцентных данных, которые были использованы для датирования лёссово-почвенных образований Средней Азии.

УДК 535.377:551.791(575.3)

ОТВЕТ НА КРИТИЧЕСКУЮ СТАТЬЮ В.А. БОЛЬШАКОВА

© 2001 г. А. Е. Додонов

Геологический институт РАН, 109017 Москва, Пыжевский пер., 7, Россия

Поступила в редакцию 05.04.2000 г.

1. В.А. Большаков начинает критическую заметку с указания на то, что у авторов критикуемой статьи (Додонов и др., 1999) имеет место “неадекватная интерпретация первичных данных”, в частности каппаметрических. В данном случае упоминание В.А. Большакова о том, что магнитная восприимчивость (k) является скалярной характеристикой, не может быть поводом отрицания ценности построения детальных кривых k и их использования для корреляции. В статье А.Е. Додонова и соавторов обращалось внимание на корреляцию именно *детальных кривых* магнитной восприимчивости, а не на сопоставление отдельных величин k по горизонтам ископаемых почв. Детальные измерения (шаг отбора образцов 15 см) магнитной восприимчивости на опорных разрезах лёссовой формации мощностью до 100–170 м позволили для Средней Азии построить очень подробные кривые, воспроизводящие особенности строения горизонтов педокомплексов и лёссов. Магнитная восприимчивость в корреляционных построениях использовалась как дополнительный параметр вместе с палеопедологическим анализом ископаемых почв. В.А. Большаков концентрирует внимание на том, что величины пиков для верхних трех педокомплексов (ПК) имеют некоторую вариабельность. Вместе с тем, на рис. 4 в статье А.Е. Додонова и соавторов видно, что структура трех верхних педокомплексов хорошо воспроизводится на кривых k и благодаря этому уточняется корреляция горизонтов между собой. В нижней части разрезов горизонты ПК также имеют характерные пики, кроме того фиксируется четко выраженное снижение величины магнитной восприимчивости при переходе от горизонта ПК3 к горизонту ПК4, что прослеживается во всех изученных разрезах. Все это позволяет говорить об однозначности корреляции педокомплексов в регионе.

Относительно замечания В.А. Большакова о том, что “корреляция ПК по количеству входящих в них пиков (k), т.е. по структуре изменений магнитной восприимчивости по разрезу, – задача более сложная” хотелось бы обратить внимание на то, что как раз эта задача и решается при сопоставлении детальных каппаметрических кривых, например, на разрезах Дараи Калон и Хонако (см. рис. 4, Додонов и др., 1999). Каппаметричес-

кие данные в статье А.Е. Додонова и др. сопровождаются описанием строения педокомплексов (с. 72–73). Особо отметим, что в разрезе Карамайдан авторами работы подчеркивалась эродированность горизонта ПК1, что является причиной пониженного значения k . Но в критических комментариях В.А. Большаков на это не обращает внимания, когда сравнивает величины k по ПК1 в разных разрезах, усматривая ошибку в корреляции. Такая невнимательность В.А. Большакова неоправданна, если он хочет разобраться в интерпретации рассматриваемых материалов, давая им критическую оценку. Замечания В.А. Большакова, касающиеся особенностей строения каппаметрических кривых и необходимости учитывать строение почвенных горизонтов, выглядят необоснованными, поскольку в статье А.Е. Додонова и др. (1999) было уделено место описанию типов почв и строению профилей педокомплексов.

2. При упоминании данных о корреляции китайских лёссово-почвенных разрезов с изотопно-кислородной шкалой хотелось бы рекомендовать В.А. Большакову использовать публикации последних 10 лет, в которых горизонт S5 коррелируется с 13 и 15 стадиями $\delta^{18}\text{O}$.

3. О положении палеомагнитной инверсии Матуяма–Брюнес.

В изотопно-кислородной шкале по разрезам глубоководных колонок V28-238 и MD900963 инверсия Матуяма–Брюнес (М/Б) показана в нижней части 19 стадии $\delta^{18}\text{O}$ и приходится на высокий пик (19.3), который расположен в нижней части этой стадии (Shackleton, Opdyke, 1976; Bassinot et al., 1994). Напомним, что возраст инверсии М/Б по $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировкам – 780 тыс. лет (Spell, McDougal, 1992). Возрастной интервал 19 стадии $\delta^{18}\text{O}$ 760–787 тыс. лет по Bassinot et al., 1994. Из этих цифр видно, что и в возрастном отношении инверсия М/Б смещена в нижнюю часть 19 стадии. Поэтому возражения В.А. Большакова относительно того, что палеомагнитная инверсия М/Б проходит в нижней части 19 стадии $\delta^{18}\text{O}$, неправомерны. Пример возможного возрастного сдвига инверсии в случае ее расположения в верхней части горизонта лёсса под ПК9 дан в работе А.Е. Додонова и соавторов лишь как вариант возрастного расхождения при корреляции геологических со-

бытий. Кроме того, были получены данные, подтверждающие то, что инверсия Матуяма–Брюнес в разрезе Дараи Калон проходит в основании ПК9. В.А. Большаков имел возможность познакомиться с этой информацией и ее графическим выражением по время устного сообщения А.Е. Додонова (1999 г.). Данные о положении инверсии М/Б в основании ПК9 еще больше подтверждают вероятность корреляции ПК9 с “теплой” 19 стадией $\delta^{18}\text{O}$.

4. Рассматривая варианты корреляции стратиграфических схем лёссовой формации с изотопно-кислородной шкалой и используя уже существующие лёссово-почвенные шкалы (Додонов, Пеньков, 1977; Лазаренко и др., 1977; Додонов, 1986), В.А. Большаков предлагает не пользоваться каппаметрическими данными, что противоречит его же тезису о том, что методы изучения магнитных свойств пород, в том числе и каппаметрия, полезны и являются дополнительными приемами при решении различных вопросов стратиграфии и палеогеографии. Такая непоследовательность в обсуждении озадачивает.

5. О термолюминесцентных (ТЛ) датировках.

В статье А.Е. Додонова и др. изложена краткая информация, касающаяся возможностей применения термолюминесцентного датирования, а также тех ограничений ТЛ датирования, которые зафиксированы специалистами за последние 10–15 лет. Сложность, а порой невозможность использования традиционных биостратиграфических методов при изучении лёссовой формации вынуждает исследователей привлекать термолюминесцентные измерения с целью оценки возраста верхнеплейстоценовых почв и лёссов. Новые детальные ТЛ измерения и получение большой серии дат для верхнеплейстоценового горизонта лёсса и ПК1 (Zhou et al., 1995; Frechen, Dodonov, 1998) позволили внести коррективы в стратиграфические построения, особенно, если учесть, что ранее полученные датировки давали значительный разброс возрастов. Поэтому непонятна критика В.А. Большакова по поводу получения новых термолюминесцентных дат в одних из лучших зарубежных лабораториях и призыв отказаться от ТЛ датирования. К тому же сам В.А. Большаков признает, что ТЛ датирование, несомненно, полезно.

В заключение хотелось бы отметить, что за последние 10–15 лет накопилось больше данных по стратиграфии лёссово-почвенных серий в разных регионах. Исследователи стали более критично относиться к результатам термолюминесцентного датирования. По-прежнему, важными методами стратиграфического расчленения лёссовой формации остаются палеопедологический и палеонтологический. Магнитная характеристика ископаемых почв стала шире использоваться для диагностики и сопоставления почвенных об-

разований. Сходство характеристик кривых изменения магнитной восприимчивости по лёссовым разрезам Средней Азии и Лёссового плато Китая с изотопно-кислородными кривыми по донным океаническим осадкам показано во многих работах и использовано для корреляции (Heller et al., 1987; Kukla et al., 1988; Forster, Heller, 1994; Shackleton et al., 1995). Вопрос о климатической обусловленности изменения магнитной восприимчивости в лёссово-почвенных сериях среднеазиатских разрезов – это специальная тема, и она не рассматривалась в статье А.Е. Додонова и соавторов. Этому будет посвящена другая работа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Додонов А.Е. Антропоген Южного Таджикистана. М.: Наука, 1986. 185 с.
- Додонов А.Е., Пеньков А.В. Некоторые данные по стратиграфии водораздельных лёссов Таджикской депрессии (Южный Таджикистан) // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода. 1977. № 47. С. 67–76.
- Додонов А.Е., Шеклтон Н., Жоу Л.П. и др. Лёссово-почвенная стратиграфия квартала Средней Азии: геохронология, корреляция и эволюция палеосреды // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 6. С. 66–80.
- Лазаренко А.А., Пахомов М.М., Пеньков А.В. и др. О возможности климатостратиграфического расчленения лёссовой формации Средней Азии // Поздний кайнозой Северной Евразии. М.: ГИН АН СССР. Т. 1. 1977. С. 70–132.
- Bassinot F.C., Laberie L.D., Vincent E. et al. The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes–Matuyama magnetic reversal // Earth Planet. Sci. Letters. 1994. V. 126. P. 91–108.
- Frechen M., Dodonov A.E. Loess chronology of Middle and Upper Pleistocene in Tadjikistan, Central Asia // Geol. Rundsh. 1998. V. 87. P. 2–20.
- Forster Th., Heller F. Loess deposits from the Tadjik depression (Central Asia): Magnetic properties and paleoclimate // Earth Planet. Sci. Letters. 1994. V. 128. P. 501–512.
- Heller F., Meili B., Wang J. et al. Magnetisation and sedimentation history of loess in the central Loess Plateau of China // Aspects of loess research. China Ocean Press. Beijing. 1987. P. 147–163.
- Kukla G., Heller F., Liu X.M. et al. Pleistocene climates in China dated by magnetic susceptibility // Geology. 1988. V. 16. P. 811–814.
- Shackleton N.J., An Z., Dodonov A.E. et al. Accumulation rate of loess in Tadjikistan and China: Relationship with global ice volume cycles // Quaternary Proceedings. 1995. № 4. P. 1–6.
- Shackleton N.J., Opdyke N.D. Oxygen-isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239 Late Pliocene to Latest Pleistocene // Geol. Soc. America. 145. 1976. P. 449–464.
- Spell T.L., McDougall I. Revisions to the age of the Brunhes–Matuyama boundary and the Pleistocene geomagnetic polarity timescale // Geophys. Res. Lett. V. 1992. V. 19. № 12. P. 1181–1184.
- Zhou L.P., Dodonov A.E., Shackleton N.J. Thermoluminescence dating of the Orkutsay loess section in Tashkent Region, Uzbekistan, Central Asia // Quaternary Sci. Rev. 1995. V. 14. P. 721–730.

УДК (092):55

АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ ЖАМОЙДА (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

5 декабря 2001 года Александру Ивановичу Жамойде – члену-корреспонденту Российской академии наук, профессору, доктору геолого-минералогических наук, заслуженному деятелю науки, почетному разведчику недр, председателю Межведомственного стратиграфического комитета России, вице-президенту Палеонтологического общества России исполнилось 80 лет.

Александр Иванович в 1952 году закончил Ленинградский Горный институт, и вся его дальнейшая трудовая деятельность связана со ВСЕГЕИ. Он прошел путь от прораба-геолога геолого-съёмочных партий до директора ВСЕГЕИ, который он возглавлял в течение 17 лет (1970–1987 гг.).

Научная деятельность А.И. Жамойды проходила по нескольким основным направлениям.

В области стратиграфии им разработаны важнейшие проблемы теоретической и практической стратиграфии. По его инициативе и под его руководством подготовлены и опубликованы два издания “Стратиграфического кодекса” (1977, 1992) и “Дополнение к Стратиграфическому кодексу России” (2000). Он был заместителем редактора научно-методического руководства многотомного издания “Стратиграфия СССР” и главным редактором “Стратиграфического словаря СССР”, редактором “Практической стратиграфии”, участвовал в составлении “Международного руководства по стратиграфии” (1976, 1994), является членом редколлегий журналов “Стратиграфия. Геологическая корреляция”.

В области региональной геологии А.И. Жамойде принадлежит заслуга составления первой геологической карты Северного Вьетнама в масштабе 1 : 500 000 (1965) и ряд методических пособий по геологической съёмке различных масштабов.

Значителен вклад Александра Ивановича в изучение истории Геологического комитета – ВСЕГЕИ со времени его организации, особенно развития стратиграфических исследований, в подготовку ряда очерков о выдающихся геологах-стратиграфах.

А.И. Жамойда ведет большую научно-организационную работу. С 1971 г. он член МСК, затем

заместитель председателя, а с 1987 года председатель МСК и ряда постоянных комиссий этого комитета. Под его руководством осуществлена подготовка и проведение более 100 крупных Межведомственных региональных стратиграфических совещаний, сыгравших огромную роль в создании стратиграфической основы легенд геологических карт разного масштаба, в повышении надежности и качества геологических работ в стране. С 1966 г. – вице-президент Палеонтологического общества России (ранее СССР). Является ведущим специалистом в исследовании радиоларий и широкого применения их в геологии. Весьма велик вклад в деятельность Международных организаций: в разные годы являлся членом Национального комитета геологов СССР, членом Международной организационной группы по учреждению Международной программы геологической корреляции, членом Международной подкомиссии по стратиграфии и классификации, вице-президентом Комиссии по геологической карте Мира.

Заслуги А.И. Жамойды отмечены орденами Отечественной войны 2-й степени, Трудового Красного Знамени и Знак Почета и медалями – За боевые заслуги, За трудовое отличие, За победу над Германией в Великой отечественной войне, За оборону Кавказа, юбилейными медалями и ведомственными наградами Министерства геологии СССР. Демократическая Республика Вьетнам наградила А.И. Жамойду Орденом Труда 2-й степени и медалью За Дружбу.

От всей души поздравляем Александра Ивановича, талантливого, многогранного ученого и организатора научных исследований со знаменательным юбилеем, который он встречает в расцвете творческих сил и научных замыслов.

Желаем доброго здоровья и дальнейших успехов в исполнении задуманных научных планов.

*В.К. Путинцев, Б.А. Борисов,
О.П. Ковалевский, Т.Н. Корень,
Е.Л. Прозоровская, В.А. Прозоровский,
К.О. Ростовцев*



Журналы, издаваемые МАИК "Наука/Интерпериодика" на английском языке

- | | |
|---|---|
| Acoustical Physics | Molecular Biology |
| Applied Biochemistry and Microbiology | Oceanology |
| Astronomy Letters | Optics and Spectroscopy |
| Astronomy Reports | Paleontological Journal |
| Automation and Remote Control | Pattern Recognition and Image Analysis |
| Biochemistry (Moscow) | Petroleum Chemistry |
| Biology Bulletin | Petrology |
| Biophysics | Physics of Atomic Nuclei |
| Colloid Journal | Physics of Particles and Nuclei |
| Computational Mathematics and Mathematical Physics | Physics of the Solid State |
| Cosmic Research | Plasma Physics Reports |
| Crystallography Reports | Polymer Science, Series A |
| Differential Equations | Polymer Science, Series B |
| Doklady Biochemistry and Biophysics | Polymer Science, Series C |
| Doklady Biological Sciences | Problems of Information Transmission |
| Doklady Chemistry | Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics |
| Doklady Earth Sciences | Programming and Computer Software |
| Doklady Mathematics | Protection of Metals |
| Doklady Physical Chemistry | Radiochemistry |
| Doklady Physics | Russian Journal of Applied Chemistry |
| Entomological Review | Russian Journal of Bioorganic Chemistry |
| Eurasian Soil Science | Russian Journal of Biotechnology |
| Geochemistry International | Russian Journal of Coordination Chemistry |
| Geology of Ore Deposits | Russian Journal of Developmental Biology |
| Geomagnetism and Aeronomy | Russian Journal of Ecology |
| Geotectonics | Russian Journal of Electrochemistry |
| Glass Physics and Chemistry | Russian Journal of General Chemistry |
| Herald of the Russian Academy of Sciences | Russian Journal of Genetics |
| High Energy Chemistry | Russian Journal of Inorganic Chemistry |
| High Temperature | Russian Journal of Marine Biology |
| Human Physiology | Russian Journal of Mathematical Physics |
| Inorganic Materials | Russian Journal of Nondestructive Testing |
| Instruments and Experimental Techniques | Russian Journal of Organic Chemistry |
| Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics | Russian Journal of Physical Chemistry |
| Izvestiya, Physics of the Solid Earth | Russian Journal of Plant Physiology |
| Journal of Analytical Chemistry | Russian Microelectronics |
| Journal of Communications Technology and Electronics | Semiconductors |
| Journal of Computer and Systems Sciences International | Solar System Research |
| Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology | Stratigraphy and Geological Correlation |
| Journal of Experimental and Theoretical Physics | Studies on Russian Economic Development |
| Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters | Technical Physics |
| Journal of Ichthyology | Technical Physics Letters |
| Kinetics and Catalysis | The Physics of Metals and Metallography |
| Laser Physics | Theoretical Foundations of Chemical Engineering |
| Lithology and Mineral Resources | Thermal Engineering |
| Microbiology | Water Resources |

Журналы РАН, выходящие в свет на русском языке

- Агрохимия
 Автоматика и телемеханика*
 Акустический журнал*
 Астрономический вестник*
 Астрономический журнал*
 Биологические мембраны
 Биология внутренних вод
 Биология моря*
 Биоорганическая химия*
 Биофизика*
 Биохимия*
 Вестник РАН*
 Вестник древней истории
 Водные ресурсы*
 Вопросы ихтиологии*
 Вопросы философии
 Вопросы языкознания
 Восток
 Вулканология и сейсмология
 Высокомолекулярные соединения (Сер. А, В, С)*
 Генетика*
 Геология рудных месторождений*
 Геомагнетизм и аэрономия*
 Геоморфология
 Геотектоника*
 Геохимия*
 Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология
 Государство и право
 Дефектоскопия*
 Дифференциальные уравнения*
 Доклады Академии наук*
 Журнал аналитической химии*
 Журнал высшей нервной деятельности имени И.П. Павлова
 Журнал вычислительной математики и математической физики*
 Журнал научной и прикладной фотографии
 Журнал неорганической химии*
 Журнал общей биологии
 Журнал общей химии*
 Журнал органической химии*
 Журнал прикладной химии*
 Журнал технической физики*
 Журнал физической химии*
 Журнал эволюционной биохимии и физиологии*
 Журнал экспериментальной и теоретической физики*
 Защита металлов*
 Земля и Вселенная
 Зоологический журнал
 Известия АН. Механика жидкости и газа
 Известия АН. Механика твердого тела
 Известия АН. Серия биологическая*
 Известия АН. Серия географическая
 Известия АН. Серия литературы и языка
 Известия АН. Серия физическая
 Известия АН. Теория и системы управления*
 Известия АН. Физика атмосферы и океана*
 Известия АН. Энергетика
 Исследование Земли из космоса
 Кинетика и катализ*
 Коллоидный журнал*
 Координационная химия*
 Космические исследования*
 Кристаллография*
 Лесоведение
 Литология и полезные ископаемые*
 Микробиология*
 Микроэлектроника*
 Мировая экономика и международные отношения
 Молекулярная биология*
 Нейрохимия
 Неорганические материалы*
 Нефтехимия*
 Новая и новейшая история
 Общественные науки и современность
 Океанология*
 Онтогенез*
 Оптика и спектроскопия*
 Отечественная история
 Палеонтологический журнал*
 Петрология*
 Письма в Астрономический журнал*
 Письма в Журнал технической физики*
 Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики*
 Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования
 Почвоведение*
 Приборы и техника эксперимента*
 Прикладная биохимия и микробиология*
 Прикладная математика и механика
 Проблемы машиностроения и надежности машин
 Проблемы передачи информации*
 Программирование*
 Психологический журнал
 Радиационная биология и радиоэкология
 Радиотехника и электроника*
 Радиохимия*
 Расплавы
 Российская археология
 Русская речь
 Сенсорные системы
 Славяноведение
 Социологические исследования
 Стратиграфия. Геологическая корреляция*
 Теоретические основы химической технологии*
 Теплофизика высоких температур*
 Труды Математического института им. В.А. Стеклова*
 Успехи современной биологии
 Успехи физиологических наук
 Физика Земли*
 Физика и техника полупроводников*
 Физика и химия стекла*
 Физика металлов и металловедение*
 Физика плазмы*
 Физика твердого тела*
 Физиология растений*
 Физиология человека*
 Химическая физика
 Химия высоких энергий*
 Химия твердого топлива
 Экология*
 Экономика и математические методы
 Электрохимия*
 Энергия, экономика, техника, экология
 Этнографическое обозрение
 Энтомологическое обозрение*
 Ядерная физика*

* Журнал издается МАИК "Наука/Интерпериодика" на английском языке