

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

Геология и геофизика, 1998, т. 39, № 8, с. 1021—1031

УДК 551.76+551.8(571./.5)

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ В СТРАТИГРАФИИ
(к 60-летию термина стратотип)

Д. П. Найдин

Геологический факультет Московского университета, 119899, Москва, Воробьевы горы, Россия

Концепцию стратотипа в стратиграфии — эталонного разреза для сравнения — независимо друг от друга предложили в 1937 г. Н. П. Герасимов и Х. Хедберг. Ее возникновение отражало уже тогда все возраставшее международное сотрудничество геологов, нуждавшееся в согласованной интерпретации разнообразных стратиграфических материалов. В нашей стране необходимость применения стратотипов диктовалась широким развитием в послевоенные годы геолого-съемочных работ, требовавших единого стратиграфического обоснования. Не случайно первая в мире инструкция по описанию и изучению стратотипов появилась на русском языке (1963) и вскоре была переведена на английский (1965). Обязательно стратотипы предлагались для основных единиц шкал: в Международной стратиграфической шкале (МСШ) — для яруса, в региональных шкалах — для свиты.

По мере пространственного расширения стратиграфических исследований потребовалось совершенствование методов корреляций. Так как непосредственным объектом сопоставления являются не стратоны, а их границы, то основное внимание стратиграфы стали обращать на стратиграфические границы. Естественно, потребовались стратотипы границ. Стратиграфия становилась не столько наукой о стратонах, сколько об их границах. Развитие стратиграфии, разумеется, отразилось и на деятельности Международной комиссии по стратиграфии (МКС). Руководство МКС развивает концепцию GSSP (*Global Standard Stratotype-section and Point*), согласно которой стратиграфические рубежи можно фиксировать в разрезах точками. В соответствии с этой концепцией предлагается выделять „глобальные хроностратиграфические стандарты“. По мнению автора статьи, роль „глобального стандарта“ может выполнять только МСШ, отражающая естественное историко-геологическое деление осадочной оболочки планеты — ее стратисфера.

Подразделения МСШ имеют не размерную, а качественную природу. МСШ служит эталоном для самостоятельных региональных стандартов, хорошим примером которых является бореальный зональный стандарт для мезозоя, принятый сибирскими стратиграфами. В нем применяется ярусное деление МСШ, но зональное расчленение ярусов, в основном опирающееся на сибирские разрезы, отличается от европейской ярусной шкалы. На примере бореального стандарта стратиграфы школы В. Н. Сакса убедительно показали, что, по существу, планетарно европейские ярусы могут быть прослежены системой корреляций с МСШ региональных стандартов для крупных палеоклиматических поясов и (или) палеобиогеографических областей. Неизбежным представляется вывод о необходимости усиления внимания стратиграфов к выявлению особенностей расселения морской палеобиоты — к палеобиогеографическому районированию. Это необходимо не только для обеспечения межрегиональных стратиграфических корреляций, но и для оценки реальности геодинамических реконструкций. Поэтому палеобиогеографические критерии геодинамики террейнов северо-востока Азии, предлагаемые В. А. Захаровым и его коллегами (1996), представляют большой методический интерес.

Отмечается тенденция упрощенного подхода руководства МКС к проблемам стратиграфии. Эта тенденция выражается не только в отстаивании примитивной идеи точек, превращающих МСШ в абстрактную линейку. Несомненным упрощением является преумножение значения палеонтологии в стратиграфии и, наоборот, преувеличение роли методов „точных наук“ на всех стадиях стратиграфического исследования. Стратиграфов не призывают к глубокому, требующему огромного труда и времени, изучению бесконечно сложных связей палеобиоты с целью совершенствования палеонтологических методов, а ориентируют на применение значительно менее трудоемких, более быстрых в практическом осуществлении и главное — якобы более точных „небиостратиграфических методов“. Между тем „точность“ этих методов полностью определяется степенью корректности их привязки к палеонтологическому субстрату — основному носителю информации о прошлом.

Подчеркивается важная роль стратотипов в достижении международно согласованного понимания стратиграфических границ. Но при этом отмечается, что согласование отнюдь не должно сводится к формально-поверхностной процедуре голосования.

Стратиграфическая граница, стратотип, палеобиогеография, бореальный стандарт мезозоя, МСШ, GSSP, Международная комиссия по стратиграфии.

GLOBAL AND REGIONAL STANDARDS IN STRATIGRAPHY
(to the 60th anniversary of the term stratotype)

D. P. Naidin

The concept of stratotype — a standard section for comparison — in stratigraphy was proposed, independently of each other, by N. P. Gerasimov and H. Hedberg in 1937. Even at that time its origin reflected the developing international collaboration of geologists, who needed a single interpretation of various stratigraphic

materials. In Russia, the necessity of applying the term stratotype in the postwar period was dictated by a wide development of geological survey, which required a single stratigraphic substantiation. It is not coincidence that the first directions for description and study of stratotypes were written in Russian in 1963 and then translated into English in 1965. Stratotypes were necessarily proposed for the major scale units: stage (in the International Stratigraphic Scale (ISS)) and formation (in regional scales).

The spatial development of stratigraphic studies required improvement of correlation methods. Stratigraphers began paying most attention to stratigraphic boundaries, whose comparison is more important than a comparison of strata themselves. So, boundary stratotypes were required. Stratigraphy became rather the science of strata boundaries than the science of strata. The stratigraphy development reflected on the work of the International Commission on Stratigraphy (ICS). The governing body of the ICS develops the GSSP (*Global Standard Stratotype-section and Point*) conception, which appeals to fix stratigraphic borders in sections by points. The conception suggests distinguishing of «global chronostratigraphic standards». The author of this paper supposes that only the ISS, which reflects the natural historical-geological division of the Earth's sedimentary shell (stratosphere), can be used as a «global standard».

The ISS subdivisions have a qualitative rather than dimensional nature. The ISS serves as a standard for independent regional standards. A good example of the latter is the Boreal zonal standard for the Mesozoic, adopted by Siberian stratigraphers. This standard includes European stages, but the zonal subdivision of the stages in Siberian sections differs from the European stage scale. By the example of the Boreal standard, stratigraphers of the V. N. Saks school convincingly showed that European stages may be traced by their correlation with the ISS of regional standards for large paleoclimatic belts and/or paleobiogeographical regions. This requires paying special attention to elucidation of the peculiarities of marine-paleobiotas dispersal, i. e., to paleobiogeographical regionalization. This is necessary not only for interregional stratigraphic correlations but also for estimation of the reality of geodynamic reconstructions. Therefore, the paleobiogeographical criteria for the geodynamics of terranes in Northeast Asia, which were proposed by V. A. Zakharov and his colleagues in 1996, are of great methodical interest.

Today the ICS governing body shows a tendency to simplifying the approach to stratigraphic problems. This tendency manifests itself not only in defending the primitive idea of points, which reduces the ISS to an abstract rule. The ICS also underestimates the value of paleontology in stratigraphy and, vice versa, exaggerates the role of the «exact-science» methods at all stages of stratigraphic investigations. Stratigraphers are not called to a deep labor- and time-consuming study of the infinitely complex relationships of paleobiotas for improving paleontological methods. They are oriented toward the use of less labor-consuming, faster, and, above all, supposedly more exact «nonbiostratigraphic methods». But the «exactness» of these methods depends completely on the degree of the correctness of their linkage with a paleontological substratum — the main carrier of the information about the past.

The paper emphasizes the important role of stratotypes in the achievement of the international agreement on stratigraphic boundaries. But it also notes that such an agreement should not be reduced to formal voting.

Stratigraphic boundary, stratotype, paleobiogeography, Boreal standard of the Mesozoic, ISS, GSSP, International Commission on Stratigraphy

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

В 1997 г. исполнилось 60 лет введения в практику стратиграфических исследований весьма важного представления о необходимости иметь для сравнения типовые разрезы стратиграфических подразделений — их стратотипы. Возникновение этого представления связано с именами двух исследователей — представителей России и США.

В 1937 г. Н. П. Герасимов [1], излагая результаты изучения пермских отложений востока Европейской России, сформулировал концепцию стратотипа — разреза, который, подобно генотипу в палеонтологии, должен обеспечить распутывание неизбежно возникающего клубка недоразумений в результате наложения различных описаний и неверных отождествлений.

В том же году Х. Хедберг [2] в работе по стратиграфии мела и палеогена Венесуэлы описание каждой новой свиты (*formation*) начинал подразделом *Name and Type Locality*.

Конечно, высказывались и возражения против самой идеи стратотипа (О. Шиндельвальф, Й. Видманн, В. Е. Руженцев, [см. 3, с. 72]). И хотя возражения принадлежали маститым стратиграфам, бурно протекавшее познание стратисферы континентов и океанов, а также активизация деятельности различных комиссий и рабочих групп по стратиграфии показали, что без разреза для сравнения, без типового разреза, без стратотипа в практике стратиграфических исследований обойтись просто нельзя. Как рабочий инструмент стратотип необычайно быстро вошел в обиход не только стратиграфов, но и геологов, изучающих осадочные толщи.

В нашей стране это было обусловлено прежде всего широким развитием в послевоенные годы геолого-съемочных работ, что потребовало обеспечения их надежной стратиграфической базой. Уже в начале 60-х годов Межведомственный стратиграфический комитет СССР осуществил составление, предварительное обсуждение, а затем и публикацию специальной инструкции по изучению и описанию стратотипов и опорных разрезов [4, 5]. В мировой стратиграфической литературе это было первое издание подобного рода. На него ссылаются как Х. Хедберг [6] — убежденный сторонник концепции стратотипа и много сделавший для ее практического осуществления, так и О. Шиндельвальф [7, 8] — яркий идеальный противник этой концепции.

Как это часто бывает с терминами, ставшими „популярными“, термин стратотип получил слишком широкое толкование. Наиболее часто во многих геологических работах под стратотипом попросту понимается наиболее полный, хорошо обнаженный, достаточно полно документированный палеонтологическими остатками разрез изучаемой местности.

Моя интерпретация термина и понятия стратотип изложена в ряде публикаций [3, с. 70—74; 9, с. 94; 10, с. 14]. Здесь лишь отмечу, что, на мой взгляд, во-первых, основное назначение стратотипа — стабилизация названия стратиграфической единицы и, во-вторых, стратотипами обязательно должны быть обеспечены основные единицы шкал: в Международной стратиграфической шкале (МСШ) — это ярус, в региональных шкалах — свита. Установление стратотипов для других биостратонов и литостратонов не исключается. Не следует забывать и о том, что кроме стратотипических разрезов в стратиграфической практике находят применение также опорные разрезы [11].

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ, СТРАТОТИПЫ ГРАНИЦ И РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОМИССИИ ПО СТРАТИГРАФИИ

По мере расширения стратиграфических исследований выяснилась весьма важная роль методов корреляции различных масштабов. При этом вполне закономерным оказалось, что особое внимание следует уделять стратиграфическим границам — границам систем, отделов и прежде всего ярусов. Ведь коррелируются не стратиграфические единицы, а их границы. Вместе с тем ясным стало и то, что отделить их друг от друга невозможно: тип границы определяется рангом стратиграфического подразделения и, следовательно, выделение стратотипа границы нельзя проводить без знания стратотипа стратиграфической единицы.

Определения нужны для границ ярусов, их подразделений и вообще „для биостратонов всех используемых в практике шкал, а также и для границ литостратонов... Понадобится очень значительный объем работ для точной увязки границ различных шкал между собой и, в первую очередь, с ярусной шкалой. В связи с этим можно предполагать, что на следующем этапе развития стратиграфии предстоит стать не столько наукой о стратонах, сколько наукой об их границах“ [12, с. 86].

Несомненно, стратиграфия уже находится на этом этапе развития. Два международных симпозиума, посвященных границам ярусов меловой системы, состоялись в 1983 и 1995 гг. Акцент именно на стратиграфические границы ярко выражен в деятельности Международной комиссии по стратиграфии (МКС) и ее подразделений. Развивается концепция GSSP. Под этой аббревиатурой понимается *Global Boundary Stratotype Section and Point* [13, с. 78; 14, с. 336] или *Global Standard Stratotype-section and Point* [15, с. 77]. На русский язык это, очевидно, можно перевести так: разрез и точка глобального стратотипа границы.

GSSP — это описанная в публикациях стратиграфическая граница, установленная в конкретном разрезе определенной последовательности слоев. GSSP служит стандартом для установления и распознавания границы между двумя стратиграфическими (хроностратиграфическими) единицами [16, с. 42; 13, с. 78].

Некоторые замечания по опубликованным до 1995 г. руководством МКС материалам [13, 14, 17, 18] были кратко сформулированы в статье [16]. Как отметил в 1995 г. председатель МКС Ю. Ремане [17, с. 100], кредит доверия к МКС со стороны международной геологической общественности снижается вследствие того, что положение многих ярусных границ фанерозоя в МСШ строго не зафиксировано. Между тем, по утверждению Ю. Ремане, прогресс точного фиксирования ярусных границ можно ускорить, используя достигнутый прогресс в развитии „небиостратиграфических методов корреляции“. Составленные руководством МКС и опубликованные в 1996 г. „Пересмотренные руководящие указания для установления глобальных хроностратиграфических стандартов“ (ПРУ), позволяют более обстоятельно остановиться на некоторых кардинальных аспектах международного сотрудничества стратиграфов.

Прежде всего в упомянутом документе МКС подчеркивается, что стратотипы границ не дополняют стратотипы подразделений, а их заменяют. Один из параграфов ПРУ так и озаглавлен: „Стратотипы границ вместо стратотипов подразделений“ (*Boundary — stratotypes instead of unit — stratotypes*).

Как и всякий директивный документ, ПРУ должны быть краткими. Однако за формулировками-директивами должна четко просматриваться принципиальная позиция их составителей. Одни из пунктов ПРУ отвечают этому условию, другие нет. В целом ПРУ (здесь рассматривается лишь часть Указаний, касающаяся фанерозоя) вызывают много вопросов, замечаний и возражений. Вот лишь некоторые из них, дополняющие высказанные ранее [16].

1. Каково определение стратиграфической границы, что она разделяет (это ее содержательная характеристика) в конкретном разрезе и как она физически выражена в осадочных толщах?

Очевидно, ответ на этот вопрос должен предшествовать выбору стратотипа границы и прежде всего границы ярусного уровня.

2. Сколько точно некоторые события прошлого можно свести к мгновению, фиксируемому в породе точкой и как точка в разрезе может соответствовать стратиграфической границе? Вообще совершенно ясно отношение авторов ПРУ к категории времени в геологии (и, разумеется, в стратиграфии).

3. Какова разрешающая способность хроностратиграфических стандартов? И каков, пользуясь терминологией Л. Л. Халфина [19], предел допустимой погрешности при биостратиграфических сопоставлениях?

4. Каковы принципиальные соотношения биостратиграфических и небиостратиграфических методов как при расчленении разрезов, так и при их корреляции?

5. На чем основывается, сформулированное ужс в заглавии документа, императивное утверждение о выделении „глобальных хроностратиграфических стандартов“? И каким требованием следует руководствоваться при выборе местоположения *boundary stratotype section*? Прежде всего какова роль при этом выборе палеоклиматической поясности и палеобиогеографического районирования?

Ниже позволю себе сформулировать свою позицию относительно лишь некоторых пунктов приведенного выше перечня.

О стратотипической границе. Давно сложившийся графический способ изображения разрезов сформулировал в наших умах устойчивое представление о границе как линии. Поэтому нет ничего удивительного в том, что как только появилось предложение выделять стратотип границы, сразу же, почти одновременно, независимо друг от друга различными авторами был предложен один и тот же термин лимитотип (*limitotype*). По-видимому, Д. Калломон [20] был первым. В. Л. Егоян [21, с. 43; 22, с. 44], выражая против термина „стратотип границы“, указывают, что граница не имеет объема, и, следовательно, не является стратоном.

Однако искоренять термин „стратотип границы“ вряд ли необходимо. Во-первых, термин ныне получил широкое применение. Во-вторых, и это более существенно, стратиграфическая граница „не есть линия, а представляет собой некий объем отложений, мощность которого пренебрежимо мала сравнительно с мощностями смежных ярусов и протяженностью которого по вертикали определяется детальностью биостратиграфического расчленения разреза. Вместе с тем осуществление корреляции неизбежно приводит к необходимости рассматривать границу именно как линию“ [16, с. 45].

Таким образом, стратиграфическая граница все-таки имеет объем. Но на идеализированном понимании границы как линии основываются, получивши широкое распространение, *reference points* английских авторов [23].

Эта концепция до GSSP реально была применена Международной рабочей группой по границам силур—девон. Опыт деятельности комиссии показал, как отметил ее председатель Д. Макларен [24, с. 802], что стратотип границы должен устанавливаться в разрезе, в котором возможность присутствия гиантусов минимальна. В таком разрезе представляется возможность наметить маркирующий горизонт (*marker*) — „золотой гвоздь“, а вообще положение „границы должно определяться стратотипом границы“ („золотым гвоздем“) [24, с. 803]. „*Boundaries shall be defined by boundary-stratotypes*“ („*Golden Spikes*“)*

Именно этот „золотой гвоздь“ и есть точка, есть GSSP.

Предлагаются рекомендации [13, с. 80] по трансформации воображаемого „золотого гвоздя“ в реальный искусственный маркер (например, металлическую табличку в карьере), положение которого в разрезе должно быть описано таким образом, чтобы в случае его уничтожения или повреждения вандалами, он был бы точно восстановлен. Уместно заметить, что рекомендацию материального фиксирования каких-то важных стратиграфических рубежей следовало бы распространить и на опорные (региональные) разрезы, что отвечало бы развиваемой ныне идее охраны памятников природы. Даже в некоторых стратиграфических кодексах этот термин нашел применение. Так, в основательном Североамериканском стратиграфическом кодексе [25, с. 853] разъясняется, что стратотип границы есть маркирующая точка или „золотой гвоздь“ (*marker-point section* or „*golden spike*“).

Любопытно, что термин всегда применяется в кавычках. У авторов, присмлюющих его употребление, он понимается скорее как метафора [26—28]. Г. Холдер [27] с оговорками принимает идею „золотого гвоздя“, подчеркивая необходимость ее обоснования. Безоговорочно против (и это понятно) „золотых гвоздей“ и вообще против всяких табличек в карьерах, не признающий стратотипы О. Шиндельвольф [7, с. 123; 8, с. 122]. Однако вот И. Ван Хинте [29, с. 198], признающий стратотипы, тем не менее отвергает „золотые гвозди“, так как они якобы устраниют проблему

* Golden spike (англ.), Goldenen Nagel (нем.), clou d'or (фр.).

определения границы без ее решения, служат лишь средством маскирования незнания, расхолаживают исследователей и сдерживают открытую дискуссию.

А вот что пишет Л. Л. Халфин [19, с. 165] по поводу концепции „золотого гвоздя“: „В последние годы широкое развитие получила тенденция устанавливать стратотипы и для границ подразделений МСШ, физически отмечая эти стратотипы границ забиванием в соответствующей точке так называемого „золотого гвоздя“ [24]. Долго и старательно, но тщетно, мы пытались уяснить практическое значение последнего мероприятия“. Трудно что-либо возразить против такого заключения. В самом деле, какова реальная роль всех этих *reference-points*, *marker-points* и „golden spikes“? И каково их отношение к МСШ?

МСШ — великое эмпирическое обобщение многих поколений стратиграфов разных стран. Она не свободна от недостатков и непрерывно совершенствуется международным сообществом стратиграфов. В своей основе МСШ отражает естественное деление стратисферы. В этом ее огромная историко-геологическая ценность. Следовательно, МСШ и ее подразделения имеют не размерную, а качественную природу [22, с. 46]. Установление каких-либо точек в МСШ противоречит ее естественной природе и означает ее превращение в сухой линейный шаблон. Стратиграфическая граница „после ее привязки к точке освобождается от связи с содержанием (которое изменичиво) и попросту превращается в точку абстрактной оси (абсолютного) времени. В результате стратиграфическая шкала постепенно превращается в линейку с довольно формальными делениями для измерения времени...“ [30, с. 51].

МЕТОДЫ „ТОЧНЫХ НАУК“ В СТРАТИГРАФИИ

Необходимость привлечения к решению задач стратиграфии методов „точных наук“ — физики, химии, математики — давно понята. И не только понята — ряд методов этих наук на протяжении вот уже нескольких десятков лет с успехом применяется.

Наибольшее значение в стратиграфии (прежде всего для решения „пограничных вопросов“ и корреляции разрезов) имеют две группы „небиостратиграфических методов“ — радиометрических и палеомагнитных.

Радиометрические оценки в тысячах (Ka) и миллионах (Ma) лет границ ярусов, отделов и систем широкими кругами „геологической общественности“ рассматриваются как точное закрепление положения этих границ в МСШ. Между тем даже простое сравнение различных радиометрических шкал не позволяет присоединиться к столь радужной их оценке.

Д. Обрадович [31] (не потребитель, а создатель одной из радиометрических шкал) при сравнении опубликованных за последние 10 лет (1982—1993 гг.) семи шкал меловой системы (периода) указывает, что положение некоторых границ (в Ma) в различных шкалах колеблется от 130 до 146 для границы J/K, от 95 до 98,5 для границы K₁/K₂ и от 63 до 65 для границы K/P; в шкале Д. Обрадовича эти границы датируются соответственно в 142, 95,5 и 65,4 Ma при точности определения границы K₁/K₂ ± 0,5 Ma, а границы K/P ± 0,1 Ma.

Основная причина несовпадения датировок границ связана с тем, что при создании шкал использовались геохронометры (глаукониты, слюды, плагиоклазы и др.), извлеченные из горизонтов, истинная, а не номинативная позиция которых определялась различно. Наиболее наглядно это видно на примере границы J/K. Ее радиометрические датировки так скачут — от 130 до 146 Ma — потому, что разработчики разных шкал использовали геохронометры, происходящие из разрезов, в которых биостратиграфически различно оценивается граница J/K.

„Таким образом, оказывается, что радиометрические шкалы для меловой системы не являются самостоятельными, а по существу в латентной форме отражают биостратиграфическое деление“ [16, с. 46]. Реальность цифр радиометрических шкал зависит от биостратиграфической оценки геохронометров:

Как известно, с помощью палеомагнитных методов получены впечатляющие результаты по расчленению и сопоставлению разрезов верхнего кайнозоя. Успехи достигнуты благодаря тому, что отдельные короткие инверсии магнитного поля, будучи надежно биостратиграфически откалиброванными, приобрели четкую индивидуальную стратиграфическую характеристику (например, эпизоды прямой полярности Рейньян, Олдувей и Харамилью эпохи Матуяма, 2,5—0,7 Ma).

Перспективы применения магнитных методов к мезозою огромны, включая и продолжительную эпоху прямой полярности апт—сантон (*Cretaceous magnetic quiet zone*). Эти перспективы определяются их соединением с биостратиграфически корректным расчленением разрезов.

Роль всех „небиостратиграфических методов“ в стратиграфии, несомненно, будет возрастать не только в результате внутреннего их совершенствования, но и вследствие точности привязки получаемых ими цифр к биостратиграфическому делению. Следовательно, их реальная стратиграфическая ценность определяется качеством последнего. Иными словами, она зависит от палеонтологических данных.

В связи с этим уместно вспомнить, что Ч. Дарвин, сформулировавший в середине прошлого века представление о неполноте палеонтологической летописи, никоим образом не рассматривал эту неполноту как вечное несмыываемое пятно на палеонтологии. Действительно, к настоящему времени масштабы этого пятна существенно сократились. Между тем, как отмечает А. Шоу [32]*, оперировавший при своих стратиграфических построениях массовыми подсчетами числа видов и их экземпляров, „профессиональный комплекс неполноценности“ в среде палеонтологов и ныне живуч.

Этот комплекс просматривается в принципиальных установках МКС, явно преуменьшающих роль палеонтологических данных в стратиграфии и в значительной степени передоверяющих решение стратиграфических вопросов методам так называемых „точных наук“. Еще и еще раз подчеркну, что реальная ценность этих методов в стратиграфии регламентируется первоначально корректной их обоснованностью палеонтологическими материалами.

И еще одно замечание. Совместное применение палеонтологии и „методов точных наук“ (не только двух, кратко рассмотренных здесь, но и ряда других не менее важных), очевидно, должно начинаться с точнейшего отбора органических остатков и проб для необходимых методов из разрезов, предварительно всесторонне геологически и литологически изученных. Между тем в определенной степени значение данных о темпе накопления осадков, о мощностях отложений, о перерывах всех типов (и особенно скрытых) ускользает от внимания стратиграфов и маскируется цифрами „точных наук“. Вот где скрыты большие резервы дробной стратиграфии!

Следовательно, реальная оценка значимости стратиграфических границ и их положения в шкалах различной категории определяется совместным применением седиментометрических, палеонтологических методов и методов „точных наук“.

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ „ГЛОБАЛЬНЫХ ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ“

В ПРУ достаточно обстоятельно перечислены требования, которым должны удовлетворять стратиграфические границы в общем. Но среди требований отсутствует главное, определяющее местоположение именно глобального стандарта. Вс科尔ъз отмечено, что выбирать GSSP желательно, „если возможно на различных континентах“ [15, с. 79]. Также мельком отмечается, что должны быть выяснены „палеогеографические условия и фациальные взаимоотношения стратотипического разреза“ [15, с. 80].

Параграф ПРУ „Стратотипы границ вместо стратотипов подразделений“ завершается так: „Если эталонные (*reference*) разрезы и точки представляются необходимыми для лучшего понимания границы в других фациях или палеобиогеографических условиях, то может быть предложена вспомогательная стратотипическая точка. Такие вспомогательные точки подчинены GSSP“ [15, с. 78].

Упоминание, как бы вс科尔ъз, „палеобиогеографических условий“ объясняется отнюдь не желаемой краткостью GSSP, а отражает идеиную установку их авторов, согласно которой палеобиогеографическое обоснование проведения биостратиграфических сопоставлений (даже в глобальном масштабе) не является обязательным. Подразумевается, что такое обоснование обеспечивается готовыми картографическими палинспастическими реконструкциями, к которым палеобиогеографическое районирование должно лишь приспособиться.

Тем самым, вольно или невольно, существенно умаляется роль ископаемых остатков в решении не только стратиграфических задач, но и кардинальных проблем истории нашей планеты: палеоклиматической зональности и расположения континентов и океанов в прошлом. Именно поэтому в ПРУ отсутствуют указания о критериях выбора палеобиогеографического положения предлагаемых GSSP.

Этот выбор должен бы определяться совершенно ясным представлением о назначении глобального стандарта: для фиксирования границ ярусов МСШ. Ярусы мезозоя и кайнозоя, входящие в МСШ, как известно, были выделены в Европе. Их исторические стратотипы [3] находятся в полосе, охватывающей север Средиземноморской (Тетической) палеобиогеографической области и прилегающие к ней южные участки расположенной к северу палеобиогеографической области (для мела и палеогена — это Европейская палеобиогеографическая область).

Вопросы, касающиеся интерпретации стратотипов этих ярусов и их границ, должны рассматриваться на материалах европейских разрезов, так как привлечение удаленных разрезов, естественно, снижает надежность корреляций [16]. Поэтому предложения в качестве кандидатов

* Можно только запоздало сожалеть о том, что замечательная книга А. Шоу, в которой обосновывается графическая количественная методика расчленения и сопоставления разрезов (он изучал главным образом кембрий США), не была переведена на русский язык.

стратотипов границы сеноман—турон и границы турон—конъяк североамериканских разрезов [17, с. 150—155] палеобиогеографически не обоснованы.

Какова реальная возможность GSSP быть глобальным стандартом и служить эталоном* в планетарном масштабе, что, кажется, подразумевается концепцией GSSP? Ведь „золотой гвоздь“ должен быть забит в каком-то единственном разрезе, расположеннем в конкретной палеобиогеографической ситуации и поэтому обладающем совершенно определенными литологическими и палеонтологическими особенностями.

С предельной честностью Л. Л. Халфин [19, с. 169—171] показал, что любой стратотип не может обладать литологическими и палеонтологическими диагностическими признаками, которые позволяли бы использовать его непосредственно в качестве эталона в различных фациальных обстановках и во всех биogeографических провинциях. Корреляционные функции стратотипа могут выполнять лишь в пространственно ограниченных пределах.

К настоящему времени основные подразделения МСШ распознаются во всех палеобиогеографических областях. Отнюдь не прямое приложение стратотипов позволило выделить практически всесветно не только отдельы, но и ярусы, а для морских фаций даже многие зоны. Это достигнуто в процессе длительного и трудоемкого изучения несколькими поколениями стратиграфов разрезов различных палеобиогеографических областей и провинций и, естественно, осуществления ими последовательных разномасштабных межпровинциальных корреляций.

БОРЕАЛЬНЫЙ ЗОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ МЕЗОЗОЯ

Именно в этом направлении на протяжении многих лет мезозой северных пределов Евразии изучался В. Н. Саксом, его сотрудниками и учениками [33, 34].

Главным образом их трудами к началу 60-х годов на территории Северной Сибири было установлено присутствие всех европейских ярусов юрской и меловой систем, зональное расчленение которых, основанное на сибирских разрезах, все же существенно отличалось от европейской зональной шкалы [33, с. 73; 34, с. 38]. Этой установкой — европейские ярусы и вложенные в них сибирские зоны — продолжают руководствоваться ученики и последователи В. Н. Сакса.

Достигнутые сибирскими стратиграфами результаты весьма значительны и представляют существенный вклад в стратиграфию мезозоя Северного полушария. Их материалы убедительно свидетельствуют о нереальности прямого применения GSSP на обширных пространствах севера Сибири и показывают необходимость иметь самостоятельный бореальный зональный стандарт, призванный, во-первых, обеспечить корреляцию разрезов не только Сибири, но и других бореальных регионов Евразии, Северной Америки и Гренландии, т. е. всего бореального пояса, и, во-вторых, позволяющий наметить бореально-тетические корреляции, иными словами — сопоставление с МСШ.

Это созвучно с представлениями других стратиграфов, изучавших североамериканские и гренландские материалы. В частности, Д. Калломон и Т. Биркелунд [35, с. 367] пришли к выводу о необходимости иметь альтернативный стандарт для верхней юры Гренландии, где применение существующих стандартов крайне затруднено.

Напомню приведенную выше выдержку из ПРУ о том, что помимо GSSP можно выделять „вспомогательные стратотипические точки“, подчиненные GSSP. С этим утверждением трудно согласиться. Для осуществления не просто номинативных, но реальных, действительно планетарных корреляций, необходимо создание шкал для немногих пространственно крупных единиц — палеоклиматических поясов (*belt*s) и(или) палеобиогеографических областей (*realms*). Система таких шкал позволяла бы осуществлять последовательные межрегиональные корреляции на базе ярусов МСШ. Предлагаемый бореальный зональный стандарт как раз и является одной из таких шкал — самостоятельной, отнюдь не вспомогательной.

Исследования В. А. Захарова и его коллег на большом фактическом материале показали значение для разработки зонального членения не только аммонитов, но и других групп фоссилий и в первую очередь — двустворчатых моллюсков. Высокая стратиграфическая ценность двустворок подтверждена и материалами изучения североамериканских разрезов [36, 37]. Таким образом, создается возможность использовать и эту группу фоссилий при панбореальных корреляциях. Кстати, в предлагаемом бореальном зональном стандарте для триаса использована (с некоторыми изменениями для оленекского яруса) аммонитовая шкала, основанная на разрезах Британской Колумбии [38, с. 934].

Я неоднократно высказывал сомнения в безоговорочной пригодности „аммонитового стандарта“ для стратиграфических операций с верхним мелом [10, с. 14; 16, с. 45]. Как видно, для триаса, юры

* В русском языке слова стандарт и этalon имеют несколько различный смысловой оттенок. В английском языке, наименование формирования научной терминологии, слово этalon отсутствует.

и нижнего мела бореального пояса „аммонитовый стандарт“ сохраняется. Однако он весьма основательно „подпирается“ зональным делением по двустворкам. Поэтому не следует, как это сделано в статье [38], так жестко противопоставлять аммониты всем другим ископаемым, составляющим, по мнению авторов статьи, пастратиграфические группы.

Предложенные много лет тому назад О. Шинdevольфом и получившие широкое применение приставки „орт-“ и „пара-“, требуют осторожного применения. Можно думать, что стратиграфический потенциал значительной части так называемых пастратиграфических (т. е. стратиграфически второсортных) ископаемых попросту еще недостаточно изучен.

Только один пример. По-видимому, позднемеловые криноиди должны быть отнесены к пастратиграфическим фоссилиям. Но вот остатки *Marsupites testudinarius* Schloth. установлены в вертикальном крайне узком интервале терминального сантонса от Западной Европы до Западной Австралии и от Северной Америки до хр. Копетдаг!

Нет сомнений в том, что многие так называемые пастратиграфические группы представляют большой резерв биостратиграфии.

Концепция самостоятельных биостратиграфических стандартов для отдельных крупных палеобиогеографических единиц неизбежно приводит к проблеме ее взаимоотношения с другой, еще более геологически масштабной концепцией горизонтальных перемещений континентов и их фрагментов.

Как отмечалось выше, в ПРУ такая проблема даже не затрагивается, и всю палеобиогеографическую информацию предлагается, так сказать, пассивно укладывать в готовые рамки палинспастических реконструкций.

Однако лишь только одно заглавие статьи В. А. Захарова, Н. И. Курушина и В. П. Покиалай-нена [39] подчеркивает несомненно активное участие палеобиогеографии в выяснении прошлого расположения континентальных блоков. Авторы наметили ареалы распространения нескольких сотен(!) родов аммонитов и двустворок в позднем триасе—готериве северо-востока Азии. Расположение ареалов совмещалось с предложенными различными авторами реконструкциями положения сиалических массивов региона. Методическим стержнем исследования является выделение ареалов трех групп таксонов: бореальных, тетических и космополитных. Это позволило выявить действующие факторы, регулировавших пространственные перемещения биоты: меняющегося в связи с климатическими флюктуациями положения границы между Тетической (тропической) и Бореальной (северной) палеобиогеографическими областями и фаз выравнивания температуры воды, вероятно, связанных с эвстатическими повышениями уровня моря.

Авторы осторожны в своих выводах. Они не отрицают вероятность некоторых горизонтальных перемещений ряда террейнов. Их работа весьма убедительно демонстрирует огромную роль палеобиогеографического метода в оценке реальности геодинамических процессов.

Элементы палеобиогеографической оценки реальности геодинамических построений для мезозоя северо-западного сектора Пацифики содержатся и в работах других авторов. Так, в [40], наряду с общегеологическими, структурными и палеовулканическими доводами против палинспастических реконструкций, отмечается, что появление в высоких широтах Палеопацифики тетической тепловодной фауны (а это главнейший аргумент сторонников палинспастических реконструкций) можно объяснить рядом палеогеографических особенностей региона и прежде всего действием теплых течений.

Для значительно более позднего интервала геологической истории северо-западного обрамления Тихого океана — для миоцена — Ю. Б. Гладенков и Н. В. Синельникова [41] отмечают, что субтропические элементы биоты в периоды потепления могли мигрировать к северу на расстояния не менее 3000 км. „Выявление миграций палеобиоты такого масштаба может по-иному осветить проблему сонахождения древних компонентов разной палеогеографической характеристики, которая трактуется иногда без должного основания как результат причленения террейнов“ [41, с. 48].

Конечно, „проблему террейнов“ не могли обойти стороной стратиграфы, изучавшие мезозой северо-восточного сектора Палеопацифики: Североамериканских Кордильер — родины концепции террейнов.

Север этого гигантского горного сооружения в мезозое входил в пределы Бореального пояса. Мезозой Аляски, Британской Колумбии и некоторых других кордильерских районов в течение многих лет изучался Ю. А. Елецким [36, 37]. Согласно его представлениям [37], расселение морской биоты контролировалось климатической зональностью, на фоне которой в морях действовали такие палеогеографические факторы, как течения, соединительные проливы и, наоборот, разделяющие сухопутные барьеры. По Ю. А. Елецкому [37], меридиональные перемещения блоков, которые превышали бы 1000 км, не подтверждаются палеобиогеографическими данными.

Статьи [37, 40, 41] не претендуют не всестороннее обсуждение палеобиогеографических доказательств реальности горизонтальных перемещений сиалических массивов. Между тем, статья

В. А. Захарова и его соавторов [39] полностью посвящена именно палеобиогеографическим критериям возможности горизонтальных движений.

СОГЛАСОВАНИЕ И ГОЛОСОВАНИЕ В СТРАТИГРАФИИ

Разнородность стратиграфических материалов, длительно накапливавшихся многими поколениями геологов разных стран, диктует необходимость их согласованной международной интерпретации.

В случае обсуждаемых в данной статье вопросов согласованию, очевидно, подлежат, во-первых, что следует понимать под биостратиграфическими границами и, во-вторых, где должны выбираться стратотипы ярусов и стратотипы границ ярусов.

О. Шинdevольф [7, с. 122; 8, с. 121] предупреждает о том, что согласования в стратиграфии — „это научные решения“ (курсив О. Ш.), которые не могут быть приняты чисто технически или большинством голосов“. Необходимо строго различать процедуры согласования и голосования.

Согласование — это признание стратиграфами, изучающими какую-либо границу (по каждой границе таких специалистов в мире не так уж много, но не все они могут состоять в формально-списочном составе ярусных рабочих групп), бесспорную убедительность и доказательность имеющихся материалов (в первую очередь, опубликованных) по данной границе. Однако для придания официального признания достигнутое согласование последующими международными инстанциями, конечно, должно утверждаться голосованием. Не трудно видеть, что при этом голосование не затрагивает научную сторону вопроса, а лишь определяет степень корректности его обоснования.

Между тем ПРУ не различают процедуры согласования и голосования, сводя решеним вопросов стратиграфии только к голосованию. В практике деятельности МКС и ее подразделений процедуре голосования подвергаются, разумеется, не только научные вопросы.

В статье [16, с. 41, 44, 51–52] отмечалось, что как стиль обсуждения границы кампан—маастрихта на 2-м Международном симпозиуме по границам ярусов меловой системы, завершившегося „голосованием“, так и предложение в качестве стратотипа этой границы абсолютно непригодного по своему палеонтологическому содержанию разреза Терсис (карьер, расположенный на левом берегу р. Адур на юго-западе Франции) вызывают глубокое неудовлетворение. Однако в статье Ж. Одсна [42] весьма скромный по своим корреляционным возможностям разрез Терсис вновь предлагается в качестве кандидата „глобальной стратотипической точки“ (*Point Stratotype Global*) границы кампан—маастрихта. Упоминаются следующие его „достиинства“:

- исторические — содержащиеся в породах маастрихта кремни использовались первобытным человеком для изготовления орудий,
- ботанические — в карьере развита специфическая растительность,
- орнитологические — возвышающиеся в рельфе скальные выходы представляют хорошую возможность для наблюдения перелетов птиц.

Эти „достиинства“, по мнению Ж. Одсна, превращают карьер Терсис в глазах посещающих его геологов в „ценную туристическую местность“. Совершенно очевидно, что „достиинства“ призваны повысить потенциал (научный совершенно ничтожный) „кандидата“ при голосовании.

Весьма жаль, что вся эта „информация“, не имеющая абсолютно никакого отношения к стратотипу границы кампан—маастрихта, помещена на страницах весьма уважаемого научного журнала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Все рассуждения о „глобальности“ в стратиграфии невозможно отделить от выяснения региональных особенностей осадочной оболочки планеты — ее стратисферы.

2. Имеющиеся в распоряжении геологов обширные и разнообразные материалы по стратиграфии мезозоя и продолжающийся процесс их пополнения требуют обязательной их международной интерпретации. В этой связи особенно важная роль принадлежит стратотипам различных типов. Впервые предложенная в 1937 г. независимо друг от друга Н. П. Герасимовым [1] и Х. Хедбергом [2] концепция стратотипа получает свое дальнейшее развитие.

3. „Глобальным хроностратиграфическим стандартом“ [15] может служить только Международная стратиграфическая шкала (МСШ) — эмпирическое обобщение многих поколений геологов. Истолкование стратотипов ярусов и стратотипов границ ярусов этой шкалы должно основываться на материалах разрезов Европы, где она сформирована. МСШ является эталоном для самостоятельных региональных стандартов (русский язык допускает применение терминов „стандарт“ и „эталон“ в одной фразе).

4. Реально глобальное прослеживание ярусов МСШ обеспечивается прямой или многоступенчатой корреляцией с ней региональных стандартов для немногих крупных палеоклиматических поясов и(или) палеобиогеографических областей. Бореальный зональный стандарт [38] представляет хороший пример такого рода.

5. Осуществление корреляций биостратиграфических по своей природе шкал (что очевидно, но, тем не менее, еще и еще раз подчеркивается) должно опираться на данные расселения морской биоты. Назрела настоятельная необходимость усилить, заметно ослабевшее в последние годы, внимание к палеобиогеографическому районированию. Это необходимо не только для обеспечения устойчивых и надежных межрегиональных стратиграфических корреляций, но и для оценки реальности геодинамических реконструкций. В этом отношении предлагаемые палеобиогеографические критерии геодинамики террейнов северо-востока Азии [39] представляют большой интерес.

6. В „Пересмотренных руководящих указаниях для установления глобальных хроностратиграфических стандартов“ Международной комиссии по стратиграфии [15] и в других публикациях руководителей этой комиссии [13, 14, 17, 18] достаточно отчетливо намечается тенденция упрощенного подхода к решению сложнейших проблем стратиграфии.

Упрощение прежде всего выражается в надуманной идее точек в разрезах — идее, пытающейся превратить в абстрактную линейку МСШ, отражающую естественно историко-геологическое деление стратисфера.

Досадным упрощением представляется преуменьшение роли палеонтологии в биостратиграфии(!). Вместо того, чтобы подчеркнуть необходимость совершенствования палеонтологических методов (резервы их огромны), решение стратиграфических задач (особенно задач корреляции) передоверяется „небиостратиграфическим методам“ [17, с. 100], т. е. методам „точных наук“. Между тем реальная действенность последних в стратиграфии определяется их первоначально корректным обоснованием именно палеонтологическими данными.

Упрощением, наконец, являются общие рассуждения о фациях и фациальных условиях, а ведь необходима значительно более конкретная седиментометрическая информация о составе отложений, о их мощности, о скорости накопления осадков, о перерывах, т. е. о породах, в которые к тому же собираются забивать „золотые гвозди“!

7. Стратиграфические границы — объект корреляции — и их положение в различных шкалах намечаются совместным применением палеонтологических методов и „методов точных наук“ к седиментометрически детально изученным разрезам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов Н. П. Уральский отдел пермской системы // Уч. зап. Казанского гос. ун-та, 1937, т. 97, кн. 3—4, вып. 8—9.
2. Hedberg H. D. Stratigraphy of the Rio Querecual section of northeastern Venezuela // Bull. Gcol. Soc. Amer., 1937, v. 48, № 12, p. 1971—2024.
3. Найдин Д. П. О стратотипах ярусов верхнего мела (на примере маастрихтского яруса) // Бюл. МОИП. Отдел геол., 1978, т. 53, вып. 3, с. 56—77.
4. Задачи и правила изучения и описания стратотипов и опорных разрезов // Межведомственный стратиграфический комитет СССР. М., 1963, 28 с.
5. USSR Interdepartmental Stratigraphic Committee (1963): Problems and rules for study and description of stratotypes and stratigraphic reference cross-section // Intern. Geol. Rev., 1965, v. 7, p. 1141—1150.
6. Hedberg H. D. Stratigraphic boundaries: a reply // Eclogae Gcol. Helv., 1970, v. 63, № 2, p. 673—684.
7. Шиндельвольф О. Стратиграфия и стратотип. М., Мир, 1975, 136 с.
8. Schindewolf O. H. Stratigraphie und Stratotypus. Verlag der Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Mainz, 1970, 136 p.
9. Найдин Д. П. Некоторые вопросы биостратиграфии мезозоя и кайнозоя континентов и оксана // Бюл. МОИП. Отдел геол., 1983, т. 58, вып. 6, с. 92—104.
10. Найдин Д. П., Похиалайнен В. П., Кац Ю. И., Красилов В. А. Меловой период. Палеогеография и палеоокеанология. М., Наука, 1986, 262 с.
11. Найдин Д. П. К вопросу об изучении и описании опорных разрезов платформенной части Украины // Тектоника и стратиграфия. Вып. 2. Киев, Наук. думка, 1976, с. 44—48.
12. Егоян В. Л. Проблема границы в стратиграфии (на примере границ ярусов нижнего отдела меловой системы) // Бюл. МОИП. Отдел геол., 1984, т. 59, вып. 2, с. 72—87.
13. Cowie J. W. Guidelines for boundary stratotypes // Episodes, 1986, v. 9, № 26, p. 78—82.
14. Cowie J. W. Natural boundaries in Global Stratigraphic Time Scale of IUGS // 28th Intern. Gcol. Congr.; Abstr. Washington, 1989, v. 1, p. 336.

15. Remane J., Bassett M. G., Cowie J. W. et al. Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by the International Commission on Stratigraphy (ICS) // *Episodes*, 1996, v. 19, № 3, p. 77—81.
16. Найдин Д. П. Границы ярусов меловой системы: Международный симпозиум (Брюссель, 1995) // Бюл. МОИП. Отдел геол., 1996, т. 71, вып. 4, с. 41—56.
17. Second Intern. Symposium on Cretaceous stage boundaries (Abstract volume). Brussels, 1995, 180 p.
18. Remane J., Bassett M. G., Cowie J. W. et al. Guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by ICS (revised) // Draft subm. to ICS, 1995, 10 p.
19. Халфин Л. Л. Теоретические вопросы стратиграфии. Новосибирск, Наука, 1980, 200 с.
20. Callomon J. H. Notes on Jurassic stratigraphical nomenclature. 1. Principles of stratigraphic nomenclature // Carpatho-Balkan. Geol. Assoc., 8 Congr. Sofia, 1965, Repts, v. 2, № 1, p. 81—85.
21. Егоян В. Л. Принципы установления границ подразделений Международной стратиграфической шкалы // Проблемы этапности развития органического мира. Тр. 18-й сессии ВПО (1972). Л., Наука, 1978, с. 40—49.
22. Егоян В. Л. Реальность и абстрактность в процессе становления общей стратиграфии // Экосистемы в стратиграфии. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1980, с. 38—47.
23. Hughes N. F., Williams D. B., Gutbill J. L., Harland W. B. A use of reference-points in stratigraphy // *Geol. Mag.*, 1967, v. 104, № 6, p. 634—635.
24. McLaren D. J. Time, life and boundaries // *J. Pal.*, 1970, v. 4, № 5, p. 801—815.
25. North American Stratigraphic Code. North American Commission on Stratigraphic Nomenclature // *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 1983, v. 67, № 5, p. 841—875.
26. Прозоровский В. А. Общая стратиграфическая шкала и ее основные подразделения // Вопросы стратиграфии и региональной геологии. С.-Пб., Изд-во ун-та, 1995, с. 9—19.
27. Hölder H. Wesen, Möglichkeiten und Grenzen der Biostratigraphie // *Newsl. Stratigr.*, 1979, v. 7, № 3, p. 171—192.
28. Holland C. H., Audley-Charles M. G., Bassett M. G. et al. A guide to stratigraphical procedure // *Geol. Soc. London*, 1978, Special Report № 11, p. 1—18.
29. Van Hinte J. E. On boundary stratotypes // *Marine Micropal.*, 1978, v. 3, p. 197—200.
30. Лазарев С. С. Типизация, эталонирование, стандартизация: регресс в стратиграфической классификации // Биостратиграфия среднего—верхнего палеозоя Русской платформы и складчатых областей Урала и Тянь-Шаня. М., ВНИГНИ, 1995, с. 47—56.
31. Obradovich J. D. A Cretaceous Time Scale // *Geol. Assoc. Canada*, 1993, Special Paper 39, p. 379—396.
32. Shaw A. B. Time in stratigraphy. New York, McGraw-Hill Book Company, 1964, 365 p.
33. Сакс В. Н. О возможности применения Общей стратиграфической шкалы для расчленения юрских отложений Сибири // Геология и геофизика, 1962, № 5, с. 62—75.
34. Сакс В. Н., Шульгина Н. И. Меловая система в Сибири. Предложение о яруском и зональном расчленении // Геология и геофизика, 1962, № 10, с. 23—41.
35. Callomon J. H., Birkelund T. The ammonite zones of the Boreal Volgian (Upper Jurassic) in East Greenland // *Archiv. Geol. Geophys.*, 1982, № 8, p. 349—369.
36. Jeletzky J. A. Biochronology of the Marine Boreal latest Jurassic, Berriasian, and Valanginian in Canada. The Boreal Lower Cretaceous // *Geol. J.*, 1973, Special Issue № 5, p. 41—80.
37. Jeletzky J. A. Jurassic-Cretaceous boundary beds of Western and Arctic Canada and the problem of the Tithonian-Berriasian stages in the Boreal realm // *Geol. Assoc. Canada*, 1984, Special Paper 27, p. 175—255.
38. Захаров В. А., Богомолов Ю. И., Ильина В. И. и др. Бореальный зональный стандарт и биостратиграфия мезозоя Сибири // Геология и геофизика, 1997, т. 38, № 5, с. 927—956.
39. Захаров В. А., Курушин Н. И., Похиалайнен В. П. Палеобиогеографические критерии геодинамики террейнов северо-восточной Азии в мезозое // Геология и геофизика, 1996, т. 37, № 11, с. 3—22.
40. Белый В. Ф., Похиалайнен В. П. Северо-восток СССР — кладбище плит и террейнов или плитотектонических гипотез? // Бюл. МОИП. Отдел геол., 1990, т. 65, вып. 2, с. 96—104.
41. Гладенков Ю. Б., Синельникова В. Н. Климатические события в миоцене на Камчатке (по фауне моллюсков) // Бюл. МОИП. Отдел геол., 1991, т. 66, вып. 2, с. 40—49.
42. Odin G. S. Le site de Tercis (Landes). Observations stratigraphiques sur le Maastrichtien. Arguments pour la localisation et la correlation du Point Stratotype Global de limite Campanien-Maastrichtien // *Bull. Soc. Geol. France*, 1996, v. 167, № 5, p. 41—42.