

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА И ЕЕ СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС**А.С. Алексеев***Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия**Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, 117647, Москва, Профсоюзная ул., 123, Россия*

Международная стратиграфическая шкала фанерозоя формируется на основании принципа фиксации нижних границ с помощью «глобального стратотипического разреза и точки». Для одних систем сохранены традиционные, обычно европейские, названия ярусов, для других (кембрий, ордовик) предложены совершенно новые ярусные последовательности. На начало 2014 г. утверждены границы 64 ярусов из 100.

Анализ показывает, что из них определены по биостратиграфическим критериям 53, ихнологическим — 1, магнитостратиграфическим — 6, хемотратиграфическим — 2, импактным — 1, климатическим — 1. Стратотипы границ находятся в Европе (39), Азии (12), Северной Америке (9) и Африке (4). Они расположены в 19 странах: Китай (10), Великобритания (9), Италия (9), США (7), Франция (6), Испания (5), Чехия (3), Канада (2), Марокко (2), Швеция (2), в остальных по одному. Хотя нет ни одного в России, потенциальные кандидаты предложены для ярусов кембрия, карбона, перми, триаса и юры, причем стратотипы нижних границ сакмарского и артинского ярусов уже согласованы. Завершение работы над шкалой при сохранении нынешнего темпа потребует еще 20 или 30 лет. Общая стратиграфическая шкала России постепенно сближается с международной, их сходство на уровне яруса составляет 84 %, и крупные расхождения сохраняются только в кембрийской и пермской системах.

Международная стратиграфическая шкала, состояние, GSSP, типы, география, Общая стратиграфическая шкала России.

THE INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART: STATE OF THE ART**A.S. Alekseev**

The International Stratigraphic Chart of the Phanerozoic is constructed by drawing lower boundaries of stratigraphic units with reference to *Global Boundary Stratotype Section and Point*. Some systems retain former, usually European, names of stages, whereas new sequences of stages are proposed for others, such as Cambrian and Ordovician. The boundaries of 64 stages of 100 had been approved by the beginning of 2014. Fifty-three of these boundaries were drawn with regard to biostratigraphic criteria; one, ichnological; six, magnetostratigraphic; two, chemostratigraphic; one, impact; and one, climatic criteria. Their type sections are distributed over continents as follows: thirty-nine in Europe, twelve in Asia, nine in North America, and four in Africa. They are located in 19 countries: ten in China, nine in the United Kingdom, nine in Italy, seven in the United States, six in France, five in Spain, three in Czech, two in Morocco, two in Sweden, and one in each of several more countries. Although none is in Russia, candidates are proposed for stages of the Cambrian, Carboniferous, Permian, Triassic, and Jurassic Systems. Type sections for the Sakmarian and Artinskian have already been agreed. With the present work speed, it will take two or three decades to complete the scale construction. The General Stratigraphic Scale of Russia and the International Chart gradually converge. Their similarity at the stage level is 84%. Major disagreements exist only in the Cambrian and Permian Systems.

International Stratigraphic Chart, state of the art, GSSP, types, geography, General Stratigraphic Scale of Russia

ВВЕДЕНИЕ

Многие десятилетия Международная стратиграфическая шкала (МСШ) представляла собой лишь перечисление названий систем в порядке их следования от более древних к более молодым, без какого-либо формального определения их объема и границ. Это приводило к тому, что в разных частях земного шара возраст и внутреннее наполнение одноименных систем были весьма различными и произвольными. Прогресс стратиграфии привел к пониманию, что и ярусы могут распознаваться глобально, а это потребовало перехода на совершенно иной уровень осознания того, как работает стратиграфия и какими инструментами следует пользоваться при совершенствовании МСШ. Между тем в результате медленной, но неуклонной глобализации потребность в более детальной и более точной шкале, которая была бы универсальным языком времени для геологов всего мира, стала крайне острой.

Дорогу в этом направлении проложил XVIII Международный геологический конгресс, состоявшийся в 1948 г. в Лондоне, на котором была создана Международная комиссия по стратиграфии (МКС). На первом этапе ее работы основное внимание было уделено совершенствованию стратиграфического языка: подготовке национальных и международного стратиграфических кодексов. Из-за различий в подходах к теории стратиграфии в разных странах последний так и не удалось согласовать, и как справочник (guide) он был опубликован только в 1976 г. [International..., 1976].

Почти одновременно началась работа по уточнению и фиксации границ систем, а именно границы силура и девона [Мартинссон, 1971]. Это позволило накопить обширный опыт международной кооперации с охватом разрезов, расположенных в самых различных странах, и выработать процедуру выбора маркера границы и разреза, в котором его первое появление будет установлено как интернациональный эталон. Активное участие в этой работе приняли стратиграфы СССР. В 1968 г. в Ленинграде был проведен III Международный симпозиум по границе силура и девона с экскурсиями на разрезы в Подольи и Кузбассе, опубликованы тезисы, а затем два тома трудов [Граница..., 1971; Стратиграфия..., 1973].

Ключевую роль в подготовке и проведении симпозиума сыграл Б.С. Соколов, который сделал обобщающий доклад «Современное состояние вопроса о границе силура и девона» [Соколов, 1968, 1971]. Он в отношении результатов работы Комитета по силурийско-девонской границе и стратиграфии, созданного в 1960 г., подчеркнул: «Никогда в прошлом мы не располагали столь обширной, разнообразной и точной информацией по этому вопросу, как сейчас. Опыт оказался в высшей степени поучительным и для решения аналогичных вопросов по другим системам и для совершенствования общих принципов стратиграфической классификации» [Соколов, 1971, с. 6].

Позднее Б.С. Соколов неоднократно обращался к проблеме МСШ, подчеркивал, что методы ее формирования слишком формализованны, в результате чего, например, в отношении подразделений докембрия утрачиваются природные носители физического времени — реальные стратоны [Соколов, 2010]. При этом он настаивал на том, что должны быть как стратотипы стратиграфических подразделений, так и стратотипы их нижних границ [Соколов, 2009].

Вопрос о месте и роли общих стратиграфических шкал всегда стоял остро в отечественной стратиграфии, но приобрел особенную актуальность, когда в последние десятилетия резко активизировался процесс создания МСШ, новации в которой пришли в противоречие с российской общей шкалой [Алексеев, 2007, 2013; Жамойда, 2000, 2003, 2004, 2005; Жамойда, Прозоровская, 2001; Корень, 2009].

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МСШ

Единицы МСШ по определению не являются биостратиграфическими или овеществленными палеонтологическими комплексами (биохронотипами), а хроостратиграфическими и имеют лишь хронологическое содержание. Иными словами, подразделения МСШ — это представленные в породах некие отрезки времени, рубежи которых зафиксированы по появлению в точке разреза какого-либо определенного признака [International..., 1976, 1999]. При конструировании МСШ биособытия используются только как маркеры определенных временных отрезков и не более того, т.е. такая шкала представляет собой внешнюю линейку.

Здесь нужно отметить, что устоявшееся в отечественной литературе название «Международная стратиграфическая шкала» не совсем точное. В «Международном стратиграфическом справочнике» [International..., 1999], который фактически выполняет функцию кодекса, она называется «Стандартная глобальная хроостратиграфическая (геохронологическая) шкала», что подчеркивает ее временное содержание.

Способ конструирования МСШ выбран абсолютно различным для двух ее частей. В докембрийской части использовано чисто формальное деление на примерно равные отрезки времени в архее (эо-, палео-, мезо- и неоархей, которые до сих пор не имеют официального статуса, длительностью по 400—300 млн лет [Hofmann, 1992]) и в палео-, мезо- и неопротерозое (по 3—4 системы длительностью около 200 млн лет [Plumb, 1991]). Их нижние границы определены через «глобальные стандартные стратиграфические возрасты» или «Global Standard Stratigraphic Age» (GSSA). Хотя ряд границ остался на традиционном возрастном уровне (например, рубеж архея и протерозоя, равный 2500 млн лет), эта схема не имеет под собой историко-геологической основы, в связи с чем была вполне закономерно отрицательно воспринята в России [Семихатов, 1991, 1993]. Вместе с тем такие термины, как палео-, мезо- и даже неопротерозой, получили у нас из-за их удобства довольно широкое распространение особенно среди специалистов в области геотектоники.

Основной принцип создания МСШ в фанерозойской ее части, вокруг которого концентрируются наиболее острые дискуссии, особенно в России [Лазарев, 1999, 2003], — фиксация границ подразделений в виде стратотипов границ, точнее «глобальных стратотипических разрезов и точек» или «Global

Stratotype Section and Point» (GSSP). При этом закрепляется только нижняя граница подразделения, а его верхняя граница — это подошва следующего, более молодого стратона. Такое решение позволяет избежать временных перекрытий или зияний в общей последовательности геологической истории. В соответствии с правилами установления GSSP, сначала осуществляется выбор маркера границы, а затем подбирается подходящий разрез, в котором и закрепляется «золотой гвоздь» [Cowie, 1986; Remane et al., 1996]. На практике эти две задачи решаются чаще всего параллельно. Также принято, что границы подразделений более высокого ранга должны совпадать с границей одного из подразделений низшего ранга, каковым в МСШ является ярус, что устраняет возможность каких-либо разночтений.

В случае, если какой-либо из ранее существовавших региональных ярусов признается пригодным для включения в МСШ, то рекомендуется выбирать его GSSP вблизи принимаемой на данный момент нижней границы.

Первоначально единственным критерием границы считалось первое, наиболее раннее эволюционное появление в единой хорошо прослеженной филогенетической линии какого-либо таксона, обеспечивающего максимально удаленную и надежную корреляцию. Позднее, из-за очевидной диахронности границ, выбранных на палеонтологической основе, особый приоритет стал отдаваться физическим маркерам — палеомагнитным, хемотратиграфическим и прочим событиям, как считается, изохронного характера.

Важным элементом всего процесса является процедура выработки решения и его утверждения. Сначала подкомиссия формирует международную рабочую группу, в задачу которой входит выбор GSSP для одной или нескольких границ системы. В случае границы систем совместная рабочая группа создается из членов двух подкомиссий. Рабочая группа изучает разрезы, анализирует информацию, выработывает предложения по маркеру границы, затем путем голосования выбирает разрез и точку в нем. Получившее поддержку (60 % голосов) предложение выносится на голосование в подкомиссию, после чего передается в МКС, которая принимает окончательное решение также путем голосования. При положительном голосовании оформленное предложение по GSSP направляется в Международный союз геологических наук, который должен ратифицировать решение МКС, и только после этого GSSP приобретает официальный статус.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МСШ ФАНЕРОЗОЯ

Деление на системы, устоявшееся за последние 100 лет, почти не вызывало дискуссий. Однако вместо единой каменноугольной системы, которой пользовались в Европе и Азии, в Северной Америке традиционно выделялись две самостоятельные системы: миссисипская и пенсильванская. Длительная дискуссия закончилась компромиссом: в МСШ появилась одна каменноугольная система, но с двумя подсистемами [Алексеев, 2006]. Отделы считаются чисто техническими подразделениями, объединяющими некоторое число ярусов. Основное внимание в МКС и ее подкомиссиях уделяется ярусу — самому низшему, но ключевому подразделению МСШ.

В таких системах, как силур и девон, ярусное наполнение (из традиционных европейских ярусов) было согласовано очень быстро и столь же быстро, хотя и с некоторым отставанием, более 20 лет назад для них были утверждены GSSP. Напротив, для кембрия и ордовика соответствующие подкомиссии решили отказаться от выбора каких-либо региональных ярусов, посчитав, что все они имеют существенные недостатки, а их нижние границы не обладают достаточным корреляционным потенциалом. Поэтому сначала рабочие группы и подкомиссии определили некоторое число хорошо коррелируемых уровней, дав ярусным интервалам между ними номера, лишь позднее замененные на географические названия после фиксации GSSP. Для ордовика таких ярусов было предложено 7, все новые, кроме самого нижнего тремадокского, который был утвержден значительно раньше [Сенников, Толмачева, 2013]. В кембрийской системе подкомиссия решила выделить 10 новых ярусов, из которых к настоящему времени получили названия и GSSP только пять.

За более чем 200-летнюю историю стратиграфии были предложены многие сотни различных ярусов регионального и глобального значения, но лишь единицы из них сохранились, получив достаточно широкое употребление. Судьба таких «международных», но скоропалительно рожденных стратонов тоже может оказаться печальной.

Причина таких на первый взгляд неоправданных решений на самом деле очень проста, хотя и не лишена конъюнктурности. Практика показала, что выбор конкретного уровня и разреза с GSSP для традиционного яруса, установленного 100—150 лет назад, несмотря на десятилетия тщательных коллективных работ, зачастую не может быть осуществлен с разумным результатом, прежде всего из-за того, что объемы таких подразделений приходится менять, иногда весьма существенно. Вероятно, по этой причине до сих пор нет GSSP у большей части ярусов меловой системы, хотя никто не предлагает их заменить, так как давно существующие европейские ярусные названия стали привычны и удобны. Близкое положение сложилось с обоснованием нижних границ отечественных ярусов каменноугольной сис-

темы — московского и касимовского [Алексеев, Горева, 2010; Алексеев и др., 2013]. Другим существенным обстоятельством является то, что отдельные руководители подкомиссий МКС в ущерб научной обоснованности стремятся завершить работу по созданию МСШ какой-либо системы «при жизни» и новые, свежие, не отягощенные никакой историей ярусы становятся удачным решением проблемы, позволяя добиться желаемого результата всего лишь за несколько лет.

К началу 2014 г. из 100 фанерозойских ярусов МСШ получили свои GSSP 64, т.е. почти две трети. Их перечень с указанием разреза и конкретного уровня границы, ссылки на публикации можно найти на официальном сайте МКС (www.stratigraphy.org).

Две трети — достаточно существенная доля, чтобы говорить о том, что настало время для анализа результатов. Обзор GSSP этих 64 ярусов позволяет выделить несколько их типов.

Биостратиграфический тип. Это наиболее распространенный тип, к нему относятся границы 53 ярусов — все в мезозое и почти все в палеозое. Согласно правилам, в качестве маркера должен выбираться вид в единой филогенетической последовательности в конкретном разрезе на том уровне, где наличие переходных форм позволяет установить его истинное первое появление. На практике это требование не всегда удается выполнить.

Использованы следующие группы: конодонты (17 границ, кроме нижней границы триаса, все в палеозое), граптолиты (13 границ, все в палеозое), амmonoидеи (10 границ, все в мезозое), фораминиферы (4 границы, по одной в палеозое и мезозое и 2 в кайнозое), трилобиты (4 границы в палеозое), известковый нанопланктон (3 границы в кайнозое), брахиоподы (1 граница в палеозое) и двустворчатые моллюски (1 граница в мезозое).

Граница маастрихтского яруса меловой системы принята в разрезе Терсис на юге Франции совершенно непонятным образом как средний уровень из 12 событий (точнее биостратиграфических критериев, имеющих равное значение), но очень близко от первого появления аммонитов *Pachydiscus neubergicus* (von Hauer) [Odin, Lamaurelle, 2001], поэтому маркером все же следует считать этот вид. Сходным способом установлен GSSP зеландского яруса палеоцена как «Вторая радиация важной группы известковых нанофоссилий, фасцикулитов» [Schmitz et al., 2011, p. 220], фиксируемая в интервале несколько больше 1 м. На самом деле GSSP — это всего лишь основание мергельной формации Итзурун, т.е. литологическое событие, отвечающее смене чисто карбонатной седиментации на мергельную!

Для нижней границы олигоцена вопреки правилам в качестве маркера выбрано не событие первого появления, а исчезновение планктонных фораминифер семейства *Hantkeninidae*. Аналогичным образом нижняя граница тортонского яруса миоцена установлена по исчезновению известковых нанофоссилий *Discoaster kugleri* Martini et Bramlette. Как известно на примере латимерии и других «живых ископаемых», вымирание какого-либо таксона чаще всего имеет диахронный характер, и он может еще долго существовать в пределах небольшой части ранее обширного ареала, поэтому такие маркеры непригодны.

Как мы видим, в подавляющем большинстве случаев выбраны представители систематических групп с планктонным или нектонным образом жизни, относящиеся к категории так называемых ортостратиграфических.

Ихнологический тип. Следы жизнедеятельности организмов также являются своеобразными фоссилиями, но целесообразно GSSP с их использованием выделить отдельно, поскольку требование о филогенетической последовательности к ним не применимо. К этому типу принадлежит только одна граница, но чрезвычайно важная — GSSP одновременно основания фанерозоя, кембрийской системы, ее нижнего отдела и форчунского яруса. Маркером этой границы в 1992 г. утверждено первое появление в разрезе на п-ове Ньюфаундленд в Канаде ихнофоссилии *Trichophycus pedum* (Seilacher). Это решение абсолютно не согласуется с действующими правилами выбора GSSP [Розанов и др., 1997]. Кроме того, подошва кембрия может и должна быть зафиксирована биостратиграфически, так как первые скелетные организмы на рубеже венда и кембрия появляются постепенно, хотя и в течение весьма короткого времени.

Магнитостратиграфический тип. По смене намагниченности осадочных толщ выбрано шесть границ и все в кайнозое. Это связано с тем, что магнитостратиграфическая шкала достигла необходимой точности только для наиболее молодого интервала геологической летописи. Таким способом зафиксированы основания следующих ярусов: калабрийского (несколько выше кровли магнитозоны C2n), гелазского (в 1 м выше границы магнитозон Гаусс и Матуяма), пьяченского (около границы магнитозон Гаусс и Гильберт), занкского (вблизи подошвы магнитного события Твера), аквитанского (в подошве магнитозоны C6Cn.2n) и танетского (подошва магнитозоны C26n). У большинства ярусов (кроме аквитанского и танетского) GSSP зафиксированы не точно на границах магнитозон, а отстоят от них на небольшое расстояние, поскольку привязаны к ближайшему астрохронологически калиброванному седиментационному циклу, что позволяет получить весьма точную геохронологическую датировку такого рубежа. В масштабе геологического времени палеомагнитные границы не скользят и потенциально мо-

гут прослеживаться глобально в толщах совершенно различного генезиса, но без биостратиграфического контроля они не могут быть корректно идентифицированы.

Хеомстратиграфический тип. Такой тип GSSP появился совсем недавно и включает рубежи двух кайнозойских ярусов, зафиксированных по аномалиям изотопного состава кислорода и углерода биогенных карбонатов ($\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$). Во-первых, это нижняя граница серравальского яруса миоцена (изотопно-кислородное событие Mi3b, отвечающее глобальному похолоданию), во-вторых, ипрского (в подошве слоя сапропелита по негативной аномалии $\delta^{13}\text{C}$, вызванной выделением громадного количества метана из газогидратов, приведшего к резкому повышению глобальной температуры).

Импактный тип. К этому типу относится лишь один GSSP — основание датского яруса или мезозоя и кайнозоя. Граница зафиксирована в Тунисе (разрез Эль-Кеф) в подошве пограничного глинистого горизонта по иридиевой аномалии, имеющей импактную природу и распространенной в непрерывных разрезах, сложенных морскими и континентальными осадками практически глобально [Molina et al., 2006, 2009].

Климатический тип. К рубежам, на которых фиксируются резкие климатические сдвиги, относится GSSP самого молодого подразделения — голоценового отдела и одноименного яруса. Это начало последнего глобального потепления, произошедшего 11700 ± 99 лет назад (до 2000 г.) и фиксируемого по сдвигу в содержании дейтерия в керне льда скважины, пробуренной в Гренландии [Walker et al., 2008]. Выбор скважины в качестве носителя GSSP вызывает недоумение, поскольку не допускает неограниченное повторное изучение материала. Имеющийся керн льда рано или поздно будет весь использован и останется лишь неприкосновенная часть. Следовательно, такое решение противоречит правилам, принятым МКС.

Биостратиграфические GSSP составляют 83 % от всех и доминируют в палеозое и мезозое, причем в основу положены группы с пелагическим образом жизни, единичные — бентосные. Так, границы всех ярусов девона кроме самого нижнего (лохковского) яруса выделены по конодонтам, а силура — по граптолитам (также за исключением одного). В кайнозое преобладают маркеры физической природы, а биостратиграфические занимают резко подчиненное положение. Будет ли тенденция замены биостратиграфических границ на физические распространяться на мезозой, для которого утверждены лишь 40 % границ, пока не ясно. Однако среди предварительно намеченных подкомиссиями маркеров доминируют палеонтологические, хотя в четырех случаях как возможные указываются магнитостратиграфические, а в одном — хеомстратиграфические события. Это скорее говорит в пользу сохранения биостратиграфического метода как имеющего особо важное значение.

ГЕОГРАФИЯ GSSP

Весьма интересно и поучительно географическое распределение GSSP по странам. Оно отражает, с одной стороны, реальное наличие на той или иной территории наиболее полных и хорошо изученных разрезов, пригодных по большинству параметров для выбора GSSP, а с другой, — имеет достаточно четко выраженную политическую окраску.

По частям света GSSP распределяются так: Европа — 39, Азия — 12, Северная Америка — 9, Африка — 4, что вполне ожидаемо.

Утвержденные 64 GSSP расположены всего лишь в 19 странах (рис. 1). Максимальное число GSSP (10) находится в Китае, разрезы которого по существу стали изучаться на современном уровне и очень интенсивно лишь в последние 30 лет. Следом за Китаем идут Великобритания (9) в основном за счет ярусов силурийской системы и Италия (9), в которой сосредоточены стратотипы границ ярусов неогена и частично палеогена.

Следующую группу стран образуют США (7), Франция (6) и Испания (5). Три GSSP ярусов девона (в том числе нижней границы этой системы) расположены в Чехии. В Канаде, Марокко и Швеции находятся по 2 GSSP и еще в 9 странах — по одному.

Нетрудно заметить, что до сих пор нет GSSP в России, хотя они имеются в соседних государствах — Казахстане и Узбекистане.

РАЗРЕЗЫ-КАНДИДАТЫ НА РОЛЬ GSSP В РОССИИ

До настоящего времени в России нет ни одного GSSP, но это не означает отсутствия на нашей территории хороших и вполне пригодных на эту роль разрезов, они есть, хотя их поиску и изучению очень сильно мешает отсутствие достаточного и долгосрочного целевого финансирования, невнимание государства к такому репутационно значимому вопросу. Условия доступа к ним и степень изученности и особенно опубликованности научных материалов недостаточны для того, чтобы можно было четко показать их преимущество перед другими. Кроме того, существующие таможенные правила фактически не позволяют вывозить за границу образцы осадочных пород и окаменелостей для изучения их международными коллективами и это хорошо известно нашим зарубежным коллегам. Однако уже довольно

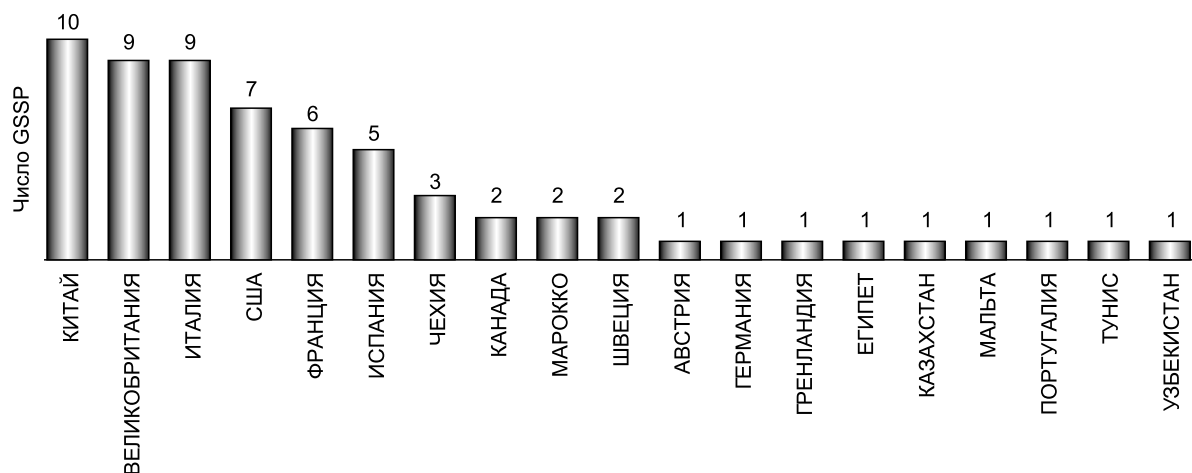


Рис. 1. Географическое распределение GSSP по странам с указанием их числа в каждой стране.

много разрезов так или иначе представлены международной общественности в ранге потенциальных носителей GSSP.

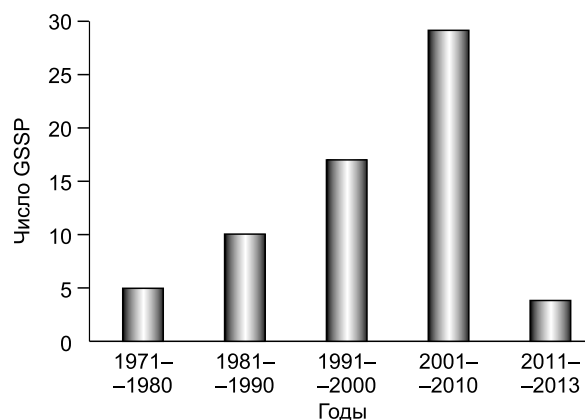
Среди таких разрезов можно назвать неформально предложенные для отечественных ярусов нижнего кембрия (томмотского, атдабанского, ботомского и тойонского) последовательности и конкретные уровни по рекам Лена и Алдан на юге Сибирской платформы [Розанов и др., 2008], которые недавно демонстрировались в ходе международной экскурсии [Розанов и др., 2009], но не нашли поддержки среди руководства Подкомиссии по кембрийской стратиграфии МКС. Для яруса 10, завершающего кембрийскую систему, группа отечественных специалистов предложила в качестве кандидата на роль GSSP разрез Хос-Нелеге (север Сибирской платформы), в котором установлено появление ранее согласованного маркера трилобита *Lotagnostus americanus* (Billings), и название «нелегерский» [Lazarenko et al., 2011].

В действующей МСШ и последней версии Шкалы геологического времени [Gradstein et al., 2012] сохранились отечественные ярусы каменноугольной системы (серпуховский, башкирский, московский, касимовский и гжельский), но для них (кроме башкирского) пока не выбраны GSSP. Нижняя граница серпуховского яруса не может быть зафиксирована в типовой местности (Подмосковье), поскольку там имеется перерыв. Поэтому в последние годы интенсивно изучается как потенциальный GSSP нижней границы этого яруса (по появлению конодонтов *Lochriea ziegleri* Nemirovskaya et al.) глубоководный разрез Верхняя Кардаилловка, расположенный на восточном склоне Южного Урала [Nikolaeva et al., 2009]. Аналогичная ситуация имеет место в отношении московского и касимовского ярусов, но маркеры их границ пока не выбраны. Однако согласован вид-индекс нижней границы гжельского яруса по первому появлению конодонтов *Idiognathodus simulator* (Ellison). Поэтому в рабочем порядке обозначены как кандидаты в GSSP разрез Гжель (исторический стратотип гжельского яруса) в Подмосковье [Alekseev et al., 2009], хотя он мелководный и содержит перерывы, и глубоководный разрез Усолка на западном склоне Южного Урала [Chernykh et al., 2006; Davydov et al., 2008].

Вошли в МСШ четыре яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы (ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский), доставшиеся нам в результате негласного раздела. Выбор и обоснование их нижних границ продолжаются около 20 лет и наконец в отношении сакмарского и артинского в Подкомиссии по пермской стратиграфии сформулированы официальные предложения: разрез Усолка по появлению конодонтов *Mesogondolella uralensis* (Chernykh) для сакмарского [Chernykh et al., 2013] и близкорасположенный разрез Дальний Тюлькас по появлению конодонтов *Sweetognathus* aff. *whitei* (Rhodes) для артинского [Chuvashov et al., 2013]. Оба эти разреза находятся на западном склоне Южного Урала в области развития глубоководных фаций. Сложнее обстоит дело с фиксацией нижней границы кунгурского яруса, для которой был предложен разрез Мечетлино (западный склон Южного Урала) по первому появлению конодонтов *Neostreptognathodus pnevi* Kozur [Чувазов, Черных, 2011; Черных, 2012], но обсуждение в подкомиссии продолжается, поскольку имеется еще один разрез в Неваде.

Как известно, в МСШ сохранились два яруса нижнего триаса — индский и оленекский, выделенные отечественными стратиграфами. Индский ярус получил GSSP вместе с основанием триасовой системы в Южном Китае (Мейшань) [Yin et al., 2001], тогда как для оленекского его еще нет. Однако Ю.Д. Захаров довольно давно предлагал зафиксировать GSSP последнего в Южном Приморье по появлению аммонитов *Hedenstroemia* и *Meekoceras* [Zakharov, 1994; Захаров и др., 2002].

Рис. 2. Распределение числа ратифицированных GSSP по десятилетиям.



В качестве потенциального кандидата на роль GSSP келловейского яруса (средняя юра) по появлению аммонитов рода *Keplerites* предложен разрез Просек, находящийся в Нижегородской области [Киселев, Рогов, 2007]. В Саратовской области расположен разрез Дубки, который выдвинут как потенциальный эталон для нижней границы оксфордского яруса (верхняя юра) на уровне находок аммонитов *Cardioceras redcliffense* Page, Meléndez et Wright [Kiselev et al., 2013].

Как можно видеть, российские стратиграфы изучили и предложили в качестве кандидатов в GSSP разрезы для 13 ярусов, из них в ближайшее время два (сакмарский и артинский) обретут свои стратотипы на территории России. Можно надеяться на то, что это будут не последние GSSP в России.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАВЕРШЕНИЯ РАБОТЫ НАД МСШ

Работы по фиксации границ подразделений МСШ разворачивались постепенно (рис. 2). В десятилетие 1971—1980 гг. было утверждено только 5 GSSP, на следующем отрезке такой же продолжительности в 1981—1990 г. уже 10, т.е. темпы удвоились. Они еще повысились в период с 1991 по 2000 г., когда было зафиксировано 17 GSSP, но настоящий прорыв случился в начале третьего тысячелетия (2001—2010 гг.), когда были приняты 29 GSSP. Столь быстрый рост эффективности деятельности рабочих групп и подкомиссий объясняется тем, что прежнее руководство МКС поставило задачу к 2008 г. полностью закончить МСШ, хотя это было совершенно нереально, но процесс, безусловно, подстегнуло. После смены руководства МКС работа над выбором GSSP вернулась в традиционное относительно неспешное русло. На это указывает резкое снижение числа утвержденных GSSP после 2008 г. — таких всего 4. Если сохранится темп в 15 GSSP за десять лет, то на завершение формирования МСШ потребуется 20 лет, а если только 10 — то 30 лет. Так что, по-видимому, предстоит еще длительная работа.

Практика показывает, что международная рабочая группа по границе какого-либо яруса, состоящая из активных членов, посещающих большинство наиболее перспективных разрезов, может устойчиво существовать 10—15 лет. Голосующие члены подкомиссий МКС могут состоять ими не более трех сроков подряд (12 лет). Если за это время не удастся принять решение, то большую часть работы приходится начинать заново, поскольку новые члены недостаточно информированы о разрезах-кандидатах или имеют абсолютно новые идеи, и это существенно замедляет весь процесс выбора и утверждения GSSP.

СООТНОШЕНИЕ МСШ И ОСШ РОССИИ

В разработке МСШ участвуют ученые многих стран, поэтому она обычно считается международной, но в юридическом отношении таковой не является, поскольку члены комиссии и подкомиссий не делегированы национальными стратиграфическими органами и выражают свое сугубо индивидуальное мнение, хотя и не свободное от господствующей в стране позиции [Алексеев, 2007]. Отсюда следует, что национальные стратиграфические органы имеют право на собственную трактовку принимаемой ими для своей территории Общей стратиграфической шкалы (ОСШ), как это имеет место в России, обладающей крупнейшей и весьма сложной по геологическому строению территорией. Вместе с тем для осуществления международных проектов, да и в принципе чрезвычайно важно, чтобы различия между ОСШ и МСШ либо совсем отсутствовали, либо были минимальными. Однако достаточно распространена точка зрения, согласно которой отечественная ОСШ может сколь угодно сильно отличаться от МСШ, если это отвечает исторически сложившимся в нашей стране предпочтениям или успешному опыту национальных стратиграфических работ.

История совершенствования отечественной ОСШ показывает, что она постепенно, но неуклонно сближается с МСШ. В частности, расчленение ордовикской и силурийской систем в 2011 и 2012 гг. приведено в полное соответствие с таковым, используемым в МСШ [Сенников, Толмачева, 2012]. Границы ряда ярусов, прежде всего в каменноугольной системе, были скорректированы в соответствии с их объемами в МСШ. Пермская система была разделена на три отдела, хотя и по большей части со своими ярусами. Нижняя граница четвертичной системы перенесена в подошву гелазского яруса.

На данный момент из 95 ярусов фанерозоя ОСШ (без квартера) в МСШ есть 80 и, таким образом, сходство составляет 84 %, что говорит о весьма значительном уровне идентичности при сохранении различий по существу только в двух системах: кембрийской и пермской.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На наших глазах из простого перечня соподчиненных стратонов не ниже системы, каким долгие годы фактически была МСШ фанерозоя, она превращается в реальную глобальную хроностратиграфическую шкалу из 100 ярусов, границы которых или уже зафиксированы с помощью тех или иных маркеров в конкретных разрезах, или находятся на стадии такого обоснования. Процесс согласования позиций учеными из разных стран оказался сложным, иногда мучительным, и не лишенным чуждого науке политического подтекста. Тем не менее геология получает инструмент совершенно иного уровня точности и надежности, какого не было никогда ранее.

Конечно, среди утвержденных GSSP есть такие, которые выбраны в угоду не научным, а конъюнктурным соображениям, противоречащие установленным МКС правилам, но ею же утвержденные, и просто неудачные. Здесь невозможно привести их список, но они в будущем будут пересмотрены или заменены, поскольку МСШ — это не застывший инструмент, а непрерывно совершенствуемая модель геологического времени.

Активное участие отечественных стратиграфов в деятельности международных рабочих групп и подкомиссий (прежде всего каменноугольной, пермской, триасовой и юрской) дало возможность освоить методику современных сверхдетальных комплексных исследований типовых и опорных разрезов, перенести этот опыт на российскую почву, что позволило целый ряд наших разрезов предложить в качестве потенциальных GSSP. На этой основе Т.Н. Корень [2009] предложила фиксировать в России границы отечественных ярусов, не вошедших в МСШ, и даже региональных подразделений (горизонтов), что нашло поддержку в МСК [Захаров, Варламов, 2013].

Автор благодарен А.В. Каныгину за предложение подготовить эту статью, Н.В. Горевой, которая просмотрела рукопись и сделала ряд существенных замечаний, и Д.А. Алексееву за подготовку иллюстраций.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев А.С. Двучленное деление каменноугольной системы // Эволюция биосферы и биоразнообразия. К 70-летию А.Ю. Розанова. М., Товарищество научных изданий КМК, 2006, с. 527—539.

Алексеев А.С. О содержании и функциях «Международной стратиграфической шкалы» // Бюл. МОИП. Отдел геологический, 2007, т. 82, вып. 4, с. 73—79.

Алексеев А.С. Современное состояние Международной стратиграфической шкалы: положительные и отрицательные последствия для Общей стратиграфической шкалы России / Ред. М.А. Федонкин. Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всероссийская конференция. Москва, 23—25 мая 2013 г. М., ГИН РАН, 2013, с. 9—13.

Алексеев А.С., Горева Н.В. Полевое совещание Международной подкомиссии по каменноугольной стратиграфии «Стратотипические разрезы, предлагаемые и потенциальные ТГСГ карбона в России», 11—18 августа 2009 г. // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2010, т. 18, № 5, с. 92—96.

Алексеев А.С., Коссовая О.Л., Горева Н.В. Состояние и перспективы совершенствования общей шкалы каменноугольной системы России // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всероссийская конференция. Москва, 23—25 мая 2013 г. М., ГИН РАН, 2013, с. 165—177.

Граница силура и девона и биостратиграфия силура / Ред. Д.В. Наливкин // Труды III Международного симпозиума. Ленинград, 1968 г. Т. 1. Л., Наука, 1971, 282 с.

Жамойда А.И. О Международной стратиграфической шкале 2000 года // Вестн. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, 2000, № 11, с. 6—11.

Жамойда А.И. Международная стратиграфическая шкала 2000 г. и задачи стратиграфических исследований в России // Постановления МСК и его постоянных комиссий. Вып. 33. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2003, с. 16—22.

Жамойда А.И. Проблемы Международной (Общей) стратиграфической шкалы и ее совершенствование // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2004, т. 12, № 4, с. 3—13.

Жамойда А.И. Ключевые проблемы Международной стратиграфической шкалы (по материалам 32-й сессии МГК и МСК России). СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2005, 30 с.

- Жамойда А.И., Прозоровская Е.Л.** Международная стратиграфическая шкала 2000 года и задачи ее совершенствования // Отечественная геология, 2001, № 4, с. 8—11.
- Захаров В.А., Варламов А.И.** Программа обустройства стратотипов российских ярусов / Ред. М.А. Федонкин // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всероссийская конференция. Москва, 23—25 мая 2013 г. М., ГИН РАН, 2013, с. 14—22.
- Захаров Ю.Д., Шигэта Я., Попов А.М., Сокарев А.Н., Бурый Г.И., Голозубов В.В.** Кандидаты в глобальные стратотипы границы индского и оленекского ярусов нижнего триаса в Южном Приморье // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2002, т. 10, № 6, с. 50—61.
- Киселев Д.Н., Рогов М.А.** Стратиграфия пограничных отложений бата и келловее в разрезе у с. Просек (Среднее Поволжье). Статья 1. Аммониты и инфразональная стратиграфия // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2007, т. 15, № 5, с. 42—73.
- Корень Т.Н.** Международная стратиграфическая шкала докембрия и фанерозоя: принципы построения и современное состояние (по материалам 33-й сессии МГК, август 2008 г., Осло). Двадцатые научные чтения памяти академика А.П. Карпинского. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2009, 38 с.
- Лазарев С.С.** Стратиграфический кодекс или кодекс стратиграфической номенклатуры // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1999, т. 9, № 2, с. 102—110.
- Лазарев С.С.** Метод «золотого гвоздя»: возможно ли совмещение времени геологического и физического // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2003, т. 11, № 5, с. 111—116.
- Мартинссон А.** Ярусы пересмотренной силурийской системы. Граница силура и девона и биостратиграфия силура. Труды III Международного симпозиума. Ленинград, 1968 г. Л., Наука, 1971, т. 1, с. 150—157.
- Розанов А.Ю., Семихатов М.А., Соколов Б.С., Федонкин М.А., Хоментовский В.В.** Решение о выборе стратотипа докембрия и кембрия: прорыв в проблеме или ошибка? // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1997, т. 5, № 1, с. 21—31.
- Розанов А.Ю., Хоментовский В.В., Шабанов Ю.А., Карлова Г.А., Варламов А.И., Лучинина В.А., Пегель Т.В., Демиденко Ю.Е., Пархаев П.Ю., Коровников И.В., Скорлотова Н.А.** К проблеме ярусного расчленения нижнего кембрия // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2008, т. 16, № 1, с. 3—21.
- Розанов А.Ю., Шабанов Ю.А., Пегель Т.В., Раевская Е.Г., Пархаев П.Ю., Журавлев А.Ю., Гамес Винтанед Х.А., Ергалиев Г.Х.** XIII Международная полевая конференция рабочей группы по ярусному расчленению кембрийской системы (Сибирская платформа, Западная Якутия) // Палеонтологический журнал, 2009, № 3, с. 108—112.
- Семихатов М.А.** Современные концепции общего расчленения докембрия: анализ // Изв. АН СССР. Сер. геологическая, 1991, № 8, с. 3—13.
- Семихатов М.А.** Новейшие шкалы общего расчленения докембрия: сравнение // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1993, т. 1, № 1, с. 6—20.
- Сенников Н.В., Толмачева Т.Ю.** Предложение по приведению в соответствие ярусной номенклатуры ордовика в Общей стратиграфической шкале, применяемой на территории России, с официально принятой новой ярусной номенклатурой ордовика в Международной стратиграфической шкале // Постановления МСК и его постоянных комиссий. Вып. 41. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 2012, с. 12—19.
- Сенников Н.В., Толмачева Т.Ю.** Хроностратиграфическое положение границ нового международного ярусного стандарта ордовика // Бюл. МОИП. Отдел геологический, 2013, т. 88, вып. 1, с. 27—40.
- Соколов Б.С.** Современное состояние вопроса о границе силура и девона // Рефераты докладов к III Международному симпозиуму по границе силура и девона и стратиграфии нижнего и среднего девона. Л., ВСЕГЕИ, 1968, с. 177—184.
- Соколов Б.С.** Современное состояние вопроса о границе силура и девона / Ред. Д.В. Наливкин // Граница силура и девона и биостратиграфия силура. Труды III Международного симпозиума. Ленинград, 1968 г. Л., Наука, 1971, т. 1, с. 5—10.
- Соколов Б.С.** Биохроностратиграфия и эволюция биосферы. К 200-летию стратиграфической палеонтологии // Палеонтология и совершенствование стратиграфической основы геологического картографирования. Материалы LV сессии Палеонтологического общества при РАН (6—10 апреля 2009 г., Санкт-Петербург). СПб., 2009, с. 3—8.
- Соколов Б.С.** Геологическое или палеобиосферное время и стратиграфия // Эволюция органического мира и биотические кризисы. Материалы LVI сессии Палеонтологического общества при РАН (5—9 апреля 2010 г., Санкт-Петербург). СПб., РАН, 2010, с. 3—7.
- Стратиграфия** нижнего и среднего девона / Ред. Д.В. Наливкин // Труды III Международного симпозиума. Ленинград, 1968 г. Т. 2. Л., Наука, 1973, 311 с.

Черных В.В. Конодонтовые биохроно типы нижней границы кунгурского яруса на Урале / Ред. С.Л. Вотяков // Ежегодник-2011. Труды Института геологии и геохимии УрО РАН. Вып. 159. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2012, с. 27—32.

Чувашов Б.И., Черных В.В. Разрез Мечетлино (Южный Урал) — потенциальный лимитотип нижней границы кунгурского яруса // ДАН, 2011, т. 441, № 5, с. 657—660.

Alekseev A.S., Goreva N.V., Isakova T.N., Kossovaya O.L., Lazarev S.S., Davydov A.E. Gzhel section. Stratotype of Gzhelian Stage / Eds. A.S. Alekseev, N.V. Goreva // Type and reference Carboniferous sections in the south part of the Moscow Basin. Field trip guidebook, August 11—12, 2009 of the International Field Meeting of the I.U.G.S. Subcommission on Carboniferous Stratigraphy «The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia». Moscow: Borissiak Paleontological Institute of RAS, 2009, p. 115—137.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S. Usolka section (southern Urals, Russia): a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage in the global chronostratigraphic scale // *Geologija*, 2006, v. 49, № 2, p. 205—217.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S., Henderson C.M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian) // *Permophiles*, 2013, № 58, p. 16—26.

Chuvashov B.I., Chernykh V.V., Shen S., Henderson C.M. Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Artinskian Stage (Lower Permian) // *Permophiles*, 2013, № 58, p. 26—34.

Cowie J.W. Guidelines for boundary stratotypes // *Episodes*, 1986, v. 9, № 1, p. 78—82.

Davydov V.I., Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Schmitz M., Snyder W.S. Faunal assemblage and correlation of Kasimovian-Gzhelian transition at Usolka section, Southern Urals, Russia (a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage) // *Stratigraphy*, 2008, v. 5, № 2, p. 113—135.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. The Geologic Time Scale 2012. Amsterdam et al., Elsevier, 2012, v. 1, 2. XVIII+1144 p.

Hofmann H.J. New Precambrian time scale: Comments // *Episodes*, 1992, v. 15, № 2, p. 122—123.

International Stratigraphic Guide / Ed. H.D. Hedberg. New York-London-Sydney-Toronto, John Wiley & Sons, 1976, 200 p.

International Stratigraphic Guide — An abridged version / Eds. M.A. Murphy, A. Salvador // *Episodes*, 1999, v. 22, № 4, p. 255—271.

Kiselev D., Rogov M., Glinskikh L., Guzhikov A., Pimenov M., Mikhailov A., Dzyuba O., Matveev A., Tesakova E. Integrated stratigraphy of the reference sections for the Callovian-Oxfordian boundary in European Russia // *Volumina Jurassica*, 2013, v. 11, № 11, p. 59—96.

Lazarenko N.P., Gogin I.Y., Pegel T.V., Abaimova G.P. The Khos-Nelege section of the Ogon'or Formation: a potential candidate for the GSSP of Stage 10, Cambrian System // *Bull. Geosci.*, 2011, v. 86, № 3, p. 555—568.

Molina E., Alegret L., Arenillas I., Arz J.A., Gallala N., Hardenbol J., von Salis K., Steurbaut E., Vanderberghe N., Zaghib-Turki D. The Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Danian Stage (Paleocene, Paleogene, «Tertiary», Cenozoic) at El Kef, Tunisia: original definition and revision // *Episodes*, 2006, v. 29, № 4, p. 263—273.

Molina E., Alegret L., Arenillas I., Arz J.A., Gallala N., Grajales-Nishimura J.M., Murillo-Muñe-tón G., Zaghib-Turki D. The Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Danian Stage (Paleocene, Paleogene, «Tertiary», Cenozoic): auxiliary sections and correlation // *Episodes*, 2009, v. 32, № 2, p. 84—95.

Nikolaeva S.V., Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Kochetova N.N., Konovalova V.A. Paleontology and microfacies of the Serpukhovian in the Verkhnyaya Kardailovka Section, South Urals, Russia: potential candidate for the GSSP for the Viséan-Serpukhovian boundary // *Newsletters on Stratigraphy*, 2009, v. 43, № 2, p. 165—193.

Odin G., Lamaurelle M.A. The global Campanian—Maastrichtian stage boundary // *Episodes*, 2001, v. 24, № 4, p. 229—238.

Plumb K.A. New Precambrian time scale // *Episodes*, 1991, v. 14, № 2, p. 139—140.

Remane J., Basset M.G., Cowie J.W., Gohrbandt K.H., Lane H.R., Michelsen O., Wang N. Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by the International Commission on Stratigraphy (ICS) // *Episodes*, 1996, v. 19, № 3, p. 77—81.

Schmitz B., Pujalte V., Molina E., Monechi S., Orue-Etxebarria X., Speijer R.P., Alegret L., Apellaniz E., Arenillas I., Aubry M.-P., Baceta J.-I., Berggren W.A., Bernaola G., Caballero F., Clemmensen A., Dinarès-Turell J., Dupuis C., Heilmann-Clausen C., Orús A.H., Knox R., Martín-Rubio M., Ortiz S., Pay-

ros A., Petrizzo M.R., von Salis K., Sprong J., Steurbaut E., Thomsen E. The Global Stratotype Sections and Points for the bases of the Selandian (Middle Paleocene) and Thanetian (Upper Paleocene) stages at Zumaia, Spain // *Episodes*, 2011, v. 34, № 4, p. 220—243.

Walker M., Johnsen S., Rasmussen S.O., Steffensen J.-P., Popp T., Gibbard P., Hoek W., Lowe J., Andrews J., Björck S., Cwynar L., Hughen K., Kershaw P., Kromer B., Litt T., Lowe D.J., Nakagawa T., Newnham R., Schwander J. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period) in the NGRIP ice core // *Episodes*, 2008, v. 31, № 2, p. 264—267.

Yin H., Zhang K., Tong J., Yang Z., Wu S. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic boundary // *Episodes*, 2001, v. 24, № 2, p. 102—114.

Zakharov Y.D. Proposals on revision of the Siberian standard for the Lower Triassic and candidate stratotype section and point for the Induan-Olenekian boundary // *Albertiana*, 1994, v. 14, p. 44—51.

*Поступила в редакцию
19 мая 2014 г.*