



Т. Н. КОРЕНЬ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ
СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА
ДОКЕМБРИЯ И ФАНЕРОЗОЯ:
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ
И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**

— **САНКТ-ПЕТЕРБУРГ** ♦ 2009 —

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ (РОСНЕДРА)
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А. П. КАРПИНСКОГО
(ВСЕГЕИ)

Т. Н. КОРЕНЬ

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ
ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ И ФАНЕРОЗОЯ:
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ
И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

(по материалам 33-й сессии МГК,
август 2008, Осло)

Двадцатые научные чтения
памяти академика А. П. Карпинского



Издательство ВСЕГЕИ
Санкт-Петербург ◆ 2009

Международная стратиграфическая шкала докембрия и фанерозоя: принципы построения и современное состояние. Т. Н. Корень. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 40 с., сп. лит. 39 наим. (Роснедра, ВСЕГЕИ)

ISBN 978-5-93761-131-4

ISBN 978-5-93761-131-4

© Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, 2009
© Корень Т. Н., 2009

Начиная со 2-й сессии Международного геологического конгресса (МГК, Болонья, 1882), академик А. П. Карпинский был активным организатором и участником работ комиссий по составлению геологических карт. Его статья «Опыт систематизации унифицированных графических обозначений в геологии», написанная в связи с нуждами мировой геологической картографии, получила вторую премию, и в итоге на 2-й сессии МГК раскраска систем мезозоя и кайнозоя была утверждена по А. П. Карпинскому. Он также стоял у истоков создания первых глобальных стратиграфических шкал, поэтому на научных чтениях, посвященных его памяти, мы обращаемся к этой теме. Так, в 2005 г. А. И. Жамойда сделал исчерпывающий обзор проблемы становления и состояния Международной стратиграфической шкалы (МСШ-2004). В предлагаемом вашему вниманию докладе будет рассмотрена последняя версия МСШ-2008, подготовленная к 33-й сессии МГК.

Для справки следует упомянуть, что в качестве стандартных шкал для межрегиональной корреляции до 70-х годов прошлого столетия использовались в основном различные последовательности или комбинации различных последовательностей западно-европейских, британских, для кембрия — сибирских региональных ярусов. С конца 70-х годов по настоящее время в СССР — России в качестве стратиграфического стандарта принята Общая стратиграфическая шкала (ОСШ), утвержденная Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК) РФ. Она является обязательной при создании Государственных геологических карт масштабного ряда от 1 : 50 000 до 1 : 1 000 000. ОСШ постоянно уточняется и совершенствуется по мере накопления новых данных, а в последнее десятилетие — также в связи с разработкой МСШ. На сегодня в ней отражены те нововведения глобальной шкалы, которые мы можем принять и использовать на нашей территории.

Идея разработки согласованной и формально утверждаемой МСШ возникла вскоре после организации Международного союза геологических наук (МСГН), Международной комиссии по стратиграфии (МКС) и ее подкомиссий, первым председателем



Рис. 1. Структура Международной комиссии по стратиграфии (МКС)

которой был В. В. Меннер. Вскоре, после утверждения в 1972 г. границы силура – девона, все полномочия по разработке шкалы перешли к этим международным организациям (рис. 1).

Принципы построения МСШ

МСШ регламентирует названия, последовательность и границы подразделений, определенных на основе утверждения глобальных стратотипических разрезов и точек (GSSP, ГСРТ*). Наиболее часто употребляются следующие названия: международная стратиграфическая шкала, международная шкала геологического времени, международная хроностратиграфическая шкала, глобальный стратиграфический стандарт или глобальная хроностратиграфическая шкала. Для докембрия чаще употребляется второе название, так как шкала основывается на хронометрическом подходе и утверждении глобальных стандартов стратиграфического времени (GSSA, GCCB). Для шкалы фанерозоя в русскоязычной литературе чаще употребляется первое название, в последнее время – также второе.

Иерархический ряд подразделений докембрия составляют эон, эра и период; фанерозоя – эонотема, эратема, система, отдел (серия) и ярус. В некоторых стратиграфических интервалах (живетский-фаменский ярусы девона, визейский ярус карбона и др.) начаты исследования по выделению подъярусов. Определение «международная» по отношению к шкале означает глобальную применимость ее подразделений. Все решения по раз-

* Регион. геология и металлогени, 2009, № 37, с. 17.

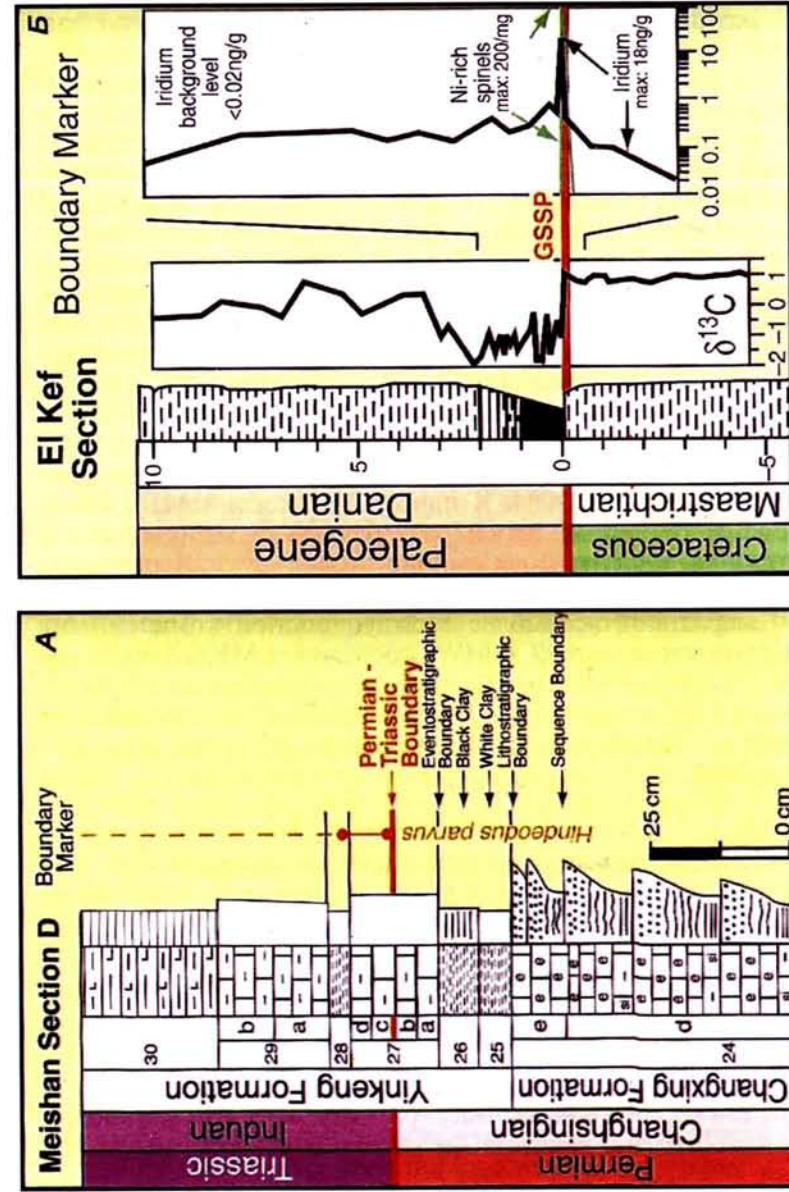


Рис. 2. Примеры глобальных стратотипов и точек границ систем

А – основание индского яруса и триасовой системы, разрез Мейшань в Китае;
 Б – основание датского яруса и палеогеновой системы, разрез Эль-Кеф, Тунис (Ogg et al., 2008, Fig. 10.3, 13.3)

работке МСШ готовятся подкомиссиями по конкретным системам, утверждаются МКС и ратифицируются МСГН. В качестве границ ярусов выбираются рубежи, фиксируемые по появлению в точке какого-либо разреза определенного признака, но для максимальной изохронности – в сочетании с другими признаками физической или химической природы (рис. 2). Подразделения МСШ имеют временное или хроностратиграфическое значение: «породы, образовавшиеся в течение данного времени», а не «время образования пород». В шкале указаны геохронологические датировки границ. МСШ служит эталоном корреляции региональных шкал и не предназначена для расчленения и корреляции разрезов. Для этих целей мы используем региональные и местные стратиграфические шкалы. Согласно рекомендациям Комиссии по геологической карте мира (CGMW) и МСК РФ, эта шкала является обязательной для использования в международных проектах по составлению обзорных геологических карт на крупные области Земли.

Разработка и детализация МСШ считается основным достижением глобальной стратиграфии за период, прошедший со времени 32-й сессии МГК-2004. К началу 33-й сессии МГК были опубликованы основные итоги разработки МСШ (Ogg et al., 2008), также выпущены информационные листки и плакаты. Проблемы стратиграфии докембрия и фанерозоя рассматривались на Генеральной ассамблее Международной комиссии по геологической карте мира (CGMW), заседаниях МКС, ряда подкомиссий по геологическим системам и подкомиссии по стратиграфической классификации и номенклатуре, на симпозиуме «Современное состояние шкалы геологического времени», (Корень, Грундан, 2009).

Интеграция стратиграфических методов при построении МСШ фанерозоя

Большое внимание на конгрессе при обсуждении современного состояния МСШ фанерозоя было уделено современным методам, технологиям и инструментарию стратиграфических исследований. Особое место заняли проблемы создания астрономических временных шкал для позднего мезозоя и кайнозоя и их интеграции с глобальными биостратиграфическими стандартами, магнитостратиграфическими шкалами и изотопными датировками.

Классический биостратиграфический (биозональный) метод, основанный на эволюционных последовательностях ортостратиграфических групп фауны, по-прежнему является основным и

наиболее надежным для определения глобальных подразделений геологических систем фанерозоя. Изучению динамики биоразнообразия отдельных групп организмов и экосистем в целом значительно способствовало повышение точности определения диапазонов распространения диагностических таксонов в результате развития различных технологий, в первую очередь компьютерных. С помощью графической корреляции и количественной стратиграфии, с учетом известных изотопных датировок, строятся сводные биозональные стандарты и вычисляется продолжительность биостратиграфических зон. Возраст событийных корреляционных уровней и ярусных границ, расположенных между изотопно датированными горизонтами, интерполируется по положению в составном разрезе методами графической корреляции. Проводится корреляция с кривыми магнитных аномалий и орбитальными циклами с помощью различных статистических методов. Все это в сочетании с таксономическими ревизиями повышает надежность определения и соответственно корреляционный потенциал уровней первого появления таксонов, выбираемых для определения границ подразделений.

Развитие циклостратиграфии и увязка цикличности седиментации с вариациями астрономических факторов для неогена показали исключительно высокие возможности для уточнения шкалы геологического времени. Квазипериодические осцилляции земной орбиты (прецессия и эксцентриситет) и наклона оси были главным фактором климатических изменений прошлого, которые запечатлены в осадочных последовательностях (Strasser et al., 2006; 2008) (рис. 3, 4). Хорошо выраженные последовательности осадочных циклов, соответствующие таким осцилляциям, были соотнесены с высокоточными астрономическими моделями. Эти модели дают возможность отсчета времени назад в годах от 1 февраля 2000 г. на сотни миллионов лет. На таких скалиброванных циклических последовательностях строится астрономическая временная шкала (АВШ) (Hinnov, Ogg, 2008; Locklair et al., 2008). Создание непрерывной глобальной АВШ для неогена, палеогена и частично для мезозоя (для последних 250 млн лет геологической истории Земли) рассматривается как важнейшее достижение современной научной геологии (Hinnov, Ogg, 2008; Hinnov, Locklair, Ogg, 2008; Locklair, Hinnov, Ogg, 2008). Для неогена и квартала АВШ создана путем увязки данных по климатической цикличности и орбитальных факторов с учетом датировок возраста по Ar-Ar методу (Hilgen et al., 2008). Для более древних отрезков геологического прошлого «плавающие» АВШ дают хорошее разрешение в определенных стратиграфических интервалах, даже если для них имеются сомнительные изотопные датировки. АВШ позволяет осуществ-

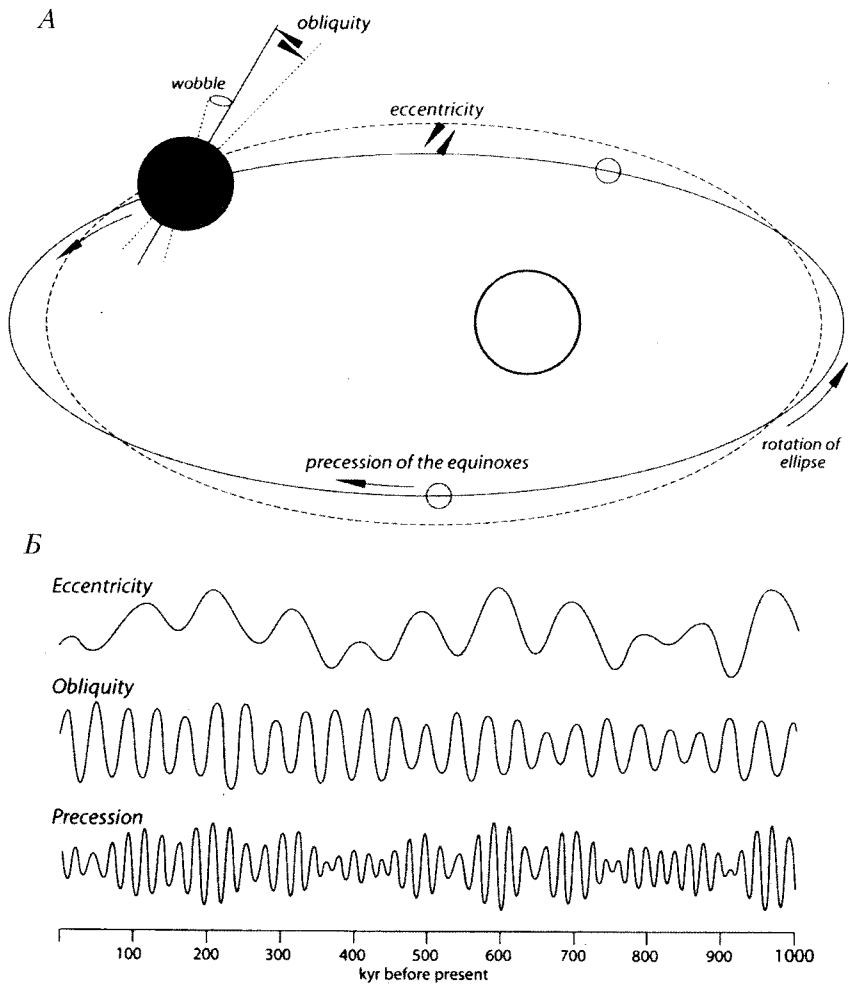


Рис. 3. Астрономические переменные, контролирующие солнечную инсоляцию, определяемую вращением Земли вокруг Солнца и своей оси (А). Астрономические факторы образования ритмической последовательности в осадочных толщах (Б), значения эксцентриситета, наклона оси и прецессии в течение последнего миллиона лет (Strasser et al., 2006, figs 1, 3, частично)

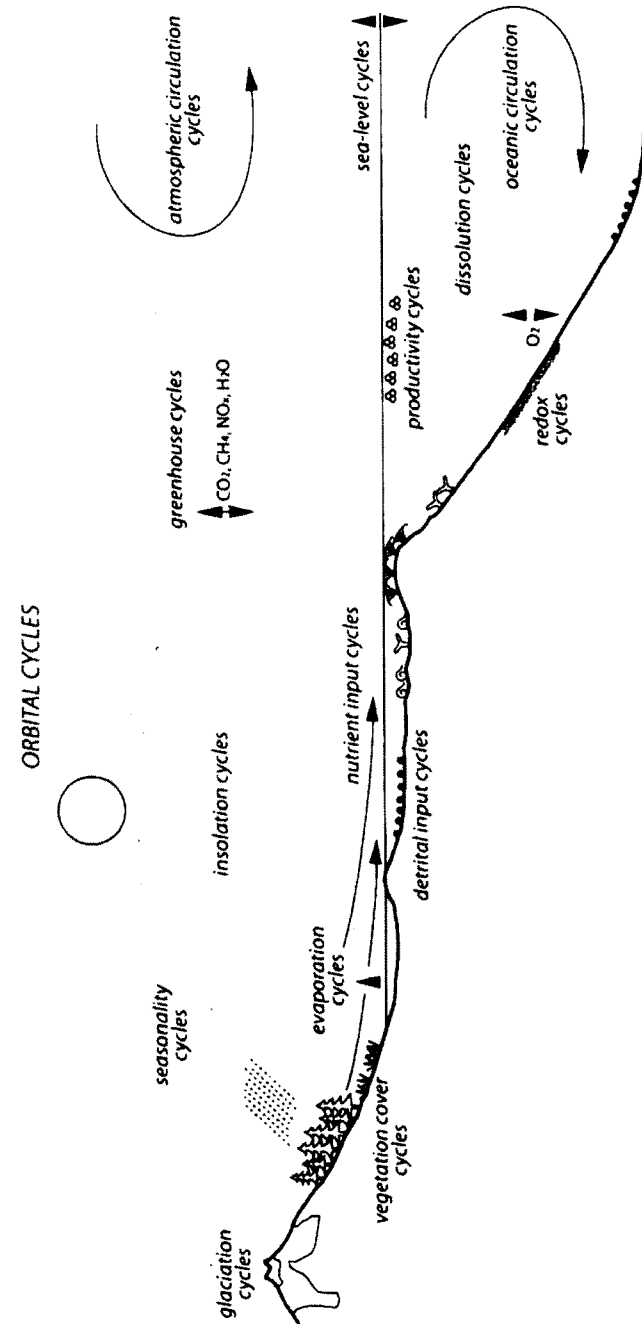


Рис. 4. Схема, показывающая сложные взаимоотношения атмосферных, океанических, осадочных, седиментационных и биологических систем, на которые влияют изменения солнечной инсоляции (Strasser et al., 2006, fig. 4)

лять более точную корреляцию континентальных и океанических разрезов. Такая шкала может служить надежным хронологическим инструментом глобальных корреляций, независимым от радиометрических данных. Она превышает разрешающую способность глобальной шкалы геологического времени и может быть использована для ее уточнения. Стратиграфическая непрерывность шкалы дает возможность измерять с большой точностью отрезки времени, заключенные между пепловыми прослоями, датированными методами современной геохронологии. Использование АВШ позволяет проводить более точную корреляцию морских и континентальных разрезов, определять скорости спрединга океанического дна, скорости формирования нефтематеринских пород, датировать океанические бескислородные события мела, оценивать темпы биотического вымирания, а также прогнозировать изменения климата (Ogg et al., 2008). Имеются достижения по уточнению временной шкалы карбона и перми в результате калибровки и интеграции цикличности, изотопных определений и биостратиграфических данных (Davydov et al., 2004; Menning et al., 2008).

Удалось установить тесные связи между геохронологами, палеонтологами и стратиграфами, работающими по ключевым интервалам МСШ, требующим высокой разрешающей способности подразделений. Проводятся эксперименты по ликвидации расхождений данных определения возраста U-Pb методом, сделанного в различных лабораториях, и созданию специальных статистических компьютерных программ преобразования и унификации данных (U-Pb Redox). Специалисты, применяющие Ag-Ag метод, также начали координировать результаты, полученные разными лабораториями, и пытаются создать единые стандарты по сбору, обработке и представлению данных (Ogg et al., 2008).

В корреляции мезозойских и кайнозойских морских разрезов все большее значение приобретает выделение хронов геомагнитной полярности, проводится их увязка с астрономическими данными в комплексе с биотическими и абиотическими маркирующими уровнями для всего мезозоя и кайнозоя. Интервалы магнитной полярности (прямой или обратной) в течение последних 35 млн лет имеют среднюю продолжительность около 300 000 лет. Это дает возможность создания временной шкалы магнитной полярности, датированной радиометрическими методами и/или соотнесенной с АВШ. Такая интегрированная шкала является инструментом расчленения и корреляции осадочных и вулканических отложений, сформированных в различных обстановках – континентальных, озерных и морских. Этот метод, традиционно эффективный для кайнозоя, охватил и мезозой; создаются шкалы и используются глобальные уровни сме-

ны магнитной полярности для верхнего палеозоя (Храмов, 1967; Молостовский, 2005; Menning et al., 2006). Однако магнитостратиграфия должна использоваться только в сочетании с другими методами интегрированной стратиграфии.

Трансгрессивно-регрессивные мегациклы эвстатической природы за последнее десятилетие выделяются и используются для всего фанерозоя, ранее – в основном только для мезозоя и кайнозоя (Ogg et al., 2008, figs 5.4–9.4).

В межрегиональных корреляциях стали в значительно большей степени учитывать геохимические данные по соотношению стабильных изотопов углерода ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), кислорода ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) и стронция ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$). Соотношения изотопов стронция дают хорошие результаты для корреляций циклов ледниковий и межледниковий и реконструкции частых эвстатических колебаний уровня моря в позднем кайнозое. Однако для подтверждения синхронности таких колебаний, как и в случае использования горизонтов туфовых пеплов, требуется независимый контроль другими методами, и в особенности биостратиграфическим. Достигнуты успехи в ревизии известных и получении новых изотопных датировок, особенно по разрезам, в которых имеются бентониты, ассоциирующие с надежными биостратиграфическими уровнями.

Степень интеграция методов для разных интервалов шкалы не одинакова, однако непреложными для всего фанерозоя являются интеграция с биостратиграфическим методом и постоянный контроль всех стратиграфических построений биостратиграфическими данными.

Создаются базы данных, включающие высокоразрешающие радиометрические датировки и данные по детальной интегрированной стратиграфии верхнего палеозоя – нижнего мезозоя. В связи с подготовкой МСШ в течение двух последних лет МКС создана программа «Time Scale-Creator», которая позволяет для любых интервалов шкалы геологического времени сводить и коррелировать региональные стратиграфические схемы (Ogg et al., 2008). В ней содержатся уровни, датированные биотическими, магнитостратиграфическими, геохимическими и другими маркерами, а также глобальные и региональные последовательности биостратиграфических зон по различным группам ископаемых организмов. К началу 33-й сессии МГК завершено введение всей последовательности биостратиграфических зон по различным группам фауны и флоры (около 8 тыс. подразделений), используемых для расчленения и корреляции фанерозоя на территории России (Зональная стратиграфия..., 2006). Система открыта для пополнения, уточнения и интеграции информации в режиме on-line.

Современное состояние международных стратиграфических шкал докембрия и фанерозоя

Прошедшее десятилетие было самым активным периодом работы МКС по созданию МСШ докембрия и фанерозоя. Определение подразделений этих шкал осуществлялось на единых принципах: для докембрия был использован хронометрический подход, для фанерозоя – хроностратиграфический. Активно работали все подкомиссии по геологическим системам, был получен обширный региональный материал по детальной стратиграфии пограничных отложений смежных подразделений.

Докембрий. Трудности разработки хроностратиграфической шкалы докембрия связаны с относительно однообразной и обычно плохой сохранности ископаемой биотой, незначительным объемом осадочных пород, высокой степенью метаморфизма и тектонической нарушенности отложений. Все это обусловило отличный от фанерозоя подход к разработке глобальных подразделений, так как основным методом корреляции отложений является изотопное датирование по вулканическим и изверженным породам, присутствующим в докембрийских комплексах. Поэтому в 1990 г. МСГН ратифицировал рекомендации Международной подкомиссии по стратиграфии докембрия (МПД) относительно хронометрического определения подразделений архейского и протерозойского эонов. Было решено определить границы округленными значениями (в млн лет) или *глобальными стандартными стратиграфическими возрастными* (GSSA, GCCB) и пользоваться этой шкалой, пока реальные породные комплексы и обуславливающие их события не будут распознаны и скоррелированы на основе специфических характеристик их геологической истории (Van Kranendonk et al., 2008).

В шкале геологического времени докембрия выделены два эона – *архейский* с расчленением на четыре эры и *протерозойский* в составе трех эр: *палеопротерозойской*, *мезопротерозойской* и *неопротерозойской*, расчлененных на периоды приблизительно равной продолжительности (рис. 5). В номенклатуре периодов нашли отражение основные тектонические и седиментологические особенности (рис. 6), характерные для данных отрезков времени (Van Kranendonk et al., 2008, Table 3.1). Начало протерозойского эона (2,5 млрд лет) приблизительно отвечает времени, когда гранитно-зеленокаменная кора была уже сформирована, а кислород, появившийся в результате жизнедеятельности цианобактерий, начал существенно менять атмосферу Земли и гео-

химические характеристики океана. К этому рубежу приурочена смена прокариот более сложными одноклеточными организмами – эукариотами.

На 33-й сессии МГК на симпозиумах по стратиграфии и палеонтологии проблемам МСШ докембрия было посвящено большое количество докладов (Корень, Грундан, 2009; Корень, 2009). Отмечалось, что с начала 90-х годов была накоплена огромная новая информация по докембрийским структурам, геобиологии этого стратиграфического интервала, а также сделаны тысячи новых прецизионных U-Pb датировок по цирконам. Другим инструментом корреляции немых докембрийских пород стали выявленные экскурсы стабильных изотопов углерода в ассоциации с трендами соотношений изотопов серы и стронция. Чрезвычайно важным достижением последних декад является разнообразная новая информация по цианобактериям и микроорганизмам, полученная по верхнеархейским и протерозойским отложениям. Стали доступными обширные данные по органотенным микрофоссилиям, в частности по акритархам для всего протерозоя, а для позднего неопротерозоя (эдиакария) по этой группе была разработана зональность. Новые данные по морфологии, таксономии, географическому и стратиграфическому распространению эдиакарской фауны позволяют проводить биостратиграфическое расчленение и корреляцию верхнеэдиакарских (верхневендских) отложений.

Все это предполагает реальные возможности для выделения и обоснования естественноисторических подразделений глобальной докембрийской шкалы на основе крупных тектонических, биологических и геохимических событий с возможным установлением стратотипов границ для подразделений большей части этого интервала. Первой такой границей стало основание эдиакарской системы, стратотипический разрез которой обнажается по руч. Энорама в средней части хр. Флиндерс в Юж. Австралии (Knoll et al., 2006). Она маркируется глобальным распространением карбонатного осадконакопления вместе с отчетливыми постоянными изменениями изотопов углерода после завершения оледенения (рис. 7). В настоящее время основной задачей МПД является выбор глобального стратотипического разреза и точки (ГСРТ) границы криогения.

Граница палеоархея может быть определена в непрерывной последовательности на кратоне Пилбара, Зап. Австралия. Здесь обнажены широко распространенные автохтонные породы низкой стадии метаморфизма с возрастом 3,49 млрд лет, в которых обнаружены наиболее древние следы жизни в виде ископаемых строматолитов и керогена. Основание строматолитовой формации Дрессер может быть потенциальной границей эратемы.

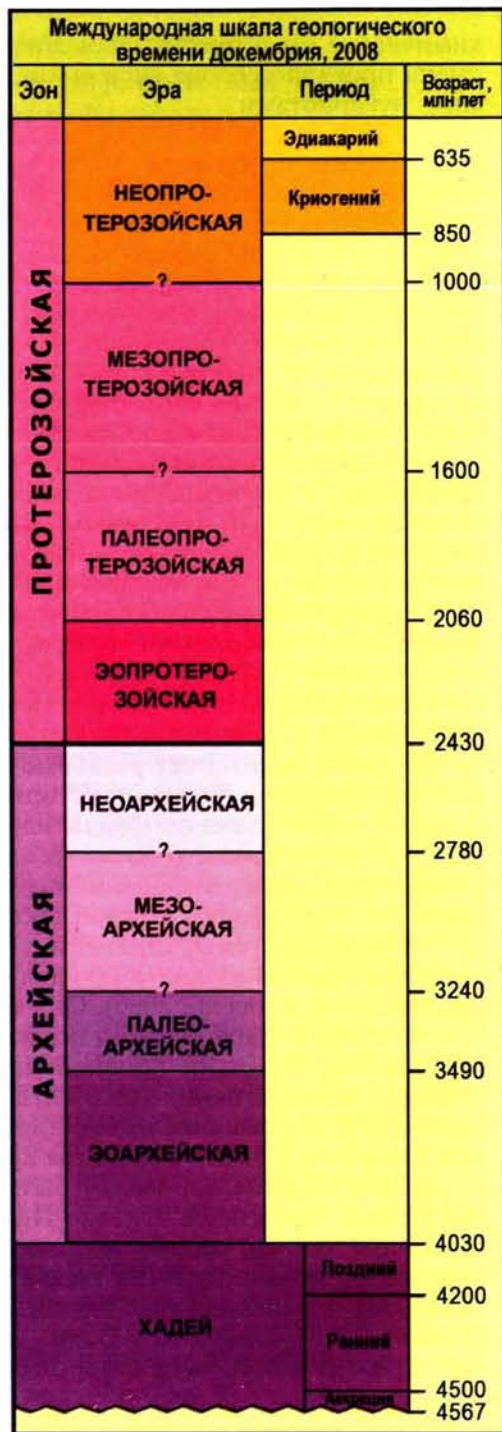
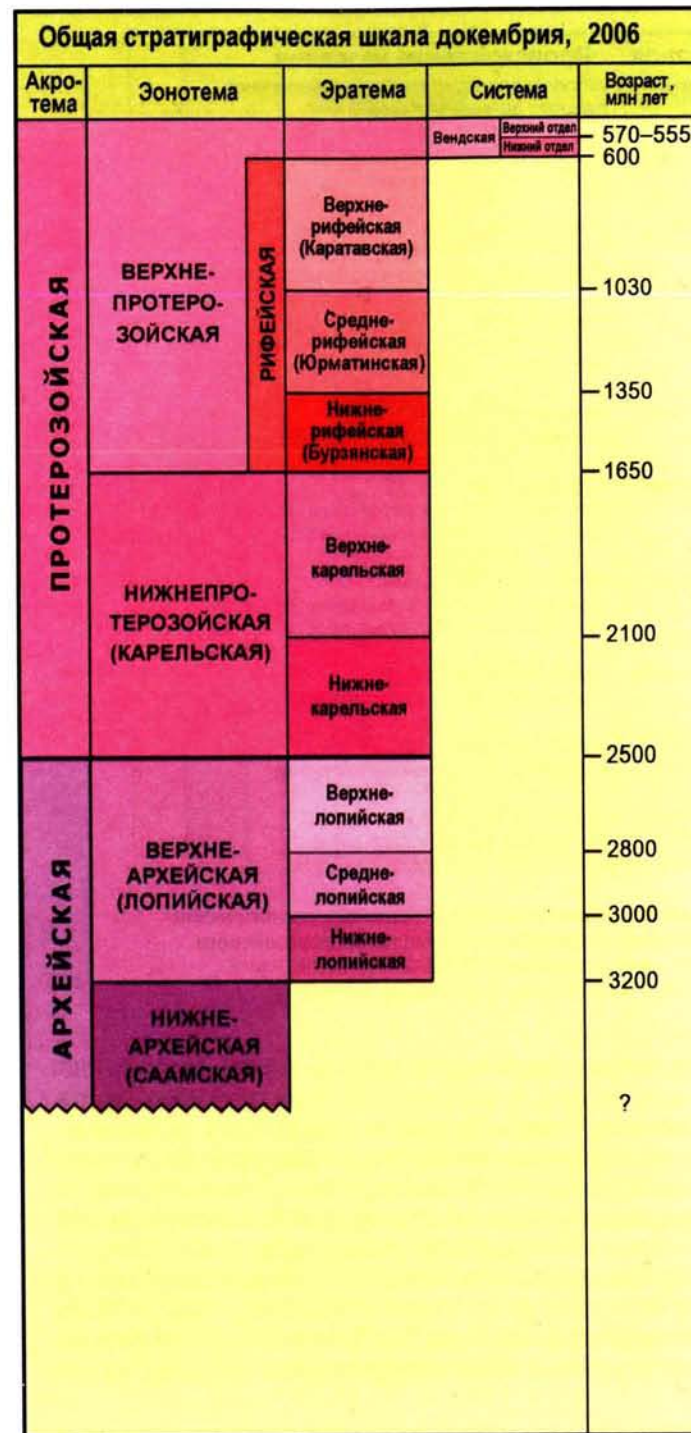


Рис. 5. Соотношение Международной и Общей стратиграфических шкал докембрия, по состоянию на 2008 г.



Эра	Период	Происхождение названия
Неопротерозой	Эдиакарий 630	по племени австралийских аборигенов расцвет ранних Metazoa
	Криогений 850	<i>cryos</i> =лед, <i>genesis</i> =рождение глобальное оледенение
	Тоний 1000	<i>tonas</i> =растяжение расширение платформ, кратонизация полиметаморфических подвижных поясов
Мезопротерозой	Стений 1200	<i>stenos</i> =узкий распространение узких поясов интенсивного метаморфизма и деформация
	Эктазий 1400	<i>ectasis</i> =растяжение распространение чехлов платформ на щитах
	Кольмий 1600	<i>colymma</i> =чехол дальнейшее распространение чехлов платформ и возникновение новых платформ
Палеопротерозой	Статерий 1800	<i>statheros</i> =стабильный стабилизация кратонов и окончательная кратонизация складчатых поясов
	Орозирий 2005	<i>orosira</i> =горный хребет глобальный орогенный период
	Рясий 2300	<i>rhyax</i> =лавовый поток внедрение расслоенных интрузий
	Сидерий 2500	<i>sideros</i> =железо обилие железистых кварцитов

Рис. 6. Происхождение названия и основные геологические процессы, характеризующие периоды протерозойского зона докембрия МСШ-2004, 2008 (Van Kranendonk et al., 2008, Table 3.1)

Независимо от принятого в настоящее время возраста архейско-протерозойской границы, равного 2,5 млрд лет, хемо- и литостратиграфическая граница в будущем может быть установлена в кровле железистых формаций группы Хамерсли на кратоне Пилбара. Она также может быть определена по исчезновению сигналов изотопов серы в осадочных породах Гуронской супергруппы Канады, а также в основании или кровле глобально распространенных ледниковых отложений, которые маркируют этот переходный интервал (Van Kranendonk et al., 2008). МПД рассматривает возможность выбора ГСРТ границ в конкретных разрезах и на определенных стратиграфических уровнях также

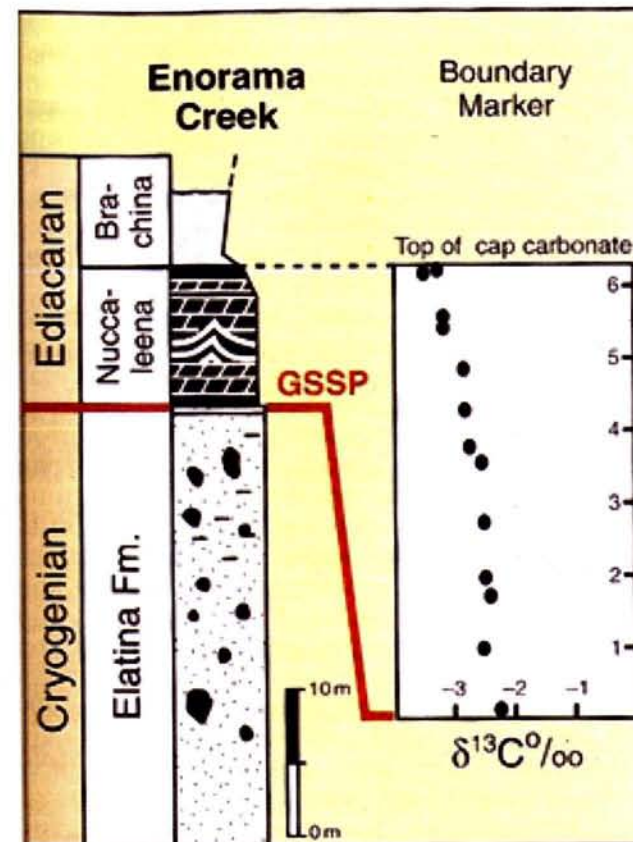


Рис. 7. Стратотипический разрез и точка (ГСРТ) границы эдиакария в центральной части хр. Флиндерс, Юж. Австралия (Van Kranendonk et al., 2008, Fig. 3.4)

для границ других эратем, для которых проведена ревизия изотопного возраста.

Особое место в обсуждениях заняли возможности использования биостратиграфических методов при выделении и корреляции глобальных подразделений мезопротерозоя и неопротерозоя МСШ. В одном из докладов рассматривалась возможность создания биостратиграфической последовательности мезопротерозоя (Sharma, 2008). Были проанализированы кремнистые микрофоссилии прибрежных приливно-отливных обстановок, известные в Китае, Гренландии, Индии, Сев. Америке, Сибири и на Урале. В мезопротерозойских толщах выделены три после-

довательные ассоциации. Две из них характерны для раннего мезопротерозоя. Первая состоит из строящих маты энтофизалиевых водорослей, эллипсоидальных акинет и кокоидных форм. Вторая включает нитчатые цианобактерии, также образующие маты, эукариотные микроорганизмы типа сфероморфных акритарх и ветвящиеся строматолиты. Третья характерна для открытошельфовых фаций позднего мезопротерозоя. Для нее, помимо микрофоссилий, строящих маты, и стебельковых цианобактерий также характерны новые цианобактерии, красные водоросли и акантоморфные акритархи.

Достигнут очевидный прогресс в биостратиграфическом расчленении неопротерозойских отложений, корреляция которых преимущественно основывалась на данных хемотратиграфии, событийной стратиграфии (импакты, эпизоды оледенения, активизация вулканической активности и др.) и магнитостратиграфии. На рубеже криогения и эдиакария появляется эдиакарский комплекс акантоморфной палинофлоры в ассоциации с красными водорослями и спиральными цианобактериями (Sergeev, 2008). К началу позднего эдиакария акантоморфная палинофлора исчезает, и биота характеризуется нитчатыми и кокоидными эукариотами и цианобактериями. К этому времени приурочено возникновение и глобальное распространение мягкотелых метазоа, которые представляют собой наиболее яркую доминанту позднеэдиакарского комплекса (Willman, 2008; Rai, 2008). Отмечалось, что характер и скорости диверсификации микроорганизмов и метазоа в конце протерозоя и начале кембрия могли быть обусловлены кульминацией различных физических, химических и геологических событий (изменения температур, химического состава морских бассейнов и главное, насыщение кислородом океанов). Его нижняя граница совпадает с концом оледенения и началом карбонатного осадконакопления и прослеживается глобально во многих морских разрезах по отчетливому негативному экскурсу изотопов углерода (рис. 7). Опыт исследований по эдиакарской границе может быть использован при определении внутренних подразделений этой системы. Для этих целей имеются данные по стабильным изотопам, оледенениям и импактам, выделены биозональные подразделения по органостенным микрофоссилиям и эдиакарской фауне. Перспективные разрезы известны в Австралии, Юж. Китае, Намибии, Омане, Ньюфаундленде, в Украине, европейской части России и на Урале. В наиболее информативных разрезах Юж. Китая эдиакарий на основании био-, хемо- и секвенс-стратиграфии расчленен на два отдела и пять регионов. Считается возможной глобальная корреляция на основе Южно-Китайской региональной ярусной шкалы путем уточнения уровней первых появлений и таксоно-

мии диагностических фоссилий по изотопным данным по углероду и сере, а также по другим хемотратиграфическим реперам в ассоциации с геохронологическими датировками. Китайские исследователи предлагают свои разрезы в качестве стратотипических для глобальных ярусов эдиакария. Есть и другие предложения. Например, выявленная последовательность эдиакарских микрофоссилий и многоклеточных дает возможность подразделения эдиакария на четыре зоны с собственными названиями: Пертататака, Авалон, Венд и Нама/Клаудина (Van Kranendonk et al., 2008).

Однако в ряде докладов звучало более пессимистическое мнение о недостаточном корреляционном потенциале эдиакарской биоты, так как ее состав контролировался фациально и медленно изменялся со временем. Потенциально важные акритархи недостаточно изучены, а макрофоссилии со слабоминерализованным скелетом приурочены лишь к самому концу периода.

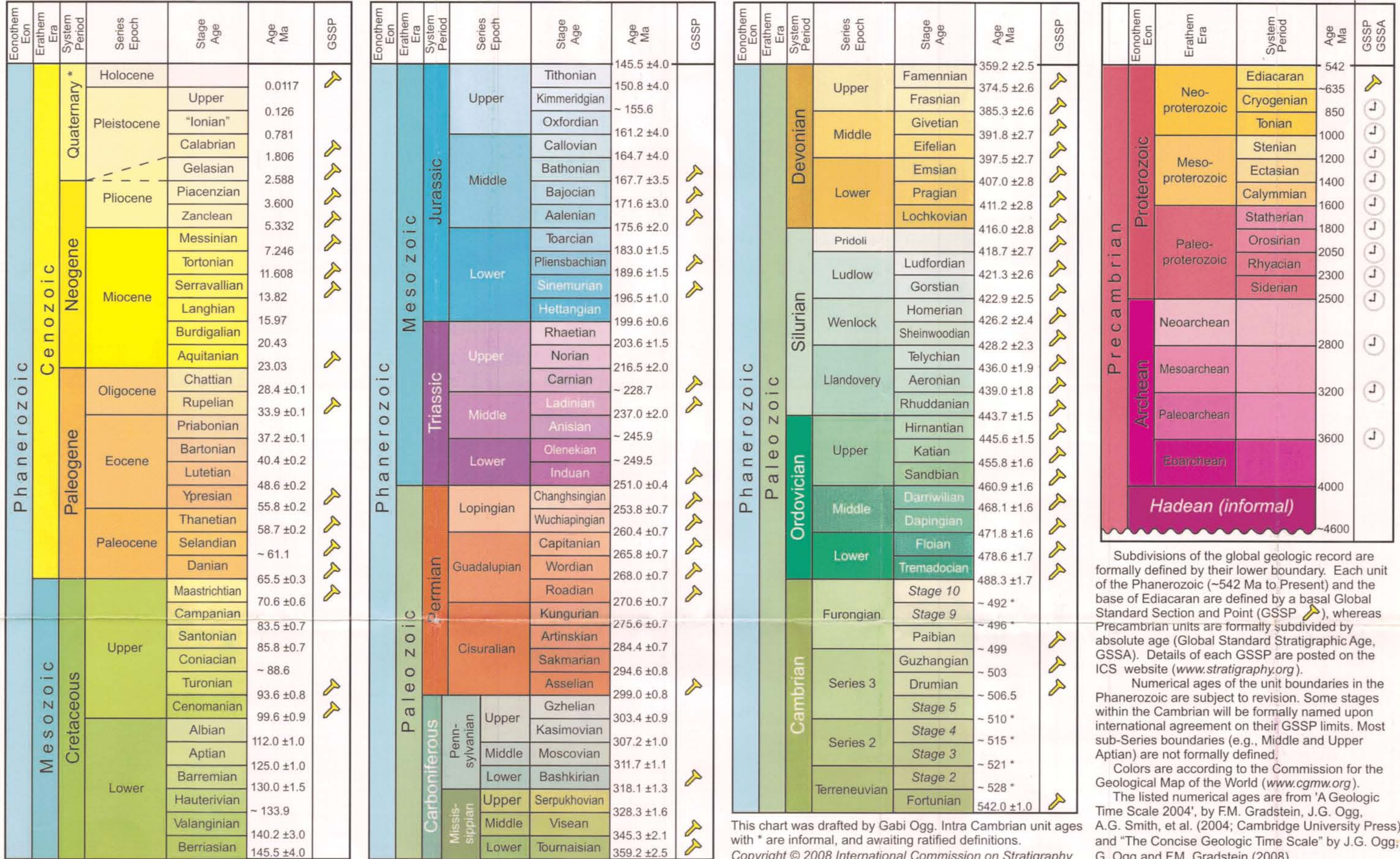
Несмотря на то что самые древние эоархейские породы датированы 4 млрд лет, в МСШ-2004 докембрия появилось новое подразделение – хадей (Cloud, 1972) без определенного таксономического ранга (эон или эра). Оно охватывает период от 4,6 до 4,0 млрд лет, который предшествовал времени, зафиксированному первыми сохранившимися в ископаемой летописи породами (рис. 5, А). Название подразделения происходит от греческого слова «haides», что в переводе означает «преисподняя» или ад. Можно считать доказанным тот факт, что конденсация твердого материала, формирующего земные планеты Солнечной системы, произошла 4,567 млрд лет назад, и последующие аккреционные процессы продолжались приблизительно 30–100 млн лет. Первые детритовые цирконы из архейских пород Зап. Австралии свидетельствуют о присутствии воды на Земле и о формировании коры предположительно фельзитового состава на рубеже 4,4 млрд лет. Потенциальные подразделения хадея могут включать фазу аккреции и дифференциации (4,567 до 4,50 млрд лет), а также ранний и поздний хадей (4,4 до 4,0 млрд лет), основанные на данных по изотопам кислорода в самых древних цирконах. Эти данные показывают драматический шифт на возрастном рубеже 4,2 млрд лет (Van Kranendonk et al., 2008).

В докладе на 32-й сессии МГК А. И. Жамойда, критикуя хронометрическую основу построения МСШ, отмечал, что «ОСШ докембрия, основанная на комплексном изучении типовых разрезов с выявлением специфических геологических формаций и анализом изотопных датировок по разным методам, показала высокую эффективность историко-геологического подхода при расчленении и корреляции докембрийских образований»



INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



* Definition of the Quaternary and revision of the Pleistocene are under discussion. Base of the Pleistocene is at 1.81 Ma (base of Calabrian), but may be extended to 2.59 Ma (base of Gelasian). The historic "Tertiary" comprises the Paleogene and Neogene, and has no official rank.

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of Ediacaran are defined by a basal Global Standard Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004; Cambridge University Press) and "The Concise Geologic Time Scale" by J.G. Ogg, G. Ogg and F.M. Gradstein (2008).

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with * are informal, and awaiting ratified definitions. Copyright © 2008 International Commission on Stratigraphy

Рис. 8. Подразделения Международной стратиграфической шкалы и границы ратифицированные МСГН по состоянию на март 2008 г. (Ogg et al., 2008, fig. 1.1)

(Жамойда, 2005, с. 26). Поэтому МСШ в своих постановлениях 2002 и 2008 гг., а также в Стратиграфическом кодексе (2006) рекомендует использование ОСШ на нашей территории (рис. 5, Б). Корреляция с МСШ по изотопному возрасту основных границ вполне удовлетворительна.

Фанерозой. К началу 33-й сессии МГК из 96 ярусов фанерозоя одна треть оказалась не ратифицированной. Для некоторых систем отдано предпочтение историческим ярусным стандартам (силур, девон, карбон), для других (кембрий, ордовик, средняя и верхняя пермь) созданы новые последовательности ярусов (рис. 8). Ниже будут рассмотрены некоторые проблемные системы фанерозоя, расчленение которых в МСШ не совпадает с принятым в ОСШ.

Кембрий. В МСШ утверждено четырехчленное деление системы на серии (отделы) приблизительно равного объема с расчленением на 10 ярусов (рис. 9). Два отдела (терренувский и фурунгский) и четыре яруса (фортунский, друмский, гужангский и паибский) названы и определены ГСРТ нижних границ. Границы и глобальная корреляция кембрийских подразделений основываются на биостратиграфических зонах по мелкораконной фауне и археоциатам (нижний терренувский отдел), миомерным агностидным трилобитам (второй, третий и фурунгский отделы) и в меньшей степени по конодонтам для верхней части фурунгской серии. Известны крупные экскурсы изотопов углерода, соответствующие основанию третьего, не названного яруса и паибскому ярусу, которые могут быть использованы в глобальной корреляции. По сравнению с другими палеозойскими системами радиоизотопные датировки кембрийских подразделений, за исключением нижней и верхней границ системы (542±1 и 488 млн лет соответственно), пока еще недостаточны. Глобальные стратотипы утвержденных границ находятся в Канаде, США и Китае.

Две нижние серии в объеме фортунского и трех не названных ярусов приблизительно соответствуют традиционному нижнему кембрию, третья серия по объему больше прежнего среднего кембрия, а верхняя, фурунгская, включающая три яруса, меньше прежнего верхнего кембрия (рис. 9).

Как известно, до построения новой МСШ кембрия в глобальных корреляциях использовались наши сибирские ярусы, по крайней мере для нижнего отдела. Появление фортунского яруса вместо немакид-далдынского в пограничных отложениях венда – кембрия (корреляция границы остается неопределенной) и друмского подразделения вместо майского показало тенденцию полного пересмотра номенклатуры ярусов. Томмотский ярус и стратотип границы в Сибири ставятся под сомнение

МСШ, 2008			ОСШ, 2008		
Система	Отдел	Ярус	Система	Отдел	Ярус
Кембрийская	Фурунгский	Ярус 10	Кембрийская	Верхний	Батьюбайский
		Ярус 9			Аксайский
		Паибский			Сакский
	Гужангский	Аюсокканский			
	Отдел 3	Друмский		Средний	Майский
		Ярус 5			Амгинский
		Отдел 2		Ярус 4	Нижний
	Ярус 3			Ботомский	
	Терренувский	Ярус 2		Атдабанский	
		Фортунский		Томмотский	
			Вендская	Верхний	Немакид-далдынский

Рис. 9. Соотношение подразделений Международной (2008) и Общей (2008) стратиграфических шкал кембрия. Показана неопределенность глобальной корреляции пограничного интервала эдиакарий – кембрий

из-за наличия перерывов в основании. В настоящее время делаются попытки отстоять номенклатуру и сибирские стратотипы границ атдабанского, ботомского и тойонского ярусов, хотя для предлагаемых в этом интервале не названных ярусов МСШ согласованы другие объемы. Тем не менее, новые биостратиграфические рубежи границ 2-, 3- и 4-го ярусов хорошо фиксируются в последовательных, детально расчлененных и пре-красно обнаженных разрезах Ср. Сибири.

С 20 июля по 1 августа 2008 г. проходила выездная полевая сессия Международной подкомиссии по стратиграфии на разрезы кембрия Сибирской платформы и Зап. Якутии. В Алдано-Ленском регионе были показаны стратотипические разрезы

ярусов нижнего кембрия и их нижних границ, предлагаемых в качестве кандидатов в глобальные подразделения кембрийской шкалы (Кембрий Сибирской платформы..., кн. 1, 2008; Pegel et al., 2008). Разрезы этого региона имеют богатую палеонтологическую характеристику, полно обнажены, по ним также получены геохимические изотопные и палеомагнитные данные. Детально изучен и описан литологический состав отложений, выделены четкие геологические тела и маркирующие горизонты, которые прослеживаются на десятки километров. Особенно ценно, что для нижнего кембрия и едином разрезе по р. Лена обнажены все предлагаемые ярусы, что исключает пропуски или повторения разреза. Есть все основания предполагать, что три или два – атдабанский и майский (ботомский + тойонский) получают этот статус. В качестве кандидата в стратотип границы пятого подразделения представлен стратотипический разрез молодого яруса Зап. Якутии, для не названных девятого и десятого ярусов предлагаются «чекуровский» и «нелегерский» регионалы со стратотипами в разрезе по р. Хос-Нелигэ на северо-востоке Ср. Сибири (Кембрий Сибирской платформы..., кн. 2, 2008). Этот исключительно полный разрез охватывает также отложения двух предшествующих ярусов – гужангского и паибского. Здесь установлены маркеры всех границ, предлагаемых комиссией подразделений. Параллельно обсуждаются казахстанские ярусы, существующие в ОСШ, также конкурируют китайские и американские региональные подразделения.

В целом, если говорить об МСШ кембрия, проблем корреляции с подразделениями ОСШ, в основе которой лежат региональные ярусы кембрия Ср. Сибири, не будет. Исключение составляет нижняя граница системы, которая определена по появлению следов жизнедеятельности *Trichophycus pedum*. В связи с этим возникли вопросы по поводу соотношения подразделений ОСШ и МСШ в пограничном интервале венда – кембрия, которые в значительной мере влияют на точность корреляции (рис. 9). Один из наиболее существенных – многовариантность корреляции уровня нижней границы системы в интервале от подошвы немакит – далдынского до кровли томмотского яруса в зауральской части Евразии (Состояние изученности..., 2008). Принятый и очень условно ассоциируемый с подошвой немакит-далдынского яруса уровень смены комплексов ископаемых следов (ихнофауны) плохо прослеживается во многих регионах, особенно в тех, где преобладает карбонатный тип осадконакопления. Характер скелетных ископаемых, присутствующих в разрезе Бьюрин на Ньюфаундленде – глобальном стратотипе фортунского яруса, не позволяет осуще-

ствлять однозначные корреляционные построения с основными областями карбонатного осадконакопления (Сибирь, Китай, Австралия), так как немакит-далдынский и томмотский ярусы в страторегione обоснованы данными о распространении скелетной фауны. Вещественный состав отложений в разрезе Бьюрин оставляет мало возможностей и для получения палеомагнитных данных, а также возрастных характеристик на основе изучения стабильных изотопов. Используемые данные для датировки уровня нижней границы системы оказываются небезупречными при анализе предшествующей процедуры корреляции стратотипических стратонтов с ихнофоссилиями и условно ассоциированными с ними стратонтов, датированных при изотопных исследованиях (Розанов, Семихатов и др., 1997; Розанов и др., 2008; Состояние изученности..., 2008).

Перечисленные факторы в сумме существенно затрудняют решение задачи достоверной корреляции подошвы кембрийской системы МСШ и ОСШ, а следовательно, и в разрезах на территории России. Остается актуальной проблема выбора иных критериев обоснования данного стратиграфического рубежа, и как следствие, иного разреза – кандидата в стратотип основания кембрия. Скорее всего эта граница будет первым кандидатом для скорой ревизии.

Ордовик. Такую же кардинальную перестройку, как и кембрийская система, претерпела недавно завершённая глобальная ярусная шкала ордовика (рис. 10, МСШ-2008 и ОСШ). Хорошо известно, что с середины прошлого столетия мы использовали в качестве глобального стандарта британскую региональную шкалу (Корень, 2002). Из традиционных подразделений в МСШ-2008 сохранились только тремадокский и хирнантский ярусы, изменилась граница среднего и верхнего отделов. Глобальные стратотипы границ серий и ярусов расположены в Канаде, США, Швеции и Китае. Границы отделов и ярусов МСШ определены по первому появлению диагностических видов граптолитов и конодонтов. На всех границах, кроме дапинской, биоэональные маркеры увязаны между собой и с событийными уровнями по эвстатическим колебаниям уровня моря. Вблизи некоторых границ установлены крупные пики соотношений изотопов ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, которые используются в межрегиональных корреляциях. Временная шкала ордовикского периода в астрономическом исчислении основана на интеграции доступных изотопных датировок с данными по измерению продолжительности граптолитовых зон, вычисленными с помощью статистических методов (Sadler and Cooper, 2004).

Применение новой ярусной шкалы в легендах карт ГГК-1000/3 в настоящее время приведет к серьезным изменениям

Международная стратиграфическая шкала, 2008									
Эоно-тема	Эра-тема	Система	Отдел	Ярус					
ФАНЕРОЗОЙСКАЯ	КАЙНОЗОЙСКАЯ	Неогеновая	Миоценовый	Плиоценский / Саванский / Вепкий 1.806					
				Плиоценский / Занкский / Пьяченцкий / Гелазский 5.332					
				Мессинский 7.246					
				Тортонский 11.608					
				Серравальский 13.82					
				Лангский 15.97					
				Бурдигальский 20.43					
				Ахвитанский 23.03					
				Хаттский 28.4					
				Рюпельский 33.9					
	Палеогеновая	Эоценовый	Приабонский 37.2						
			Бартонский 40.4						
			Лютетский 48.6						
			Ипрский 55.8						
			Танетский 58.7						
			Зеландский 61.7						
			Датский 65.5						
			Маастрихтский 70.6						
			Кампанский 83.5						
			Сантонский 85.8						
	Меловая	Верхний	Коньякский 88.6						
			Туронский 93.5						
			Сеноманский 99.6						
			Альбский 112.0						
			Нижний	Аптский 125.0					
				Барремский 130.0					
				Готеривский 133.9					
				Валанжинский 140.2					
				Берриасский 145.5					
				Титонский 150.8					
	Кимериджский 155.6								
	Оксфордский 161.2								
	Келловейский 164.7								
	Батский 167.7								
	Юрская	Верхний	Байосский 171.6						
			Ааленский 175.6						
			Тоарский 183.0						
			Средний	Плинсбахский 189.6					
				Синемюрский 196.5					
				Геттангский 199.6					
				Ратский 203.6					
				Нижний	Норийский 216.5				
					Карнийский 228.7				
					Средний	Ладинский 237.0			
	Анизийский 245.9								
	Оленекский 249.5								
	Битонский 251.0								
	Чансинский 253.8								
	Лопинский 260.4								
	Пермская	Верхний	Кептенский 265.8						
			Волганский 268.0						
			Рудский 270.6						
			Кунгурский 275.6						
			Средний	Артинский 284.4					
				Сакмарский 294.6					
				Ассельский 299.0					
				Нижний	Гжельский 303.4				
					Касимовский 307.2				
					Московский 311.7				
	Башкирский 318.1								
	Триасовая	Верхний			Серпуховский 328.3				
					Средний	Визейский 345.3			
						Нижний	Турнейский 359.2		
			Юрская				Верхний	Фаменский 374.5	
								Франский 385.3	
								Средний	Живетский 391.8
				Эйфельский 397.5					
				Нижний					Эмский 407.0
									Пражский 411.2
									Лохковский 416.0
	Триасовая	Верхний							Пржидольский 418.7
					Лудловский 422.9				
					Средний	Венлокский 428.2			
			Шейнвудский 436.0						
			Теличский 443.7						
			Аэронский 445.6						
			Руданский 455.8						
			Хирнантский 460.9						
			Нижний	Катийский 468.1					
				Сандбийский 471.8					
	Дарривилский 478.8								
	Флоский 488.3								
	Тремадокский 492.0								
	Юрская	Верхний		Ярус 10 496.0					
				Ярус 9 499.0					
				Паибский 503.0					
				Гужангский 506.5					
				Ярус 5 510.0					
			Средний	Ярус 4 515.0					
				Ярус 3 521.0					
				Ярус 2 528.0					
				Нижний	Фортунский 542.0				

Общая стратиграфическая шкала, 2008									
Эоно-тема	Эра-тема	Система	Отдел	Ярус					
ФАНЕРОЗОЙСКАЯ	КАЙНОЗОЙСКАЯ	Неогеновая	Миоценовый	Плиоценский / Занкский / Пьяченцкий / Гелазский					
				Мессинский					
				Тортонский					
				Серравальский					
				Лангский					
				Бурдигальский					
				Ахвитанский					
				Хаттский					
				Рюпельский					
				Приабонский					
	Палеогеновая	Эоценовый	Бартонский						
			Лютетский						
			Ипрский						
			Палеоценовый	Танетский					
				Зеландский					
				Датский					
				Маастрихтский					
				Кампанский					
				Меловая	Верхний	Сантонский			
						Коньякский			
	Туронский								
	Сеноманский								
	Нижний	Альбский							
		Аптский							
		Барремский							
		Готеривский							
		Валанжинский							
		Берриасский							
		Юрская	Верхний	Титонский					
				Кимериджский					
				Оксфордский					
				Средний	Келловейский				
	Батский								
	Байосский								
	Ааленский								
	Тоарский								
	Нижний				Плинсбахский				
					Синемюрский				
		Геттангский							
		Ратский							
		Триасовая	Верхний		Норийский				
				Карнийский					
				Средний	Ладинский				
					Анизийский				
					Оленекский				
					Нижний	Битонский			
	Чансинский								
	Лопинский								
	Пермская					Верхний	Кептенский		
							Волганский		
		Рудский							
		Кунгурский							
		Средний	Артинский						
			Сакмарский						
			Ассельский						
			Нижний	Гжельский					
				Касимовский					
				Московский					
	Башкирский								
	Триасовая			Верхний	Серпуховский				
					Средний	Визейский			
						Нижний	Турнейский		
		Юрская					Верхний	Фаменский	
								Франский	
								Средний	Живетский
			Эйфельский						
			Нижний						Эмский
									Пражский
									Лохковский
	Триасовая			Верхний					Пржидольский
					Лудловский				
					Средний	Венлокский			
		Шейнвудский							
		Теличский							
		Аэронский							
		Руданский							
		Хирнантский							
		Нижний	Катийский						
			Сандбийский						
	Дарривилский								
	Флоский								
	Тремадокский								
	Юрская		Верхний	Ярус 10					
				Ярус 9					
				Паибский					
				Гужангский					
				Ярус 5					
		Средний		Ярус 4					
				Ярус 3					
				Ярус 2					
				Нижний	Фортунский				

Рис. 10. Соотношение подразделений фанерозоя МСП-2008 и ОСП-2008

индексов подразделений. В связи с этим МСК принял решение о продолжении использования на территории России ревизованной последовательности региональных британских подразделений (Постановления МСК..., 2006, Состояние изученности..., 2008). Было решено принять новые международные уровни границ отделов (рис. 10). Однако их прослеживание в разрезах различных регионов России связано с большими трудностями в силу разных причин (рис. 11). Переход на новую МСШ системы – дело будущего. При составлении легенд обзорных карт в международных проектах пока мы используем двойную систему подразделений МСШ и ОСШ, скоррелированных между собой.

Карбон. Классификация, номенклатура и стратиграфические объемы внутренних подразделений каменноугольной системы существенно менялись в различных региональных шкалах. В России и других странах Вост. Европы и Азии преимущественно использовалось трехчленное деление системы на отделы, в Зап. Европе оно было двучленным с подразделениями в ранге подсистем, границы которых часто менялись. Наиболее стабильным оказалось деление каменноугольной системы на миссисипскую и пенсильванскую подсистемы в Сев. Америке. Оно и было положено в основу современной глобальной шкалы (рис. 10). Каждая подсистема разделена на три отдела: нижний, средний и верхний. За ярусами сохранилась традиционная номенклатура, используемая в Зап. Европе и России. Только три яруса: турнейский и одновременно нижняя граница системы, визейский и башкирский получили формальное определение в стратотипических разрезах Франции, Китая и Сев. Америки (рис. 8). Биостратиграфические уровни (конодонты, фораминиферы) и стратотипические разрезы границ серпуховского, московского, касимовского и гжельского ярусов обсуждаются. Благодаря интенсивным исследованиям российских разрезов и хорошему представительству

МСШ, 2008			ОСШ, 2008				
Система	Серия	Ярус	Система	Отдел	Ярус		
ОРДОВИКСКАЯ	Верхняя	Хирнантский	ОРДОВИКСКАЯ	Верхний	Ашгилльский		
		Катгийский					
		Сандбийский					
	Средняя	Дарривилльский				Средний	Планвировский
		Далинский					
		Флоский					
Нижняя	Тремадокский	Нижний	Тремадокский				
	Аренгийский						
	Аренгийский						

Региональные подразделения						
ВСП	Тимано-Печора	Новая Земля	Таймыр	Сибирск. платф.	Горный Алтай	Северо-Восток
Поркуниский	Салукский	?	Короткин-ский	Не установлен		Тирехтях-ский
	Малотавро-тинский			Бурский		
Пиргуский	Устьзыб-ский	Варнек-ский	Таймыр-ский	Нирундин-ский	Техтенский	Падунский
	Вормсиский			Долборский		
Набалаский	?	Югорский	Толмачев-ский	Баксан-ский	Ханхарский	Харкин-ский
Раквереский				Чертовской		
Оандуский				Киренско-кудинский	Бугрыши-хинский	Лачугский
Кейлаский				Волгинский		
Ийхвиский				Энгельгард-товский	Муктэйский	Эльген-чакский
Идавереский				Юноягский		
Кукрузеский				Толлевский	Вихоревский	
Ухакусский	?	Нелидов-ский	?	Кимайский	Тулойский	Хитинский
Ласнамягский				Угорский		
Азерский	?	?	?	?	?	?
Кундаский	?	?	?	?	?	?
Волховский	Не установлен	?	?	?	?	?
Биллингенский	?	?	?	?	?	?
Хуннебергский	?	?	?	?	?	?
Варангуский	?	?	?	?	?	?
Пакерортский	?	Соколийский	?	Няйский	Таянзин-ский	Инаньин-ский

Рис. 11. Проблемы распознавания ордовикских ярусов МСШ-2008 в разрезах на территории России. Сост. Т. Ю. Толмачева

наших специалистов в Международной подкомиссии есть уверенность, что все стратотипы будут утверждены и ратифицированы МСГН на территории Урала и в Подмоскowie (серпухов – разрез Верхняя Кардаилловка, касимов – разрез Афанасьев и гжель – разрез Усолка). В соответствии с принятыми МКС биостратиграфическими рубежами незначительно изменены уровни традиционных границ для серпуховского и касимовского ярусов.

Корреляция морских и континентальных отложений карбона достигается с помощью флоры и в особенности миоспор на примере разрезов Сев. Америки. Для каменноугольной системы главным образом по результатам комплексного изучения разрезов Вост. Европы и Урала на основе метода графической корреляции создан составной стандарт, включающий последовательность событий в эволюции конодонтов, аммоноидей и бентосных фораминифер (Davydov et al., 2004; Menning et al., 2006). Предложенная последовательность временных интервалов соответствует набору полученных Ar-Ag и U-P методами изотопных датировок. Установлены отчетливые глобальные изменения соотношений стабильных изотопов углерода, кислорода и стронция, которые представляют собой важную основу корреляций разрезов южных холодноводных областей Гондваны и северных полярных регионов Ангариды.

В ОСШ на территории России принято традиционное трехчленное деление системы, при этом средний и верхний карбон ОСШ соответствует пенсильванской подсистеме МСШ (рис. 10) (Состояние изученности..., 2008). Границы всех подразделений совпадают, но различается их иерархия: в МСШ – подсистема, отдел, ярус, (подъярус), в ОСШ – отдел, ярус и подъярус.

Пермь. МСШ пермской системы была утверждена к началу 32-й сессии МГК (Gradstein et al., eds, 2004). В нижнем приуральском отделе (рис. 10) сохранены традиционные российские ярусы: ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский, при этом объем последнего изменен. Детально изученные стратотипические разрезы и точки границ этих ярусов на Юж. Урале согласованы на международном уровне. Завершаются дополнительные исследования по уточнению изотопного датирования границ по осадочным цирконам. Имеются предварительные данные по U-Pb датировкам, привязанным к конодонтовой зональности вблизи точек глобальных стратотипов границ нижнепермских ярусов в разрезах на Юж. Урале и подтвержден возраст нижней границы системы, равный 299 млн лет. После получения окончательных результатов по изотопии ГСРТ четырех отечественных ярусов предполагается их ратификация МСГН. Расчленение гваделупского отдела основано на региональных подразделениях Сев. Америки, лопинского – на ярусах, выде-

ленных в разрезах Юж. Китая. Биостратиграфическое расчленение и корреляция морских пермских отложений основаны на использовании трех ортостратиграфических групп: конодонтов, бентосных фораминифер (фузулиноидей) и аммоноидей. Стратиграфия и корреляция континентальных отложений основывается на остатках растений (в том числе спор и пыльцы), остракод и позвоночных. Критерии корреляции морских и континентальных разрезов остаются неопределенными (Состояние изученности..., 2008). В качестве глобальных корреляционных уровней используются события смены магнитной полярности, изменения соотношения изотопов углерода. В МСШ-2008 перми введена глобальная секвенс-стратиграфическая шкала, включающая крупные мегациклы, предложенная американскими исследователями (Ross and Ross, 1995). Возрастные датировки пермских биостратиграфических уровней в единицах физического времени основаны на результатах графической корреляции. Составной стандарт соотнесен с избранными изотопными датировками по Ar-Ag и U-Pb методам. В последние годы U-Pb датировки верхнепермских разрезов уточнены, в результате чего они «удревняются» приблизительно на 1,5 млн лет (Ogg et al., 2008).

На территории России в качестве ОСШ мы используем Восточно-Европейскую региональную шкалу, в которой принято также трехчленное деление системы (рис. 10). Нижний отдел совпадает в обеих шкалах, средний и верхний отделы ОСШ основаны на расчленении континентальных отложений с использованием остракод, данных по флоре, спорово-пыльцевым комплексам и позвоночным. Граница среднего и верхнего отделов проходит в ОСШ на один ярус ниже, чем в МСШ. Благодаря палеомагнитному событию Киаман/Иллавара хорошо коррелируются кептенская и северодвинская границы. Вучапинская и вятская границы сопоставлены по палеомагнитной зоне, распознанной вблизи основания вятского и в кровле рептенского ярусов. Эта зона в Сев. Америке увязана с пограничными конодонтовыми реперами. Наименьший корреляционный потенциал имеют вордская и чансинская границы, которые не распознаются в разрезах на территории России (рис. 12).

В расчленении остальных систем палеозоя пока не произошло каких-либо серьезных изменений, и используемая на территории России ОСШ не имеет принципиальных различий с МСШ.

Мезозой. Несмотря на то что в мезозое набор используемых стратиграфических методов шире, а возможности их интеграции выше, чем в палеозое, большая часть (19) неутвержденных границ ярусов МСШ приходится на мезозой, в том числе границы

МСШ		ОСШ						Южное Приморье			
Система	Серия	Ярус	Региональные подразделения						Кузнецкий бассейн	Колымо-Омолонский регион	Южное Приморье
			Отдел	Ярус	ВСП, Урал	Таймыр	Вятский	Зверинский			
ПЕРМСКАЯ	Гваделупская	Чангсингский	Татарский	Вятский	Вятский	Вятский	Зверинский	Тайлуганский	Хивачский	Людзязинский	
											В
		Вучапинский	Северодвинский	Северодвинский	Черноярский	Вятский	Северодвинский	Черноярский	Грамотеинский	Хивачский	Людзязинский
		Кептенский	Уржумский	Уржумский	Цветочнинский	Уржумский	Северодвинский	Цветочнинский	Ленинский	Гижигинский	Чандалазский
Вордский	Казанский	Казанский	Биармийский	Уржумский	Уржумский	Белосеж-кинский	Белосеж-кинский	Ускатский	Бочарский	Владивостокский	
											В
Рoadский	Казанский	Казанский	Казанский	Казанский	Казанский	Казанский	Казанско-Маркинский	Ольынский	Русско-Омолонский	Владивостокский	

Рис. 12. Проблема распознавания границ ярусов гваделупской и лопинской серий МСШ пермской системы в разрезах основных геологических регионов России (сост. Г. В. Котляр)

юрской и меловой систем (рис. 8). Трудности корреляции и выбора глобальных границ в значительной мере обусловлены широким развитием континентальных фаций и возрастающим провинциализмом фауны и флоры.

Триас. Сохраняется традиционная номенклатура ярусов системы, только для трех из них утверждены стратотипы (рис. 8). При стандартизации подразделений уровни границ выбираются на основе маркеров по конодонтам, аммонитам, двустворкам, также используются и другие, не биостратиграфические горизонты. Данные по стабильным изотопам углерода, серы и стронция хорошо документированы по морским разрезам и используются в глобальных корреляциях. Орбитально-климатические циклы Миланковича, и особенно составляющие их вариации прецессии и эксцентриситета (продолжительностью 100 тыс. лет), хорошо распознаны в континентальных озерных фациях Ц. Европы (нижний – средний триас) и Сев. Америки (средний – верхний триас), где они соотношены с хронами магнитной полярности. Однако их трудно сопоставить с магнито-стратиграфической шкалой, построенной по морским карбонатным разрезам, не привязанным к изменению астрономических параметров. Следовательно, пока не представляется возможной оценка относительной продолжительности аммонитовых и конодонтовых зон триаса. После 2004 г. проведена существенная ревизия временной шкалы триаса различными методами, включая графическую корреляцию и создание сводной последовательности конодонтовых зон. Получены также новые изотопные датировки U-Pb методом для ряда границ ярусов. Датировки ярусов нижнего триаса и анизия стали древнее приблизительно на 1,5 млн лет по сравнению с МСШ-2004 (Ogg et al., 2008). Меняются представления об относительной продолжительности анизия, карния, нория.

Юра. Международное согласие по номенклатуре и определению ярусов юрской системы было достигнуто уже к концу 60-х годов прошлого века, однако только для пяти из девяти ярусов ратифицированы ГСРТ (рис. 8). Это объясняется серьезными биотическими изменениями в конце триаса: исчезли конодонты, маркирующие многие ярусные границы палеозоя и раннего мезозоя, вымерло большинство групп аммонитов. Высокая частота смен магнитной полярности и трудности их распознавания в разрезах препятствуют их использованию в глобальных корреляциях. И только от середины киммериджа и в титоне они служат надежным корреляционным инструментом и средством определения продолжительности биостратиграфических зон в разрезах, хорошо изученных магнито-стратиграфическим методом. До сих пор не утверждена нижняя граница системы, хотя согла-

сован ее аммонитовый уровень и стратотипический разрез в Австрии. Международная подкомиссия по юрской системе рекомендовала российским стратиграфам выбрать стратотип нижней границы келловейского яруса, дополнительно изучив один из наиболее полных разрезов этого стратиграфического интервала, расположенный в Нижегородской области (Состояние изученности..., 2008). Этот разрез имеет детальную и комплексную палеонтологическую, литологическую и магнитостратиграфическую характеристику. Разрез Дубки (Саратовская обл.) в настоящее время рассматривается как один из четырех возможных кандидатов на роль ГСРТ границы верхней юры или оксфорда. Помимо детальных биостратиграфических данных, также получены магнитостратиграфические результаты. Разрез Городищи (Ульяновская обл.) – лектостратотип волжского яруса – предложен также в качестве ГСРТ титонского яруса. Он хорошо охарактеризован аммонитами различной биогеографической принадлежности, а также разнообразными группами микро- и макрофауны, включая нанопланктон. Разрез тщательно изучен седиментологически, получены его петромагнитные характеристики, установлены соотношения изотопов С и О в роствах белемнитов (Рогов и др., 2009). Все рассмотренные разрезы имеют высокий корреляционный потенциал и обладают рядом преимуществ, позволяющих рассматривать их в качестве надежных кандидатов на роль ГСРТ келловейского, оксфордского и титонского ярусов. В любом случае данные разрезы можно рекомендовать в качестве региональных стратотипов глобальных ярусов на территории Восточно-Европейской платформы, а данные, полученные при их изучении, могут существенно дополнить характеристику пограничных отложений ярусов, даже в случае принятия других разрезов в качестве ГСРТ (Рогов и др., 2009).

Мел. Формальное подразделение меловой системы на отдели и их номенклатура пока не утверждены. Несмотря на высокую биостратиграфическую изученность разрезов, в том числе и благодаря программе глубоководного бурения, процесс ратификации ярусов затягивается из-за недостаточной полноты и комплексности стратиграфических исследований ключевых разрезов. До сих пор удалось ратифицировать три яруса верхнего мела – сеноманский, туронский и маастрихтский (со стратотипами для двух первых – в Юж. Европе, а для третьего – в Колорадо, США) (рис. 8). Основными группами, определяющими границы ярусов, являются аммониты, белемниты, иноцерамы, пелагические криноидеи, диатомовые водоросли и известковый нанопланктон в открытоморских отложениях; динозавры, мелкие млекопитающие и растения в континентальных фациях. Трудности глобального определения нижней границы меловой

системы связаны с неоднозначной корреляцией региональных шкал пограничных отложений в интервале титонского и бериясского ярусов и отчетливым провинциализмом большинства морских организмов. Нет также геохимических и магнитостратиграфических маркеров, которые могли бы обеспечить ее распознавание. В последние десятилетия, помимо биостратиграфических данных, в глобальных корреляциях и при создании временной шкалы мела используются результаты палеомагнитных и изотопно-геохимических исследований. Установлены положительные экскурсы соотношений изотопов ^{13}C и океанические бескислородные события. По изменению соотношений изотопов углерода фиксируются ранее не известные перерывы в разрезах, казавшихся непрерывными. Цикло- и секвенс-стратиграфическое изучение меловых разрезов подтверждает связь формирования богатых карбонатами фаций в океанических обстановках с климатическими изменениями, вызванными орбитальными осцилляциями в течение мелового периода. Распознавание циклов Миланковича в этих разрезах и их соотнесение с хронами магнитной полярности – одно из основных средств построения астрономической временной шкалы геологического времени и ее дальнейшей привязки к АВС, разработанной для кайнозоя.

Кайнозой. Из 20 кайнозойских ярусов ратифицировано 11 подразделений (рис. 8).

Палеоген. На основе Ar-Ar метода получен возраст нижней границы палеогена, равный 65,5 млн лет, однако, по современным комплексным данным, он может оказаться на 0,6 млн лет моложе, чем предполагалось ранее (Ogg et al., 2008). Маркирующая границу точка помещена в основание слоя глин, обогащенных иридием. Из девяти ярусов МСШ палеогена к настоящему времени утверждены границы трех ярусов: датского, ипрского и рюпельского (рис. 8). В детальной биостратиграфии палеогена планктонные фораминиферы и известковистые нанофоссилии играют доминирующую роль. Для уточнения корреляции морских и континентальных отложений, при определении стратотипов и уровней границ подразделений учитываются также экскурсы стабильных изотопов углерода, кислорода и хроны магнитной полярности, не уступающие по детальности зонам микрофоссилиям. Керн океанических скважин показывает отчетливую цикличность отложений, что позволяет создать детальную астрономическую временную шкалу для палеоцена и нижнего эоцена, которую предстоит объединить с привязанной к настоящему времени неогеновой шкалой.

Неоген. Международная подкомиссия при определении границ ярусов выбирала стратотипические разрезы и уровни, обо-

снованные биотическими, палеомагнитными и геохимическими событиями. Из всех ярусных границ пока не определены подошва бурдигальского и лангийского ярусов миоцена (рис. 8).

Основание системы и соответственно граница аквитанского яруса помещены в основании хрона магнитной полярности СбСп.2п, что соответствует позитивному пику в содержании изотопов углерода, важной секвентной границе и совпадает с событиями в эволюции микрофауны. Эти геохимические, магнитные и биотические события обусловлены влиянием циклов Миланковича. Для установления последовательности ярусов от сerratальского до гелазского включительно границы соотносены с астрономической временной шкалой. Для границы сerratальского яруса, определяемой по исчезновению диагностических нанофоссилий, согласно астрономической временной шкале в МСШ-2004 принят возраст 13,654 млн лет. Неогеновая подкомиссия предложила совместить границу с эпизодом похолодания, который фиксируется по увеличению значений изотопов ^{18}O (M1-3b). Это выразилось в возрастании объема арктических льдов, свидетельствующем о наступлении ледникового климата. В 2006 г. новый уровень границы был ратифицирован с астрономической датировкой 13,82 млн лет, которая на 0,2 млн лет древнее прежней.

Относительно высокая частота смен магнитной полярности характеризует миоцен, но для хорошо обоснованных хронов магнитной полярности этого стратиграфического интервала требуется строгий контроль биостратиграфическими данными. Неогеновые осадки, вскрытые океаническими скважинами, обычно характеризуются частыми колебаниями соотношений изотопов $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, особенно важных для хроностратиграфической корреляции. Они имеют специальную систему числовых обозначений («морские изотопные ярусы» или MIS), которая принята для плиоцена и верхнего миоцена. Разработана астрономическая временная шкала высокой точности, что дает возможность определять степень диахронности межбассейновой корреляции.

Квартер. На 32-й сессии МГК истории выделения, современному статусу четвертичной системы и ее нижней границе был посвящен симпозиум «Корреляция границы плиоцена и плейстоцена и глобальные изменения». Кроме того, состоялось специальное трехчасовое заседание МКС по этой проблеме. Большим достижением является тот факт, что за период между двумя последними конгрессами после острых дебатов ИНКВА и МСГН с МКС четвертичная система заняла свое прежнее место в шкале (рис. 8). Ее специфика определяется широким размахом оледенений в средних и северных широтах. При этом уров-

нем нижней границы предложено считать основание гелазского яруса с возрастом 2,6 млн лет. Он соответствует первому крупному глобальному оледенению и смене палеомагнитных эпох Гаусс/Матуяма, которая фиксируется в морских и континентальных отложениях. Кроме того, период времени, равный 2,6 млн лет, отвечает эпохе существования рода *Homo*. В дискуссиях голоса разделились приблизительно поровну. Сторонники проведения границы в основании калабрийского яруса справедливо отстаивали решение 1983 г. о выборе этого уровня с возрастом 1,8 млн лет и стратотипа в Италии. Этой точки зрения всегда придерживались российские специалисты по четвертичной системе, что отражено во всех версиях ОСШ, опубликованных в стратиграфических кодексах. Гелазский ярус выделен позже, в 1996 г., и охватил hiatus между традиционной кровлей пязченского яруса и стратотипическим уровнем подошвы калабрия. В то время ни МКС, ни МСГН не голосовали официально по проблеме определения и статуса квартера, но в 1998 г. основание плейстоцена на уровне 1,8 млн лет было вновь ратифицировано МСГН, посчитавшего причины переноса границы несостоятельными. Теперь эта дискуссия была вновь инициирована ИНКВА. По результатам голосования членов МКС в начале 2009 г. известно, что большинством голосов принята граница в подошве гелазского яруса.

К новым идеям, реализуемым МКС, относится разработка планетарной временной шкалы для поверхностей внеземных тел, которая в будущем позволит коррелировать геологические события в пределах всей Солнечной системы. Разработка такой шкалы началась с Луны на основе реконструкций ее геологической истории с использованием фотогеологического картирования. Марс и Меркурий, как и Луна, также имеют хроностратиграфическую систему на основе картирования. Поверхности таких планет, как Венера, Юпитер, Сатурн и др., изучены значительно слабее (Ogg et al., 2008; Tanaka and Hartmann, 2008).

Одна из важных практических проблем, которую скоро предстоит решать, — раскраска геологических систем и их подразделений на картах. Перед предыдущей сессией МГК-2004 CGMW получила цветовой эталон от МКС и сделала цветовую кодировку (RGB, CMYK). Но этот эталон вызвал много критики, так как в разных, часто далеко отстоящих друг от друга интервалах шкалы цвета очень сходны. Даже геолог с хорошим восприятием цвета в ряде случаев не сможет различить на картах подразделений перми и палеогена или кембрия и мела. Это отчетливо понимает руководство CGMW, и проблема в ближайшее время будет обстоятельно обсуждаться.

Выводы

Существует мнение, что определение границ подразделений МСШ с помощью выбора стратотипического разреза и точки — это формализованный и поверхностный подход, нарушающий геоисторический принцип обоснования подразделения как такового. Такое утверждение кажется не вполне верным. Процедура выбора разреза и точки завершает длительный сравнительный анализ наиболее представительных разрезов данного интервала в различных регионах. В этих разрезах давно существуют хорошо изученные региональные подразделения. Задача состоит в том, чтобы выбрать среди них наиболее информативные, где граница может отвечать требованиям глобального распознавания. Только после определения границ подразделений можно перейти на новом уровне надежности и детальности к дальнейшему изучению самого подразделения, полноты последовательности разреза или составляющих данное подразделение разрезов.

Процедура ратификации подразделений МСШ путем выбора стратотипов и точек границ подразделений стимулировала детальное и комплексное изучение пограничных разрезов, расширила набор используемых фаунистических групп для разных систем и привела к уточнению их таксономии. В процессе комплексных международных исследований удалось еще раз на практике оценить роль и возможности интеграции различных, в том числе и новых методов и технологий в разных стратиграфических интервалах, что в свою очередь также способствовало их дальнейшему развитию.

К недостаткам работы МКС в период 2000–2008 гг. следует отнести отсутствие взаимодействия с национальными и региональными стратиграфическими комитетами и комиссиями при вынесении ответственных решений по ратификации подразделений МСШ (JUGS Document..., 2005). Этот недостаток не раз отмечался в обращениях руководителей этих организаций, в том числе и председателя МСК России А. И. Жамойды. Новое руководство МКС предполагает изменить стратегию исследований в этом направлении.

Следует также отметить приоритетные направления современных исследований под руководством МСК и его комиссий по системам. Прежде всего к ним относятся работы по совершенствованию региональных и общей стратиграфических шкал путем обоснования границ подразделений и тестирования перспектив использования подразделений МСШ на территории России. Предстоит сложная и не всегда решаемая задача прослеживания глобальных ярусных границ за пределы стратотипических

разрезов в регионы с другим фациальным и геологическим развитием на территории России (Kogen, 2008). По мере разработки МСШ вводимые в нее новшества учитывались комиссиями МСК по соответствующим системам, но по объективным причинам не всегда принимались в ОСШ. К настоящему времени с различной точностью для различных стратиграфических интервалов проведена корреляция основных подразделений ОСШ и МСШ-2004 и 2008 (рис. 5, 9). В основных чертах она отвечает требованиям к точности корреляций стратиграфических единиц, необходимой для создания мелкомасштабных геологических карт (1 : 2 500 000, 1 : 5 000 000). Однако для разработки более детальной стратиграфической основы палеогеографических и геодинамических реконструкций конкретных осадочных бассейнов и складчатых областей необходимо дальнейшее совершенствование корреляции.

Для этой цели рекомендуется выделение региональных стратотипов глобальных ярусных границ в наиболее полных и хорошо изученных разрезах крупных геологических регионов на территории России с их официальным утверждением в МСК России (Kogen, 2008). Определение уровней глобальных границ ярусов будет наиболее точным, если использовать биоzonальные маркеры в сочетании с другими глобальными и региональными событийными критериями химической и физической природы. Это позволит выявить дополнительные диагностические характеристики границ и будет способствовать лучшему распознаванию глобальных подразделений в различных регионах. В свою очередь выбор региональных стратотипов обеспечит более широкое применение подразделений МСШ и в итоге использование единой глобальной стратиграфической шкалы докембрия и фанерозоя на всем геологическом пространстве. Для этого российские стратиграфы должны уделить особое внимание сближению ОСШ и МСШ в тех интервалах, в которых они существенно отличаются.

Автор выражает благодарность А. И. Жамойде, А. С. Алексеву, И. Я. Гогину, Г. В. Котляр и Т. Ю. Толмачевой за ценные советы и помощь.

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

Зональная стратиграфия фанерозоя России / Под ред. Т. Н. Корень. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 256 с.

Кембрий Сибирской платформы. Кн. 1: Алдано-Ленский регион / Под ред. А. Ю. Розанова, А. И. Варламова. М., Новосибирск: ПИН РАН, 2008. 297 с.

Кембрий Сибирской платформы. Кн. 2: Северо-Восток Сибирской платформы / Под ред. А. Ю. Розанова, А. И. Варламова. М., Новосибирск: ПИН РАН, год? 158 с.

Корень Т. Н. Проблемы общей стратиграфической шкалы ордовикской системы // Регион. геология и металлогения. 2002. № 156. С. 14–25.

Корень Т. Н., Грундан Е. Л. Стратиграфия в научной программе 33-й сессии Международного геологического конгресса (2008 г. Осло, Норвегия) // Регион. геология и металлогения. 2009. № 37. С. 16–29.

Корень Т. Н. Основные направления палеонтологических исследований в научной тематике 33-й сессии Международного геологического конгресса (2008 г. Осло, Норвегия) // Регион. геология и металлогения. 2009. № 37. С. 30–39.

Молостовский Э. А. Магнитостратиграфическая корреляция морских и континентальных формаций верхней перми. 2005. Т. 13. № 1. С. 56–65.

Постановления МСК и его постоянных комиссий. 2006. Изд-во ВСЕГЕИ. Вып. 36, 74 с.

Рогов М. А., Киселев Д. Н., Захаров В. А. и др. Разрезы юрских отложений Восточно-Европейской платформы как возможные кандидаты в глобальные стратотипы границ келловейского, оксфордского и титонского ярусов // Бюлл. Региональной межведомственной стратиграфической комиссии по центру и югу Русской платформы. Вып. 4. М., 2009. С. 60–66.

Розанов А. Ю., Семихатов М. А., Соколов Б. С. и др. 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. и др. К проблеме ярусного расчленения нижнего кембрия // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16. № 1. С. 3–21.

Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России, задачи дальнейших исследований. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 130 с.

Стратиграфический кодекс России. Издание третье / Под ред. А. И. Жамойды. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 95 с.

Храмов А. Н. Палеомагнитное изучение разрезов верхней перми и нижнего триаса севера и востока Русской платформы // Палеомагнитные стратиграфические исследования. Л.: Гостоптехиздат, 1967. С. 145–174.

Cloud P., 1972. A working model of primitive Earth // American J. of Sci., 272. P. 537–548.

Davydov V. I., Wardlaw B. R., Gradstein F. M., 2004. The Carboniferous Period and the Permian Period // Geologic Time Scale 2004 / Eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg and A. G. Smith. Cambridge University Press. P. 222–270.

Davydov V., Schmitz M., Chernykh V. et al., 2008. Carboniferous and Permian geologic timescale: State of the art, chronostratigraphic, biostratigraphic and radiometric calibration and integration. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Hilgen F., Lourens L., Kuiper K. et al., 2008 Towards an astronomical-tuned Cenozoic time scale. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Hinnov L., 2008. An astronomical time scale for the mesozoic era. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom

Hinnov L., Locklair R., Ogg J., 2008. Construction of the Cretaceous astronomical time Scale. Pt 1: Early Cretaceous. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Hinnov L., Locklair R., Ogg J., 2008. Construction of the Cretaceous Astronomical Time Scale. Pt 2: Late Cretaceous. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Hinnov L. and Ogg J. 2008. An astronomical time scale for the Mesozoic era. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom

Knoll A. H., Walter M. R., Narbonne G. M., Christie-Blick N., 2006. The Ediacaran Period: a new addition to the geological time scale. Lethaia, 39. P. 13–30.

IUGS Document. Conclusions of the Ad-hoc Review Committee (ARC) on the International Commission on Stratigraphy (ICS) of the International Union of Geological Sciences (IUGS) (Paris, 7–8 November 2005)/ Episodes. Vol. 30. N 1. P. 1–4.

Koren T. N., 2008. Regional boundary sections: towards greater precision in correlating with Global standard stratotypes. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Locklair R., Hinnov L., Ogg J., 2008. The Cretaceous Astronomical Time Scale. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Menning M., Alekseev A. S., Chuvashov B. I., Davydov V. I. et al., 2006. Global time scale and regional stratigraphic reference scales of Central and West Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America as used in the Devonian – Carboniferous-Permian Correlation Chart 2003. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 240, 318–372.

Menning M., Ogg J., Romer R. L., 2008. A Middle and Late Permian time scale calibrated by cycles and radio-isotopic age determinations. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Ogg J. G., Ogg G., Gradstein F. M., 2008. The Concise Geologic Time Scale. Cambridge University Press. 175 p.

Rai V., 2008. Life in the Precambrian Sea: A window to global biotic events from India. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Ross C. A. and Ross J. R. P. 1995. Permian sequence-stratigraphy // The Permian of Northern Pangea / Eds. P. A. Sholle, T. M. Peryt, and D. s. Ulmer-Sholle. Berlin: Springer. P. 98–123.

Sadler P. M., Coopre R. A., 2004. Calibration of the Ordovician time scale // The great Ordovician biodiversity event / Eds. B. D. Webby, F. Paris, M. L. Droser and I. C. M. Percival. New York: Columbia University Press. P. 48–51.

Sergeev V., 2008. Precambrian microfossils biostratigraphic usefulness and proterohorizons. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Sharma M., 2008. Biostratigraphic scheme for Mesoproterozoic sedimentary successions. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Strasser A., Hilgen F. J., fan Heckel P. H. Cyclostratigraphy – concepts, definitions and applications // Newsletters Stratigraphy, 42 (2), Berlin–Stuttgart. P. 75–114.

Tanaka K. L., Hartmann W. K., 2008. The planetary time scale. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Van Kranendonk M. J., Gehling J., Shields G., 2008. Precambrian / J. G. Ogg, G. Ogg and F. Gradstein eds // Geologic Time Scale. Cambridge University Press. P. 23–36.

Willman S., 2008. Acritarchs and Late Neoproterozoic correlation. 33rd Intern. Geol. Congress. Abstract CDRom.

Татьяна Николаевна Корень

**Международная стратиграфическая шкала докембрия и фанерозоя:
принципы построения и современное состояние**

Редактор *В. И. Гинцбург*

Художественный и технический редактор *С. В. Щербакова*

Верстка *С. В. Щербаковой*

Подписано в печать 02.07.09. Формат 60 × 90 ¹/₁₆.
Печать офсетная. Печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 12,9. Тираж 150 экз.
Зак. № 80000197.

Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ)
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74
Тел. 328-87-85. Факс 328-90-47. E-mail: karta@mail.wplus.net

Отпечатано на Картографической фабрике ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72. Тел. 328-91-90, факс 321-81-53