

РЕВИЗИЯ ОБЩЕЙ ШКАЛЫ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

А.С. Алексеев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

117992 Москва, Воробьевы Горы, геологический факультет

Палеонтологический институт РАН

117998 Москва, Профсоюзная ул., 123

E-mail: aaleks@geol.msu.ru

Поступила в редакцию 8 августа 2002 г.

В статье рассмотрено современное состояние общей шкалы каменноугольной системы и предложено ее деление на две подсистемы (миссисипий и пенсильваний), каждая из которых делится на два отдела. В миссисипии выделен турнейский отдел с астьерским и ивуарским ярусами и визейский отдел с молиньякским, ливийским, варнантским и серпуховским ярусами. Пенсильванская подсистема может быть разделена на вестфальский (башкирский и московский ярусы) и стефанский (касимовский и гжелский ярусы) отделы.

Ключевые слова: *каменноугольная система, общая шкала, подсистемы, отделы, ярусы.*

REVISION OF GENERAL SCALE OF CARBONIFEROUS SYSTEM

A.S. Alekseev

Moscow State University and Paleontological Institute of Russian Academy of Sciences

The brief history of discussion on main Carboniferous subdivisions during last 5 years is reviewed. The basic principles which has to be used for construction of the global chronostratigraphic scale and new model for the Carboniferous System are proposed. The global scale will constitute of two subsystems (Mississippian and Pennsylvanian), four series (Tournaisian and Visean in Mississippian, Westphalian and Stephanian in Pennsylvanian), and 10 stages (Hastarian, Ivorian, Molinacian, Livian, Warnantian, Serpukhovian, Bashkirian, Moscovian, Kasimovian and Gzhelian).

Key words: *Carboniferous System, general scale, subsystems, series, stages.*

ВВЕДЕНИЕ

Каменноугольная система остается одной из немногих, для которых до сих пор не утверждена международная хроностратиграфическая шкала. До недавнего времени не был даже окончательно решен вопрос разделения карбона на две подсистемы и о названиях последних. Общепринятое ярусное деление, а также расчленение на отделы, не существует и по этому вопросу ведутся длительные дискуссии, которые далеки от завершения ввиду трудности достижения компромисса между приверженцами различных точек зрения [Wagner, Winkler Prins, 1991, 1994, 1997; Metcalfe, 1997; Metcalfe et al., 2000; Heckel,

Villa, 1999; Menning et al., 2000, 2001; Heckel, 2001; Алексеев, 2000, 2002; Alekseev, 2001]. Однако большинство стратиграфов осознает, что конструирование шкалы карбона на определенных согласованных принципах должно быть завершено как можно скорее.

Принятое в СССР и России подразделение каменноугольной системы является по существу одной из трех региональных шкал, претендующих на их использование в качестве основы для глобальной шкалы. Более 40 лет тому назад Д.Л. Степанов [1959] опубликовал основополагающую статью «Каменноугольная система и ее основные подразделения», в которой он, как тогда казалось, убедительно обосновал глобальную применимость отечественного де-

ления карбона на отделы и ярусы. Позднее, на 8 Международном конгрессе по стратиграфии и геологии карбона, состоявшемся в 1975 г. в Москве, впервые была сделана согласованная попытка американских, западноевропейских и восточноевропейских ученых [Буроз и др., 1977; Bouroz et al., 1978a] предложить единое деление карбона. Однако до сих пор какого-либо решения по этому вопросу не было принято.

С тех пор прошло много времени. В расчленении и корреляции каменноугольных толщ достигнут огромный прогресс, но до настоящего времени международная шкала каменноугольной системы фактически отсутствует. Это отражено в материалах Международной подкомиссии по стратиграфии карбона (SCCS) [Metcalfе, 1997, 2000] и подтверждено Международной комиссией по стратиграфии (ICS) [Metcalfе et al., 2000]. Хотя восточноевропейская шкала карбона сохраняет свой высокий потенциал, в данной статье излагаются аргументы в пользу компромиссного варианта, занимающего подразделение из различных региональных схем.

РЕШЕНИЯ 1997–2000 гг.

Как известно, в США вместо единой каменноугольной системы до последнего времени выделялись две самостоятельные – миссисипская и пенсильванская системы. Их существование объективно обусловлено прежде всего тем, что на большей части Мидконтинента США (основная область выходов на поверхность каменноугольных отложений) между ними развит четко выраженный перерыв, после которого существенно карбонатная седиментация сменяется на циклическую с чередованием терригенных (в том числе угленосных) и карбонатных пачек. Морские фауны этих двух интервалов также весьма различны.

Американские стратиграфы неоднократно предлагали принять деление карбона на две самостоятельные системы. Однако они наталкивались на сопротивление европейских специалистов. В 1970-е годы это предложение трансформировалось в компромиссную идею о выделении в карбоне двух подсистем, хотя впервые о такой возможности было заявлено значительно раньше [Elias, 1952, 1960]. В это время пытались совместить двучленное деление с трехчленным путем комбинации двух подсистем и трех отделов [Ротай, 1978; Bouroz et al.,

1978a,b]. Нижняя подсистема должна была состоять из одного отдела, а верхняя – из двух.

В 1988 г. SCCS официально большинством в 86 % голосов утвердила решение о делении карбона на подсистемы, но названия последних тогда не были приняты [Engel, 1989].

За прошедшие годы состав SCCS существенно изменился, так что голосование по вопросу названия подсистем, проведенное лишь в 1997 г., не дало определенного результата, поскольку ни один из конкурирующих вариантов не набрал 60 % голосов [Metcalfе, 1998]. При этом, как потенциально пригодные наименования, рассматривались, с одной стороны – миссисипий и пенсильваний, и нижний и верхний карбон – с другой.

Подавляющее большинство голосующих членов SCCS (13 против 4) поддержало принятие американской номенклатуры, согласно которой подсистемы карбона должны носить названия «миссисипий» и «пенсильваний» [Metcalfе, 2000]. Это решение было ратифицировано ICS и Исполнительным комитетом Международного союза геологических наук и вступило в силу в конце февраля 2000 г.

Таким образом, факт разделения каменноугольной системы на две подсистемы в международной шкале можно считать свершившимся. Это сделано, несмотря на то, что такая единица как «подсистема» до сих пор не имеет формального статуса и ни в каких других системах кроме карбона не выделяется. Утверждение географических названий для промежуточных единиц (то есть подсистем и отделов) стало еще одной демонстрацией мощной тенденции распространения таких наименований, впервые четко проявившейся в шкале силурийской системы, где прежние ярусы получили статус отделов со своими названиями.

Такое решение объясняется влиянием многих причин, в том числе и политического характера, но для нас важно, что оно подчеркивает уникальность каждой системы. Традиционно принятое деление (даже если оно не соответствует типовому) закрепляется международными стратиграфическими органами вопреки собственным рекомендациям, изложенным в «Руководстве» [Salvador, 1994] и ряде других документов.

Впрочем, деление на подсистемы еще не получило широкого признания. Это подтверждает тот факт, что в опубликованном в декабре 2000 г. варианте шкалы фанерозоя, составлен-

ном председателем ICS Ф. Градштейном [Gradstein, 2000] карбон делится не на подсистемы, а на миссипский и пенсильванский отделы.

В результате этих событий ситуация с разработкой международной шкалы карбона кардинальным образом изменилась. Ратификация двучленного деления карбона на миссисипскую и пенсильванскую подсистемы открыла путь к согласованию вопроса о выделении ярусов и отделов.

ТРИ ОСНОВНЫЕ ШКАЛЫ КАРБОНА

Исторически сложились три более или менее равноправные и широко используемые в своих регионах шкалы карбона – восточноевропейская, западноевропейская и североамериканская. Их основные подразделения были выделены почти одновременно в конце XIX в., а более или менее современный вид они приобрели в 1930-е годы, хотя и продолжали непрерывно модифицироваться в последующем. Ярусные шкалы других регионов, например Японии, Китая и Австралии, не получили употребления за пределами этих государств и не могут считаться равнозначными трем вышеуказанным. Более того, в Австралии уже давно применяются западноевропейские подразделения [Jones et al., 1973; Roberts, 1985], а в Японии широкое распространение получили ярусы среднего и верхнего карбона восточноевропейской шкалы.

Рассмотрим кратко лишь главные особенности этих шкал и основные вехи их становления, поскольку эти вопросы недавно были подробно освещены [Wagner, Winkler Prins, 1991, 1997]. Обсуждаемые в данной работе шкалы сведены в таблицу, в которой не везде могло быть точно соблюдено соотношение границ ярусов различных схем, а в колонку с западноевропейским делением, заимствованную из работы Р. Вагнера и К. Винклера Принса [Wagner, Winkler Prins, 1991], внесены некоторые дополнения, связанные с появлением более новых данных. Подошва московского яруса совмещена с основанием болсовского яруса (вестфал С) западноевропейской схемы [Махлина и др., 2001].

Восточноевропейская шкала

В СССР и России сложилось трехчленное деление каменноугольной системы на отделы. История его становления подробно рассмотрена в ряде работ [Иванова, 1955; Ивано-

ва, Розовская, 1970], поэтому здесь можно ограничиться лишь краткими замечаниями.

Во-первых, эта шкала базировалась на исключительно морских разрезах центральной части Русской платформы и отчасти западного склона Урала. Биостратиграфической основой выделенных ярусов первоначально служили зоны и слои по брахиоподам и фузулинидам.

Во-вторых, верхний (или уральский отдел) первоначально включал в себя и значительную часть современной нижней перми. Пермская система в конце XIX и в первой трети XX в. начиналась лишь с артинского яруса. Это объясняется значительным сходством морских фаун терминального карбона в его узком понимании и первой половины ранней перми. Позднее, когда, главным образом после работ Д.М. Раузер-Черноусовой и В.Е. Руженцева, объем карбона сверху был сужен и приобрел свои современные рамки, верхний отдел стал пониматься в сильно урезанном виде, сохраняясь в употреблении скорее по инерции. Поэтому целесообразность двучленного деления продолжали отстаивать В.Е. Руженцев [1965] и В.А. Черных [1976]. Здесь уместно напомнить, что двучленное подразделение карбона в России имеет столь же длительную традицию как и трехчленное, поскольку еще В.И. Мёллер [Moller, 1880] предлагал расчленять карбон на нижнюю каменноугольную и верхнюю каменноугольную системы, а С.Н. Никитин [1890] активно отстаивал двучленный вариант.

Современная восточноевропейская ярусная шкала сформировалась в 1975 г., когда вместо нижнего намюра был введен серпуховский ярус и ликвидирован оренбургский в верхнем отделе. Эта шкала содержит 7 ярусов, распределенных между тремя отделами [Кагарманов, 1998а]. Большую часть нижнего отдела составляют заимствованные из Западной Европы турнейский и визейский ярусы, уверенно прослеживающиеся на всей территории бывшего СССР. Завершает нижний карбон серпуховский ярус, включенный в общую шкалу в 1975 г. Средний отдел состоит из башкирского [Семихатова, 1934] и московского [Никитин, 1890], а верхний – из касимовского [Иванов, 1926; Данышин, 1947] и гжельского [Никитин, 1890] ярусов. Границы отделов, хотя они и не вполне равнозначны, действительно отражают наиболее важные и переломные рубежи в развитии морской биоты палеоэкваториального пояса и являются существенными геоисторическими реперами.

В течение последних 20 лет понимание основных границ восточноевропейской шкалы было приведено в соответствие с принятыми международно уровнями. Так, в 1986 г. нижняя граница карбона в СССР была поднята до уровня, по существу совпадающего с основанием зоны *Siphonodella sulcata* [Чижова, 1988], как это закреплено в международном делении [Paproth et al., 1991].

Основание башкирского яруса опущено до подошвы зон *Homoceras* и *Declinognathodus noduliferus* [Комиссия..., 1997], что приравняло данный уровень недавно утвержденной средне-каменноугольной границе [Lane et al., 1999], которая разделяет миссисипскую и пенсильванскую подсистемы.

После фиксации нижней границы перми (ассельского яруса) по появлению *Streptognathodus isolatus Chernykh et al.* [Davydov et al., 1998] в каменноугольной системе осталась зона *Daixina bosbytauensis*. В связи с этим в центральных районах Русской платформы выше ногинского был выделен мелеховский горизонт [Махлина, Исакова, 1997], прослеженный также на Среднем Урале [Вилесов, 2000].

Единственным существенным расхождением остался лишь объем визейского яруса. Последний в шкале СССР и России включает значительную часть верхнего турне бельгийского стандарта. Однако большинство участников заседания Комиссии по каменноугольной системе МКК России, состоявшегося 10 апреля 2002 г., поддержало перенос основания визейского яруса вверх до подошвы радаевского горизонта.

Западноевропейская шкала

Каменноугольная система была выделена в Англии У. Конибиром [Conybeare, Phillips, 1822]. Историю ее установления подробно рассмотрел У. Рамсботтом [Ramsbottom, 1984]. Долгое время эта система в Западной Европе неформально делилась на «горный известняк» (Mountain Limestone) внизу и «угленосную толщу» (Coal Measures) вверху, что отражало общеизвестный факт смены в этой части мира морской карбонатной седиментации сначала на морскую терригенную, а затем на континентальную угленосную. За этими двумя частями карбона утвердились названия «нижний» и «верхний» карбон.

Ярусное деление нижнего карбона было разработано в Бельгии, где были выделены турнейский и визейский ярусы [Dupont, 1883]. Верхний карбон состоял из вестфальского и стефанского ярусов, выделенных М. Мюнье-Шальма и А. де Лаппараном [Munier Chalmas, de Lapparent, 1893]. Переходная часть разреза из состава вестфала позднее была обособлена в 1927 г. Геерленским каменноугольным конгрессом в качестве намюрского яруса, предложенного еще Ж. Пурвэ [Purves, 1883].

В Европе нижний карбон получил название динанта, а верхний – силезия. Последний, кроме вестфала и стефана, включает также намюр. По объему динант и силезий весьма близки соответственно к миссисипию и пенсильванию североамериканской схемы, хотя граница между последними проходит внутри намюра, относящегося к силезию.

Начиная с 1971 г., когда на каменноугольном конгрессе в Крефельде впервые было принято решение о выделении в карбоне подсистем (динант и силезий), традиционные западноевропейские ярусы получили ранг отделов [George, Wagner, 1972]. Ярусами становятся более дробные подразделения. Для турне и визе имеются две последовательности ярусов: одна установлена в Бельгии [Conil et al., 1977], а другая – в Великобритании [George et al., 1976]. Подразделения вестфала и стефана, первоначально получившие буквенные обозначения, позднее были переведены в ярусы со стратотипами в Великобритании и Испании, где в континентальной толще имеются прослои морских пород (см. подробнее [Wagner, Winkler Prins, 1991]).

Североамериканская шкала

В Северной Америке, а именно в США, принято выделять в каменноугольном интервале две самостоятельные системы – миссисипскую и пенсильванскую. Оба эти названия, хотя и не в совсем современном объеме, были введены как отделы Г. Уильямсом [Williams, 1891], хотя миссисипская серия (Mississippian Group) была установлена несколько раньше А. Уинчеллом [Winchell, 1869–1870]. Системы делятся на отделы с географическими названиями. Отделы были выделены в основном в 1930-е годы и несколько раз видоизменяли свой объем позднее. Наиболее употребительной стала шкала отделов в том виде, как она была суммирована

К. Данбаром [Dunbar, 1960]. Р. Мур и М. Томпсон [Moore, Thompson, 1949] сделали попытку унифицировать номенклатуру пенсильванской системы путем перевода отделов в ярусы и группировки их в три новых отдела – ардийский (Ardian), окланский (Oklan) и каувийский (Kawvian). Однако последнее деление не получило широко употребления. В то же время отделы миссисипии и пенсильвания нередко трактовались в Европе именно как ярусы. После утверждения подсистем в карбоне Ф.Гэккел [Heckel, 1999] также предложил рассматривать отделы в качестве ярусов.

В миссисипии выделяются четыре отдела – киндерхук (Khinderhookian), осейдж (Osagean), мерамек (Meramecian) и честер (Chesterian). На территории Мидконтинента нижние три отдела сложены преимущественно карбонатами, а в честере растет роль терригенных пород. Пенсильваний состоит из пяти отделов – морроу (Morrowan), атока (Atokan), демойнс (Desmoinesian), миссури (Missourian) и вирджил (Virgilian). Эти отделы представлены циклическим чередованием терригенных (в том числе угленосных в краевой части бассейна) и карбонатных толщ, обычно разделенных перерывами и палеопочвами [Heckel, 1999]. Данные подразделения скорее представляют собой литостратоны, выделенные на ритмостратиграфической основе и ближе всего стоящие к нашим сериям, поскольку ни один из них не имеет настоящего биостратиграфического обоснования в виде зон по какой-либо группе морских беспозвоночных. Типовые разрезы морроу и атоки содержат много перерывов и крайне неполны.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЯРУСНОЙ ШКАЛЫ

Любая формальная процедура, каковой является принятие глобальной (международной) хроностратиграфической шкалы, должна базироваться на определенных принципах и правилах, иначе никакое рациональное решение не может быть достигнуто. Утвержденные ICS правила выбора «Глобальных стратотипических разрезов и точек» (GSSP), содержат только некоторые положения, касающиеся принципов построения шкалы, но, в основном, они посвящены процедуре и методам выбора, фиксации и утверждения GSSP. К сожалению, ICS не уделила этому вопросу необходимого внимания, в результате чего подкомиссии по отдельным си-

стемам руководствуются собственными правилами и принципами, часто больше опираются в своей работе либо на авторитет председателя, либо на традиции. Особенно наглядно эти негативные последствия проявились при утверждении в карбоне подсистем, несмотря на то, что такая единица как «подсистема» в общей иерархии стратиграфических категорий отсутствует (см. выше).

Чтобы избежать (по возможности) многих осложнений на пути к принятию согласованной шкалы карбона и ускорить процесс ее утверждения, с нашей точки зрения целесообразно руководствоваться следующими эмпирическими принципами.

Принцип стабильности. Главная цель ICS – достижение стабильности стратиграфической номенклатуры. Для этого необходимо включать в глобальную шкалу только те ярусы, которые наиболее широко используются в настоящее время, то есть прошли важную стадию «естественного отбора». Применительно к карбону это прежде всего ярусы, вошедшие в официальные хроностратиграфические шкалы ICS [Cowie, Bassett, 1989; Remane, 2000] или в глобальные временные шкалы, получившие наибольшее употребление [Harland et al., 1990; Odin, 1994; Gradstein, Ogg, 1996].

Принцип основной единицы. Основной и наименьшей единицей международной шкалы является ярус, тогда как отделы лишь группируют ярусы по степени их сходства или на основании принадлежности к единому историко-геологическому этапу. Поэтому сначала должны приниматься названия ярусов и их последовательность. Только после этого возможен выбор GSSP для конкретного яруса. Если же пытаться проследить лишь событийные уровни, как это было рекомендовано SCCS для каменноугольной системы на совещании в Прово в 1979 г., то это не только приведет к замедлению работы и утрате ориентиров, но позднее вызовет неясность в отношении того, нижнюю границу какого именно подразделения данный GSSP определяет. Такая проблема уже возникла в отношении срединно-каменноугольной границы, поскольку она никак не была привязана к границам ярусов. Теперь неясно, стратотипом нижней границы какого яруса является GSSP, выбранный в разрезе Эрроу-Каньон [Lane et al., 1999] и отвечающий подошве пенсильванской подсистемы.

Принцип изменяемости. Любое стратиграфическое подразделение ярусного или более высокого ранга, являющееся кандидатом на включение в глобальную хроностратиграфическую шкалу, меняло свои границы и биостратиграфическое определение хотя бы один раз за время своего существования. Это означает, что относительно небольшие изменения объема яруса (например, на одну зону) не требуют безусловной замены его названия. Даже если коррекция объема стратона была существенной и превышала одну треть или половину первоначального, то и в этом случае, в целях стабильности номенклатуры, такое название может быть сохранено. Если жестко следовать принципу неизменности границ, то это поставит вне закона любые из ранее установленных ярусов и потребует введения совершенно новых названий, а, значит, нарушит сформулированный выше принцип стабильности.

Принцип невведения новых названий. Ярусы в глобальной шкале карбона не имеют приоритета, так как таковая до сих пор не существует. Однако названия ярусов безусловно сохраняют приоритет в региональных шкалах, но они приобретут его в международной шкале только после включения в нее. В то же время, отсутствие приоритета не означает разрешения на введение в шкалу совершенно новых ярусов, которые не прошли проверку их полезности временем. Например, в России и СССР с 1864 г. для карбона было предложено более 40 ярусных названий, но только пять из них приобрели всеобщее использование, тогда как другие оказались забыты.

Принцип соразмерности. Число ярусов в каменноугольной системе (как и во всех других системах) должно быть приблизительно равным числу ярусов в смежных системах сходной длительности (девоне и перми) [Кагарманов, 1998б; Menning et al. 2000, 2001]. Продолжительность веков карбона не должна существенно отличаться от средней длительности веков всего фанерозоя, которая равна 5–6 млн лет. Это позволит избежать как чрезмерного дробления, так и необоснованного укрупнения подразделений. Поэтому, если рассматривать пять отделов западноевропейской шкалы в качестве ярусов, то при длительности карбона равной около 60 млн лет, этого числа явно недостаточно, поскольку каждый век будет превышать 10 млн лет. Если же использовать 20 ярусов западноевропейской схемы или 32 горизон-

та (региональных яруса) восточноевропейской шкалы, то таких подразделений слишком много, а их длительность составит в среднем 2–3 млн лет. Выбор максимального по числу ярусов варианта приведет также к необходимости поиска слишком большого количества GSSP.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ШКАЛЫ КАРБОНА

Применение, в совокупности, изложенных выше принципов позволяет определить основные параметры глобальной шкалы каменноугольной системы, которая должна конструироваться на условиях компромисса между представителями государств, пользующихся различными региональными шкалами, как это справедливо подчеркнули Ф. Гэккел и Э. Вилла [Heckel, Villa, 1999]. Поиск такого компромисса, как показывает анализ дискуссии, развернувшейся в последние годы вокруг шкалы, отнюдь не прост.

Число ярусов

В соответствии с принципом соразмерности общее число ярусов в карбоне (60 млн лет) должно составлять 10–12, поскольку в девоне, имеющем близкую длительность (55 млн лет), их насчитывается 8, а в более короткой перми (45 млн лет) – даже 9. Только одна шкала, предлагавшаяся в качестве глобальной, удовлетворяет критерию числа ярусов, а именно шкала В.Е. Руженцева [Ruzhencev, 1978; Руженцев, Богословская, 1978]. Она содержит 10 ярусов, распределенных между двумя подсистемами и четырьмя отделами. Далеко не все ярусы этой шкалы целесообразно сохранить как глобальные, но она является прекрасной моделью, которую можно использовать в качестве основы.

Число отделов

Предложение Ф. Гэккела [Heckel, 2001] поставить в соответствие в глобальной шкале почти каждому ярусу самостоятельный отдел не кажется удачным. Это предложение слишком формально и противоречит иерархической структуре стратиграфической шкалы.

Каждая подсистема должна делиться не менее чем на два отдела. Это позволяет принять за основу опять таки схему В.Е. Руженцева.

Названия

Принципы стабильности и невведения новых названий диктуют необходимость принимать во внимание ярусные стратоны только двух региональных шкал – западноевропейской и восточноевропейской. Североамериканская шкала не содержит ярусов, а лишь отделы, число которых слишком велико. Названия отделов, которые должны быть географическими, целесообразно заимствовать из западноевропейской шкалы, хотя для ряда из них придется уточнить положение границ. Сохранение в шкале таких терминов как вестфал и стефан позволит применять их на территории Ангарида и Гондваны, где морские отложения этого возраста по существу отсутствуют, а выделение более мелких единиц – морских ярусов – невозможно.

Каждый отдел должен состоять, по крайней мере, из двух ярусов. Этому положению удовлетворяет модель шкалы В.Е. Руженцева, в которой обе подсистемы разделены на два отдела – динант и намюр в нижней, вестфал и гжель – в верхней. По четырем отделам распределены 10 ярусов. Если следовать 5 вышеизложенным принципам, то целесообразно принять за основу именно эту модель. Из нее могут быть заимствованы многие названия ярусов. При этом турне и визе следует делить на ярусы, установленные в типовой местности этих отделов, т.е. в Бельгии. В таком случае верхним членом визейского отдела должен стать серпуховский ярус, который получил широкое признание в последние десятилетия. Пенсильванская подсистема должна содержать ярусы восточноевропейской (или русской) шкалы, установленные в морской последовательности Русской платформы и западного склона Урала и вошедшие в большинство международных хроностратиграфических и геохронологических шкал.

ГЛОБАЛЬНАЯ ШКАЛА КАРБОНА

После внесения корректив, связанных с появлением новых данных в результате прогресса последних десятилетий, и на основе сформулированных выше положений, глобальная шкала карбона могла бы иметь следующий вид [Алексеев, 2000, 2002; Alekseev, 2001]. Миссисипская подсистема делится на турнейский и визейский отделы (таблица). Каждый из отделов включает ярусы бельгийской шкалы (типовая местность) – два в турне и четыре в визе

(включая серпуховский ярус). Турнейские ярусы – астьерский (Hastarian) и ивуарский (Ivorian), а визейские – молиньякский (Molinacian), ливийский (Livian), варнантский (Warnantian) и серпуховский. Пенсильванская подсистема содержит также два отдела – вестфальский и стефанский. При этом нижнюю границу вестфала необходимо опустить до подошвы башкирского яруса и срединно-каменноугольной GSSP. Вестфал разделяется на башкирский и московский ярусы, а стефан – на касимовский и гжельский.

Данная модель имеет следующие преимущества: (1) включает названия из всех трех наиболее широко употребляемых морских региональных шкал карбона; (2) состоит из ярусов, которые имеют хороший потенциал для выбора их GSSP; (3) включает наименования ярусов, которые содержатся в большинстве из наиболее распространенных общих шкал; (4) отражает наиболее важные биотические и палеогеографические изменения каменноугольного периода.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 97-05-65756, 00-05-64288 и 01-05-64658.

Список литературы

- Алексеев А.С.* Ярусная шкала каменноугольной системы // Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Материалы Всероссийского симпозиума. Уфа: Гилем, 2000. С. 5–6.
- Алексеев А.С.* Глобальная ярусная шкала каменноугольной системы // Палеострат-2002. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП: Программа и тезисы докладов. М.: МОИП, 2002. С. 4–5.
- Вилесов А.П.* Зональное расчленение мелеховского горизонта (верхний карбон, гжельский ярус) Пермского Приуралья по фузулиноидеям // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8. № 5. С. 29–42.
- Буроз А., Вагнер Р.Т., Гордон М. и др.* Предложения по созданию международной стратиграфической шкалы карбона // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 2. С. 5–23.
- Даньшин Б.М.* Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и ее окрестностей. М.: МОИП, 1947. 308 с.
- Иванов А.П.* Средне- и верхнекаменноугольные отложения Московской губернии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1926. Т. 4. Вып. 1–2. С. 133–180.
- Иванова Е.А.* Основные вопросы биостратиграфии среднего и верхнего карбона Русской платформы // Стратиграфия среднего и верхнего карбона западной части Московской синеклизы. С. 216–258. (Труды Палеонтологического ин-та АН СССР. 1955. Т. 53. Кн. 1).

- Иванова Е.А., Розовская С.Е.* О подразделении каменноугольной системы на отделы // Проблемы стратиграфии карбона. Межведомственный стратиграфический комитет СССР. Труды. Т. 4. М.: Наука, 1970. С. 17–28.
- Кагарманов А.Х.* Проблемы общей шкалы карбона // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб.: ВСЕГЕИ, 1998а. Вып. 30. С. 21–28.
- Кагарманов А.Х.* О ранге подразделений общей (глобальной) шкалы фанерозоя и шкале карбона России // Границы ярусов и биотические события среднего и позднего карбона. Тезисы докладов. М.: МГУ, 1998б. С. 31–32.
- Комиссия по каменноугольной системе* // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 29. СПб.: ВСЕГЕИ, 1997. С. 15–17.
- Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В. и др.* Средний карбон Московской синеклизы. Том 1. Стратиграфия. М.: ПИН РАН, 2001. 244 с.
- Махлина М.Х., Исакова Т.Н.* Мелеховский горизонт – новый стратон гжелского яруса верхнего карбона (Восточно-Европейская платформа) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 5. С. 44–53.
- Никитин С.Н.* Каменноугольные отложения Подмосквовного края и артезианские воды под Москвой // Труды Геол. комитета. 1890. Т. 5. № 5. 182 с.
- Ротай А.П.* Стратиграфия карбона СССР и проект Международной стратиграфической шкалы // 8 Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона. Труды. Том 1. Общие проблемы стратиграфии каменноугольных отложений. М.: Наука, 1978. С. 10–21.
- Руженцев В.Е.* Основные комплексы аммоноидей каменноугольного периода // Палеонтологический журнал. 1965. № 2. С. 3–17.
- Руженцев В.Е., Богословская М.Ф.* Намюрский этап в эволюции аммоноидей. Поздненамюрские аммоноидеи // М.: Наука, 1978. 338 с.
- Семихатова С.В.* Отложения московской эпохи в нижнем и среднем Поволжье и положение московского яруса в общей схеме напластования каменноугольной системы в СССР // Проблемы сов. геологии. 1934. Т. 3. № 8. С. 72–92.
- Степанов Д.Л.* Каменноугольная система и ее основные стратиграфические подразделения // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1959. № 11. С. 52–65.
- Черных В.А.* Стратиграфия карбона севера Урала. Л.: Наука, 1976. 304 с.
- Чижова В.А.* Состояние проблемы границы девонской и каменноугольной систем // Граница девона и карбона на территории СССР. Минск: Наука и техника, 1988. С. 8–22.
- Alekseev A.S.* Stage subdivision of the Carboniferous System // Newslet. Carb. Stratigr. 2001. N 19. P. 14–16.
- Bouroz A., Einor O.L. et al.* Proposal for an international chronostratigraphic classification of the Carboniferous // 8 Congres International de Stratigraphie et de Geologie Carbonifere. Compte Rendu. Volume 1. General problems of the Carboniferous stratigraphy. Moscow: Nauka, 1978a. P. 36–52.
- Bouroz A., Wagner R.H., Winkler Prins C.* Report and proceedings of the IUGS Subcommission on Carboniferous Stratigraphy. Meeting in Moscow. 8–12 september, 1975 // 8 Congres International de Stratigraphie et de Geologie Carbonifere. Compte Rendu. Volume 1. General problems of the Carboniferous stratigraphy. Moscow: Nauka, 1978b. P. 27–35.
- Conil R., Groessens E., Pirlet H.* Nouvelle charte stratigraphique du Dinant en type de la Belgique // Ann. Soc. Geol. Nord. 1977. Vol. 96. P. 363–371.
- Conybeare W.D., Phillips W.* Outlines of geology of England and Wales, with an introductory compendium of the general principles of that science, and comparative views of the structure of foreign countries. Part 1. London: Phillips, 1822. 470 p.
- Cowie J.W., Bassett M.G.* Global stratigraphic chart. International Union of Geological Sciences // Episodes. Vol. 12. N 2. Supplement.
- Davydov V.I., Glenister B.F., Spinosa C. et al.* Proposal of Aidaralash as global stratotype section and point (GSSP) for base of the Permian System // Episodes. 1998. Vol. 21. N 1. P. 11–18.
- Dunbar C.O.* Historical geology. 2nd ed. New York, 1960. 500 p.
- Dupont E.* Sur les origines du Calcaire Carbonifere // Bull. Acad. Roy. Sci. Belgique. 1883. Ser. 3. T. 5. P. 211–229.
- Elias M.K.* New data on Dinantian-Namurian equivalents in America // 3 Congres pour l'avancement des etudes de Stratigraphie et Geologie du Carbonifere. Heerlen, 1951. Compte Rendu. Heerlen, 1952. Vol. 1. P. 189–201.
- Elias M.K.* Marine Carboniferous of N. America and Europe // 4 Congres pour l'avancement des etudes de Stratigraphie et de Geologie du Carbonifere. Compte Rendu. Vol. 1. Maestricht, 1960. P. 151–161.
- Engel B.* S.C.C.S. ballot results // Newslet. Carbon. Stratigr. 1989. N 7. P. 6–8.
- George T.N., Johnson G.A.L., Mitchell M. et al.* A correlation of Dinantian rocks in the British Isles // Geol. Soc. London. Spec. Report. 1976. N 7. P. 1–87.
- George T.M., Wagner R.H.* IUGS Subcommission on Carboniferous Stratigraphy. Proceedings and report of the General Assembly at Krefeld, august 21–22 // 7 Congres Carbonifere. Krefeld. Compte Rendu. T. 1. 1972. P. 139–147.
- Gradstein F.M.* Future directions within the International Commission on Stratigraphy // Episodes. 2000. Vol. 23. N 4. P. 283–284.
- Gradstein F.M., Ogg J.* A Phanerozoic time scale // Episodes. 1996. Vol. 19. N 1–2. P. 3–5.
- Harland W.B., Armstrong R.L., Cox A.V. et al.* A geologic time scale 1989. Cambridge University Press, 1990. 263 p.

- Heckel P.H.* Overview of Pennsylvanian (Upper Carboniferous) stratigraphy in Midcontinent region of North America // Middle and Upper Pennsylvanian (Upper Carboniferous) cyclothem succession in Midcontinent Basin, U.S.A. Kansas Geological Survey. Open-File Report 99-27. 1999. P. 68-102.
- Heckel P.H.* New proposal for series and stage subdivision of Carboniferous System // Newslet. Carbon. Stratigr. 2001. N 19. P. 12-14.
- Heckel P.H., Villa E.* Proposals toward a consensus on a scientifically reasonable and internationally acceptable classification and nomenclature for the Carboniferous System // Newslet. Carbon. Stratigr. 1999. N 17. P. 8-11.
- Jones P.J., Campbell K.S.W., Roberts J.* Correlation chart for the Carboniferous System of Australia // Bull. Bur. Miner. Resources. Aust. Geol. Geophys. 1973. N 156A. 40 p.
- Lane H.R., Brenckle P.L., Baesemann J.F., Richards B.* The IUGS boundary in the middle of the Carboniferous: Arrow Canyon, Nevada, USA // Episodes. 1999. Vol. 22. N 4. P. 272-283.
- Menning M., Belka Z., Kullmann J. et al.* On the number of Carboniferous series and stages // Newslet. Carbon. Stratigr. 2000. N 18. P. 8-10.
- Menning M., Belka Z., Chuvashov B. et al.* The optimal number of Carboniferous series and stages // Newslet. Stratigr. 2001. Vol. 38. N 2-3. P. 201-207.
- Metcalfe I.* Revision of the Carboniferous part of IUGS Global Stratigraphic Chart // Newslet. Carbon. Stratigr. 1997. N 15. P. 12-18.
- Metcalfe I.* Secretary/Editor's report 1997-98 // Newslet. Carbon. Stratigr. 1998. N 16. P. 4.
- Metcalfe I.* Secretary/Editor's report 1999-2000 // Newslet. Carbon. Stratigr. 2000. N 18. P. 2-3.
- Metcalfe I., Paproth E., Roberts J., Remane J.* Carboniferous // Explanatory note to the international stratigraphic chart. International Union of Geological Sciences. Division of Earth Sciences, UNESCO, 2000. P. 5-7.
- Moller V.* Sur la composition et les divisions generales du Systeme Carbonifere // Comptes-Rendus. Congres International de Geologie, 1876. Paris, 1880. T. 2. P. 111-127.
- Moore R.C., Thompson M.L.* Main divisions of Pennsylvanian period and system // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 1949. Vol. 33. N 3. P. 275-302.
- Munier-Chalmas M.M., de Lapparent A.* Sur la nomenclature des terrains sedimentaires // Bull. Soc. Geol. France. 1893. T. 21. N 3. P. 438-493.
- Odin G.* Geological time scale (1994) // Compte Rendu Acad. Sci. Paris. Ser. II. 1994. T. 318. P. 59-71.
- Paproth E., Feist R., Flajs G.* Decision on the Devonian-Carboniferous boundary stratotype // Episodes. 1991. Vol. 14. N 1. P. 4-6.
- Purves J.C.* Sur la delimitation et la constitution de l'etage houiller inferieur de la Belgique // Bull. Acad. Roy. Belgique. 1883. T. 3. Pt. 2. P. 514-568.
- Ramsbottom W.H.C.* The founding of the Carboniferous System // 9 Congres International de Stratigraphie et de Geologie du Carbonifere. Compte Rendu. Vol. 1. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press, 1984. P. 109-112.
- Remane J.* International stratigraphic chart. International Union of Geological sciences. UNESCO Division of Earth Sciences. Paris. 2000.
- Roberts J.* Australia // Martinez Diaz C. (ed.) The Carboniferous of the World. Vol. 2. Australia, Indian Subcontinent, South Africa, South America and North Africa. IUGS Publication 20. Madrid: Empresa nacional adaro de investigaciones mineras, s.a., 1985. P. 9-145.
- Ruzhencev V.E.* Written communication presented by W.B. Saunders // Bouroz A., Einor O.L., Gordon M., Meyen S.W., Wagner R.H. Proposal for an international chronostratigraphic classification of the Carboniferous. Discussion. 8 Congres International de Stratigraphie et de Geologie Carbonifere. Compte Rendu. Volume 1. General problems of the Carboniferous stratigraphy. Moscow: Nauka, 1978. P. 59-62.
- Salvador A. (ed.)* International stratigraphic guide: A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. International Union of Geological Sciences. 1994. 214 p.
- Wagner R.H., Winkler Prins C.F.* Major subdivisions of the Carboniferous System // XI Congres International de Stratigraphie et de Geologie du Carbonifere. Beijing, 1987. Compte Rendu. 1991. Vol. 1. P. 213-245.
- Wagner R.H., Winkler Prins C.F.* General overview of Carboniferous stratigraphy // Ann. Soc. Geol. Belgique. 1993 (1994). T. 116. N 1. P. 163-174.
- Wagner R.H., Winkler Prins C.F.* Carboniferous stratigraphy: Quo vadis? // Proc. XIII International Congress on the Carboniferous and Permian. Prace Pacstwowego Instytutu Geologicznego. 1997. Vol. 157. Pt. 1. P. 187-196.
- Williams H.S.* Correlation papers: Devonian and Carboniferous // U.S. Geol. Surv. Bull. 1891. N 80. 279 p.
- Winchell A.* On the geological age and equivalents of the Marshall Group // Amer. Philos. Soc. Proc. 1869-1870. Vol. 11. P. 57-82, 385-418.

Рецензент кандидат г.-м. наук П.М. Иванова