

УДК 551.735

Двучленное деление каменноугольной системы

А.С. Алексеев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Палеонтологический институт РАН

E-mail: aaleks@geol.msu.ru

В связи с принятием деления каменноугольной системы в глобальной шкале на две подсистемы аргументируется целесообразность перехода к двучленному расчленению и в общей шкале карбона России.

Ключевые слова: каменноугольная система, подсистемы, отделы.

К середине XX в. сложилась довольно редкая в современной стратиграфии ситуация, когда каменноугольная система в одной группе стран (государства Западной Европы и Америки) разделялась на две части (отдела), а в другой (СССР и ряд его сателлитов) — на три. Другими словами, трехчленное деление карбона, принятое в СССР, очевидным образом было противопоставлено двучленному делению в большинстве других стран. Трехчленное деление «по наследству» досталось и современной России. После распада СССР ряд сохранявшихся до этого расхождений в отношении положения границ некоторых ярусов был устранен, но подразделение на отделы осталось без изменений вплоть до настоящего времени. В начале 1990-х гг. Международная подкомиссия по стратиграфии карбона после периода долгих бесплодных обсуждений приступила к разработке и утверждению международной шкалы каменноугольной системы. К настоящему времени приняты важные решения, которые настоятельно требуют вернуться к дискуссии о делении карбона на отделы в отечественной общей шкале (Алексеев, 2003).

Решения 1988–2003 гг.

Фактически на протяжении более 100 лет независимо существовали три региональные шкалы каменноугольной системы: западноевропейская, восточноевропейская и североамериканская. В последней выделялись две самостоятельные системы (миссисипская и пенсильванская). Американские стратиграфы неоднократно предлагали принять разделение карбона на две самостоятельные системы и в глобальном масштабе, но с этим не соглашались европейские специалисты. В 1970-е гг. была выдвинута компромиссная идея о выделении двух подсистем, хотя впервые это предложение было опубликовано значительно раньше (Elias, 1952, 1960). Во время подготовки к 8 Международному конгрессу по стратиграфии и геологии карбона, который прошел в Москве в сентябре

1975 г., группа специалистов из ряда стран предложила совместить двучленное деление с трехчленным путем комбинации двух подсистем и трех отделов (один отдел в миссисипии и два отдела в пенсильвании) (Буроз и др., 1977; Ротай, 1978; Bouroz et al., 1978a, b).

В 1988 г. Международная подкомиссия по стратиграфии карбона (SCCS) большинством голосов в 86% приняла решение о делении карбона на подсистемы, но названия последних не были приняты (Engel, 1989). Как потенциально пригодные наименования рассматривались, с одной стороны, миссисипий и пенсильваний, и нижний и верхний карбон — с другой. Поскольку к середине 1990-х гг. персональный состав SCCS существенно изменился, голосование по вопросу о названии подсистем, проведенное в 1997 г., не дало определенного результата, так как ни один из конкурирующих вариантов не набрал 60% голосов (Metcalfе, 1998). Из-за обострения отношений между ведущими членами SCCS в октябре 1999 г. было открыто новое голосование, но не о названии подсистем, а для решения вопроса о том, должны ли эти два подразделения карбона рассматриваться как подсистемы или отделы, что возвращало ситуацию на 10 лет назад. Председатель Международной комиссии по стратиграфии своим решением отменил это голосование еще до его окончания, и 19 ноября 1999 г. теперь уже сама комиссия объявила повторное голосование, закрытое 21 декабря 1999 г. В ходе этого голосования необходимо было подтвердить решение о том, что два подразделения карбона есть подсистемы и определить их названия. В результате голосования значительное большинство членов подкомиссии (13 против 4) согласилось принять американскую номенклатуру (Metcalfе, 2000). На этом борьба между западноевропейским и североамериканским подходами к стратиграфии каменноугольной системы завершилась скорее победой второго подхода, чем компромиссом между ними.

Таким образом, разделение каменноугольной системы на две подсистемы в международной шкале стало свершившимся фактом и это потребовало решить вопрос об отделах и ярусах, то есть о наполнении шкалы реально работающими подразделениями.

В SCCS для обсуждения были представлены два варианта такого деления. Один из них был подготовлен председателем подкомиссии Ф. Геккелом (Heckel, 2001). Он предусматривал выделение в обеих подсистемах трех отделов, каждый из которых (за исключением верхнепенсильванского) включал по одному ярусу. Верхний пенсильваний в этом проекте объединял два яруса — касимовский и гжелский. Данное предложение с нашей точки зрения слишком формально и противоречит иерархической структуре стратиграфической шкалы. Позднее Геккел подчеркнул, что его шкала открыта для детализации и если впоследствии ярусы будут разукрупнены (как это было ранее в Западной Европе), то для них уже будут существовать готовые отделы.

Второй вариант предложил А.С. Алексеев (Alekseev, 2001), его более развернутое обоснование опубликовано на русском языке (Алексеев, 2003). В нем предполагалось разделить каждую подсистему на два отдела (турнейский и визейский в миссисипии, вестфальский и стефанский в пенсильвании). Каждый отдел содержал не менее чем два яруса (табл. 1). У этого варианта были свои преимущества. Прежде всего он включал термины из всех трех региональных шкал. Сохранение в нем таких терминов, как вестфал и стефан, позволило бы применять эту шкалу и на территории Ангариды, где морские отложения этого возраста распространены крайне ограниченно, а выделение более мелких единиц — морских ярусов — невозможно. Однако в таком случае потребовалась бы некоторая коррекция границ ряда западноевропейских подразделений, на что лишь немногие члены SCCS готовы были согласиться.

Таблица 1. Основные шкалы каменноугольной системы

Россия Кагарманов, 1998б		Западная Европа Wagner, Winkler Prins, 1991		США, Мидконтинент Dunbar, 1960		Глобальная шкала Ружнецв, Богословская, 1978		Глобальная шкала Bouroz et al., 1978a		Глобальная шкала Aleksseev, 2001											
Отдел	Ярус	Подсистема	Отдел	Ярус	Подсистема	Отдел	Ярус	Подсистема	Отдел	Ярус	Подсистема	Отдел	Ярус								
Верхний	Гжельский	Силезская	Стефанский	Стефан С	Пенсильванская	Гжельский	Оренбургский	Пенсильванская	Стефанский	Гжельский	Пенсильванская (верхний карбон)	Стефанский	Гжельский								
	Касимовский			Стефан В			Миссурийский			Жигулевский			Касимовский	Касимовский							
Средний	Московский		Вестфальский	Дакмантский Лангсеттский Едонский Марденский Киндерскутский Элпортский Чокьерский Арсбергский Пендлейский Бригантский		Демойнский	Верхняя (или пенсильванская)		Вестфальский	Московский		Пенсильванская	Без названия	Московский	Пенсильванская (нижний карбон)	Вестфальский	Московский				
	Башкирский					Атокский				Каяльский				Башкирский			Башкирский				
Нижний	Серпуховский		Наморский			Честерский			Морруанский	Нижняя (или миссипсипская)			Наморский	Анденский		Миссипсипская	Миссипсипский	Серпуховский	Миссипсипская (нижний карбон)	Визейский	Серпуховский
	Визейский													Визейский							Мерамекский
			Турнейский	Осейджский		Турнейский	Саурский		Турнейский			Ливийский									
							Астьерский					Киндерхукский	Гаттендорфский	Турнейский	Астьерский						

Таблица 2. Глобальная шкала и общая шкала карбона России

Ратифицированное глобальное расчленение карбона Heckel, 2004				Общая шкала карбона России Кагарманов, Коссова, 2003			
Система	Подсистема	Отдел	Ярус	Система	Отдел	Ярус	
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	Пенсильванская	Верхний	Гжельский 302	КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	Верхний	Гжельский	
			Касимовский 305			Касимовский	
		Средний	Московский 312		Средний	Московский	
		Нижний	Башкирский 320			Башкирский	
		Миссисипская	Верхний		Серпуховский 326	Нижний	Серпуховский
			Средний		Визейский 345		Визейский
	Нижний		Турнейский 358	Турнейский			
					Турнейский		

Обсуждение обоих вариантов было очень вялым, лишь несколько исследователей высказались по этому вопросу. Поэтому осенью 2003 г. обе шкалы были выставлены на голосование (Work, 2004). Вариант Геккела поддержали 14 членов комиссии (из 19 голосовавших), а за вариант Алексеева были поданы только 3 голоса. В 2004 г. это решение было утверждено Международной комиссией по стратиграфии и Международным союзом геологических наук. Поскольку объем отделов был определен через соответствующие им ярусы с собственными названиями, которые были «комбинацией западноевропейских и русских наименований, ставшей общепринятой» (Heckel, 2004, с. 1), то без дополнительного голосования оказались утвержденными (ратифицированными) и ярусные подразделения каменноугольной системы (табл. 2). Таким образом, остается лишь закрепить с помощью «золотых гвоздей» нижние границы ярусов международной шкалы, чтобы последняя была окончательно сформирована.

Серия охарактеризованных выше решений привела к тому, что двучленное деление карбона оказалось юридически закрепленным в глобальной хроностратиграфической шкале, в связи с чем к нему и нам в России следует определить свое отношение.

Краткая история становления отечественной шкалы каменноугольной системы

Подробное изложение истории разработки стратиграфической шкалы карбона в Западной Европе и России-СССР можно найти в целом ряде работ, которые будут указаны ниже. Поэтому здесь мы ограничимся только краткими сведениями.

Самые ранние этапы становления стратиграфических шкал карбона обстоятельно рассмотрел Г.П. Леонов (1973). Его анализ показывает, что все эти шкалы носили сугубо региональный историко-геологический характер с выделением в качестве отделов и ярусов естественных интервалов разреза, разделенных крупными перестройками обстановок осадконакопления и, как следствие, сменами фаунистических и флористических комплексов.

В России трехчленное деление своими корнями восходит к последовательности морских каменноугольных отложений центральных районов Восточно-Европейской платформы (прежде всего Подмосковья) и западного склона Урала. Оно было намечено еще Р. Мурчисоном (Murchison et al., 1845), но получило полноценное биостратиграфическое обоснование по фораминиферам благодаря В.И. Мёллеру (1880). Последний не только выделил три горизонта (I. Нижний или эндотировый известняк; II. Средний или фузули-нелловый известняк; III. Верхний или фузулиновый известняк), но четко обозначил их как «три главные отдела» каменноугольной системы (Мёллер, 1880, с. 168).

Это деление на основании распределения брахиопод поддержал Ф.Н. Чернышев (Tschernichew, 1890). Он выделял А) известняки с *Productus giganteus*, *Productus striatus*, *Chonetes papilionacea* etc.; В) известняки со *Spirifer mosquensis* Fisch. и С) верхние каменноугольные известняки. Такое расчленение им было закреплено окончательно в 1902 г. Считается, что именно после этого трехчленное деление утвердилось в России окончательно, так как С.Н. Никитин еще в 1890 г. делил карбон на два отдела.

Однако надо иметь в виду, что до работ В.Е. Руженцева по аммоноидеям Южного Урала в верхний отдел карбона, по предложению М. Мюнье-Шальма и А. де Лаппарана (Munier-Chalmas, de Lapparent, 1893) часто называвшийся уральским, на практике и по определению включалась доартинская часть нижней перми. В таком объеме верхний отдел каменноугольной системы по фаунистической выразительности и относительной длительности был соизмерим с другими отделами, и его существование было оправданно.

Первая официальная схема расчленения каменноугольной системы в СССР была принята в 1951 г. Она предусматривала выделение трех отделов, что было подтверждено в схеме 1962 г.

В 1968 г. состоялся пленум комиссии по каменноугольной системе МСК, посвященный памяти Л.С. Либровича. Большинство его участников поддержало сохранение существовавшего в СССР расчленения на три отдела, хотя некоторые предлагали перейти к двучленному делению (Материалы..., 1971). Следующий пленум комиссии, прошедший в 1974 г., подтвердил это решение (Решение..., 1978). В 1981 г. в Новочеркасске состоялся выездной пленум каменноугольной комиссии. Он вновь отметил необходимость деления в шкале СССР карбона на три отдела (Предисловие, 1984). При разработке новой унифицированной схемы карбона Русской платформы в 1988 г. это принципиальное положение было сохранено (Кагарманов, Донакова, 1990).

В общей стратиграфической шкале карбона России (Кагарманов, 1998б; Кагарманов, Коссовая, 2003) трехчленное расчленение сохраняется без изменений до настоящего времени.

Последовательными сторонниками разделения карбона на три отдела были почти все ведущие отечественные карбонеды: С.В. Семихатова (1929), Е.А. Иванова (1955; Иванова, Розовская, 1970), Д.Л. Степанов (1959), Л.С. Либрович и В.Д. Наливкин (Librovitch, Nalivkin, 1961), Г.Д. Киреева (1970), О.Л. Эйнон (1971), Д.М. Раузер-Черноусова и С.Ф. Щербович (1974), А.П. Ротай (1976; Ротай, Степанов, 1975), Е.А. Рейтлингер (1975), И.С. Барсков (1998), А.Х. Кагарманов (1998а,б) и многие другие выдающиеся специалисты.

Двучленное деление карбона в работах отечественных карбонедов

Несмотря на доминирующее мнение о единственно правильном делении карбона на три отдела, далеко не все отечественные специалисты соглашались с таким выводом.

Н.П. Герасимов (1937а, с. 88) считал, что «каменноугольная система в соответствии с циклами осадконакопления распадается на отделы: динантский и московский». Уральский отдел он рассматривал как пермский (Герасимов, 1937б).

Г.И. Теодорович, который всегда публично поддерживал трехчленное деление, признавал, что «распределение хористит намечает деление карбона на два отдела, как это давно принимается в Западной Европе и Америке (миссисипиан и пенсильваниан), которые в последней часто принимаются даже как две самостоятельные системы» (Теодорович, 1957, с. 108).

Еще в 1963 г. А.Д. Миклухо-Маклай писал, что «... каменноугольная система должна состоять из двух отделов: нижнего, в составе которого имеются три яруса — турнейский, визейский и намюрский, и верхнего, разделяемого на два подотдела — нижний, состоящий из башкирского, нижнего и верхнего московского ярусов, и верхний подотдел, в состав которого входит один гжельский ярус» (Миклухо-Маклай, 1963, с. 16). Важно, что эта позиция Миклухо-Маклая была доведена им до международной общности еще в 1958 г. (Miklukho-Maclay, 1961).

Наиболее последовательным защитником «двучленности» был В.Е. Руженцев (1965, 1974, 1975; Руженцев, Богословская, 1971, 1978; Ruzhencev, 1978), который сначала считал, что «планетарная стратиграфическая шкала» каменноугольной системы должна включать два отдела (нижнекаменноугольный и верхнекаменноугольный) и 9 ярусов. Позднее Руженцев предлагал согласиться с выделением двух подсистем с двумя отделами в каждой (табл. 1), которые в сумме содержат 10 ярусов.

О.И. Богуш и О.В. Юферев (1966, с. 68) пришли к выводу, что «целесообразно ... выделять в карбоне Верхоянья два отдела: нижний (в прежнем объеме) и верхний, соответствующий среднему и верхнему карбону русской схемы». Позднее О.В. Юферев (1973, 1978) неоднократно подтверждал данный вывод, основанный на резком различии фаунистических характеристик этих двух частей карбона в пределах Ангариды и прилежащих к ней районов Сибири и Северо-Востока Азии.

В 1968 г. вышла статья Д.Л. Степанова, в которой он обстоятельно аргументировал необходимость перехода к двучленному делению карбона, хотя до этого и впоследствии не возражал против традиционного расчленения (Ротай, Степанов, 1975). Однако и позднее он не отказался от своего вывода, что верхний отдел карбона – это по существу лишь один ярус, а «...проведение границы среднего и верхнего палеозоя в основании среднего карбона представляет завуалированное признание двучленного деления каменноугольной системы» (Степанов, 1975, с. 294).

На пленуме Комиссии по каменноугольной системе, состоявшемся в 1968 г., В.А. Разницын (1971) предлагал два реально распознающихся в карбоне цикла рассматривать как системы — динантскую и собственно каменноугольную. При этом, по его мнению, средний и верхний отделы, принятые в СССР, могут быть сохранены, что позволит повысить ранг двух подъярусов московского яруса. В ходе второго пленума комиссии (1974 г.) Г.Е. Черняк, Р.В. Соломина и В.И. Устрицкий в особых мнениях предлагали выделять два отдела, так как верхний отдел отвечает лишь одному ярусу.

С.В. Мейен (1970) проанализировал развитие флоры в карбоне и перми и пришел к выводу о существовании внутри этого интервала всего лишь двух этапов.

О.Л. Эйнон (1971, с. 67) в то же время признавал, что «в преобладающем большинстве районов Земли выделяются два этапа — нижний морского развития и верхний — лагунного (или континентального)», но смена обстановок часто растягивалась на целый век или более и практическое использование этого деления «встречает непреодолимые затруднения».

А.А. Султанаев (1974, 1975, 1978), обсуждая расчленение верхнего карбона Урала, пришел к выводу, что в этом интервале нельзя выделить более одного яруса с неясной нижней границей, в связи с чем он также считал необходимым принятие двучленного деления. Изучая стратиграфию и фораминиферы каменноугольных отложений северо-восточных районов европейской части СССР и Урала, к аналогичному выводу пришел В.А. Чермных (1976).

И.С. Барсков и др. (1980) на основании резкой смены конодонтов в середине карбона пришли к выводу, что подошва генозоны *Hotoseras* может рассматриваться как граница систем.

Р.М. Иванова (1998, 2000) склонялась к делению «на два отдела, равные миссисипию и пенсильванию» (1998, с. 23).

На двучленное деление по крайней мере в международной шкале согласился В.И. Давыдов (2002), который позднее стал соавтором пояснительного текста о каменноугольной системе к новой версии глобальной шкалы геологического времени (Davydov et al., 2004).

Еще дальше пошел Ю.С. Папин (2002), который предложил рассматривать миссисипий и пенсильваний как самостоятельные системы.

Мы видим, что признание трехчленного деления было далеко не единодушным и это оставляет возможность вернуться к взвешенному обсуждению расчленения каменноугольной системы на отделы.

Главные подразделения карбона и их длительность

Еще в 1960-е гг. сложилось мнение, что позднекаменноугольная эпоха была намного короче остальных, хотя надежные определения возраста тогда отсутствовали. Сейчас есть возможность проверить этот вывод благодаря тому, что за последние годы длительность подразделений общей шкалы была существенно уточнена, датировки границ веков каменноугольного периода приобрели достаточно высокую надежность.

В последней версии шкалы геологического времени (Gradstein et al., 2004) общая длительность карбона определена в 60,2 млн. лет. Если оперировать принятым в России делением, то на ранний карбон приходится 41,1 млн. лет, средний — 11,6 млн. лет и поздний — всего 7,5 млн. лет. Таким образом, продолжительность позднекаменноугольной эпохи укладывается в среднее значение длительности одного века фанерозоя (5–7 млн. лет) и она в 5,5 раз короче раннего карбона.

Близкие значения приняты в так называемой шкале DCP 2003, разработанной под руководством М. Меннинга (Menning et al., in press). Суммарная длительность каменноугольного периода в ней принята равной 62 млн. лет (296–358 млн. лет). Ранний карбон длился 38 млн. лет, средний — 15 млн. лет, а поздний — лишь 9 млн. лет.

Анализ обеих новейших шкал показывает, что «поздний карбон» в его узком понимании действительно несоразмерен с ранним карбоном, тогда как объединение его со среднекаменноугольной эпохой в один хрон приведет к более сбалансированной конструкции всей шкалы.

Особенности срединнокаменноугольного рубежа

Массовое вымирание. Со срединнокаменноугольной границей совпадает резкая смена морских организмов, которая может рассматриваться как малое массовое вымирание (Алексеев, 2000). Существенные фаунистические изменения, имевшие место на этом рубеже, подчеркнули Б. Ричардс и др. (Richards et al., 2002).

Первой обратила внимание на существенное изменение фаун кораллов (в основном ругоз) на рассматриваемом рубеже Н.П. Василюк (1974). Однажды она даже отметила, что в Донбассе рубеж между нижним и средним карбоном (основание группы известняков D_7 , что несколько выше современного положения данной границы в подошве известняка D_5^8) может отвечать рангу границы между системами (Василюк, 1975). Эти данные были подтверждены О.Л. Коссовой (1995).

Важные события происходили среди брахиопод. Они были связаны прежде всего с вымиранием гигантопродуктид и стриаиферид, существенным изменением среди спириферид.

Подробно изучена смена конодонт (Nemirovskaya, Nigmatganov, 1994), которая характеризуется исчезновением в башкирское время таких типично раннекаменноугольных родов, как *Gnathodus* Pander, *Lochriea* Scott и *Cavusgnathus* Harris et Hollingsworth, и появлением характерных для первой половины среднего карбона *Declinognathodus* Ellison et Graves и *Idiognathoides* Harris et Hollingsworth, а несколько позднее *Idiognathodus* Gunnell и *Streptognathodus* Stauffer et Plummer, доминировавших на протяжении остальной части карбона. Особое значение этого рубежа было подчеркнуто еще И.С. Барсковым и др. (1980).

Новейшие подсчеты показывают, что на родовом уровне этот рубеж выделяется весьма отчетливо — вероятность вымирания морских животных примерно в 2–3 раза выше фона (Sepkoski, 1986), при этом уровень вымирания родов составляет около 35%, а семейств — около 10% (Sepkoski, 1995).

Эвстатические колебания уровня моря и палеоклиматические изменения. Климат большей части раннего карбона может быть охарактеризован как относительно теплый, соответствующий так называемой «теплой биосфере». В конце визейского и в серпуховском веке впервые фиксируются кратковременные высокоамплитудные эвстатические падения уровня океана, которые могли быть связаны с периодическим появлением ледниковой шапки в пределах Гондваны. Но наиболее резкое падение уровня произошло на рубеже раннего и среднего карбона (в начале башкирского века), что вызвало появление субглобального перерыва в морских последовательностях, сопровождавшегося формированием палеопочв и кор выветривания. Башкирский век, по-видимому, был временем максимума позднепалеозойского оледенения (Alekseev et al., 1996), что подтверждают и результаты исследования изотопного состава кислорода в раковинах брахиопод (Mii et al., 2001; Grossman et al., 2002). С этого момента Земля переходит в состояние «холодной биосферы», и вся остальная часть карбона характеризовалась частыми гляциоэвстатическими колебаниями уровня океана, что обусловило четко выраженную цикличность как мелководных карбонатных отложений, так и параллельных угленосных толщ этого времени.

Заключение

Таким образом, не существует научно обоснованных возражений против двучленного деления каменноугольной системы, поскольку это весьма существенный рубеж как в развитии органического мира, так и в эволюции внешних оболочек Земли. Поэтому в отечественной общей шкале целесообразно заменить средний и верхний отделы одним-единственным верхним отделом, воздержавшись на данном этапе от выделения подсистем.

В 1998 г. Межведомственный стратиграфический комитет России принял решение «сохранить принятое в России и ряде других стран трехчленное деление каменноугольной системы на отделы и не возражать против параллельного использования двух подсистем» (Жамойда, Прозоровская, 1998, с. 21). Косвенно такое решение служит признаком фундаментальности срединно-каменноугольного рубежа.

Обычным возражением при всяком изменении стратиграфических шкал является утверждение, что «такое-то действие нарушает устоявшуюся номенклатуру, изменяет традиционные объемы подразделений и приведет к необходимости переделки многих сотен и тысяч геологических карт». Однако несмотря на этот аргумент, в отечественной истории изменения ярусной шкалы карбона с 1951 по 1974 гг. происходили с периодичностью примерно раз в десять лет, и ничего не случалось. С 1974 г. ярусное деление остается неизменным, но определения нижних границ турнейского, визейского и башкирского ярусов поменялись. Предлагаемая модификация сблизит нашу шкалу с глобальной и сделает общую ситуацию более ясной.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 03-05-64415 и 06-05-64783; и программы 25 Президиума РАН «Происхождение и эволюция биосферы» проект «Эвстатические колебания уровня моря в фанерозое и реакция на них морской биоты».

Литература

- Алексеев А.С. 2000. Типизация фанерозойских событий массового вымирания организмов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. № 5. С. 6–14.
Алексеев А.С. 2003. Ревизия общей шкалы каменноугольной системы // Литосфера. № 1. С. 3–12.

- Барсков И.С. 1998. История и принципы стратиграфии карбона России // Границы ярусов и биотические события среднего и позднего карбона. Всероссийское совещание. 7–13 августа 1998 г., Москва. Тезисы докл. М.: Моск. ун-т. С. 8–10.
- Барсков И.С., Алексеев А.С., Горева Н.В. 1980. Конодонты и стратиграфическая шкала карбона // Изв. АН СССР. Сер. геол. № 3. С. 43–45.
- Богуш О.И., Юферев О.В. 1966. Фораминиферы карбона и перми Верхоянья. М.: Наука. 208 с.
- Буроз А., Вагнер Р.Т., Гордон М. и др. 1977. Предложения по созданию международной стратиграфической шкалы карбона // Изв. АН СССР. Сер. геол. № 2. С. 5–24.
- Василюк Н.П. 1974. Развитие кораллов на рубеже раннего и среднего карбона // Палеонтол. журн. № 4. С. 3–10.
- Василюк Н.П. 1975. Роль кораллов в биостратиграфии карбона Донецкого бассейна // Стратиграфия и биогеография морей и суши каменноугольного периода на территории СССР. Киев: изд-во при Киевском гос. ун-те. С. 7–15.
- Герасимов Н.П. 1937а. О циклах осадконакопления в верхнем палеозое Пермского Приуралья и о границе карбона и перми // Международный геологический конгресс. XVII сессия. Тезисы докл. М.-Л.: ОНТИ. С. 87–88.
- Герасимов Н.П. 1937б. Уральский отдел пермской системы // Учен. записки Казанского гос. ун-та. Т. 97. Кн. 3–4. С. 3–68.
- Давыдов В.И. 2002. Каменноугольная система и современный статус ее подразделений // Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. Екатеринбург: Ин-т геол. и геохим. УрО РАН. С. 72–91.
- Жамойда А.И., Прозоровская Е.Л. 1998. Постановление МСК по докладу председателя комиссии МСК по каменноугольной системе А.Х. Кагарманова «Проблемы общей шкалы каменноугольной системы» / Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб.: ВСЕГЕИ. Вып. 30. С. 20–21.
- Иванова Е.А. 1955. Основные вопросы биостратиграфии среднего и верхнего карбона Русской платформы // Иванова Е.А., Хворова И.В. Стратиграфия среднего и верхнего карбона западной части Московской синеклизы // Труды Палеонтол. ин-та АН СССР. Т. 53. С. 216–249.
- Иванова Е.А., Розовская С.Е. 1970. О подразделении каменноугольной системы на отделы // Проблемы стратиграфии карбона. Межведомственный стратиграфический комитет СССР. Труды. Т. 4. С. 17–28.
- Иванова Р.М. 1998. Граница среднего и верхнего карбона на Урале по фузулинидам // Границы ярусов и биотические события среднего и позднего карбона. Всероссийское совещание. 7–13 августа 1998 г. Москва. Тезисы докл. М.: Моск. ун-т. С. 22–24.
- Иванова Р.М. 2000. Зональная стратиграфия и границы среднего карбона на Урале по фузулинидам // Зональные подразделения карбона Общей стратиграфической шкалы России. Материалы Всероссийского совещания, 29–31 мая 2000 г. Уфа: Гилем. С. 44–46.
- Кагарманов А.Х. 1998а. О ранге подразделений общей (глобальной) шкалы фанерозоя и шкалы карбона России // Границы ярусов и биотические события среднего и позднего карбона. Всероссийское совещание, 7–13 августа 1998 г. Москва. Тезисы докл. М.: Моск. ун-т. С. 30–32.
- Кагарманов А.Х. 1998б. Проблемы общей шкалы каменноугольной системы // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб.: ВСЕГЕИ. Вып. 30. С. 21–28.
- Кагарманов А.Х., Донакова Л.М., ред. 1990. Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами, Ленинград, 1988 г. Каменноугольная система. Л.: ВСЕГЕИ. 40 с.
- Кагарманов А.Х., Коссовая О.Л. 2003. Международный симпозиум «Биостратиграфическое обоснование ярусных границ каменноугольной системы Восточной Европы». Выездная сессия комиссии по каменноугольной системе // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб.: ВСЕГЕИ. Вып. 34. С. 35–40.

- Киреева Г.Д. 1970. Изменение фораминифер у границ стратиграфических подразделений различных рангов // Проблемы стратиграфии карбона. Межведомственный стратиграфический комитет СССР. Труды. Т. 4. С. 41–46.
- Коссовая О.Л. 1995. Восстановление таксономического разнообразия кораллов *Rugosa* в среднем карбоне // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 2. С. 66–76.
- Леонов Г.П. 1973. Основы стратиграфии. Том 1. М.: изд-во Моск. ун-та. 530 с.
- Материалы постоянной стратиграфической комиссии по карбону СССР. 1971. Л.: ВСЕГЕИ. 81 с.
- Мейен С.В. 1970. Об основном делении каменноугольной системы по палеоботаническим данным // Проблемы стратиграфии карбона. Межведомственный стратиграфический комитет СССР. Труды. Т. 4. С. 46–56.
- Мёллер В.И. 1880. Фораминиферы каменноугольного известняка России // Материалы для геологии России. Т. 9. 182 с.
- Миклухо-Маклай А.Д. 1963. Верхний палеозой Средней Азии. Л.: изд-во Ленингр. ун-та. 329 с.
- Никитин С.Н. 1890. Каменноугольные отложения Подмосковного края и артезианские воды под Москвой // Труды Геол. комитета. 1890. Т. 5. Вып. 5. 182 с.
- Папин Ю.С. 2002. Позиция границы между миссисипиумом и пенсильванским в общей стратиграфической шкале // Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. Екатеринбург: Ин-т геол. и геохим. УрО РАН. С. 230–237.
- Предисловие. 1984 // Верхний карбон СССР. Межведомственный стратиграфический комитет. Труды. 1984. Т. 13. С. 3–4.
- Разницын В.А. 1971. О делении каменноугольной системы на отделы // Материалы постоянной стратиграфической комиссии по карбону СССР. Л.: ВСЕГЕИ. С. 66–67.
- Раузер-Черноусова Д.М., Щербович С.Ф. 1974. Некоторые вопросы касимовского яруса в свете изучения фузулинид // Изв. АН СССР. Сер. геол. № 6. С. 91–103.
- Рейтлингер Е.А. 1975. Этапность как критерий проведения биостратиграфических границ на примере каменноугольной системы (по фораминиферам) // Стратиграфия карбона и геология угленосных формаций СССР. М.: Недра. С. 17–25.
- Решение II пленума комиссии МСК по каменноугольной системе. 1978 // Вопросы стратиграфии палеозоя (девон, карбон). Межведомственный стратиграфический комитет. Труды. Т. 6. С. 273–277.
- Ротай А.П. 1976. Некоторые общие вопросы стратиграфии карбона // Стратиграфия и палеонтология карбона. Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 247. С. 3–15.
- Ротай А.П. 1978. 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. С. 10–21.
- Ротай А.П., Степанов Д.Л. 1975. Стратиграфическая шкала каменноугольной системы, принятая в СССР // Основные черты стратиграфии карбона СССР. Л.: Недра. С. 23–38.
- Руженцев В.Е. 1965. Основные комплексы аммоноидей каменноугольного периода // Палеонтол. журн. № 2. С. 3–17.
- Руженцев В.Е. 1974. О позднекаменноугольных аммоноидеях Русской платформы и Приуралья // Палеонтол. журн. № 3. С. 32–46.
- Руженцев В.Е. 1975. Аммоноидеи и хроностратиграфия карбона Восточной Сибири // Палеонтол. журн. № 2. С. 28–44.
- Руженцев В.Е., Богословская М.Ф. 1971. Намюрский этап в эволюции аммоноидей. Ранненамюрские аммоноидеи // Труды Палеонтол. ин-та АН СССР. Т. 133. 382 с.
- Руженцев В.Е., Богословская М.Ф. 1978. Намюрский этап в эволюции аммоноидей. Поздненамюрские аммоноидеи // Труды Палеонтол. ин-та АН СССР. Т. 167. 338 с.
- Семихатова С.В. 1929. К вопросу о разграничении верхнего и среднего карбона // Бюл. МОИП. Отд. геол. Т. 7. Вып. 3. С. 266–297.
- Степанов Д.Л. 1959. Каменноугольная система и ее основные стратиграфические подразделения // Изв. АН СССР. Сер. геол. № 11. С. 52–65.
- Степанов Д.Л. 1968. Объем и ярусное подразделение верхнего карбона // Изв. АН СССР. Сер. геол. № 4. С. 17–21.

- Степанов Д.Л. 1975. Основные проблемы дальнейшего изучения каменноугольной системы // Основные черты стратиграфии карбона СССР. Л.: Недра. С. 291–297.
- Султанаев А.А. 1974. О верхнем карбоне Урала // Сов. геол. № 3. С. 37–46.
- Султанаев А.А. 1975. Проблемы стратиграфии среднего карбона Урала и возможные пути их решения // Каменноугольные отложения Урала. Труды Ин-та геол. и геохим. УНЦ АН СССР. Вып. 121. Сборник по вопросам стратиграфии. № 25. С. 127–137.
- Султанаев А.А. 1978. О расчленении каменноугольной системы // Вопросы стратиграфии палеозоя (девон, карбон). Межведомственный стратиграфический комитет. Труды. Т. 6. С. 211–212.
- Теодорович Г.И. 1957. О книге Е.А. Ивановой и И.В. Хворовой «Стратиграфия среднего и верхнего карбона западной части Московской синеклизы» // Изв. АН СССР. Сер. геол. № 5. С. 105–111.
- Черных В.А. 1976. Стратиграфия карбона севера Урала. Л.: Наука. 304 с.
- Эйнор О.Л. 1971. О количестве отделов в каменноугольной системе // Материалы постоянной стратиграфической комиссии по карбону СССР. Л.: ВСЕГЕИ. С. 67–68.
- Юферев О.В. 1973. Карбон Сибирского биогеографического пояса // Труды Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР. Вып. 162. 278 с.
- Юферев О.В. 1978. Проект зональной и ярусной шкал каменноугольной системы // Биостратиграфия и палеобиогеография девона и карбона азиатской части СССР. Труды Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР. Вып. 386. С. 146–158.
- Alekseev A.S. 2001. Stage subdivision of the Carboniferous System // Newslett. Carbon. Stratigr. N 19. P. 14–16.
- Alekseev A.S., Kononova L.I., Nikishin A.M. 1996. Devonian and Carboniferous of Moscow Syncline: stratigraphy and sea-level changes // Tectonophysics. 1996. Vol. 268. No. 1–4. P. 149–168.
- Bouroz A., Einor O.L., Gordon M. et al. 1978a. Proposals for an international chronostratigraphic classification of the Carboniferous // 8 Межд. конгресс по стратиграфии и геологии карбона. Труды. Т. 1. Общие проблемы стратиграфии каменноугольных отложений. М.: Наука. С. 36–52.
- Bouroz A., Wagner R.H., Winkler Prins C. 1978b. Report and proceedings of the IUGS Subcommittee on Carboniferous Stratigraphy. Meeting in Moscow, 8–12 September, 1975 // 8 Межд. конгресс по стратиграфии и геологии карбона. Труды. Т. 1. Общие проблемы стратиграфии каменноугольных отложений. М.: Наука. С. 27–35.
- Davydov V.I., Wardlaw B.R., Gradstein F.M. 2004. The Carboniferous Period // Gradstein F., Ogg J., Smith A., eds. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge Univ. Press. P. 222–248.
- Dunbar C.O. 1960. Historical geology. 2nd ed. N.-Y. 500 p.
- Elias M.K. 1952. New data on Dinantian-Namurian equivalents in America // 3 Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie et de géologie du Carbonifère, Heerlen, 1951. Compte Rendu. T. 1. Heerlen. P. 189–201.
- Elias M.K. 1960. Marine Carboniferous of N. America and Europe // Quatrième Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie et de géologie du Carbonifère, Heerlen, 15–20 septembre 1958. Compte Rendu. T. 1. Maestricht: Ernest van Aelst. P. 151–161.
- Engel B. 1989. S.C.C.S. ballot results // Newslett. Carbon. Stratigr. No. 7. P. 6–8.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. et al. 2004. A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene // Episodes. Vol. 27. No. 2. P. 83–100.
- Grossman E.L., Bruckschen P., Mii H. et al. 2002. Carboniferous paleoclimate and global change: isotopic evidence from the Russian Platform // Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. Екатеринбург: Ин-т геол. и геохим. УрО РАН. С. 61–71.
- Heckel P.H. 2001. New proposal for series and stage subdivision of Carboniferous System // Newslett. Carbon. Stratigr. No. 19. P. 12–14.
- Heckel P.H. 2004. Chairman's column // Newslett. Carbon. Stratigr. No. 22. P. 1–3.
- Librovitch L.S., Nalivkin V.D. 1961. Carboniferous deposits of the Urals // Quatrième Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie et de géologie du Carbonifère. Heerlen, 15–20 septembre 1958. Compte Rendu. T. 2. Maestricht: Ernest van Aelst. P. 385–393.
- Menning M., Alekseev A.S., Chuvashov B.I. et al., in press. Global time scale and regional stratigraphic

- scales of Central and West Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America of the Devonian-Carboniferous-Permian correlation chart 2003 (DCP 2003) // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*
- Metcalf I. 1998. Secretary/Editor's report 1997–98 // *Newslett. Carbon. Stratigr.* No. 16. P. 4.
- Metcalf I. 2000. Secretary/Editor's report 1999–2000 // *Newslett. Carbon. Stratigr.* No. 18. P. 2–3.
- Mii H., Grossman E.L., Yancey T.E. et al. 2001. Isotopic records of brachiopod shells from the Russian Platform – evidence for the onset of mid-Carboniferous glaciation // *Chemical Geology.* Vol. 175. P. 133–147.
- Miklukho-Maclay A.D. 1961. Stratigraphy of the Carboniferous sequence in the Middle Asia // *Quatrième Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie et de géologie du Carbonifère.* Heerlen, 15–20 septembre 1958. *Compte Rendu.* T. 2. Maestricht: Ernest van Aelst. P. 409–415.
- Munier-Chalmas M.M., de Lapparent A. 1893. Sur la nomenclature des terrains sédimentaires // *Bull. Soc. Géol. France.* T. 21. No. 3. P. 275–302.
- Murchison R.I., de Verneuil E., von Keyserling A. 1845. The geology of Russia in Europe and the Ural Mountains. Vol. 1. *Geology.* L.: Murray. 700 p.
- Nemirovskaya T.I., Nigmatganov I.M. 1994. The Mid-Carboniferous event // *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg.* Vol. 168. P. 319–335.
- Richards B.C., Lane H.R., Brenckle P.L. 2002. The IUGS mid-Carboniferous (Mississippian – Pennsylvanian) global boundary stratotype section and point at Arrow Canyon, Nevada, USA // *Carboniferous and Permian of the World.* *Canad. Soc. Petrol. Geol. Mem.* No. 19. P. 802–831.
- Ruzhencev V.E. 1978. Written communication presented by W.B. Saunders // Bouroz A., Einor O.L., Gordon M. et al. Proposal for an international chronostratigraphic classification of the Carboniferous: Discussion. 8 *Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона.* Труды. Т. 1. Общие проблемы стратиграфии каменноугольных отложений. М.: Наука. С. 59–62.
- Sepkoski J.J. 1986. Global bioevents and the question of periodicity // *Global bio-events. A critical approach.* *Lecture Notes in Earth Sci.* Vol. 8. Berlin-Heidelberg: Springer. P. 47–61.
- Sepkoski J.J. 1995. Patterns of Phanerozoic extinction: A perspective from global data base // *Global events and event stratigraphy in the Phanerozoic: Results of international interdisciplinary cooperation in the IGCP Project 216 «Global biological events in Earth history».* Berlin-Heidelberg: Springer. P. 35–52.
- Tschernichew. 1890. Notes sur le rapport des dépôts Carbonifères russes avec ceux de l'Europe occidentale // *Ann. Soc. Géol. Nord.* T. 17. P. 201–210.
- Wagner R.H., Winkler Prins C.F. 1991. Major subdivisions of the Carboniferous System // 11 *Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère,* Beijing, 1987. *Compte Rendu.* Vol. 1. P. 213–245.
- Work D.M. 2004. Secretary/editor's report 2003–2004 // *Newslett. Carb. Stratigr.* No. 22. P. 4–5.