

ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.735(470.311)

М. Х. МАХЛИНА

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОЕНИЯ
МОСКОВСКОГО, КАСИМОВСКОГО, ГЖЕЛЬСКОГО
И АССЕЛЬСКОГО ЯРУСОВ ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЗОЯ
ПОДМОСКОВЬЯ**

Закономерное периодичное повторение сходных сочетаний определенных генетических типов пород карбона и ассельского яруса перми обусловило полициклическое строение различных порядков от элементарных циклов до циклов более крупных порядков. Это позволило выявить соотношение между единицами строения осадочных толщ и существующими дробными стратиграфическими подразделениями, выделенными ранее по биостратиграфическим данным.

Седиментационные циклы мелких порядков в московском ярусе были выделены, как и в верхнем карбоне [1], по методике изучения этапности осадконакопления, впервые разработанной М. С. Швецовым для нижнего карбона и С. В. Тихомировым для девона Русской платформы [4] на основе периодического изменения направленности в смене генетических типов откожений в разрезе. Методика основана на выделении и прослеживании естественных комплексов пород, осадочных циклов различных порядков, отвечающих соизмеримым этапам геологической истории морского бассейна. В связи с этим следует подчеркнуть, что в разновозрастных циклах изменения в составе пород и заключенной в них биоты происходят в пределах всего бассейна однонаправленно в различных фациальных условиях, что особенно отчетливо проявляется в окраинных частях моря.

Для выделения и прослеживания элементарных циклов и дробных стратиграфических подразделений в московском ярусе, верхнем карбоне и ранней перми использованы биостратиграфические, палеоэкологические, литологические и геофизические методы.

Биостратиграфический метод руководящих видов применялся для определения возраста седиментационных циклов, соответствующих местным или провинциальным фузулиновым зонам, в свою очередь, отвечающим горизонтам и подгоризонтам региональной шкалы. Однако вопрос об однозначном варианте проведения границы между стратиграфическими подразделениями не мог быть решен только биостратиграфическими методами, поскольку в фациях заливов зональные виды фузулинид, как правило, отсутствуют и их нередко «замещают» массовые «мелкие фораминиферы» или эврибионтные виды фузулинид широкого вертикального распространения. Такие интервалы с «мелкими фораминиферами» отмечены почти на всей территории Подмосковья на границе среднего и верхнего карбона (зон *Obsoletes obsoletus* и *Fusulina cylindrica*), а также на границах более дробных стратиграфических подразделе-

лений. В этих случаях особенно существенное значение приобретали палеоэколого-литологические методики. Для определения рубежа между конечной и начальной фазами циклов использовались критерии периодичности в распределении всех групп фауны во времени, минерального состава, структурных и текстурных особенностей отложений (отмечались периодические изменения обстановок осадконакопления, границы изменения направленности осадочного процесса). Особое внимание было уделено маркирующим слоям, выделявшимся особенностями петрографического состава, текстуры и вторичных изменений.

В результате применения указанного комплекса методов установлено, что в разных стратиграфических подразделениях верхнего карбона элементарные циклы не одинаковы по положению в них осадков различного петрографического состава и генезиса. В связи с этим автором было предложено выделять 4 типа трансгрессивно-регрессивных циклов и обозначать их прописными буквами латинского алфавита (А, В, С и D) по соотношению основных типов пород, положению их в разрезе элементарного цикла [1] и рис. 1, III. Например, в цикле типа А в нижней, трансгрессивной, части залегают органогенные известняки, а в верхней, регрессивной, части — известняки микрозернистые с обедненным комплексом фауны или лишенные ее. В типе В такое же соотношение устанавливается между органогенными известняками трансгрессивной части цикла и глинистыми породами (глинами, мергелями) верхней — регрессивной и т. д. (рис. 1, III, б, в).

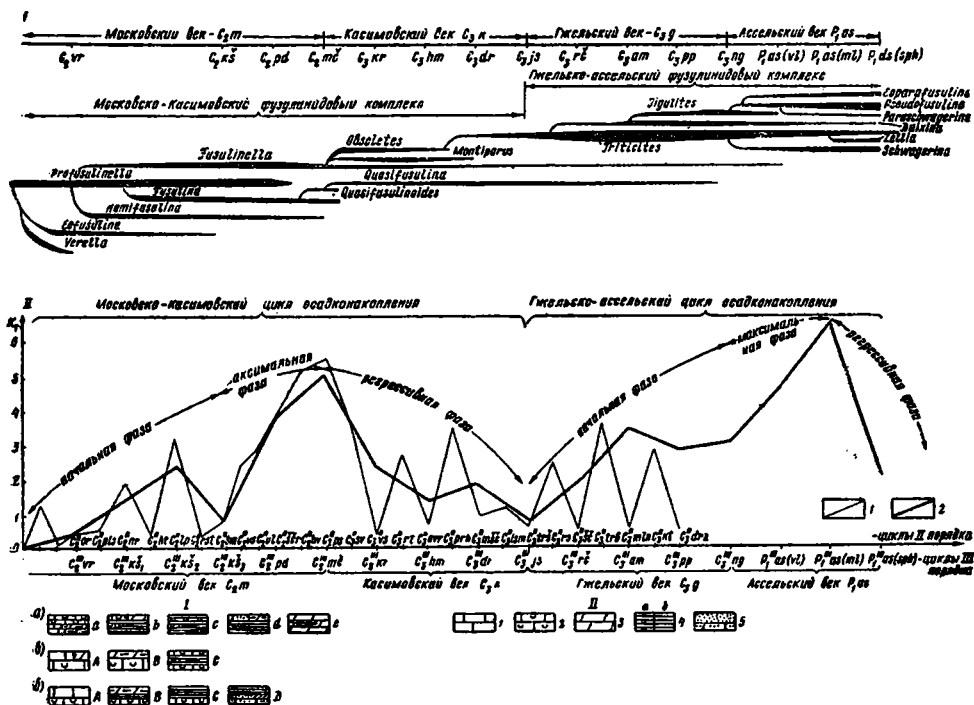


Рис. 1. Сокращенная схема филогенетического развития отряда Fusulinida [2, 3] (I) и кривая периодичности осадконакопления в московском, касимовском, гжельском и ассельском веках (II)

Кривые периодичности циклов: I — II порядка (толщи); 2 — III порядка (подгоризонты и горизонты). Основные типы элементарных циклов (III): а — начальной фазы трансгрессивных циклов; б — максимальной; в — регрессивной (прочие пояснения в тексте); 1 — известняки микрозернистые с обедненным комплексом фауны; 2 — известняки органогенные с разнообразным комплексом фауны; 3 — доломиты седиментационные без фауны; 4 — глины (а — с остатками организмов, б — лишенные фауны); 5 — пески и песчаники

Таким образом, для всех четырех типов характерно залегание в их нижних частях органогенных известняков, глинистых и песчаных пород с остатками разнообразных организмов, свойственных морю с нормальной или близкой к нормальной соленостью, а в верхних частях — тех же типов пород, но лишенных остатков организмов или обедненных ими, обычно свойственных опресненным бассейнам. Такое строение циклов отражает смену не менее двух обстановок осадконакопления: нормально морской и опресненной, т. е. смену трансгрессивной фазы осадконакопления регрессивной, что косвенно указывает на изменение площадей моря с нормальной соленостью.

Трансгрессивно-регрессивные типы циклов А, В, С, D, характерны для фазы максимального расширения трансгрессии и ее регрессивного этапа. В циклах, свойственных максимальной фазе трансгрессии, количественно преобладают нормально морские отложения над образованиями опресненных заливов (как, например, в подольское и мячковское время), а в циклах регрессивной фазы осадконакопления (касимовский век) доминируют по мощности отложения периферической опресненной части бассейна по сравнению с нормально морскими (рис. 1, III, б, в).

Характерной особенностью строения элементарных циклов первой половины московского века (верейское и каширское время), отражающей начальную фазу трансгрессии (в отличие от максимальной и регрессивной фаз) является противоположное соотношение фациальных обстановок в циклах по сравнению с верхнемосковским подъярусом и касимовским ярусом. В разрезах верейско-каширских циклов (регрессивно-трансгрессивных) нижняя часть отражает обстановку периферической зоны моря — заливов и лагун с пониженной соленостью, а верхняя характеризуется фациями морского мелководного бассейна с соленостью, близкой к нормальной или нормальной.

Чтобы отразить противоположное соотношение фаций в регрессивно-трансгрессивных циклах начальной фазы крупных трансгрессий по отношению к циклам максимальной и регрессивной фаз, первые обозначены строчными латинскими буквами а, б, с, d, е. Буквенный индекс (А или а; В или в) обозначает соотношение определенных генетических типов пород в цикле независимо от их принадлежности к той или иной фазе осадконакопления. Так, в типах А и а соотносятся только карбонатные породы органогенные и хемогенные, в типах В и в — карбонатные и глинистые породы тоже органогенные или лишенные остатков организмов и т. д. (рис. 1).

Характеристика основных фациальных типов начальной фазы трансгрессии приводится ниже и показана на рис. 1, III, а.

Тип а. Нижняя часть представлена микрозернистыми и тонкозернистыми известняками с прослоями седиментационных доломитов и мергелей, не содержащих остатков организмов, характеризующими различные обстановки периферической зоны моря с пониженной соленостью. В верхней части цикла преобладают микрозернистые и биоморфно-детритовые известняки с фузулинидами, брахиоподами, гастроподами, мшанками, иглокожими, водорослями, характеризующие различные обстановки моря с нормальной соленостью.

Тип б. Нижняя часть сложена пестроцветными глинами, мергелями, лишенными остатков организмов. Верхняя часть цикла состоит из микрозернистых известняков и доломитов, содержащих комплекс органогенных остатков (иглокожих, фузулинид, брахиопод).

Тип с. Представлен тонким линзовидным переслаиванием органогенных и лишенных остатков организмов пестроцветных глин, известняков, глинистых доломитов. Этот цикл отражает неустойчивый морской режим с многократной сменой обстановок осадконакопления. Оптимальные условия для обитания организмов отмечаются в верхней части цикла.

Тип д. В нижней части цикла залегают алевролиты, пески, песчанис-

Подъярус	Горизонт.		Подгоризонты слои, толщи, м	Колонка	Остатки фауны и флоры		
	Горизонт.	зона			М-элементар-	ного цикла	
Вернемосковский	Мячковский С ₂ рд. 19-24 м	Зона Льва суйин- суйин- гиса	Песковские 1-9 (до 20)		1	2	
			Новлинские 11-16		1	3	
			Щуровские 8-11		1	2	
			Улитинские 7-14		1	3	
			Васькинские 9-15		1	2	
	Подольский С ₂ рд. 27-38 м	Зона Льва суйин- суйин- гиса	Зона Льва суйин- суйин- гиса	Смедвинская 10-16		1	5
				Догтиславль- ская 5-8		1	2
				Поласминская 15-21		1	4
				Хатунская 3-7		1	3
				Нарская 14-22		1	3
Нижемосковский	Каширский - С ₂ к ₅ 60-70 м	Зона Льва суйин- суйин- гиса	Ордынская 5-10		1	5	
			Альютовская 5-19		1	4	
			Щацкая 3-10		1	3	
			Полустовогор- ская 3-6		1	1	
			Хатунская 3-7		1	1	
Верейский С ₂ yr 16-28 м	Зона Льва суйин- суйин- гиса	Зона Льва суйин- суйин- гиса	Верейский С ₂ к ₁		1	5	
			Верейский С ₂ к ₂		1	4	

Рис. 2. Сводная стратиграфическая колонка московского яруса по стратотипическим
 1 — обломки карбонатных пород и кремня; 2 — пески (а — неслоистые и горизонтально
 териала; 5 — глины известковистые и доломитовые, глинистость; 6 — известники биом
 гелей и глин с остатками фауны; 8 — известники водорослевые с Ivanovia; 9 — извест
 11 — доломиты микрозернистые; 12 — брекчии растрескивания; 13—23 — остатки фауны
 лоннальные кораллы, 17 — одиночные кораллы, 18 — мшанки, 19 — гастроподы, 20 —

Лит. индекс элементарного цикла и поярка	Индексы циклоб		Стратотипические и опорные разрезы
	II поярка	III поярка	
A ₂			<p>к-р Мячковский к-р Прокопский (г. Щурово) к-р Горки Ленинский к-р Подольский ст. Пески д. Новлинское (д. Пахра)</p> <p>к-р Горы (гор. Озеры) к-р Прокопский и Бол. Смедова пос. Ростиславль (р. Ока) д. Хатуль (р. Лопасня) р. р. Нара и Протва д. Подустово-Гора д. Спасс. Гешево (р. Ока) д. Альтово (р. Протва) д. Небезино д. Высокое (р. Скнига)</p> <p>Скв. №5-к (д. Коренево) Скв. борт Мячковского карьера Скв. №4-к (д. Князево)</p>
A ₁	C ₂ ^{II} ps A ₁₋₂	C ₂ ^{III} y A ₁₋₅	
A ₃	C ₂ ^{II} пv A ₁₋₂	C ₂ ^{III} тс A ₁₋₅	
A ₂			
A ₁	C ₂ ^{II} scp A ₁₋₃	C ₂ ^{III} рd A ₁₋₈	
A ₃			
A ₂			
A ₁	C ₂ ^{II} ul A ₁₋₃	C ₂ ^{III} vs A ₁₋₂	
A ₃			
A ₂			
A ₁	C ₂ ^{II} sm ae ₃₋₅	C ₂ ^{III} dce ₁₋₅	
A ₅			
A ₄			
A ₃	C ₂ ^{II} rst dce ₁₋₃	C ₂ ^{III} кs ₃	
A ₂			
A ₁			
A ₅	C ₂ ^{II} l _p ав ₂₋₈	C ₂ ^{III} са ₁₋₈	
A ₄			
A ₃			
A ₂	C ₂ ^{II} ht eca ₁	C ₂ ^{III} се ₁₋₅	
A ₁			
A ₅			
A ₄	C ₂ ^{II} nr ea ₂₋₅	C ₂ ^{III} кs ₃	
A ₃			
A ₂			
A ₁ (b, c)	C ₂ ^{II} p _{1s} a, b, c ₁	C ₂ ^{III} вс ₁₋₅	
A ₅			
A ₄			
A ₃	C ₂ ^{II} or d, b ₅	C ₂ ^{III} вс ₁₋₅	
A ₂			
A ₁			
A ₄ (c)	C ₂ ^{II} a _{1t} d, b ₄	C ₂ ^{III} вс ₁₋₅	
A ₃			
A ₂			
A ₁	C ₂ ^{II} scx об ₁₋₃	C ₂ ^{III} вс ₁₋₅	
A ₅			
A ₄			

-
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7
 - 8
 - 9
 - 10
 - 11
 - 12
 - 13
 - 14
 - 15
 - 16
 - 17
 - 18
 - 19
 - 20
 - 21
 - 22
 - 23

разрезам Подмосквья [5]

слоистые, б — косослоистые); 3 — песчаники; 4 — алевриты, примесь алевритового ма-
орфные, детритовые и шламовые; 7 — тонкое переслаивание известняков глинистых, мер-
ники псевдолитовые, песчаники известняковые; 10 — известники микрозернистые;
и флоры (13 — брахиоподы; 14 — фузулины, 15 — мелкие фораминиферы, 16 — ко-
пеллециподы, 21 — членики морских лилий, 22 — иглы морских ежей, 23 — водоросли)

тые глины. Верхняя часть обычно представлена седиментационными доломитами, мергелями, песчаниками, реже — известняками, иногда содержащими остатки организмов (иглокожих, брахиопод, гастропод, пелеципод, мелких фораминифер). Этот цикл особенно четко отражает начало трансгрессивной фазы осадконакопления — последовательную смену во времени отложений дельт, пляжей и заливов, заканчивающих цикл.

Тип е. Сложен седиментационными микрозернистыми доломитами, иногда глинистыми, с прослоями органогенных известняков. Цикл отражает чередование обстановок опресненных заливов и морского мелководья, соленость которых была близкой к нормальной.

Во всех типах циклов отчетливо проявляется периодичность распределения фауны, максимально разнообразной для трансгрессивной части циклов и обедненной для регрессивной. Указанная направленность изменения фауны неизменно сохраняется во всех фациальных типах при прослеживании разновозрастных седиментационных циклов. Для начальной фазы трансгрессии (верейское время) обычны типы циклов (b, c, d), в которых преобладают осадки опресненных заливов, сменяющиеся вверх по разрезу нормально морскими отложениями (a), играющими заметно подчиненную роль (рис. 2).

В каширское время возрастает значение циклов, в которых существенную роль начинают приобретать нормально морские отложения, наряду с карбонатными осадками опресненных заливов, рис. 2.

Метод выделения элементарных циклов, позволяющий проследить в каждом, даже кратковременном, этапе геологической истории бассейна полный цикл осадконакопления — трансгрессивную и регрессивную фазы по изменению солености бассейна («мини»-трансгрессию и «мини»-регрессию) может быть использован и для выделения седиментационных циклов более крупного порядка, отражающих достаточно длительные трансгрессии и регрессии.

Соотношение между единицами строения осадочной толщи (циклами разного порядка) и дробными стратиграфическими подразделениями показано в сводной стратиграфической колонке московского яруса, составленной по стратотипическим разрезам Подмосковья (рис. 2). Слева показаны общепринятые стратиграфические подразделения толщи: слои, подгоризонты, горизонты, ярусы. Справа приводится сквозная нумерация элементарных циклов в пределах горизонтов и для каширского горизонта — в пределах подгоризонтов. Далее справа обозначается буквенным индексом фациальный тип элементарного цикла и его положение в разрезе горизонта цифрой справа от буквенного индекса. Так, в верейском горизонте нижний элементарный цикл b_1 слагает базальную часть шацкой толщи. Сочетание нескольких элементарных циклов или циклов I порядка, объединенных общностью строения и относящихся к одной и той же фазе трансгрессии, образует цикл II порядка, соответствующий в местной детальной стратиграфической схеме толще или слоям. Например, индекс $C_{II}^{2\check{s}ck}{}^{bbc^{i-3}}$ обозначает шацкую толщу ($C_2\check{s}ck$), соответствующую циклу II порядка ($C_{II}^{2\check{s}ck}$), в состав которой входят с первого по третий (снизу вверх) три элементарных цикла (1—3) типов b и c.

Чтобы отразить фациальную изменчивость того или иного элементарного цикла, в его индексе через запятую показываются доминирующие фациальные типы. Например, в пятом верхнем элементарном цикле верейского горизонта (ордынской толще) развиты типы циклов d и b ($C_{II}^{2or^d, b}$).

Сочетание нескольких циклов II порядка соответствует циклу III порядка, что отвечает по объему подгоризонту или горизонту. Существенной особенностью циклов III порядка является их соответствие элементарному биостратиграфическому подразделению — лоне, провинциальной фузулинидовой зоне. Циклами III порядка являются верейский

горизонт, каждый из трех подгоризонтов каширского горизонта, подольский и мячковский горизонты. В индексе циклов указанных горизонтов, например, верейского ($C_{III}^{2v_1bcd1-5}$) показаны возраст, порядок цикла (III), количество элементарных циклов (1—5) и изменения условий их образования во времени (b, c и d).

При укрупнении порядка цикла происходят количественное наращивание свойств и проявление качественных признаков трансгрессивной или регрессивной фазы, что придает в конечном счете циклу III порядка «трансгрессивный» или «регрессивный» облик, отражающий направленность осадочного процесса. Особенно наглядно это прослеживается на предлагаемом графике — кривой, объективно отражающей периодичность осадконакопления в московском веке, позднем карбоне и ранней перми (рис. 1, II). При построении кривой использован в графическом виде метод выделения циклов по соотношению в них отложений нормально морских и опресненных заливов. По материалам разрезов скважин, вскрывших в стратотипических районах московский ярус и верхний карбон [5], а также опорных разрезов ассельского яруса в Подмосковье, вычислены коэффициенты трансгрессивности — K_T . Эти коэффициенты представляют собой отношения мощностей нормально морских отложений к мощностям отложений опресненных заливов в циклах II порядка, соответствующих толщам и слоям, а также в циклах III порядка, отвечающих подгоризонтам и горизонтам. Значения этих коэффициентов показаны по оси ординат (рис. 1 и 2). На оси абсцисс изображена временная шкала московского века, позднего карбона и ранней перми, разделенная на интервалы, соответствующие времени образования толщ, слоев (на оси абсцисс), подгоризонтов и горизонтов (под осью абсцисс), соответственно циклов II и III порядков. На построенной таким образом кривой очевидна трансгрессивная направленность осадочного процесса в верейское, каширское, подольское и мячковское время (восходящая ветвь кривой). Отчетливо фиксируется регрессивная направленность в развитии бассейна в касимовском веке (нисходящая ветвь кривой).

Если трансгрессивная направленность осадочного процесса в московском веке ни у кого не вызывает возражений, то регрессивная направленность осадконакопления в касимовском веке для многих исследователей не является бесспорной. В краевых частях бассейна регрессивная фаза отчетливо прослеживается по материалам западной и юго-западной частей Московской синеклизы, а также находит подтверждение по другим окраинным зонам верхнекаменноугольного бассейна, в частности по северо-западному Притиманью (рукописные материалы И. А. Алексеевой, 1977 г.). И. А. Алексеевой приводятся прямые доказательства сокращения бассейна в касимовском веке в связи с общей регрессией. Например, на изученной ею территории видно, что хамовническо-дорогомилловский бассейн занимал меньшую площадь, чем кривякинский, и был более мелководным. И. А. Алексеева показала, что гжельский бассейн занимал большую площадь, чем позднекасимовский, что свидетельствует о трансгрессивном характере гжельского бассейна.

Следующий полный цикл осадконакопления охватывает все три фазы — начальную, максимальную и регрессивную и соответствует гжельскому и ассельскому векам. Начальной фазе трансгрессии отвечает гжельский век, максимальной ее фазе — сокольгорский горизонт ассельского яруса (две нижние фузулиновые зоны), соответствующие двум циклам III порядка. Шиханский горизонт этого же яруса относится к регрессивной фазе.

По строению и регрессивной направленности осадконакопления шиханский горизонт может рассматриваться как аналог касимовского яруса. Характерной особенностью регрессивной фазы, четко проявившейся и в касимовский век и в шиханское время, является усиление тектонической активности, выразившееся в росте локальных структур на Рус-

ской платформе, особенно в ее окраинных частях (например, в юго-западной части Московской синеклизы, Северо-Западном Притиманье и Приуралье и т. д.). Дифференцированные тектонические движения в Московской синеклизе активизировались уже с начала кревьякинского времени. Рост конседиментационных структур вызвал быструю фациальную изменчивость кревьякинских отложений, а развитие фаций опресненных заливов в краевых частях Московской синеклизы в связи с изменившимся структурным положением обусловило позднее появление (позднекревьякинское время) зональных форм *Obsoletes obsoletus*.

В конце касимовского века в Московской синеклизе и Притиманье, как и в шиханское время (по материалам А. И. Алексеевой, 1977 г.), влияние развивающейся регрессии выразилось в изменении сообщества фораминифер, они чаще всего представлены «мелкими фораминиферами».

Максимальная фаза трансгрессии в подольское и мячковское время имеет много общих черт с аналогичной фазой в сокольгорское время. К ней приурочено наиболее широкое развитие фаций мелководья с многочисленной и разнообразной фауной и флорой, причем особенно широко развиты кораллово-фузулинидовые и водорослевые фации.

Какие отличия можно отметить, рассмотрев два крупных цикла осадконакопления — московско-касимовский и гжельско-ассельский? Во-первых, отсутствие в гжельско-ассельском цикле аналога верейскому горизонту, т. е. фазы, предварявшей начальную фазу трансгрессии, распространившейся в пределах всего бассейна Московской синеклизы. Во-вторых, осадконакопление в гжельском и ассельском веках происходило в условиях более пышного и массового развития биоты чем в каширско-мячковское время, причем некоторые группы организмов приобрели пороодообразующее значение, как например фузулиниды, кораллы и водоросли. В-третьих, роль карбонатно-терригенных пород — глин, мергелей, а также седиментационных доломитов — осадков опресненных заливов была заметно меньшей, чем в московско-касимовском цикле. Все эти различия, по-видимому, связаны с относительно пониженной активностью тектонического режима во второй половине позднего карбона и ранней перми на территории Русской платформы по сравнению с раннемосковским временем и касимовским веком.

Таким образом, изучение строения осадочных толщ позволяет наметить историко-геологические рубежи, которые не всегда подтверждают правомерность существующих объемов стратиграфических подразделений и границ, выделенных только по биостратиграфическим данным для Московской синеклизы. Так, граница между средним и верхним отделами карбона, видимо, должна проходить между касимовским и гжельским ярусами, а историко-геологический рубеж между каменноугольной и пермской системами — по границе ассельского и сакмарского ярусов, что достаточно обосновано и палеонтологическими данными [2]. Все названные историко-геологические рубежи подтверждаются также эволюцией фузулинид на родовом уровне (рис. 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Махлина М. Х. Строение верхнекаменноугольных отложений Подмосковья. Изв. высш. учебн. завед., геол. и разв., 1976, № 7.
2. Раузер-Черноусова Д. М. Граница карбона и перми. В кн.: «Границы геологических систем». М., «Наука», 1976.
3. Розовская С. Е. Состав, система и филогения отряда фузулиниды. М., «Наука», 1975.
4. Тихомиров С. В. Этапность (периодичность) осадочного процесса в свете работ М. С. Швецова. Изв. высш. учебн. завед., геол. и разв., 1965, № 11.
5. Шик Е. М., Махлина М. Х. Описание объектов экскурсии. Пункты 7, 8, 10, 12. В сб.: «Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Подмосковного бассейна». VIII междунар. конгр. по стратигр. и геол. карбона. М., «Наука», 1975.