

ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.7.033

РОЛЬ ЭКОСТРАТОНОВ В ПОСТРОЕНИИ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ШКАЛ

Г.Н. САДОВНИКОВ

*Российский государственный геологоразведочный университет
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: sadovnikov.gennady@yandex.ru*

Построение стратиграфических шкал, основанных на выделении этапов развития всего биома бассейна осадконакопления, разработали: Н.И. Андрусов — для Понто-Каспийского неогена, А.П. Иванов — для карбона Центральной России, Р.Ф. Геккер — для девона Центральной России и палеогена Ферганы. Палеозоологи использовали этот путь очень редко; палеоботаники, наоборот, шли именно этим путём. Важнейшим достижением явилось создание стратиграфической схемы карбона—перми Кузбасса, вскоре распространённой на весь северный умеренный пояс Земли: от Печоры до Дальнего Востока, от Таймыра до Монголии. На основе горизонтов схемы можно выделить экостратоны. В неморских отложениях карбона—юры севера и центра Евразии выделено 13 экостратонов. Экозоны (*Elatocladus linearis* ... *Cornia vosini*, *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Echinolimnadia mattoxi* и *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Prilukiella* (?) *tomiensis*) описаны в соответствии с требованиями Стратиграфического кодекса. Объём экостратонов обычно составляет один — два отдела, но в верхней перми и нижнем триасе — часть яруса. Это отражает неравномерность темпов исторического развития организмов. В Стратиграфическом кодексе России имеется только экозона, которая рассматривается как местный или провинциальный биостратон. Но экостратоны могут быть региональными и планетарными. Совокупность региональных экостратиграфических шкал образует полный вариант стратиграфической шкалы Земли. То, что называется сейчас «общей шкалой» — это упрощённый вариант полного.

Ключевые слова: время Ньютона; время Эйнштейна; экозона; региональные, местные экостратоны.

THE ROLE OF ECO-GEOLOGICAL UNITS (ECO-STRATONS)
IN THE CONSTRUCTION OF STRATIGRAPHIC SCALES

G.N. SADOVNIKOV

*Russian State Geological Prospecting University
23 Miklouho-Maklay's street, Moscow 117997, Russia
e-mail: sadovnikov.gennady@yandex.ru*

Alternative, fit in with the ideas of Einstein, it is to construct a stratigraphic scales based on the stages of development of the entire biome of a sedimentation basin. N. Andrussov has developed such a scheme for the Ponto-Caspian Neogene, A. Ivanov — for Carboniferous of Central Russia, R. Hecker for Devonian of Central Russia and Paleogene of the Fergana. Paleozoologists used this method very rarely. Paleobotanists, on the contrary, went namely this way. The most important achievement was the establishment of the stratigraphic scheme of the Carboniferous — Permian of the Kuznetsk basin, which was soon extended to the entire North temperate zone of the Earth: from Pechora river to the Far East, and from Taimyr peninsula to Mongolia. Based on the horizons of this scheme eco-geological units

(stratons) can be distinguished. In non-marine deposits of Carboniferous — Jurassic of Northern and Central Eurasia, 13 eco-stratons have been selected. Ecozones *Elatocladus linearis* ... *Cornia vosini*, *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Echinolimnadia mattoxi* and *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Prilukiella* (?) *tomiensis* are described in accordance with the requirements of the Russian Stratigraphic Code. The volume of eco-zones usually comprises one or two series. But in the upper Permian and lower Triassic it is a part of the stage. This reflects the uneven pace of the historical development of the organisms. In the Stratigraphic code of Russia ecozone is considered as a local or provincial biostraton. But eco-stratons can be regional and planetary. A set of the regional eco-stratigraphic scales forms a complete variant of the stratigraphic scale of the Earth. What is now called a General scale, it is a simplified version of it.

К е y o r d s: time of Newton, time of Einstein; ecozone; regional, planetary eco-stratons.

Общая стратиграфическая шкала построена на ньютоновской концепции абсолютного времени. Иного и быть не могло, поскольку ко времени появления теории относительности шкала в основных чертах была уже создана. Но сейчас, оперируя со временем, не считаться с взглядами А. Эйнштейна уже неправомерно. Однако принятая и активно реализуемая норма обязательности изотопного датирования границ ярусов следует в прежнем направлении. Между тем, по А. Эйнштейну, времени вне системы нет. Момент времени существует только в точке. Понятие «то же самое время» для разных систем физически бессмысленно [30].

В российской стратиграфии родилась и развивалась альтернатива, не противоречащая представлениям А. Эйнштейна, а вписывающаяся в них. Суть её — стратиграфические шкалы, основанные на выделении этапов развития всего биома бассейна осадконакопления. Первую такую схему разработал Н.И. Андрусов (рисунок) [2] для Понто-Каспийского неогена. А.П. Иванов [12, 13] таким же образом создал стратиграфию карбона Центральной России. Эти схемы были региональными, но А.А. Борисяк (рисунок) [4], анализируя эволюцию органического мира в целом, указывал: «... сравнительное изучение последовательных ... фаун рисует эволюцию животного мира с большею наглядностью и ... большей доказательностью, чем это дают отдельные, хотя бы и детально построенные ветви различных групп животных». Блестящие работы Р.Ф. Геккера (рисунок) и его сотрудников по девону Главного девонского поля [5] и палеогену Ферганы [7] продолжили эту линию. Но, если Андрусов и Иванов создавали стратиграфию только по сменам фауны, то в работах группы Р.Ф. Геккера стратоны включали палеоэкологическую информацию, т. е. были уже тем, что затем назовут экозонами. Р.Ф. Геккер позднее укажет: «... очень важно сперва выяснить закономерную смену фаций и их бентоса в пространстве и во времени, и только после этого надежно коррелировать отложения» [6].

Несмотря на призывы В.В. Меннера (рисунок) [17], палеозоологи использовали этот путь очень редко [10, 11, 39, 40]. Палеоботаники, наоборот, следуя за А.Н. Криштофовичем (рисунок) [15], в большей или меньшей степени шли именно этим путём. Важнейшим достижением явилось создание

региональной стратиграфической схемы карбона и перми Кузбасса, которая оказалась применимой на гораздо более широких территориях: от Печоры до Дальнего Востока и от Таймыра до Монголии. Это коллективный труд нескольких поколений палеонтологов и стратиграфов [1, 18, 19]. Представляется, что наиболее значимый вклад в его создание внесли М.Ф. Нейбург [16] и С.Г. Горелова [3, 9]. Схема охватывает почти весь северный умеренный пояс Земли. Следовательно, она может считаться не региональной, а планетарной. Палеонтологический материал, который вложен в неё, вполне достаточен для выделения экостратонов на основе горизонтов схемы [22, 25, 37].

Сейчас в неморских отложениях карбона—юры севера и центра Евразии выделено 13 экостратонов [24, табл. 1]. Все они при выделении были названы экозонами, поскольку только этот экостратон предусмотрен Стратиграфическим кодексом России [41]. Он рассматривается, как разновидность комплексной зоны — одного из видов биостратиграфической зоны. В двух экозонах выделены подразделения, отвечающие горному, равнинному и приморскому уровням седиментации [28, 31]. Последние названы ценозонами. Однако автор термина «экозона» В.А. Красилов [14] считал ценозону синонимом комплексной зоны, а экозону — частью ценозоны, отражающей вертикальную миграцию гипсометрического уровня обитания.

Объём установленных экостратонов различен. В карбоне, нижней и средней перми, среднем и верхнем триасе, нижней и средней юре он составляет один или даже два отдела, в верхней перми и нижнем триасе — часть яруса. Это, с одной стороны, в очередной раз подтверждает неравномерность темпов исторического развития разных групп организмов. А. А. Борисяк писал: «... фауны отдельных периодов, *взятые в целом*, связаны между собой постепенными переходами, но только в некоторые эпохи он совершается быстрее, в другие как бы замедляется, как и в общем потоке его отдельные части движутся неравномерно, отдельные группы то обгоняют друг друга, то останавливаются, оттираемые другими, или даже совсем вымирают.» [4]. Позднее на это указывали многие исследователи [15, 21]. С другой стороны, из неравнозначности экостратонов следует необходимость их ранжирования. Предложено [35] использовать название «экозона» для экостратонов менее яруса,



а



б



в



г



д



е



ж

а — Николай Иванович Андрусов (1861—1924 гг.)

б — Алексей Алексеевич Борисяк (1872—1944 гг.)

в — Роман Федорович Геккер (1900—1991 гг.)

г — Владимир Васильевич Меннер (1905—1989 гг.)

д — Африкан Николаевич Криптофович (1885—1953 гг.)

е — Мария Фридриховна Нейбург (1894—1962 гг.)

ж — Сусанна Георгиевна Горелова (1920—1994 гг.)

Каменноугольные—юрские неморские экостратоны Северной Евразии

Индекс отдела	Ярус	Год установления	Год описания	Название экостратона	Ранг экостратона	Название ценозоны	Высотный уровень
J ₂		2005	(2018?)	<i>Pityophyllum longifolium ...</i> <i>Ludwigia (Ludwigella) rudis</i>	Экосерия		Равнинный
J ₁			(2018?)	<i>Pityophyllum longifolium ...</i> <i>Phymatoceras</i>	Экосерия		Равнинный
T ₃	Рэтский	(1980)		<i>Yuccites uralensis ...</i> <i>Neocalamites hoerensis</i>	Региоярус		Равнинный
	Норийский Карнийский						
		2002		<i>Borystenia sp. ...</i> <i>Anodontophora fassaensis</i>	Экосерия		Равнинный
T ₂							
T ₁	Оленекский						
	Индский (возможно, только верхняя часть — зона <i>Otoceras boreale</i>)	2000		<i>(Ferganiella) ...</i> <i>Cornia vosini</i>	Экосерия		Приморский
P ₃ (или T ₁)	Таймырский (верхняя часть) или индский (нижняя часть, зона <i>Otoceras concavum</i> ?)	2002	2014	<i>Elatocladus linearis ...</i> <i>Cornia vosini</i>	Экозона	<i>Elatocladus linearis ...</i> <i>Falsisca turaica ?</i>	Горный
						<i>Quadrocladus pachyphyllus* ...</i> <i>Falsisca turaica</i>	Равнинный
						<i>Lepidopteris arctica ...</i> <i>Cornia vosini</i>	Приморский

P ₃	Таймырский (нижняя часть)	2003	2014	<i>Quadrocladus pachyphyllus</i> * ... <i>Echinolimmadia mattoxi</i>	Экозона		Равнинный?
	Вятский**	2003	2014	<i>Quadrocladus pachyphyllus</i> * ... <i>Prilukiella (?) tomiensis</i>	Экозона	<i>Quadrocladus pachyphyllus</i> * ... <i>Megasitum volgaense</i>	Горный
						<i>Voltzia (?) avamica</i> ... <i>Bipemphigus gennisi</i>	Равнинный
						<i>Quadrocladus dvinensis</i> ... <i>Prilukiella (?) tomiensis</i>	Низинный
	Вишкильский**	2003		<i>Cordaites clericii</i> ... <i>Concinella concinna curta</i>	Экозона		Равнинный
		2017		<i>Cordaites candalepensis</i> ... <i>Phyllothea turnaensis</i>	Региоярус		Равнинный
P ₂	Уржумский	2000		<i>Rufioria brevifolia</i> ... <i>Phyllothea turnaensis</i>	Экосерия		Равнинный
P ₁		2000		<i>Cordaites latifolius</i> ... <i>Viatcheslavia vorcutensis</i>	Экосерия	<i>Cordaites latifolius</i> ... <i>Paracalamites vicinalis</i>	Равнинный
						<i>Phylladoderma arberi</i> ... <i>Viatcheslavia vorcutensis</i>	Низинный
C ₂₋₃		2004		<i>Rufioria subangusta</i> ... <i>Angarodendron obrutchevii</i>	Экосерия		Равнинный
C ₁		2000		<i>Angaropteridium cardiopteroides</i> ... <i>Tomiodendron prokopieviensis</i>	Экосерия		Равнинный

Примечание. * При выделении и описании экзон в окончании видового названия была допущена ошибка: должно быть не *pachyphyllum*, а *pachyphyllus*.

** А.В. Гоманьков [8] пришел к выводу, что в Сибири граница вишкильского и вятского ярусов соответствует подошве гадарьеостровского горизонта, а не его кровле, как считалось ранее. Условно принимая это, автор полагает, что вопрос требует дополнительного анализа.

экостратоны, примерно равные ярусу, называть экоярусами, экостратоны, примерно равные отделу и более крупные, — экосериями. Экостратон может включать звенья, соответствующие горному, равнинному, низинному и приморскому уровням осадконакопления, стоячим и проточным бассейнам суши, прибрежному, одному или нескольким донным уровням шельфа, нектонное и планктонное звенья экостелы [6, 42]. Такая совокупность звеньев в определённой мере аналогична катене, но является более крупной и может быть названа мегакатеной [35]. В пределах экостратона на каждом звене мегакатены может находиться несколько пространственно обособленных частей. Для каждого уровня аккумулятивной суши может быть построена катена, включающая древесный ярус, подлесок, травянистый покров склонов, травянистый покров низин, стоячие и проточные бассейны. Названия экостратонов предложено образовывать из названий доминант крайних членов катены, разделённых многоточием.

Большая часть экостратонов только обозначена или описана кратко [20, 21, 31—37]. Пока лишь три экозоны (*Elatocladus linearis* ... *Cornia vosini*, *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Echinolimnadia mattoxi* и *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Prilukiella* (?) *tomiensis*) описаны в соответствии с требованиями Стратиграфического кодекса России [26, 27, 29]. При описании экозон использована предложенная автором методика доминант-анализа [23]. Суть её в следующем. Устанавливают виды, которые являются доминантами сообществ. Если доминанты встречаются лишь в одном — двух захоронениях (редкие), то они не учитываются. Остальные (устойчивые) доминанты распределяются по звеньям катены с учетом современного распрост-

ранения аналогичных или близких групп организмов.

Сказанное позволяет считать, что значимость экозоны и вообще экостратонов занижена. Экостратоны могут быть не только местными, но и региональными и планетарными. Их можно использовать для межрегиональной корреляции и построения региональных и общей шкал. Именно экостратоны, являясь единицами комплексного обоснования, должны быть включены в основные стратоны. Напротив, зона и ярус, выделяющиеся исключительно по биостратиграфическим критериям, должны быть перенесены в биостратоны. Наконец, весьма существенно, что именно региональные шкалы, состоящие из экостратонов, отражают реально существующее в природе время (Эйнштейна), а не построенное (Ньютона). Именно совокупность региональных шкал представляет собой полный и главный вариант шкалы земного времени. То, что называется общей шкалой сейчас — это необходимый, но упрощённый промежуточный её вариант.

Представляется, что в Стратиграфический кодекс России нужно внести следующие изменения. В главе II «Классификация стратиграфических подразделений» ввести рубрику «Экостратиграфические подразделения», поместив её либо в основные, либо в специальные стратиграфические подразделения, либо между ними в качестве самостоятельной рубрики. Структура главы (или раздела) должна быть примерно такой же, как в главе «Магнитостратиграфические подразделения» (определение; общие, региональные, местные экостратиграфические подразделения; правила описания и наименования). Из главы «Биостратиграфические подразделения» следует исключить экозону (статья VII.4) и внести коррективы в текст.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Е.М., Мандельштам М.О., Радченко Г.П. и др. Атлас руководящих форм ископаемых фауны и флоры пермских отложений Кузнецкого бассейна. М.: Госгеолтехиздат. 1956. 412 с.
2. Андрусов Н.И. Взаимоотношения Эвксинского и Каспийского бассейнов в неогеновую эпоху // Известия АН. 1919. №8.
3. Бетехтина О.А., Горелова С.Г., Дрягина Л.Л., Данилов В.И., Батяева С.П., Токарева П.А. Верхний палеозой Ангарида. Фауна и флора // Тр. ин-та геол. и геофизики СО АН СССР. 1988. Вып. 707. 265 с.
4. Борисьяк А.А. Курс палеонтологии. Ч. 3. Палеофаунистика и руководящие ископаемые. Вып.1. Палеофаунистика. Петроград: Изд-во Сабашниковых, 1919. VII+64 с.
5. Геккер Р.Ф. Отложения, фауна и флора Главного девонского поля // Фауна Главного девонского поля. Т.1. М.: изд-во АН СССР. 1941.
6. Геккер Р.Ф. Приветственное письмо участникам XXXII сессии ВПО «Две ноги» // Тр. XLIX сесс. Всесоюз. Палеонтол. о-ва. Таллинн, 1991. С.189–190.
7. Геккер Р.Ф., Осипова А.И., Бельская Т.И. Ферганский залив палеогенового моря, история его развития, осадки, фауна и флора и условия ее обитания // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1952. Т. 27.
8. Гоманьков А.В. О распространении кордаитов в верхнепермских отложениях Восточно-Европейской платформы // Топорковские чтения. Вып. 7. Т. 1. Рудный: Рудненский индустриальный институт, 2006. С. 389–401.
9. Горелова С.Г., Меньшикова Л.В., Халфин Л.Л. Фитостратиграфия и определитель растений верхнепалеозойских угленосных отложений Кузнецкого бассейна // Тр. Сибирского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья. Вып. 140. Кемерово, 1973. 288 с.
10. Жемчужников Ю.А. Курс палеофаунистики. Л.-М., Грозный, Новосибирск: Гос. научно-техническое горно-геологическое издательство, 1934. 292 с.
11. Жерихин В.В. Ландшафтная палеоэкология и биостратиграфия континентальных отложений // Тез. докл. II сессии Всесоюз. Палеонтол. о-ва. Иркутск, 1986. С. 80–82.
12. Иванов А.П. Средне- и верхнекаменноугольные отложения Московской губернии // Бюлл. МОИП. Отд. геол. Т. 4. 1926. Вып. 1, 2.
13. Иванов А.П. Нижнекаменноугольные отложения Московской губернии // Бюлл. МОИП. Отд. геол. Т. 5. 1927. Вып. 1.
14. Красилов В.А. Палеоэкосистемы // Изв. АН СССР. Сер. Геол. 1970. № 4. С. 144–150.
15. Криштофович А.Н. Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и её основные факторы // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Вып. 2. Л.: Изд-во АН СССР. 1946. С. 21–86.

16. Нейбург М.Ф. Верхнепалеозойская флора Кузнецкого бассейна // Палеонтология СССР. Т. 12, ч. 3. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 342 с.
17. Меннер В.В. Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит // Тр. геол. ин-та АН СССР. Вып. 65. 1962. 375 с.
18. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири, Новосибирск, 1979 г. Ч. 2. Средний и верхний палеозой. Новосибирск, 1982. 129 с.
19. Решения межведомственного регионального совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. М.: Гостоптехиздат, 1959. 91 с.
20. Ромашенко С.Н. Палеоэкосистемы позднего палеозоя востока Тунгусской синеклизы // Современная российская палеонтология: классические и новейшие методы. Тезисы Первой всероссийской научной школы молодых ученых-палеонтологов. М.: Палеонтол. ин-т РАН, 2004. С. 59–60.
21. Садовников Г.Н. Сравнительное значение фаунистических и флористических данных в геохронологии // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1983. Т. 58. Вып. 2. С. 43–54.
22. Садовников Г.Н. Типы и структура экзон // Сб. памяти В.А. Вахрамеева. М.: ГЕОС, 2002. С. 131–132.
23. Садовников Г.Н. К методике полукличесственного и количественного анализа неморских палеоэкосистем палеозоя и мезозоя // Палеонтол. журн. 2011. № 1. С. 97–104. DOI: 10.1134/S003103011101014X.
24. Садовников Г.Н. Экзоны неморских отложений вишкельского — индского ярусов Средней Сибири // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «Lethaea rossica». Вып. 1. ГЕОС, 2013. С. 70–73.
25. Садовников Г.Н. Неморские экзоны карбона, перми, триаса и юры севера и центра Евразии // Изв. вузов. Геология и разведка. 2013. № 6. С. 91–94. Georef Record ID 0678338012.
26. Садовников Г.Н. Экзона *Elatocladus linearis* ... *Cornia vosini* верхней перми // Изв. вузов. Геология и разведка. 2014. № 1. С. 5–10. Georef Record ID 0678348001.
27. Садовников Г.Н. Экзона *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Echinolimnadia mattoxi* в пермо-трассовых вулканитах Средней Сибири // Изв. вузов. Геология и разведка 2014. № 3. С. 5–11. Georef Record ID 0678416001.
28. Садовников Г.Н. Структура экзоны *Elatocladus linearis* ... *Cornia vosini* верхней перми в Средней Сибири // Изв. вузов. Геология и разведка. 2014. № 4. С. 5–11. Georef Record ID 0678517001.
29. Садовников Г.Н. Экзона *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Prilukiella tomiensis* вятского яруса верхней перми // Изв. вузов. Геология и разведка. 2014. № 6. С. 6–12. Georef Record ID 0697943001.
30. Садовников Г.Н. Геологическое время — время Ньютона или время Эйнштейна? // XI Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады. Т. 1. М., 2015. С. 29 (33).
31. Садовников Г.Н. Структура экзоны *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Prilukiella tomiensis* вятского яруса верхней перми // Изв. вузов. Геология и разведка. 2015. № 4. С. 8–14. Georef Record ID 0697826001.
32. Садовников Г.Н. Роль экостратонов в построении стратиграфических шкал // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. Материалы Межведомственного рабочего совещания Санкт-Петербург, 17–20 октября 2016 г. СПб.: Изд. ВСЕГЕИ 2016 С. 146–148.
33. Садовников Г.Н. Экзоны угленосных отложений палеозоя и мезозоя Северной и Центральной Азии // Четвертая Всероссийская конференция «Верхний палеозой России» Планетарные системы верхнего палеозоя: биостратиграфия, геохронология и углеводородные ресурсы. 19–23 сентября 2017, Казань, Россия. Тезисы докладов. С. 167–168.
34. Садовников Г.Н. Эволюция растительности и фауны беспозвоночных севера Средней Сибири и сопредельных областей в конце перми и начале триаса // Изв. вузов. Геология и разведка. 2017 № 6. С. 5–15.
35. Садовников Г.Н., Базаркина Е.А., Турлова М.А. Экзона *Dzergalanella merianii* ... *Borysthenia* // Проблемы биохронологии в палеонтологии и геологии. Тезисы докладов XLVIII сессии Палеонтол. общества. СПб., 2002. С. 124–125.
36. Садовников Г.Н., Комаров В.Н. Экзоны триаса и юры хребта Эльбурс (Иран) // XIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады. Т. 1. М., 2017. С. 20–21.
37. Садовников Г.Н., Турлова М.А. Юрские растительные сообщества Северного Ирана // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитоистратиграфии. Тезисы докладов VII Международной палеоботанической конференции. М.: ГЕОС. 2005. С. 41–43.
38. Садовников Г.Н., Ромашенко С.Н. Стратиграфия, палеоэкосистемы и угленосность позднего палеозоя востока Тунгусской синеклизы // Научные чтения памяти проф. М.В. Муратова. Материалы совещания. М.: МГРУ. 2004. С. 53.
39. Сорокин В.С. этапы развития северо-запада русской платформы во франском веке. Рига: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. геологии, 1978. 282с.
40. Сорокин В.С. Сопоставление разнофациальных отложений историко-геологическими методами // Доклады 27 Межд. геол. конгресса, секция С. 01. Т. 1. 1984. С. 100–110.
41. Стратиграфический кодекс России. Межведомственный стратиграфический комитет России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
42. Astafieva M.M., Rozanov A.Yu., Sadovnikov G.N., Sapova E.V. Fossil Bacteria from the Permian triassic trappean strata of Siberia // Paleontol. Journ. 2009. Vol. 43 No. 8. P. 46–54. DOI: 10.1134/S0031030109080085.