

КАМЕННОУГОЛЬНАЯ АЛЬГОФЛОРА УРАЛА
И ЕЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

© 2016 г. Р. М. Иванова

Институт геологии и геохимии УрО РАН
620016, г. Екатеринбург, ул. Акад. Вонсовского, 15
E-mail: ivanovarm@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 21.09.2016 г.

Принята к печати 29.09.2016 г.

В карбоне Урала автором установлено 11 водорослевых зон, позволяющих проводить межрегиональную и межконтинентальную корреляцию разновозрастных отложений. Для более дробного расчленения карбонатных разрезов по альгофлоре впервые использованы акмезоны. В нижнем карбоне Урала установлено 9 акмезон, в среднем и верхнем карбоне – 5.

Ключевые слова: биозона, акмезона, известковые водоросли, биогеография, карбон, Урал.

Водоросли в карбонатных разрезах каменноугольной системы Урала не менее многочисленны и разнообразны, чем фораминиферы, а иногда и преобладают над ними в отдельные отрезки времени. Они весьма разнообразны по систематическому составу, нередко являются породообразующими организмами, отличными показателями фациальных обстановок [2–4, 8], глубин образования карбонатных отложений, миграции береговой линии бассейнов и др. [16]. Водоросли чаще других организмов играют роль основных компонентов в строительстве органогенных построек [5, 8].

В настоящее время в карбоне Урала нами установлено 9 родов синезеленых, 54 рода зеленых, 22 – красных водорослей и 5 родов проблематик, среди которых описаны несколько новых родов и более двух десятков новых видов [2, 8, 9]. В то же время оказалось, что по сравнению с фораминиферами и конодонтами, водоросли обладают меньшим стратиграфическим потенциалом (по ним в карбоне установлено 11 биостратиграфических зон, а по фораминиферам – более 30) и относятся к категории медленно эволюционирующих групп организмов, позволяющих устанавливать возраст вмещающих их отложений лишь иногда с точностью до горизонта. Следует также отметить, что с увеличением количества водорослей в биоценозах резко снижается биомасса представителей микро- и макрофауны.

В то же время отдельные рода и виды водорослей характеризуют определенный достаточно узкий стратиграфический интервал. Так, проблематики рода *Menselina* встречаются только в отложениях лютвинского горизонта верхнего фамена девона, водоросли *Zidella* и *Einoriella* – в алексинском и михайловском горизонтах, *Tubus agapoven-*

sis – в верхней части верхнего визе, *Praedonezella*, *Borisovella* и *Herakella* – в верхнем серпухове. Массовые скопления *Calcifolium okense* и *Koninckopora* известны в верхневизейском подъярусе, *Fasciella kizilia* и *F. ivanovae* – в веневском горизонте и верхах серпуховского яруса.

Очень четкая граница по альгофлоре наблюдается между верхним фаменом (*Schuguria*, *Solenoporaceae*, *Menselina*) и турнейским ярусом карбона (*Kamaena*, *Issinella*, *Ortonella*) не только на Урале, но и в разрезах Восточно-Европейской платформы, Тимано-Печорской провинции, Мугоджарах, в отложениях Сибири и Донбасса.

Водорослевые сообщества большей части турнейского яруса на Урале таксономически бедны, что связано с развитием неблагоприятных для них фаций, но обращает на себя внимание обновленная альгофлора косьвинского горизонта верхнего турне, где появляются 10 новых родов зеленых водорослей *Subkamaena*, *Crassikamaena*, *Parakamaena*, *Pseudokamaena*, *Brazhnikovae*, *Stylaella*, *Palaeobersella*, *Exvotarisella*, *Nanopora*, *Dokutchaevsella* и 2 рода синезеленых *Bevocastria* и *Stipulella*. Альгосообщество данного горизонта следовало бы относить к визейскому ярусу, как было сделано в предыдущих стратиграфических схемах, а не к турнейскому, как это принято считать в настоящее время.

Наступление визейского века отмечено расцветом зеленых водорослей семейства *Palaeobersellaceae* и дазикладовых *Issinella* и *Anthracoporella*. С поздневизейским временем связан пик развития зеленых водорослей на Урале и обширная визейская трансгрессия с накоплением чистых карбонатных осадков. В позднем визе отмечается появление 6 новых родов зеленых водорослей с доминантным положением *Zidella*, *Einoriella*, *Konincko-*

pora, *Anthracoporella*, *Anthracoporellopsis*, *Calcifolium*, к концу визе–“ленточно-слоистых” *Fasciella* и красных *Ungdarella*.

Альгокомплексы серпуховского яруса отличаются присутствием новых родов зеленых водорослей: *Praedonezella*, *Coelosporella*, *Frustulata*, *Borisovella*, *Kulikia*, *Kulikaella*, *Herakella*, но в основном это было время господства видов *Fasciella kizilia* и *Ungdarella uralica*. Регрессивный характер развития серпуховских морей нашел отражение в возрастающей роли красных водорослей *Ungdarellaceae*, в повторном появлении некоторых форм зеленых водорослей и обеднении таксономического состава микрофлоры в целом. В уральских разрезах визе определено 40 родов и 60 видов, в серпухове – 32 рода и 40 видов водорослей.

С наступлением среднекаменноугольной эпохи полностью исчезают раннекаменноугольные зеленые водоросли *Calcifolium*, *Koninckopora*, *Borisovella*, *Herakella*, *Praedonezella*, *Kulikia*, *Kulikaella*, *Frustulata* и господствующее положение занимает *Donezella*. Для нижнебашкирского подъяруса характерны *Donezella lutugini* Masl., *D. askynica* R. Ivan., для верхнебашкирского – крупные *D. lunaensis* Rácз и *D. collosa* R. Ivan., а также представители семейства *Beresellaceae* (*Beresella*, *Dvinella*) и красные *Ungdarellaceae* и *Stacheinaceae*.

В нижнемосковском подъярусе доминантами становятся *Beresella* и *Dvinella* вместе с башкирской ассоциацией водорослей, довольно многочисленными *Epimastopora*, *Claracrusta*, первыми *Macroporella*, красными *Urtasimella*, *Eflugelia*, *Cuneiphycus* и др. Наиболее значительные изменения происходят в позднемосковское время, что выражается в появлении представителей семейства *Anchicodiaceae* таких, как *Ivanovae*, *Eugonophyllum*, *Anchicodium*, расцвете родов зеленых *Uraloporella*, *Macroporella*, *Gyroporella*, *Epimastopora*, *Pseudoepimastopora* вместе с красными из семейства *Ungdarellaceae*: *Komia*, *Urtasimella*, *Suundukella*.

В позднем карбоне площади акваторий значительно уменьшились, резко сократилась численность водорослей и снизилось их таксономическое разнообразие. Практически исчезли березеллиды, что послужило своеобразным репером границы среднего и позднего карбона [6–8, 14]. Доминантами стали синезеленые *Tubiphytes*, зеленые *Globuliferoporella*, *Gyroporella*, *Anchicodium*, *Ivanovia*, *Eugonophyllum*, *Epimastopora*, *Pseudoepimastopora*, и *Paraepimastopora kansasensis* (Johnson).

Таким образом, по водорослям отчетливо фиксируются границы девона и карбона, нижнего и среднего, среднего и верхнего отделов карбона, границы ярусов и подъярусов и некоторых горизонтов.

В карбоне максимальная скорость эволюции наблюдается у фораминифер, поэтому в последние 60 лет именно по ним и строятся *нормативные* (стандартные) биостратиграфические шкалы и к

ним “привязываются” остальные группы организмов, по которым выполняется зональное расчленение разрезов (гонииатиты, брахиоподы, конодонты и известковые водоросли).

В настоящее время в карбоне Урала автором [8, 10] установлено 11 водорослевых зон: 6 в нижнем карбоне (табл. 1) и 5 в среднем и верхнем (табл. 2). В нижнем карбоне соотношение водорослевых и фораминиферных зон 6/16, в среднем и верхнем карбоне 5/17. Однако, благодаря своему таксономическому разнообразию, широкому распространению и нередко количественному преобладанию над фораминиферами, водоросли и установленные по ним зоны являются основой для межрегиональной и межконтинентальной корреляции. Таквыми являются зоны *Kamaena delicata*–*K. magna* для турнейского яруса, *Palaeoberesella lahuseni*–*Exvotarissella index* – для нижнего визе, *Calcifolium okense*–*Koninckopora inflata* – для верхнего визе, *Ungdarella uralica*–*Fasciella kizilia* – для серпуховского яруса, *Donezella lutugini* и *D. Lunaensis* – для башкирского яруса, *Beresella polyramosa*–*Dvinella comate* – для нижнемосковского подъяруса, *Macroporella ginkeli*, *Ivanovia tenuissima* и *Komia abundans* – для верхнемосковского и т.д. Многие из этих зон имеют глобальное распространение и легко узнаются в разновозрастных отложениях Западной и Восточной Европы, Восточно-Европейской платформы, Донбасса, Центральной и Средней Азии, Австралии, Северной Америки, Канады, Китая. Отдельно можно отметить вид *Koninckopora inflata*, характерные формы которого в большом количестве присутствуют в карбонатных отложениях верхнего визе и серпухова Чукотки и Таймыра, образующих Арктический пояс вдоль побережья Северного Ледовитого океана на территории России.

При выделении водорослевых зон автор старался соблюдать принцип установления нижней границы по первому появлению вида-индекса (маркерного таксона), но не всегда этот критерий является достаточно аргументированным в силу разных геологических и биологических причин, и не всякое новое есть показателем нового этапа в развитии фауны и флоры [12]. По мнению В.В. Черныха [13], выделение зоны в стратиграфической шкале следовало бы связывать с самим событием “существования вида” и тогда в нижнем карбоне Урала устанавливалось бы 6 водорослевых зон, а не 5, как было в авторской монографии 2013 г.

Во многих разрезах, особенно в нижнем карбоне Сибири, микрофлора является единственной группой ископаемых, позволяющих делать выводы о возрасте вмещающих пород. Водорослевые биозоны установлены на обоих склонах Урала в многочисленных (не менее 100) и близко расположенных разрезах (например, рр. Исеть и Кунара на Среднем Урале, рр. Большой Кизил и Худолоз – на Южном). Но, как уже было отмечено, их стратиграфи-

Таблица 1. Зональное расчленение нижнего карбона по водорослям.

Table 1. Zonal subdivision Lower Carboniferous on algae.

Отдел	НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫЙ										Зональные и характерные виды водорослей нижнего карбона Урала	Зоны водорослей [8]	Акме-зоны (гемеры)			
	Ярус	Серпуховский		Визейский		Турнейский		Верхний		Нижний						
Подъярус	Ярус	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Верхний	Нижний	Нижний						
ОСШ России [11]	Подъярус	Monotaxinoides transitorius										Зональные и характерные виды водорослей нижнего карбона Урала	Зоны водорослей [8]	Акме-зоны (гемеры)		
		Eostaffellina paraprotvae													<i>Praedonezella cespeformis</i>	
		Neoarchaediscus postrugosus														<i>Praedonezella cespeformis</i>
		Endothyranopsis crassa–Archaeodiscus gigas														<i>Fasciella kizilia</i>
		Endothyranopsis compressa–Paraarchaediscus koktjubensis														<i>Frustrulata asiatica</i>
		Uralodiscus rotundus														<i>Frustrulata asiatica</i>
		Eoparastaffella simplex–Eoendothyranopsis donica														<i>Pseudostacheoides</i>
		Endothyra elegia–Eotextularia diversa														<i>Ungdarella uralica–Fasciella kizilia–Kullikia</i>
		Spinoendothyra costifera														<i>Ungdarella uralica</i>
		Palaeospiroplectammina tchernyshinensis														<i>Ungdarella uralica</i>
		Chernyshinella disputabilis														<i>Ungdarella uralica</i>
		Earlandia minima–Bisphaera malevkensis														<i>Ungdarella uralica</i>
Tournayellina pseudobeata–Septatournayella njumylga											<i>Ungdarella uralica</i>					

■ максимум развития — обычно - - - - - редко

ческий потенциал явно скромнее, чем у фораминифер и конодонтов, и пока зональная шкала по водорослям построена только для карбона Урала [8, 10]. Ранее автором [2] на большом фактическом материале было выделено VIII зональных комплексов водорослей в нижнекаменноугольных отложениях Сибири и Северо-Востока России. Близки к решению вопроса о водорослевой зональности в карбоне результаты исследований О.И. Берченко и О.А. Сухова в Донбассе [1], В. Mamet в Арктической Канаде [17], Р. Brenckle в США, S. Skompski в Польше, но пока зональных шкал ими не предложено, а биозоны водорослей играют важную роль в создании общей биостратиграфической шкалы карбона в комплексе с другими группами ископаемых организмов.

Перед специалистами, работающими с биостратиграфическими зональными шкалами, постоянно возникает необходимость добиваться их большей детальности, увеличения корреляционного потенциала и увязки с зональными шкалами, построенными по другим группам организмов. В настоящей работе выполнена детализация водорослевой зональности на основе анализа последовательности акмезон, или гемер. Понятие и термин гемера был введен Сиднеем Бакменом [15]. Термин “гемера”, по Бакмену, определяет хронологическую единицу, которая соответствует кульминационному моменту (акме) в развитии одного или более видов. Здесь используется термин “акмезона” в том же

хронологическом смысле для маркировки шкалы по событию “массовое развитие вида”. Такая шкала может быть полезна для быстрого предварительного расчленения разреза и ориентировочной корреляции разноместных разрезов. Использование в биостратиграфии водорослевых акмезон (гемер) окажет существенную помощь исследователям при детальном расчленении карбонатных разрезов, содержащих альгофлору, и бедных другими ископаемыми организмами.

Для турнейского яруса автором выделяются 3 акмезоны: *Kamaena delicata*, *K. magna*, *K. lata*; для визейского – 4: *Nanopora woodi*, *Palaeobere-sella lahuseni-Exvotarissella index*, *Zidella maxima-Ungdarella uralica*, *Fasciella kizilia*; для серпуховского яруса – 2: *Frustulata asiatica*, *Praedonezella cespeformis* (см. табл. 1). Таким образом, в нижнем карбоне установлено 9 акмезон, что повышает детальность ранее предложенной зональной шкалы на три подразделения. Аналогичная работа по установлению биозон и акмезон (гемер) по фораминиферовой зональной шкале и построению на этой основе акмезональной шкалы по водорослям выполнена также для среднего и верхнего (касимовский ярус) карбона. В этом стратиграфическом интервале выделено 5 зон и 5 акмезон (см. табл. 2).

Хорошая изученность ископаемых известковых водорослей карбона Урала и некоторых других территорий позволили выделить в нижнем карбоне четыре (рис. 1), среднем и верхнем – три био-

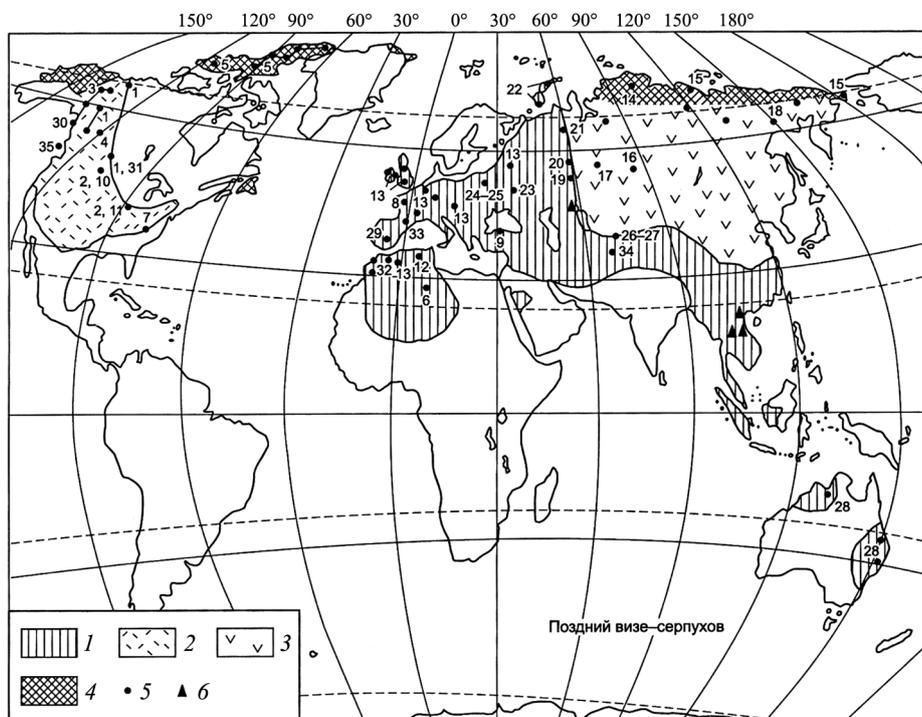


Рис. 1. Расположение биогеографических поясов по альгофлоре в позднем визе и серпухове с учетом данных Б. Маме [17].

1–4 – пояса: 1 – Тетис, 2 – Северная Америка, 3 – Сибирь, 4 – Арктика; 5–6 – местонахождение разрезов: 5 – с водорослями (1 – Северные Аппалачи, Кордильеры, острова Арктической Канады; 2, 10 – Айдахо; 3–5 – Юкон, Альберта, острова Арктической Канады; 6 – Ливия, Египет; 7 – Теннесси; 8 – Северная Франция; 9 – Турция; 11 – США; 12, 32 – Марокко; 13 – Алжир, Марокко, Франция, Бельгия, Великобритания, Польша, Московская синеклиза; 14 – Восточный Таймыр; 15 – Верхоянье и Чукотка; 16 – Алтае-Саянский регион; 17 – Западно-Сибирская платформа; 18 – Колымский массив; 19–21 – Южный, Средний и Северный Урал; 22 – Новая Земля; 23 – Донбасс; 24 – Львовско-Волынский бассейн; 25 – Польша; 26, 27 – Узбекистан и Таджикистан; 28 – Австралия; 29 – Испания; 30 – Аляска; 31 – Альберта; 33 – Южная Франция; 34 – Афганистан; 35 – Китай, Австралия); 6 – с фораминиферами того же возраста.

Fig. 1. The disposition biogeographic belts according to algal flora in the Late Viseen and Serpukhovien considering V. Mame data [17].

1–4 – belts: 1 – Tethys, 2 – North America, 3 – Siberia, 4 – Arctic; 5–6 – the location of the sections: 5 – with algae (1 – Northern Appalachians, Cordillera, Canadian Arctic Islands; 2, 10 – Idaho; 3–5 – Yukon, Alberta, Canadian Arctic Islands; 6 – Libya, Egypt; 7 – Tennessee; 8 – Northern France; 9 – Turkey; 11 – the United States; 12, 32 – Morocco; 13 – Algeria, Morocco, France, Belgium, Great Britain, Poland, Moscow Syncline; 14 – East Taimyr; 15 – Verkhoyansk and Chukotka; 16 – Altai-Sayan region; 17 – West-Siberian Platform; 18 – Kolyma array; 19–21 – Southern, Middle and Northern Urals, 22 – Novaya Zemlya; 23 – Donbass; 24 – Lvov-Volyn basin; 25 – Poland; 26, 27 – Uzbekistan and Tajikistan; 28 – Australia; 29 – Spain; 30 – Alaska; 31 – Alberta; 33 – Southern France; 34 – Afghanistan; 35 – China, Australia); 6 – foraminifers with the same age.

географических пояса [6] (Иванова, 2002). Альгофлора Тетиса и Северо-Американского поясов в целом изучена лучше бореальной, однако в последние два десятилетия автором было описано более 100 таксонов микрофлоры из многочисленных разрезов карбона Сибири и Северо-Востока России, где ранее были известны фораминиферы и другие ископаемые организмы, но не были известны водоросли. Прделанная в соавторстве с О.И. Богуш и В.А. Лучининой работа была обобщена в монографии “Известковые водоросли верхнего фамена и нижнего карбона Урала и Сибири” [2]. Изучение автором водорослей Сибири дало возможность выделить Таймыро-Верхоянско-Чукотскую биogeографическую область и обосновать существование Арктического биogeографического пояса в раннем карбоне [6].

Биogeографическая зональность, установленная по каменноугольной альгофлоре подтвердила территориальную близость и единство некоторых палеоконтинентов в этот период. Проведенный анализ систематического состава водорослей вскрыл также смешанный характер уральских ассоциаций альгофлоры, отражающий палеogeографическую позицию Уральского региона и его перманентную связь с Северной Америкой и Восточной Европой.

Работа выполнена при поддержке проекта конкурсных программ фундаментальных научных исследований УрО РАН (проект № 15-18-5-13).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Берченко О.И., Сухов О.А. (2013) Известковые водоросли визейских отложений Доно-Днепровского прогиба. Киев: Наукова думка, 165 с.
- Богуш О.И., Иванова Р.М., Лучинина В.А. (1990) Известковые водоросли верхнего фамена и нижнего карбона Урала и Сибири. Новосибирск: Наука, 202 с.
- Иванова Р.М. (1972) Фациальные сообщества фораминифер и водорослей визейского бассейна на восточном склоне Южного Урала. *Стратиграфия и фораминиферы нижнего карбона Урала. Сборник по вопросам стратиграфии.* (19). Свердловск: ИГГ УНЦ АН СССР, 20-35.
- Иванова Р.М. (1989) Породообразующие водоросли в раннем карбоне Урала. *Новые данные по геологии Урала и Средней Азии.* Свердловск: УрО АН СССР, 103-106.
- Иванова Р.М. (1992) Органогенные постройки раннего и среднего карбона Урала. *Ежегодник-1991.* Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 16-19.
- Иванова Р.М. (2002) Биogeография и палеoэкология альгофлоры карбона. *Новости палеонтологии и стратиграфии.* Новосибирск: СО РАН, филиал “ГЕО”, 149-157.
- Иванова Р.М. (2008) Фузулиниды и водоросли среднего карбона Урала: зональная стратиграфия, палеобиogeография, палеонтология. Екатеринбург: УрО РАН. 205 с.
- Иванова Р.М. (2013) Известковые водоросли карбона Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН. 244 с.
- Иванова Р.М. (2015) Позднемосковские водоросли среднего карбона южной части Предуралья. *Ежегодник-2014.* Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 162, 21-25.
- Иванова Р.М. (2016) Био-и акмезоны известковых водорослей нижнего карбона Урала. *Ежегодник-2015.* Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 163, 18-21.
- Постановление МСК и его постоянных комиссий. Каменноугольная система (2008). СПб.: Тр. ВСЕГЕИ, Вып. 38, 61-68.
- Рейтлингер Е.А. (1963) Об одном палеонтологическом критерии установления границ нижнекаменноугольного отдела по фауне фораминифер. *Вопр. микропалеонтологии.* Вып. 7, 22-56.
- Черных В.В., Кучева Н.А. (2016) Политаксонные и монотаксонные зональные шкалы в биостратиграфии. *Литосфера,* (5), 5-16.
- Чувашов Б.И., Иванова Р.М., Колчина А.Н. (1984) Верхний палеозой восточного склона Урала. Стратиграфия и геологическая история. Свердловск: УНЦ АН СССР, 230 с.

15. Buckman S.S. (1893) The Bajocian of the Sherborne District: its Relation to Subjacent and Superjacent Strata. *Quart. J. Geol. Soc.* **49**, 479-522.
16. Ivanova R.M., Bogush O.I. (1992) Algae as Indicators of a Biogeographical Zonation in the Early Carboniferous of the Urals, Siberia and Northeast Russia. *Facies*, **27**, 235-244.
17. Mamet B. (1992) Paleogeographie des algues calcaires marines carboniferes. *Canad. J. Earth Sci.*, **29**(1), 174-194.

Carboniferous algaflora in the Urals and its stratigrafical meaning

R. M. Ivanova

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

In the Urals Carboniferous 11 algae zones allowing to make interregional and intercontinental correlation of coeval deposits are established by author. For more fractional dividing of carbonate profiles on algaflora for the first time akmezones have been used. In Lower Carboniferous of the Urals are established 9, in Middle and Upper Carboniferous – 5 akmezones.

Key words: *biozone, akmezone, calcareous algae, biogeography, Carboniferous, the Urals.*

REFERENCES

1. Berchenko O.I., Sukhov O.A. (2013) *Izvestkovye vodorosli vizeiskikh otlozhenii Dono-Dneprovskogo progiba* [Calcareous algae Visean deposits Don-Dnieper trough]. Kiev, Naukova dumka. Publ., 165 p. (In Russian)
2. Bogush O.I., Ivanova R.M., Luchinina V.A. (1990) *Izvestkovye vodorosli verkhnego famena i nizhnego karbona Urala i Sibiri* [Calcareous algae Upper Famennian and Lower Carboniferous of the Urals and Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 202 p. (In Russian)
3. Ivanova R.M. (1972) Facies community of foraminifera and algae Visean basin on the eastern slope of the Southern Urals. *Stratigrafiya i foraminifery nizhnego karbona Urala. Sbornik po voprosam stratigrafii №19* [Stratigraphy and foraminifera of the Lower Carboniferous of the Urals. Collection on Stratigraphy No19]. Sverdlovsk, IGG USC Akad. Nauk SSSR, 20-35. (In Russian)
4. Ivanova R.M. (1989) Rock-forming algae in the Early Carboniferous in the Urals. *Novye dannye po geologii Urala i Srednei Azii* [New data on the geology of the Urals and Central Asia]. Sverdlovsk, Urals Branch of Akad. Nauk AN SSSR, 103-106. (In Russian)
5. Ivanova R.M. (1992) Organogenic construction of Early and Middle Carboniferous of the Urals. *Ezhegodnik-1991*. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 16-19. (In Russian)
6. Ivanova R.M. (2002). Biogeography and paleoecology of Carboniferous algaflora *Novosti paleontologii i stratigrafii* [News of paleontology and stratigraphy]. Novosibirsk, SO RAN, "GEO", 149-157. (In Russian)
7. Ivanova R.M. (2008) *Fuzulinidy i vodorosli srednego karbona Urala: zonal'naya stratigrafiya, paleobiogeografiya, paleontologiya* [Fusulinids and algae Middle Carboniferous of the Urals: zonal stratigraphy, paleobiogeography, paleontology]. Ekaterinburg, UB RAS Publ., 205 p. (In Russian)
8. Ivanova R.M. (2013) *Izvestkovye vodorosli karbona Urala* [Calcareous algae Carboniferous of the Urals]. Ekaterinburg, RIO UrO RAN Publ., 244 p. (In Russian)
9. Ivanova R.M. (2015) Upper-Moscovian algae Middle Carboniferous southern part of the Urals depression. *Ezhegodnik-2014*. Tr. IGG UrO RAN. Vyp. 162, 21-25. (In Russian)
10. Ivanova R.M. (2016) Bio- and akmezony and calcareous algae Lower Carboniferous of the Urals. *Ezhegodnik-2015*. Tr. IGG UrO RAN. Vyp. 163, 18-21. (In Russian)
11. Postanovlenie MSK and its standing committees. Carboniferous system. (2008) St-Petersburg, Tr. VSEGEI, Vyp. 38, 61-68. (In Russian)
12. Reitlinger E.A. (1963) About some paleontological criteria of demarcation Lower Carboniferous by foraminifera. *Vopr. mikropaleontologii*. Vyp. 7, 22-56.
13. Chernykh V.V., Kucheva N.A. (2016) Politaksonic and monotaksonic zonal scales in biostratigraphy. *Litosfera*, (5), 5-16. Litosfera
14. Chuvashov B.I., Ivanova R.M., Kolchina A.N. (1984) *Verkhniy paleozoi vostochnogo sclona Urala. Stratigrafiya i geologicheskaya istoriya* [Upper Paleozoic of the eastern slope of the Urals. Stratigraphy and geological history]. Sverdlovsk, USC Akad. Nauk SSSR Publ., 230 p. (In Russian)
15. Buckman S.S. (1893) The Bajocian of the Sherborne District: its Relation to Subjacent and Superjacent Strata. *Quart. J. Geol. Soc.* **49**, 479-522.
16. Ivanova R.M., Bogush O.I. (1992) Algae as Indicators of a Biogeographical Zonation in the Early Carboniferous of the Urals, Siberia and Northeast Russia. *Facies*, **27**, 235-244.
17. Mamet B. (1992) Paleogeographie des algues calcaires marines carboniferes. *Canad. J. Earth Sci.*, **29**(1), 174-194.