

УДК 551.83 (470.13)

И. И. Пархета, Ю. А. Гатовский, Е. С. Пономаренко, Е. В. Архипова

Анализ условий обитания палеозойских биоценозов Северного Урала в районе бассейна р. Илыч

Основой работы являются данные полевых наблюдений в районе бассейна р. Илыч в 2015 г. В ходе анализа теоретических и практических данных выполнены реконструкции палеозойских мелководно-морских биоценозов на Северном Урале.

Ключевые слова: палеобиоценозы, коралловые рифы, палеоэкологические реконструкции.

Об авторах

Пархета Инна Ивановна – студент магистратуры кафедры экологии и наук о Земле Государственного университета «Дубна». *E-mail: iparheta@mail.ru.*

Гатовский Юрий Артурович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник кафедры палеонтологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. *E-mail: ustas62@bk.ru.*

Пономаренко Евгений Сергеевич – кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций Института геологии Коми научного центра УрО РАН (Сыктывкар). *E-mail: esponomarenko@geo.komisc.ru.*

Архипова Елена Витальевна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле Государственного университета «Дубна». 141825 Московская обл., Дмитровский р-н, с. Орудьево, ул. Центральная, д. 7. *E-mail: olenageo@mail.ru.*

Район бассейна р. Илыч расположен на западном склоне Северного Урала на территории Троицко-Печорского района Республики Коми. Первые геологические исследования здесь были проведены А.А. Кейзерлингом и П.И. Крузенштерном в 1843 г. Результатом этих работ стала первая геологическая карта Северного Урала. В 1921 г. Северной научно-промысловой экспедицией в бассейн р. Илыч для маршрутных исследований направляется геологический отряд под руководством А.А. Чернова. В состав этого отряда входили В.А. Варсанюфьева и Т.А. Добролюбова. Впоследствии Вере Александровне Геолком поручил составление 124-го листа общей геологической карты СССР, куда входила площадь, занятая бассейном р. Илыч. Позже литология и стратиграфия палеозойских отложений изучалась А.И. Першиной, А.И. Антошкиной, В.С. Цыганко, Н.В. Калашниковым, З.П. Михайловой, А.И. Елисеевым, Б.Я. Дембовским, В.А. Салдиным, А.Н. Сандулой и многими другими.

На территории Северного Урала в палеозойское время располагался Уральский палеоокеан, и в его шельфовой зоне бентосными организмами активно создавались разнообразные органогенные постройки и рифы. В ходе палеогеографических реконструкций данные по ископаемым органогенным постройкам и рифам используются в качестве индикаторов палеоэкологической и палеотектонической обстановок, поэтому выявление особенностей и причин их трансформации во времени дает ключ к реконструкции тектонических процессов и особенностей изменения условий окружающей среды в прошлом [1]. Рифогенные образования, обладая высокой пористостью, позволяют рассматривать их в качестве коллекторов для аккумуляции углеводородов. Так, по данным зарубежных исследователей в погребенных рифах и банках заключено около 40% мировых запасов нефти и газа [4]. С другой стороны, палеоклиматические вариации вызывали определенные изменения в составе палеобиоценозов. На основе информации о таких изменениях, руководствуясь принципом актуализма, возможно создание прогнозов, насколько изменения современ-

ных условий способны повлиять на современную биоту. Основная цель работы заключалась в выявлении палеоэкологической обстановки на основе литологической и палеонтологической характеристик пород.

Методика исследований. За все время исследований в районе бассейна р. Илыч было совершено 9 маршрутов. Методика исследований включала детальное описание разрезов с отбором образцов фауны для определения литологической характеристики пород.

Исходными материалами для исследования послужили материалы полевых наблюдений по 19 обнажениям в районе бассейна р. Илыч в 2015 г., полевой дневник с описанием разрезов геологических обнажений, литологической и палеофаунистической характеристикой пород, образцы горных пород и палеофауны с привязкой к геологическим разрезам обнажений бассейна р. Илыч.

При определении и анализе систематического состава палеонтологических остатков были использованы морфофункциональные, актуалистические и экспериментальные методы. Суть морфофункционального метода

заключалась в том, что на основании изучения формы окаменелостей или следов можно судить об образе жизни, условиях обитания организмов. Анализ видового состава палеофауны показал, что на существование организмов большое влияние оказывали абиотические и биотические факторы.

С помощью актуалистического подхода проводился анализ между ныне живущими разными таксономическими группами и биоценозами с родственными организмами, обитающими в прошлом. Экспериментальный метод позволил провести реконструкцию шельфовых палеобиоценозов, а также реконструкцию распределения разных групп кораллов в рифовой постройке обнажения № 144.

Результаты и их обсуждение. Изучение лохковской (нижний девон) органогенной постройки Лопъю-Кырты проводилось в соответствии со специально разработанной методикой [3], вследствие чего через тело постройки были проведены ряд профилей с отбором образцов (рис. 1).

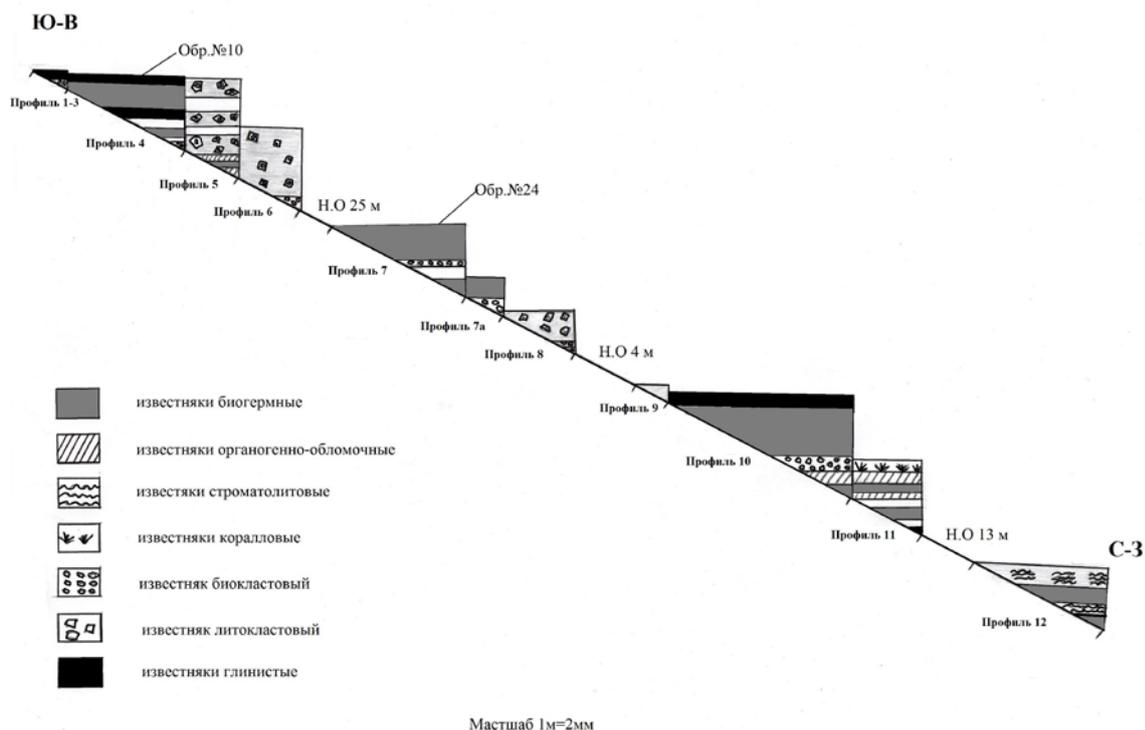


Рис. 1. Сводная литологическая колонка обнажения № 144 (нумерация по В.А. Варсанофьевой)

Детальные литологические исследования позволили выделить три генетических типа пород: биогенные (биогермные), механические (био- и литокластовые) и хемогенные (брекчии растворения). Среди биогермных разновидностей пород наиболее широкое развитие имеют строматолитоподобные известняки. Строматолитоподобное строение характеризуется наличием более светлых и более темных слоев (0,2–1,0 мм), сложенных микротонкозернистым кальцитом. В этих слоях отмечаются теневые нитчатые образования (0,02–0,06 мм в диаметре и 0,4–0,6 мм в длину), которые, по всей видимости, являются кальцитизированными чехлами цианобактерий *Girvanella*. Иногда в шлифах можно видеть пузырчатые колонии цианобактерий типа *Renalcis*. Другие типы биогермных разновидностей пород – коралловые, фистулелловые и строматопороидные – развиты менее широко в виде пятен и выделяются более светлым цветом на более темном строматолитоподобном общем фоне.

Биокластовые и литокластовые известняки и их переходные разновидности слагают

отдельные прослои (мощностью до 1,0 см) или отдельные слои (мощностью до 2,0 м) в теле органогенной постройки и являются результатом разрушения скелетов различных организмов (кораллы, брахиоподы, криноидеи, гидроиды), так и уже сформировавшихся пород органогенной постройки.

К хемогенным относятся известняковые брекчии с глинисто-доломитовым цементом, слагающие участки до 0,6 м в диаметре. Они формировались, по всей видимости, в эпизоды вывода органогенной постройки выше уровня моря, когда происходило растворение отдельных её участков.

Анализ рельефа рифов включает в себя особенности биогеографических и экологических условий обитания рифостроющих организмов, анализ общих черт рифостроющих организмов. Установлено, что большая часть представленных групп организмов вел прикрепленный донный образ жизни, исключение составляют головоногие, которые являются свободноплавающими организмами (таблица).

Влияние палеоэкологических условий на способы существования организмов

Признак	Брахиоподы (<i>Brachiopoda</i>)	Четырехлучевые кораллы (<i>Rugosa</i>)	Табулятоидеи (<i>Tabulatoidea</i>)	Головоногие (<i>Cephalopoda</i>)	Строматопораты (<i>Stromatoporoidea</i>)	
Образ жизни	Бентос прикрепленный, свободнолежащий, зарывающийся	Бентос прикрепленный	Бентос прикрепленный, свободнолежащий	Бентос подвижный, нектон	Бентос прикрепленный	
Абиотические факторы	Температура	Эвритермные. Стенотермные во время размножения	Стенотермные	Стенотермные	Эвритермные	Стенотермные
	Глубина	Эврибатные	Эврибатные	Стенобатные: верхняя сублитораль	Эврибатные	Стенобатные
	Соленость	Стеногалинные: морские	Эвригалинные: морские, солоноватоводные	Стеногалинные: морские	Стеногалинные: морские	Стеногалинные: нормально-морские

Окончание табл.

Признак		Брахиоподы (<i>Brachiopoda</i>)	Четырехлучевые кораллы (<i>Rugosa</i>)	Табулятоидеи (<i>Tabulatoidea</i>)	Головоногие (<i>Cephalopoda</i>)	Стромато- пораты (<i>Stromatopo- roidea</i>)
Образ жизни		Бентос при- крепленный, свободноле- жащий, зары- вающийся	Бентос при- крепленный	Бентос при- крепленный, свободноле- жащий	Бентос по- движный, нектон	Бентос при- креплен- ный
Биотические факторы	Взаимоот- ношения с другими организ- мами	Пища для рыб, морских звезд, а также для гастропод <i>Natica</i> . Ком- менсализм брахиопод и кораллов	Конкуренция в освоении эко- логических ниш с брахио- подами и табу- лятами	Конкуренция с брахиопо- дами и руго- зами в освое- нии экологи- ческих ниш. Совместное обитание (мутуализм) кольчатых червей и ко- лоний корал- лов табулят	Хищники, поедающие рыб	Сожи- тельство (коммен- сализм) с различ- ными ор- ганизма- ми, в осо- бенности с червями и корал- лами. Па- разитизм на сирин- гопоридях

Кораллы были особо требовательны к температурному режиму, однако теплые и холодные течения могут отодвигать и смещать границы их распространения. Кораллы могли конкурировать между собой, а также с брахиоподами, населяющими одинаковые экологические ниши. Брахиоподы в свою очередь служили пищей для рыб, морских звезд и гастропод. Комменсализм кораллов и брахиопод обусловлен тем, что первые стежутся вдоль края створок брахиопод, и брахиоподы за счет своей биофильтрационной деятельности поставляют дополнительный источник питания кораллам. А раковина брахиопод в это время утяжеляется, деформируется. Для кораллов из подкласса Табулятоидеи характерен мутуализм с кольчатыми червями, которые усиливают поток воды, поставляя кораллам различные пищевые

фрагменты, а кораллы служат убежищем для червей. Строматопораты могли паразитировать на табулятах-сирингопоридях: строматопораты занимали пространство между трубочками *Syringoporida*, получая пищу и дополнительную опору своей постройкой, что вело к угнетенному положению.

Были определены до родов и видов, рассмотрены следующие представители палеофауны района исследований: *nautiloida* *Protophragmoceras* (O_2); *stromatopora* *Ecclimadictyon robustum* Nestor (S_{2ld}); коралл *Favosites preplacentis* Dub. ($D_{1p-D_{2ef}}$); *ругоза* *Tryplasma* sp. ($D_{1p-D_{2ef}}$); *брахиоподы* *Gigantoproductus* cf. *striatosulcatus* (C_{1sj}) (*сарпьюская свума*) и *Linoproductus laevicostus* (C_{1vz}) (рис. 2). Установлен относительный геологический возраст вмещающих отложений.



Рис. 2. Наутилоид рода *Protophragmoceras* (O_2), обн. № 96

Палеоэкологические реконструкции. В ордовикско-силурийское время на изучаемой территории существовал морской мелководный бассейн, который характеризовался теплопроводностью, насыщенностью кислородом, нормальной соленостью. Бентосные организмы, такие как брахиоподы, криноидеи, мшанки, строматопороидеи, селились примерно в одной прибрежно-морской, сублиторальной зоне. Здесь же

встречаются представители подвижного бентоса – трилобиты и черви-илоеды. В верхних частях морского бассейна жили нектонные организмы (наутилоидеи) и планктонные (граптолиты, акритархии) [5].

Отдельные представители нектонных и планктонных организмов в силу морских течений и штормов попадали в крайне мелководные условия (рис. 3).

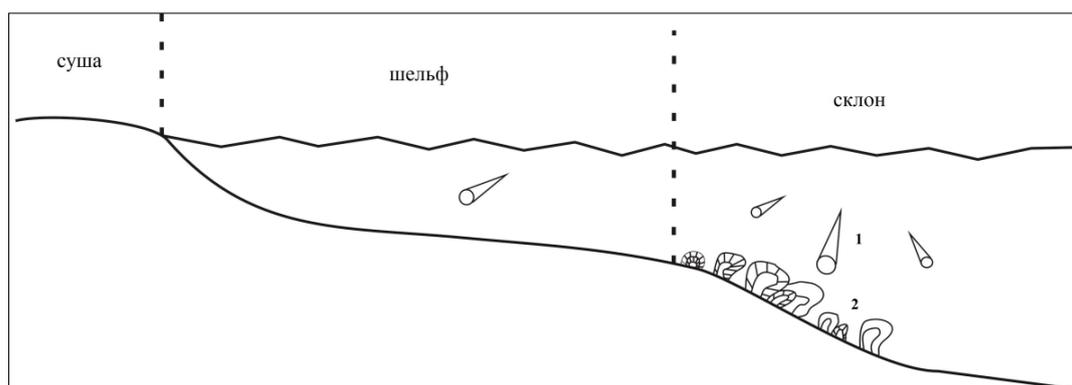


Рис. 3. Распределение групп организмов в ордовикско-силурийский периоды:
1 – наутилоиды; 2 – строматопораты

Сообщества брахиопод, мшанок, криноидей располагались ближе к берегу, где была повышена гидродинамика, и организмы, для того чтобы выжить, должны были

иметь крупную раковину и прикрепляться к субстрату. В более мористой открытой части бассейна, где гидродинамика волн ослабевала, существовали сообщества бентосных ор-

ганизмов, трилобитов и кораллов, а также мшанок, строматопороидей, морских лилий. Еще в более открытой части обитали наутилоидеи и граптолиты. На мягких илистых грунтах жили мягкотелые зарывающиеся

черви-илоеды, которые оставляли многочисленные следы в осадке.

С помощью приведенных данных удалось провести реконструкцию ордовикского сублиторального сообщества организмов (рис. 4).

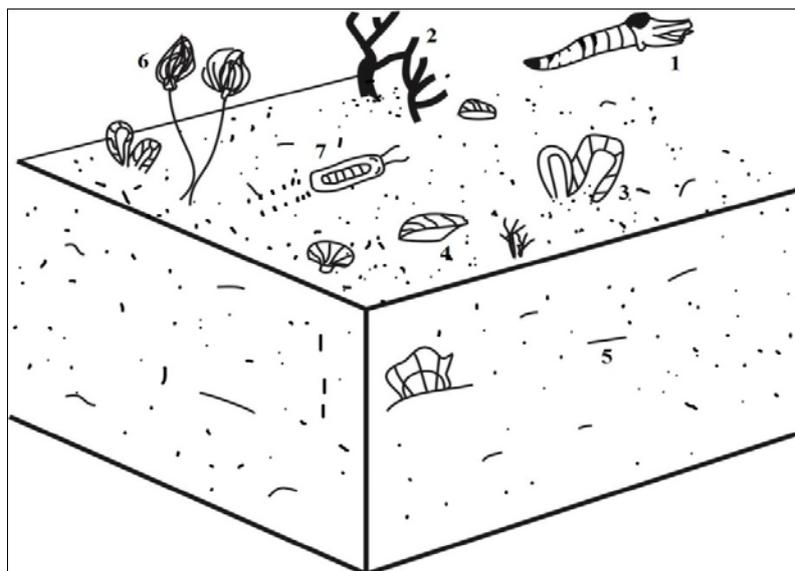


Рис. 4. Реконструкция ордовикского сублиторального сообщества:

1 – наутилоид; 2 – мшанки; 3 – строматопораты; 4 – брахиоподы; 5 – горизонтальные ходы илоедов; 6 – морские лилии; 7 – трилобит

Рассмотрим состав морских палеобиоценозов в девонский период. В целом климат в раннем девоне был аридным. Аридизация охватила большие территории, а температурный широтный градиент был высок [5].

Между силурийским и девонским периодами никаких значительных изменений в составе бентоса не произошло. В девоне рифостроящими организмами в основном были кораллы, представленные как колониальными (отряд *Favositida*), так и одиночными (отряд *Rugosa*).

Анализ распространения ассоциаций описанных пород позволил установить в теле постройки Лопью-Кырта следующие зоны (рис. 5): склон, фронтальную часть, плато и лагуну.

Среди колоний кораллов по морфологическим признакам выделены массивные, ленточные, одиночные, ветвистые и куполовидные формы. Интересно распространение этих морфотипов. В склоновых средах и во фронтальной части постройки Лопью-Кырта развиты куполовидные и одиночные формы

кораллов. Важную роль здесь играет гидродинамика среды. Не все формы кораллов могут выдержать действие волн. В зоне с активной гидродинамикой колониальные кораллы имели массивные и плотноупакованные скелетные элементы, а одиночные обладали широкой поверхностью прикрепления или придатками. Высокая степень подвижности воды обуславливает хорошую аэрацию придонных вод, нормальное содержание в них кислорода и пищи. На рифовом плато разнообразие форм увеличивается. Появляются ветвистые, ленточные и массивные формы. Гидродинамика здесь ослаблена. Скелеты колониальных кораллов были большей частью тонкостенными, а массивные колонии – небольшими и уплощенными. В зарифовой части разнообразие форм кораллов вновь уменьшается до массивных, а также появляются строматопороидеи.

К зарифовым также можно отнести так называемую уньинскую свиту, сложенную преимущественно пелитоморфными известняками и доломитами с редкими фаунистиче-

скими остатками, среди которых преобладают строматопороидеи *Amphipora* [7].

Таким образом, палеоценозы лохковского века в бассейне р. Илыч представлены биотопами рифов и лагун. Рифы строились преимущественно цианобактериями. Участками пышно разрастались разнообразные ко-

раллы и проблематичные гидроиды *Fistulella*. В лагунах преобладали губки – амфипоры.

По данным А.Б. Ронова, В.Е. Хаина, К.Б. Сеславинского (1984), в раннем карбоне, в целом для платформ, было характерно карбонатонакопление [6].

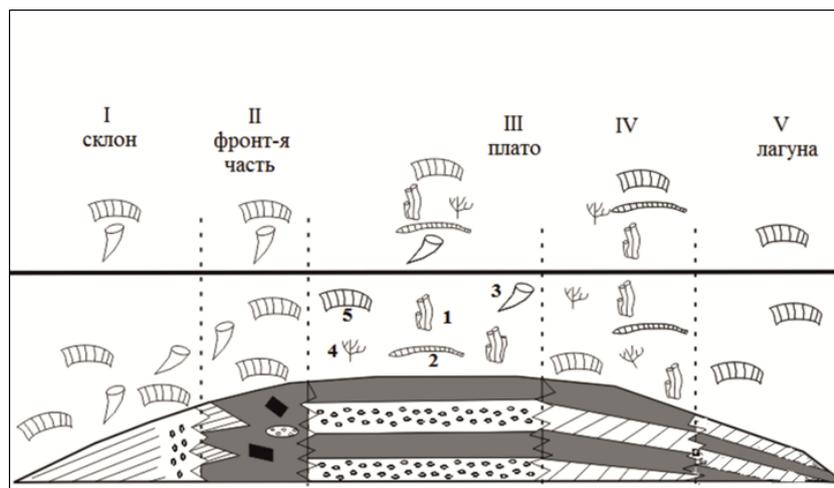


Рис. 5. Схема распределения разных групп кораллов рифовой постройки в обнажении № 144:
1 – массивные; 2 – ленточные; 3 – одиночные; 4 – ветвистые; 5 – куполовидные

В составе бентосной фауны и флоры больших изменений в течение карбона не произошло. На мелководном открытом шельфе преобладали брахиоподы, ругозы, табуляты. Были многочисленны мшанки, криноидеи, двусторчатые и брюхоногие моллюски, гастроподы обычными были губки. Часто наблюдались скопления кальцибионтов, зеленых и красных водорослей, а также цианобактерий. В визейское время наиболее распространенными среди брахиопод являлись свободно лежащие представители родов – *Gigan-*

toproductus, *Linoproductus* и др. На отмелях были распространены строматолитовые постройки и обрастающие водоросли. Обнаруженные в обнажениях № 62 и № 2 представители отряда Продуктиды относятся к свободнолежащему экологическому типу. Крупные раковины *Gigantoproductus cf. striatosulcatus* лежали на дне ближе к берегу, не прикрепляясь ножкой и не цементируясь. *Linoproductus laevicostus* относятся к понтонному подтипу с развитыми иглами, которые помогали удерживаться на мягком грунте (рис. 6).

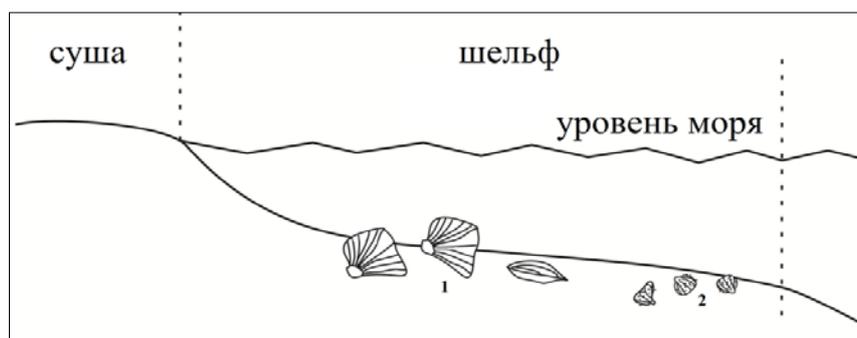


Рис. 6. Распределение разных видов отряда Продуктиды в каменноугольный период:
1 – *Gigantoproductus cf. Striatusulcatus* (C₁sj), обн. № 62; 2 – *Linoproductus laevicostus* (C₁vz), обн. № 2

В итоге удалось выделить генетические типы и механизмы образования карбонатных отложений. Анализ видового состава палеофауны показал, что на существование организмов большое влияние оказывали абиотические и биотические факторы, среди которых температура, глубина, соленость, а также взаимоотношения с другими организмами. Комплексный анализ палеофауны позволил определить относительный геологический возраст пород, выявить особенности распределения организмов в рифовых постройках. В результате удалось построить модели палеобиоценозов для ордовика, девона и карбона.

Авторы выражают глубокую благодарность доктору геол.-мин. наук, главному научному сотруднику лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций Института геологии Коми НЦ УрО РАН г. Сыктывкар Антошкиной Анне Ивановне за помощь в организации полевых исследований. Авторы глубоко благодарны профессору, доктору биол. наук, заведующему кафедрой палеонтологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова Барскову Игорю

Сергеевичу за всестороннюю поддержку на этапе анализа образцов палеофауны.

Библиографический список

1. Антошкина А.И. Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 303 с.
2. Варсанофьева В.А. Геологическое строение территории Печоро-Ильчского государственного заповедника // Тр. Печоро-Ильчского заповедника. 1940. Вып. 1. С. 5–214.
3. Задорожная Н.М., Осадчая Д.В., Новоселова Л.Н. и др. Геологическая съёмка в районах развития отложений с органогенными постройками. Ленинград: Недра, 1982. 328 с.
4. Киркинская В.Н., Смехов Е.М. Карбонатные породы – коллекторы нефти и газа. Ленинград: Недра, 1981. 255 с.
5. Невеская Л.А. Этапы развития бентоса фанерозойских морей. Палеозой. М.: Наука, 1998. 503 с.
6. Ронов А.В., Сеславинский К.В., Хаин В.Е. Кембрийские литологические формации мира // Сов. геология. 1974. № 12. С. 10–34.
7. Цыганко В. С. Девон западного склона севера Урала и Пай-Хоя (стратиграфия, принципы расчленения, корреляция). Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 355 с.

*Поступила в редакцию
23.09.2016*