Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 551.733.33 (234.851)

DOI: 10.19110/2221-1381-2018-11-31-37

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ И СОБЫТИЙНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РУБЕЖ ЛУДЛОВА И ПРЖИДОЛА НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Т. М. Безносова, В. А. Матвеев, Л. В. Соколова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

beznosova@geo.komisc.ru

Представлены новые результаты изучения геологического строения отложений верхнего силура на западном склоне Приполярного Урала. Обобщение полученных биоседиментологических и геохимических данных позволило обосновать биостратиграфический и событийно-стратиграфический рубеж лудлова и пржидола и перерыв в осадконакоплении в конце лудлова, что дает возможность для пересмотра существующей корреляции пограничных отложений лудлова и пржидола с одновозрастными отложениями Эстонии.

Ключевые слова: брахиоподы, конодонты, лудлов, пржидол, изотопы $\delta^{13}C$.

BIOSTRATIGRAPHICAL AND EVENT-STRATIGRAPHICAL BOUNDARY OF THE LUDLOW AND PRIDOLI ON THE WESTERN SLOPE OF SUBPOLAR URALS

T. M. Beznosova, V. A. Matveev, L. V. Sokolova

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The new results of studying of the geological structure of the Upper Silurian deposits on the Western slope of the Subpolar Urals are presented. Data analyses and synthesis allow us to establish bio- and event-stratigraphical boundary of the Ludlow-Pridoli and discover disconformity at the terminal Ludlow. These results suggest revision of the correlation of the Ludlow-Pridoli boundary beds of the Subpolar Urals and Estonia.

Keywords: brachiopods, conodonts, Ludlow, Pridoli, $\delta^{13}C_{carb}$.

Введение

История изучения стратиграфии силура и фауны нижнего палеозоя Европейского Северо-Востока России (северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия) и создания шкалы региональных горизонтов подробно изложена в монографиях [3, 16].

В региональной стратиграфической схеме Урала, принятой на IV Уральском межведомственном стратиграфическом совещании в 1991 г., верхнему лудлову соответствует сизимский горизонт (Ludfordian). Пржидолу соответствует гребенской надгоризонт, который подразделен на два горизонта — белушьянский и карповский. Граница лудлова и пржидола принята в основании характерных комковатых известняков белушьянского горизонта (падимейтивисская свита), в которых повсеместно различима терригенная или терригенно-карбонатная пачка. На Новой Земле, о. Вайгач и о. Долгом это алевролиты и аргиллиты с прослоями и линзами брахиоподовых ракушечников (25—35 м), на западном склоне Приполярного Урала — аргиллиты, алевролиты и известняки с брахиоподами — 1.4 м [13, 15, 18, 19]. Обоснованием такого положения границы лудлова и пржидола, или сизимского и белушьянского горизонтов (сизимская и целебейская свиты), послужили и результаты изучения брахиопод из пограничного интервала, в котором Т. Л. Модзалевская установила крупный рубеж в эволюции атиридид *Didymothyris* и *Collarothyris* [15]. По

С. В. Черкесовой [19], в Уральско-Новоземельской области обновление комплекса фауны начинается именно с аргиллитовой пачки, формирование которой совпадает с новым пржидольским этапом осадконакопления [15].

В объяснительной записке к стратиграфическим схемам Урала отмечено, что сложность определения границы между лудловом и пржидолом в разрезе силура в пределах Михайловско-Вайгачской структурно-формационной зоны связана с тем, что комплекс брахиопод и другой фауны, характеризующий разрезы региональных горизонтов (белушьянского и карповского), не содержит остатки фауны, характерные для пржидола в глобальном стратотипе Чехии [1, 2, 15].

Другой подход к определению рубежа между лудловом и пржидолом в разрезах западного склона Урала был предложен Т. Л. Модзалевской [11, 20], установившей в кубинских и демидских слоях Уфимского амфитеатра смену брахиоподовых ассоциаций, аналогичную той, что известна для пограничных отложений лудлова и пржидола на западном склоне Приполярного Урала, но где вместе с лудловскими брахиоподами *Didymothyris didyma* (Dalman) и характерными для белушьянского горизонта пржидола *Collarothyris canaliculata* (Wenjukov) были обнаружены остатки позвоночных, сходные с комплексом позвоночных лудловской зоны *Andreolepis hedei* в Эстонии [12]. На основании этих совместных находок позво-

ночных и брахиопод был сделан вывод о лудловском возрасте нижней части гребенского горизонта (= белушьянского горизонта), скореллированного с лудфордом общей шкалы [11, 12, 20]. Положение границы лудлова и пржидола на западном склоне Урала было определено в кровле брахиоподовой зоны *Collarothyris canaliculata canaliculata* [11, 12]. Принимая такое положение границы за основу, целый ряд публикаций приводят описания глобального лудфордского события Lau (Lau Event) в интервале разреза белушьянского горизонта на западном склоне Приполярного Урала [11, 21 и др.].

Можно предположить, что находки остатков лудловских позвоночных совместно с пржидольскими брахиоподами, на основании которых был сделан вывод о лудловском возрасте нижней толщи белушьянского горизонта пржидола [10, 12], связаны со сложным геологическим строением разреза верхнего силура в Уфимском амфитеатре и перерывом в осадконакоплении [17].

Д. К. Патрунов и М. В. Шурыгина [17], отмечая вновь проведенные активные исследования осадочных толщ силура Уфимского амфитеатра и значительно возросшую их детальность, приводят послойное палеонтологически обоснованное описание кубинских слоев сизимского горизонта лудлова и демидских слоев белушьянского горизонта пржидола в соответствии с существующей региональной стратиграфической схемой Урала [15].

Цель настоящей статьи — оценить изменения биологического разнообразия, обусловленные сменой режима осадконакопления, стрессовым палео-

экологическим воздействием в позднем лудлове, связанные с региональным проявлением глобального события Лау, и восстановление биоты в раннем пржидоле, а также уточнить хроностратиграфическую последовательность пограничных отложений сизимского и белушьянского горизонтов.

Разрез (обнажение 236) в бассейне р. Кожым на Приполярном Урале, в котором вскрываются в непрерывной последовательности пограничные отложения лудлова и пржидола, предлагается нами в качестве регионального гипостратотипа границы лудлов — пржидол.

Материалы и методы исследования

Материалом для статьи послужили имеющиеся у авторов и вновь собранные коллекции брахиопод из обнажения 236, в бассейне р. Кожым (рис. 1), а также опубликованные определения остракод, изученных А. Ф. Абушиком, и конодонтов, описанных С. В. Мельниковым [16]. Определения брахиопод выполнены Т. М. Безносовой, позвоночных — Т. Мясрсс, конодонтов — Л. В. Соколовой и П. Мянником.

История изучения и значимость результатов ранее проведенных исследований рассматриваемого здесь разреза сизимского горизонта (обн. 236), выбранного в качестве опорного для верхнего силура всей территории Европейского Северо-Востока России, приведены в монографиях [3, 6, 16].

Во время полевых работ П. Мянником и В. А. Матвеевым было проведено послойное описание разреза и собраны коллекции более 100 образцов пород с остатками ископаемой макрофауны, 22 пробы на конодон-

Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов (А) и общий вид обнажения 236 (В) (обнажение 236 — широта 65°40'0.86"С, долгота 59°45'2.09"В; обнажение 74 — широта 65°22'15.33"С, долгота 60°46'40.24"В)

Fig. 1. Location of the study section and overview of the outcrop #236 (outcrop #236 — N 65°40'0.86" E59°45'2.09"; outcrop #74 — N65°22'15.33" E60°46'40.24")

ты и другую микрофауну, 98 проб на изотопный состав углерода $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$. Также был вскрыт ранее не изучавшийся интервал разреза верхнего лудлова мощностью более 16 м.

Определение изотопного состава углерода в карбонатных породах проведены И. В. Смолевой в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН им. академика Н. П. Юшкина на масс-спектрометре DELTA V Advantage. Значение изотопных коэффициентов определялись в промилле (‰) по стандартам PDB NBS18 и NBS19 (TS-limestone) для углерода. Погрешность определения обоих коэффициентов не превышала ± 0.1 ‰. Изотопный состав углерода определен в 98 образцах (шаг отбора 50 см).

Коллекции хранятся в Музее им. А. А. Чернова Института геологии Коми НЦ УрО РАН им. академика Н. П. Юшкина (колл. № 514 — литологические образцы и шлифы; колл. № 368 — брахиоподы; колл. № 693 — конодонты; колл. № 654 — позвоночные).

Стратиграфия пограничных отложений лудлова и пржидола

Сизимский горизонт (= сизимская свита) верхнего лудлова в пределах Тимано-Североуральского региона представлен преимущественно терригенно-карбонатными, а также рифовыми биогермными толщами, которые формировались в краевой части шельфа, разделяя отложения мелководного шельфа и континентального склона в восточной части Тимано-Североуральского морского палеобассейна, на территории современного Предуралья, на краевом прогиба и западного склона Урала. Рифовые постройки активно влияли на дифференциацию экологических ниш. В результате в позднем лудлове обособились две экосистемы — ровного дна мелководного шельфа и рифовая.

Терригенно-карбонатный разрез сизимского горизонта сложен чередованием известняков зеленовато-серых, алевролитов, темно-серых тонкоплитчатых глинистых и микрозернистых и доломитов серых и голубовато-серых, заключающих прослои с остатками рогов, брахиопод и обилием остракод. По заключению А. Ф. Абушик, ассоциации сизимских остракод насчитывают 23 вида, относящихся к 12 родам [16].

Остатки позвоночных *Phlebolepis elegans* Pander, пандемичных конодонтов *Polygnathoides siluricus* (Branson et Mehl) и брахиопод *Didymothyris didyma* (Dalman), присутствующие в отложениях сизимского горизонта, позволяют определить его позднелудловский (лудфордский) возраст [6]. Представители рода *Didymothyris* широко распространены в отложениях верхнего лудлова на Европейском Северо-Востоке России [3], Сибири [7], о. Готланд [22], Эстонии, Украине [10]. Впервые на Полярном Урале конодонты *P. siluricus* были обнаружены В. Н. Пучковым [18], а на Приполярном Урале — С. В. Мельниковым [15]. Известно, что с окончанием существования *P. siluricus* в позднем лудлове соотносится начало глобального события Лау (Lau Event) [см. ссылки в публикации 5].

Конодонты сизимского горизонта Тимано-Североуральского региона характеризуются космополитными родами *Ozarkodina*, *Oulodus*, *Ctenognathodus*, *Polygnathoides*, *Wurmiella* и *Panderodus* и эндемичными

Adctenognathodus Melnikov и *Adoulodus* Melnikov. Род *Adctenognathodus* впервые был установлен в основании палимевитвисской свиты лудлова С. В. Мельниковым [6].

Основу бентосных сообществ ровного дна в терригенно-карбонатных отложениях сизимского горизонта составляли брахиоподы *Didymothyris didyma* (Dalman), представители отряда Athyridida. Единичные экземпляры *D. didyma* обнаружены и в рифогенной лудловской толще на Северном Урале вместе с *Conchidium novosemelicum* [3, 4].

В Тимано-Североуральском бассейне существование брахиопод отряда Pentamerida в лудловское время было связано только с рифовыми постройками [4]. На Приполярном Урале рифогенная толща с захоронениями многих сотен раковин *C. novosemelicum* — последних силурийских представителей отряда пентамерид — находится в бассейне р. Кожим в обнажении 74 (рис. 1), которое расположено в 57 км вверх по реке от обнажения 236 (рис. 1). Это захоронение является свидетельством массовой гибели брахиопод, очевидно связанной с низким стоянием уровня моря и нарушением рифовой экосистемы. Масштабное вымирание пентамеровых сообществ брахиопод в конце лудлова получило название «событие Pentamerida» (Pentamerida Event) [22].

Терригенно-карбонатный разрез сизимского горизонта лудлова и белушьянского горизонта пржидола (обнажение 236) расположен в залесенной части высокого левобережного склона р. Кожим, в 700 м ниже устья притока р. Сывью (рис. 1). Мощность рассматриваемых пограничных отложений сизимского горизонта и белушьянского горизонта в этом разрезе составляет 24 м (рис. 2).

Интервал разреза сизимского горизонта (15.5 м) характеризуется отчетливым проявлением седиментационных признаков обмеления вверх по разрезу — чередованием известняков строматолитовых, оолитовых, микробиально-сгустковых и доломитов с прослоями плоскогалечных конгломератов, с трещинами усыхания, биоморфных, органо-генно-детритовых, лито- и биокластовых с переотложенной галькой известнякового состава [9]. Органические остатки (брахиоподы, остракоды, гастроподы, членики криноидей, позвоночные) приурочены почти исключительно к слоям известняков. Комплекс конодонтов этого интервала сизимского горизонта представлен 6 видами, относящимися к 4 родам, и включает космополитные таксоны *Ozarkodina confluens* (Branson et Mehl), *Wurmiella excavata* (Branson et Mehl), *Wurmiella* cf. *excavata* (Branson et Mehl), *Panderodus uncostatus* Branson et Mehl и таксоны, известные в настоящее время только на территории Тимано-Североуральского региона — *Adctenognathodus*, *Wurmiella* aff. *hamata* (Walliser) (рис. 2). Сизимский горизонт венчает прослой красноцветно-пестроцветных глин, фиксирующих завершающую регрессивную фазу развития бассейна в лудлове.

Наблюдаемые в разрезе сокращение таксономического разнообразия бентосной биоты и увеличение мощности слоев со строматолитами в верхней части разреза (рис. 2, А) свидетельствуют о крупной экосистемной перестройке в конце лудлова, завершившейся исчезновением лудловских брахиопод, остракод,

Рис. 2. Распространение фауны и распределение $\delta^{13}\text{C}$ в обнажении 236 (р. Кожым). Условные обозначения: 1 — доломит; 2 — известняк; 3 — известняк комковатый; 4 — известняк оолитовый; 5 — известняк глинистый; 6 — известняк алевроитовый; 7 — аргиллиты; 8 — брекчии; 9 — известняк полибиокластовый; 10 — трещины усыхания; 11 — строматолиты; 12 — плоскогалеchnый конгломерат. Органические остатки: 13 — цианобактерии; 14 — строматопороидеи; 15 — гастроподы; 16 — остракоды; 17 — брахиоподы; 18 — трилобиты; 19 — позвоночные

Fig. 2. Distribution of fossils and $\delta^{13}\text{C}$ values in the section #236 (Kozhym River). Legend: 1 — dolomite; 2 — limestone; 3 — knobby limestone; 4 — oolitic limestone; 5 — clayey limestone; 6 — silty limestone; 7 — claystone; 8 — breccia; 9 — polybioclastic limestone; 10 — cracks; 11 — stromatolithes; 12 — slabby conglomerate. Fossils: 13 — cyanobacteria; 14 — stromatoporoidea; 15 — gastropods; 16 — ostracodes; 17 — brachiopods; 18 — trilobites; 19 — vertebrates

конодонтов *Adctenognathodus* и перерывом в осадконакоплении. Граница между отложениями лудлова и пржедола установлена в кровле прослоя красноцветно-пестроцветных глин (рис. 2, 3).

Известно, что перерывы в осадконакоплении являются наиболее четкими рубежами, по которым устанавливаются границы местных стратиграфических подразделений. О том, что максимум падения относительного уровня моря в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции приходится на окончание лудлова и проявляется субаэральным размывом верхней части разреза лудлова, упоминал ранее А. В. Мартынов [8].

Переход от лудлова к пржедолу в обнажении 236 литологически фиксируется терригенно-карбонатной пачкой, которая залегает выше пестроцветных глин и отвечает новому циклу осадконакопления (рис. 3, В).

Трансгрессия в начале пржедола способствовала переносу обломочного материала рифовых построек в более мелководную часть морского бассейна, ближе к береговой линии.

Палеонтологически этот переход характеризуется обновленным составом брахиопод, остракод, позвоночных и исчезновением лудловских конодонтов *Adctenognathodus*.

Белушинский горизонт (= целебейская свита)

Рассматриваемый интервал разреза белушинского горизонта (8.5 м) в обнажении 236 в самом основании сложен доломитами известковыми с крупными литокластами, ориентированными по напластованию пород (рис. 3, С). Выше следует пачка черных известняков с прослоями черных углистых аргиллитов и аргиллитов зеленовато-серых с брахиоподами *Hemitoechia*

Рис. 3. Пограничные отложения лудлова и пржидола в опорном разрезе силура (обнажение 236, р. Кожым): А — куполовидные строматолиты (слой 64, сизимский горизонт), В — граница лудлова и пржидола (слой 68); С — прослой с крупнообломочным материалом (слой 68а, белушинский горизонт), D — переслаивание черных углистых аргиллитов, алевролитов, известняков плитчатых и комковатых с брахиоподами *Hemitoechia distincta* и *Collarothyris canaliculata* (слой 72, белушинский горизонт)

Fig. 3. Ludlow/Pridoli boundary beds in the Silurian reference section (section #236, Kozhym River). A — dome-like stromatolites (bed 64, Sizim Horizon), B — Ludlow/Pridoli boundary (bed 68); C — coarse-grained layer (bed 68a, Belush'ya Horizon); D — intercalation of black carbonaceous claystone, siltstones, and limestones with the brachiopods *Hemitoechia distincta* and *Collarothyris canaliculata* (bed 72, Belush'ya Horizon)

distincta Nikiforova, которую перекрывают известняки темно-серые до черных, комковатые (рис. 3, D), включающие ракушники с брахиоподами *Collarothyris canaliculata* (Wenjukov), *Atrypodea sheii* (Holtedahl), *Howellella pseudogibbosa* Nikiforova, *Pseudohomeospira polaris* Nikiforova. Эта ракушняковая толща в нижней части белушинского горизонта образует четкие маркирующие брахиоподовые слои, которые прослеживаются в разрезах Приполярного и Северного Урала, на поднятиях Чернова и Чернышева, а также многочисленных скважинах, пробуренных на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции [3]. Впервые такой же комплекс брахиопод, отличающийся лишь большим разнообразием представителей рода *Atrypodea*, был описан О. И. Никифоровой из нижней толщи гребенского надгоризонта пржидола (слои губы Белушней о. Вайгач), получившей название «брахиоподовые слои» [14, 19].

Комплекс конодонтов в основании белушинского горизонта представлен в основном видами широкого географического распространения *Wurmiella excavata* (Branson et Mehl), *Ozarkodina confluens*, *Pedavis cf. latialata* (Walliser), *Oulodus cf. siluricus* (Branson et Mehl), *Panderodus unicastatus* (Branson et Mehl), *Panderodus* spp.

Глобальное раннепржидольское событие (Lower Pridolian Event) ознаменовалось системной перестройкой, связанной с океанографическими и клима-

тическими изменениями на рубеже лудлова и пржидола [2]. Это событие прослеживается в разрезах на северо-востоке Евразии, островах России (Вайгач, Новая Земля), арктических островах Канады, Аляски и Эстонии [1, 2, 3, 14, 13, 19].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о глобальном характере биотических перестроек в позднем лудлове и начале пржидола, следы которых сохранились в опорном разрезе верхнего силура на западном склоне Приполярного Урала [5].

Изотопный состав углерода

Изотопная характеристика карбонатов пограничных отложений лудлова и пржидола в обнажении 236 показала, что они характеризуются величинами $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в пределах от -7.9 до -1.8 ‰. На изотопно-углеродной кривой выделяются два интервала с резкими отрицательными пиками $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ (рис. 2) в разрезе верхнего лудлова.

Карбонаты, относящиеся к пржидольской части разреза, характеризуются величинами $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ от -3.6 до -0.6 ‰. В нижней части пржидола фиксируется резкое смещение кривой от отрицательных величин $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в сторону положительных значений с амплитудой колебаний 3 ‰. Выше значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ достаточно постоянны. Они характеризуются постепенным утяжелением изотопного состава углерода до -1.0 ‰, задающим тренд положительного направления кри-

вой. Значения этого интервала приходятся на слои известняков с характерной комковатой отдельностью, заключающих разнообразную фауну пржидольского возраста (рис. 2).

Таким образом, кривая изотопного состава углерода лежит в области негативных значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ с двумя отрицательными экскурсами. Резкие понижения $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ в первом и втором интервалах (до $-7.9...-7.4$) указывают на значительные изменения в характеристике среды седиментации в Тимано-Североуральском морском бассейне.

Заключение

Падение уровня моря, широкое развитие строматолитообразующей биоты, сокращение биоразнообразия, прекращение силурийского рифообразования, вымирание брахиопод *Pentamerida*, исчезновение конодонтов рода *Adctenognathodus* в конце лудлова, а также смена доминантов в фаунистических сообществах в начале пржидола отражают общую реакцию плеченогих, остракод, конодонтофорид и микробиальных на особенности условий обитания в позднем лудлове и на рубеже лудлова и пржидола в Тимано-Североуральском морском палеобассейне.

Биотический кризис, сопровождавшийся стрессовым палеоэкологическим воздействием и вымиранием, которое охватило в первую очередь высокоспециализированные бентосные сообщества рифовых построек, был обусловлен не только регрессией морского бассейна, достигшей максимума в конце лудлова, но и глобальными изменениями климатических условий.

Проведенные исследования существенно дополнили палеонтологическую, литологическую, био-стратиграфическую характеристики опорного разреза верхнего силура. Установленная последовательность остатков фауны в пограничных отложениях лудлова и пржидола, хеомстратиграфический анализ и прерыв в осадконакоплении, предшествующий образованию пржидольских пород, позволят найти новое обоснованное решение проблемы межрегиональной корреляции.

Авторы выражают благодарность П. Мяннику за совместное изучение разреза, определение конодонтов и обсуждение результатов, Т. Мярсс — за определения остатков позвоночных, А. В. Журавлеву — за ценные советы и замечания и И. В. Смолевой, инженеру ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН — за определение изотопного состава углерода в карбонатных породах.

Литература

1. Баранов В. В. Глобальные события (Lower Pridolian и Klonk) в среднем палеозое северо-востока Евразии и на сопредельных территориях // Наука и образование. 2015. № 3 (79). С. 33—37.
2. Баранов В. В., Блоджетт Р. Б. Корреляция пржидольских отложений (верхний силур) арктических регионов Евразии и Северной Америки // Отечественная геология. 2013. № 5. С. 52—57.
3. Безносова Т. М. Сообщества брахиопод и био-стратиграфия верхнего ордовика, силура и нижнего девона на северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 218 с.
4. Безносова Т. М. История развития пентамерид (brachiopoda) в Тимано-Североуральском бассейне // Палеонтологический журнал. 2014. № 1. С. 49—54.
5. Безносова Т. М., Матвеев В. А., Соколова Л. В., Канев Б. И. Региональное проявление глобального лудфордского события (Lau Event) в разрезе западного склона Урала // Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Материалы Всерос. науч. конф. с международ. участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2017. С. 19—21.
6. Жемчугова, В. А., Мельников, С. В., Данилов, В. Н. Нижний палеозой Печорского нефтегазоносного бассейна (строение, условия образования, нефтегазоносность). М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. 110 с.
7. Кульков Н. П., Перегудов Л. Г. Тип Brachiopoda // Стратиграфия палеозойских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. Новосибирск: Наука, 1990. С. 70—106.
8. Мартынов А. В. Литолого-фациальные критерии прогноза нефтегазоносности ордовикско-нижнедевонских отложений Тимано-Печорской провинции: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. СПб., 1993. 29 с.
9. Матвеев В. А., Канев Б. И. Особенности строения верхнелудловских отложений в опорном разрезе силура на западном склоне Приполярного Урала // Вестник ИГ Коми НЦ. 2016. № 8. С. 3—8.
10. Модзалевская Т. Л. Брахиоподы силура и раннего девона европейской части СССР. Отряд Athyridida. М., 1985. 128 с.
11. Модзалевская Т. Л. Среднелудфордское событие в эволюции силурийских брахиопод Европейской провинции // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1997. Т. 3 С. 3—9.
12. Модзалевская Т. Л., Мярсс Т. О возрасте подошвы гребенского горизонта Урала // Изв. АН Эстонии. Геол. 1991. 40. № 3. С. 100—103.
13. Нехорошева Л. В., Патрунов Д. К. Гребенской горизонт Вайгачско-Новоземельского региона // Сов. геология. 1981. № 4. С. 80—85.
14. Никифорова О. И. Брахиоподы гребенского горизонта Вайгача (поздний силур) // Стратиграфия и фауна силурийских отложений Вайгача. Л., 1970. С. 97—149.
15. Объяснительная записка к стратиграфическим схемам Урала (докембрий, палеозой) / Н. Я. Анцыгин. Екатеринбург, 1994. 152 с.
16. Опорные разрезы пограничных отложений силура и девона Приполярного Урала / В. С. Цыганко, В. А. Чермных. Сыктывкар, 1983. 136. С. 19.
17. Патрунов Д. К., Шурыгина М. В. Силур и ранний девон в уфимском амфитеатре // Литосфера. 2002. № 2. С. 96—111.
18. Пучков В. Н. Батинальные комплексы пассивных окраин геосинклинальных областей. М.: Наука, 1979. 242 с.
19. Черкесова С. В. Гребенской горизонт силура Вайгача // Стратиграфия и фауна силурийских отложений Вайгача. Л., 1970. С. 4—24. (Тр. Научно-исслед. ин-та геологии Арктики).
20. Antoshkina A. I., Beznosova T. M., Mannik P., Matukhin R. G., Menner V. V., Modzalevskaya T. L. Correlation of the Silurian sequence of the Timan-northern Ural region with the Baltic sections and with the international standard // Pan-Arctic Palaeozoic tectonics, evolution of basins and faunas. Syktyvkar, Russia, 2000. P. 17—21.

21. Bassett M. G., Cocks L. R. M. A review of Silurian brachiopoda from Gotland. Oslo: Universitetsforl., 1974. 56 p. (Fossil and Strata; N 3).

22. Talent JA, Mawson R, Andrew AS, Hamilton PJ, Whitford DJ. Middle Palaeozoic extinction events: faunal and isotopic data // Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol. 1993.104. P. 139—152.

References

1. Baranov V. V., Blodgett R. B. *Korrelyatsiya przhidol'skikh otlozheniy (verkhniy silur) arkticheskikh regionov Yevrazii i Severnoy Ameriki* (Correlation of the Pridolian beds (upper Silurian) of the Arctic regions of Eurasia and North America). *Otechestvennaya geologiya*. 2013, No. 5, pp. 52—57.

2. Baranov V. V. *Global'nyye sobytiya (Nizhniy Pridol'skiy i Klonk) v srednem paleozoye severo-vostoke Yevrazii i na sopredel'nykh territoriyakh* (Global events (Lower Pridolsky and Klonk) in the Middle Paleozoic in the northeast of Eurasia and in adjacent territories). *Nauka i obrazovaniye*, 2015, No. 3 (79), pp. 33—37.

3. Beznosova T. M. *Soobschestva brachiopod i biostratigrafiya verhnego ordovika, silura i nizhnego devona severo-vostochnoi okrainy paleokontinenta Baltiya* (Brachiopod communities and biostratigraphy of Upper Ordovician, Silurian and Lower Devonian of North-Eastern margin of Baltica paleocontinent). Ekaterinburg, 2008, 218 pp.

4. Beznosova T. M. *Istoriya razvitiya pentamerid (brachiopoda) v Timano-Severoural'skom bassejne* (Evolutionary history of pentamerids (Brachiopoda) in the Timan-North Ural Basin). *Paleontological Journal*, 2014, V. 48, No. 1, pp. 47—52. (doi: 10.1134/s0031030114010031).

5. Beznosova T. M., Matveev V. A., Sokolova L. V., Kanev, B. I. *Regional'noye proyavleniye global'nogo ludfordskogo sobytiya (Lau Event) v razreze zapadnogo sklona Urala* (Regional traces of the global Ludfordian Event (Lau Event) from the outcrop of the Western slope of the Subpolar Urals). *Geodynamics, substance, ore genesis of the East European Platform and its folder framing: Extended of scientific conference reports*. Syktyvkar: IG Komi SC UB RAS, 2017, pp. 19—21.

6. Zhemchugova V. A., Mel'nikov S. V., Danilov V. N. *Nizhniy paleozoy Pechorskogo neftegazonosnogo bassejna (stroenie, usloviya obrazovaniya, neftegazonosnost')* (Low Paleozoic Pechora petroleum basin (structure, formation conditions, oil and gas potential)). Moscow, 2001, 110 pp.

7. Kul'kov N. P., Peregoyedov L. G. *Tip Brachiopoda (Brachiopods). Stratigrafiya paleozoyskikh otlozheniy yugo-vostoka Zapadno-Sibirskoy plity* (Stratigraphy of Paleozoic deposits of Western-Siberian plate). Novosibirsk: Nauka, 1990, pp. 70—106.

8. Martynov A. V. *Litologo-fatsial'nyye kriterii prognoza neftegazonosnosti ordoviksko-nizhnedevonskikh otlozheniy Timano-Pechorskoy provintsii* (Lithological and facies criteria for prognosis the oil and gas content of the Ordovician-Lower Devonian deposits of the Timan-Pechora province). Extended abstract of PhD thesis (geology and mineralogy). St. Petersburg, 1993, 29 pp.

9. Matveev, V. A., Kanev, B. I. *Osobennosti stroyeniya verkhneludlovskikh otlozheniy v opornom razreze silura na zapadnom*

sklone Pripolyarnogo Urala (Features of the upper Ludlow deposits in the Silurian key section on the western slope of the Subpolar Urals). *Vestnik of Institute of Geology of Komi SC UB RAS*, 2016, No. 8, pp. 3—8. (doi:10.19110/2221-1381-2016-8-3-8).

10. Modzalevskaya T. L. *Brachiopody silura i rannego devona yevropeyskoy chasti SSSR. Otryad Atiridida* (Silurian and the Early Devonian brachiopods from the European part of the USSR. Order Atiridida). Moscow, 1985, 128 pp.

11. Modzalevskaya T. L. *Sredneludfordskoye sobytiye v evolyutsii siluriyskikh brachiopod Yevropeyskoy provincii* (The middle ludfordian event in the silurian evolution of brachiopods of the European province). *Stratigraphy and geological correlation*, 1997, V. 3, pp. 3—9.

12. Modzalevskaya T. L., Märss T. *O vozraste podoshvy grebenskogo gorizonta Urala*. (On the age of the lower boundary of the greben regional stage of the Urals). *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences: Geology*, 1991, 40, No.3, pp.100—103.

13. Nekhorosheva L. V., Patrunov D. K. *Grebenskoj gorizont Vaygachsko-Novozemel'skogo regiona* (Greben' stage of the Island Vaygach-Novaya Zemlya region). *Sov. Geologiya*, 1981, No. 4, pp. 80—85.

14. Nikiforova O. I. *Brachiopody grebenskogo gorizonta Vaygacha (pozdniy silur) Stratigrafiya i fauna siluriyskikh otlozheniy Vaygacha* (Brachiopods of Greiben' stage of the island Vaygach (Late Silurian). *Stratigraphy and fauna of Silurian deposits of Vaygach*). Leningrad, 1970, pp. 97—149.

15. *Obyasnitelnaya zapiska k stratigraficheskim shemam Urala (dokembrii, paleozoi)* (Explanatory note to Ural stratigraphic maps). Composed by N. Ya. Antsygin. Ekaterinburg, 1994, 95 pp.

16. *Opornye razrezy verkhnego ordovika i nizhnego silura Pripolyarnogo Urala* (Upper Ordovician and Silurian outcrops of Subpolar Urals). Komi branch AS USSR, 1987, 34 pp.

17. Patrunov D. K., Shurygina M. V. *Silur i rannij devon v uphiskom amphiteatre* (Silurian and Early Devonian deposits of the Ufa Amphitheater). *Litosfera*, 2002, No. 2, pp. 96—111.

18. Puchkov V. N. *Batialnye komplekсы passivnykh okrain geosinklinalnykh oblastej* (Batial complexes of passive margins of geosynclinal regions). Moscow: Nauka, 1979, 242 pp.

19. Cherkesova S. V. *Grebenskoj gorizont silura Vaygacha (Silurian Greben stage of the island Vaygach)*. *Stratigraphy and fauna of Silurian deposits of Vaygach*. Leningrad, 1970, pp. 4—24. (Proceedings of the Scientific Research Institute of Geology of the Arctic).

20. Antoshkina A. I., Beznosova T. M., Mannik P., Matukhin R. G., Menner V. V., Modzalevskaya T. L. Correlation of the Silurian sequence of the Timan-northern Ural region with the Baltic sections and with the international standard. *Pan-Arctic Palaeozoic tectonics, evolution of basins and faunas*. Syktyvkar, Russia, 2000, pp. 17—21.

21. Bassett M. G., Cocks L. R. M. A review of Silurian brachiopoda from Gotland. Oslo: Universitetsforl., 1974, 56 p. (Fossil and Strata; N 3).

22. Talent JA, Mawson R, Andrew AS, Hamilton PJ, Whitford DJ. Middle Palaeozoic extinction events: faunal and isotopic data. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol.*, 1993, 104, pp. 139—152.