ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ В ЭВОЛЮЦИИ ТАБУЛЯТ В ПОЗДНЕМ ОРДОВИКЕ И РАННЕМ СИЛУРЕ НА СЕВЕРЕ УРАЛА

В. Ю. Лукин

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН; lukin@geo.komisc.ru

В статье сделан анализ палеоэкологических и палеобиогеографических закономерностей развития табулят в позднем ордовике и раннем силуре на севере Урала. К настоящему времени отсутствуют работы, в которых получили бы целостную характеристику таксономический состав, стратиграфическое и географическое распространение, а также эволюционное развитие табулят ордовика и силура севера Урала. В связи с этим представляется важным исследование временного и пространственного распространения табулят, необходимое для более полного использования этой группы бентоса в практических целях.

Ключевые слова: табуляты, ордовик, силур, палеобиогеография, палеоэкология.

PALEOECOLOGICAL AND PALEOBIOGEOGRAPHICAL REGULARITIES IN THE EVOLUTION OF TABULATES IN LATE ORDOVICIAN AND EARLY SILURIAN IN THE NORTH OF THE URALS

V. Yu. Lukin

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The paper analyzes paleoecological and paleobiogeographic regularities of tabulation evolution in the Late Ordovician and Early Silurian in the north of the Urals. By now there are no works completely describing the taxonomic composition, stratigraphic and geographical distribution and evolutionary development of Ordovician and Silurian tabulates of the north of the Urals. It is important to study the temporal and spatial distribution of tabulates, which is necessary for a more complete use of this group of benthos for practical purposes.

Keywords: tabulates, Ordovician, Silurian, paleobiogeography, paleoecology.

Введение

Коралловая фауна палеозоя севера Урала изучена недостаточно. До настоящего времени отсутствуют монографические работы по табулятам этой территории. Первые попытки создания биостратиграфических схем по ордовика и силуру были предприняты еще в прошлом веке. Однако терригенно-карбонатные отложения ордовика и силура, содержащие бентосную фауну, в том числе табуляты, широко распространенные на севере Урала и в сопредельных регионах, не могут быть расчленены и скоррелированы без изучения основных групп бентоса. В этом и заключается актуальность и практическая необходимость проведенных исследований.

Методы исследования

За основу были взяты стандартные методы исследования коралловой фауны — определение до вида или рода (зависит от сохранности ископаемой фауны) под биноклем, а также визуальные наблюдения при изучении и описании естественных обнажений ордовика и силура в бассейне р. Кожым (Приполярный Урал) и на р. Лек-Елец (Полярный Урал). Также были привлечены опубликованные в разные годы материалы.

История исследований

Первые сведения о фауне кораллов севера Урала содержатся в работах Р. И. Мурчисона и Ф. Н. Чернышева. Описание четырех новых видов из среднего ордовика Приполярного Урала приведены в монографии Б. С. Со-

колова. В работах многих геологов, занимавшихся стратиграфическими исследованиями на западном склоне севера Урала, — Г. А. Чернова, В. А. Варсанюфьевой, А. И. Першиной, Б. Я. Дембовского, В. С. Цыганко и др. — приводятся лишь списки комплексов табулят. В трудах этих авторов использовались видовые определения, сделанные в свое время И. И. Чудиновой, В. Д. Чехович, В. Ф. Барской, М. А. Смирновой, Н. А. Боринцевой, Л. И. Лобурцевой. В последнее время исследованием биостратиграфии и биоразнообразия табулят занимается автор данной статьи. В итоге по публикациям коллег и собственным материалам в ордовикских и силурийских отложениях Североуральского палеобассейна выявлен богатый и разнообразный комплекс табулят, имеющий большое биостратиграфическое, палеонтологическое и корреляционное значение [11]. Список наиболее распространенных североуральских табулят приведен в таблице.

Основные результаты

Территория Североуральского палеобассейна в раннем палеозое находилась в зоне тропического и субтропического климата, что благоприятствовало развитию и распространению морской теплолюбивой фауны. Существование и расселение табулятовых сообществ было связано непосредственно с историей развития бассейна и обусловлено наличием обширных мелководных областей.

Геологическое развитие территории Североуральского сегмента в конце ордовика и в силуре в значительной мере повторяет основные моменты глобальной истории

этого периода [1]. Табуляты были обитателями преимущественно отмельной зоны, поэтому они чаще, чем население более глубоких частей моря, подвергались воздействию кратковременных изменений береговой линии.

В Североуральском морском палеобассейне одна из наиболее крупных вспышек биоразнообразия большинства бентосных организмов-фильтраторов — целентерат, мшанок — произошла в среднеордовикское время, когда были широко распространены табуляты семейств Lichenariidae, Billingsariidae, Lyoporidae, Tetradiidae. Массовое развитие получили представители рода Lichenaria. Кроме лихенарий здесь были распространены роды Lessnikovaea, Calapoecia, Nyctopora, Eofletcheria, Rhabdotetradium, Paratetradium и другие, мигрировавшие из Североамериканского палеобассейна через палеобассейны арктических островов [18].

В позднеордовикское кыринское (катийское) время в Североуральском палеобассейне сложились благоприятные условия для обитания хализитид: Catenipora sp., Eocatenipora parallela (Shmidt), Eocatenipora sp.; фавозитид (рис. 1): Favosites gotlandicus Sokolov, Palaeofavosites borealis Tchern, Mesofavosites aff. obliquus Sok. и гелиолитид (см. таблицу). Для табулят, ругоз, брахиопод в это время был характерен гигантизм [6]. Колониальные постройки у некоторых кораллов достигали более 50 см в диаметре. Доминантами табулятовых ассоциаций оставались представители рода Catenipora [17, 18].

Биогеографическое сходство североуральской ордовикской бентосной фауны, в том числе коралловой, с сибирской, казахстанской, алтайской и прибалтийской позволяет предположить существование в это время широких палеогеографических связей [3, 11, 12]. При этом следует отметить, что североуральская коралловая фауна обнаруживает наибольшее сходство с североамериканской.

Важная палеогеографическая особенность позднеордовикского времени — появление органогенных построек, образование рифовых массивов на северо-востоке палеобассейна [8, 9, 16]. Основными каркасостроителями рифов были водоросли, губки и колонии табулят родов Lichenaria, Saffordophyllum, Palaeofavosites, Mesofavosites, цепочечные кораллы рода Catenipora и гелиолитиды родов Plasmoporella, Acdalopora и Heliolites. (см. таблицу). Кораллы вместе с мшанками, криноидеями и водорослями формировали биогермы. Впадины между массивными колониями табулят заполняли крупные онколиты [9].

В конце кыринского (катийского) времени ордовикские табуляты прекратили свое существование, как и другие бентосные ассоциации позднего ордовика, они были полностью замещены водорослевыми сообществами в юнкошорское (хирнантское) время [6]. Обширная регрессия морского бассейна в это время привела к резкому сокращению площади эпиконтинентального шельфа. Это событие в конце ордовика многие исследователи связывают с крупным материковым оледенением африканской и южноамериканской частей Гондваны. Похолодание климата вызвало дисбаланс в шельфовых сообществах биоты, что проявилось в массовом вымирании фауны, в том числе и табулят, в большинстве морских бассейнов мира [20].

Обмеление моря в позднеордовикское время сменилось постепенно развивавшейся трансгрессией в начале лландовери. Морская лландоверийская трансгрессия в Североуральском палеобассейне достигла наибольшего распространения и вновь создала благоприятные условия для расселения бентосной фауны. Освободившиеся ранее

Рис. 1. Aulocystella aseptata (Barskaja). Венлок. Руч. Безымянный, поднятие Чернова

Fig. 1. Aulocystella aseptata (Barskaja). The Wenlockian, Brook Bezmyannij. Chernov Swell

экологические ниши постепенно осваивали табуляты рода Catenipora, потомки ордовикских таксонов, которые пережили глобальный позднеордовикский кризис и широко расселились в палеобассейне.

Впервые в раннем лландовери зафиксированы представители сирингопорид (Syringopora), установленные в разрезе западного склона Приполярного Урала. В ярнейское и лолашорское время (руддан, аэрон) появились виды родов Favosites и Multisolenia. Хализитиды были представлены родами Catenipora и Halysites, существовавшими еще в ордовике [2, 6, 17]. Из гелиолитид сохранился только род Proroga и появились виды рода Stelliporella. В среднем и позднем лландовери (в филиппельское и маршрутнинское время) наибольший расцвет получили фавозитиды родов Mesofavosites, Palaeofavosites [2, 6, 19]. В целом табуляты раннего силура характеризуются широким географическим распространением. Сходные комплексы выявлены в лландоверийских разрезах Сибири, Таймыра, островов Новая Земля, Долгий и Балтии, что подтверждает наличие широких связей между древними палеобассейнами в лландоверийское время, которые способствовали интенсивному обмену фауной.

В филиппельское время систематический состав табулятовой фауны Североуральского бассейна пополнился видами семейств фавозитид, альвеолитид и пахипарид (см. таблицу). В изученных автором разрезах Приполярного Урала табуляты представлены цепочечными Halysitida, первыми альвеолитами (Subalveolites) и видами рода Multisolenia (Favositida). Развитие табулят было связано с мелководными обстановками сублиторали восточной части палеобассейна, в которой обитали табуляты родов Mesofavosites, Multisolenia, Favosites, реликтовые формы катенипор (Catenipora panga Klaamann [2, 6, 19] и появившиеся впервые сирингопориды — Syringopora borealis Tchern. Сходные комплексы табулят известны в позднем лландовери и в бассейнах Балтии и Сибирской платформы [11].

В позднем лландовери (маршрутнинское время) трансгрессия морского бассейна вновь благоприятствовала широкому расселению бентосных организмов на территории бассейна. При этом родовой состав табулят не претерпел существенных изменений, а видовое разнообразие

Распространение табулят в позднем ордовике и раннем силуре в Североуральском палеобассейне

Distribution of tabulates in Late Ordovician and Early Silurian in Northern Ural paleobasin

Система / System Отдел / подраздел Division / subdivision	Ордовикская / Ordovician Верхний / Upper				Силурийская / Silurian Нижний / Lower					
					Лландоверийский Llandoveryan				Венлокский Wenlockian	
Ярус / Stage [21]	Сандбийский Sandbian			Катийский Katian	Хиантский Himantian	Руданский Rudanian	Аэронский Aeronian	Телличский Telfrian	Шейнвудский Гомерский Sheinwoodian Homerian	
Региональные горизонты Regional horizons [5, 6, 15] Семейство/род/вид Family/Genus/Species	Рассохинский Rassokhian	Полуденский Poludenian	Сурынский Surian	Кыринский Kyrian	Юнкошорский Yunkoshorian	Яренейский Yarenean	Лолашорский Lolashorian	Филиппельский Philippelian	Маршрутинский Marshrutian	Войвывский Voyvyvian
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
Lichenariidae										
Lichenaria arctica Sokolov	+									
L. borealis Sokolov.	+									
L. expressa Sokolov	+									
L. markinnyi Sokolov	+									
L. cf. carterensis (Saff.)	+									
Lessnikovaea elegans Sokolov	+									
L. spinosa Sokolov	+									
Billingsariidae										
Nyctopora billingsi Nicholson	+									
Saffordophyllum tulaensis (Sokolov)		+								
Lyoporidae										
Lyopora coxi (Bassler)										
Eofletcheria orvikui (Sokolov.)	+	+								
Tetradidae										
Rhabdotetradium sp.	+									
Halysitidae										
Catenipora rubra Sinclair et Bolton										
C. arctica Tchernyshev					+	+				
C. copulataformis Barskaja					+					
C. escharoides Lam.					+					
C. gothlandica (Yabc)					+	+				
C. maxima (F.-B.)					+					
C. panga Klaamann										+
C. subgotlandicus Barskaja					+					
C. tarejaensis (Tchernyshev)					+					
C. sp.			1							
Eocatenipora parallela (Shmidt)					+					
Eocatenipora sp.			+							
Halysites borealis (Tchernyshev)					+					
H. pseudoorthopteroides Tchernyshev					+					
Favositidae										
Palaeofavosites borealis Tchern.			+							
Pf. alveolaris (Goldf.)					+	+				
Pf. balticus (Rukh.)					+					
Pf. borealis Tchernyshev.						+				
Pf. felix Sokolov							+			
Pf. cf. nodosus Poul.					+					
Pf. maximus Tchernyshev.					+	+				
Pf. paulus Sokolov					+					
Pf. schmidtii borealis Sokolov					+					
Pf. schmidtii schmidtii Sokolov					+	+				
Multisolenia formosa Sokolov							+			
Ms. aff. misera Sokolov et Tesakov					+					
Ms. nikiforovae Sokolov et Tesakov							+			
Ms. tortuosa Fritz					+	+	+	+		+
Ms. uralica Chekhovich								+		+

Окончание таблицы

Table ending

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mesosolenia solenoidea Chekhovich									+
Mesofavosites inferior Sokolov					+				
Mf. aff. obliquus Sokolov		+							
Mf. sp.			+						
Mf. fleximirinus Sokolov					+	+	+		
Mf. microporosus Barskaja						+			
Mf. nikitini Sokolov					+	+			
Mf. obliquus Sokolov								+	
Mf. polaricus Barskaja						+			
Mf. porosus Barskaja						+			
Mf. solitus Poltavzeva									+
Mf. tarbagataicus Barskaja							+	+	+
Mf. uralensis Barskaja									+
Favosites amkardakensis Tchern.								+	+
F. abnormis Poulsen var. alta Sokolov									+
F. acutus Sokolov et Tesakov					+				
F. aspera d'Orb									+
F. borealis Tchern.							+	+	
F. favosus (Gold.)							+		
F. forbesi M.-Edw. et Haime								+	
F. fungites Sokolov									+
F. gothlandicus Lam.					+	+	+		
F. gothlandicus var. basaltica Gold.							+		
F. hisingeri M.-Edw. et Haime							+		
F. humilis Sokolov							+		
F. incertus Tchern.					+				
F. kennihoensis Ozaki							+		
F. kuklini Tchern.					+				
F. moyeroensis Sokolov et Tesakov							+	+	
F. privatus Sokolov					+				
F. similis Sokolov								+	
F. squamatus Barskaja									+
F. yakowlewi Tchern.					+				
F. yermolaevi Tchern.								+	
F. (Sapporipora) favositoides Ozaki.								+	
Pachyporidae									
Parastriatopora admirabile Chekh.									+
P. arctica (Tchern.)									+
P. commutabilis Klaaman.									+
P. rhizoides Sokolov							+		
P. sokolovi Smim.								+	
P. spinosa Chekh.									+
P. tehenjkovi (Tchern.)								+	
P. uralica Chekh.									+
Alveolitidae									
Subalveolites volutes Sokolov et Tes.					+	+			
Subalveolites sp.									+
S. (?) filippelensis Barskaja							+		
Syringoporidae									
Syringopora borealis Tchern.								+	+
Auloporidae									
Aulopora placita Tchernyshev							+		
Heliolitidae									
Stelliporella sp.					+				
Heliolites interstrincta Linn.									+
Heliolites oboites Bondarev et Minzhin				+					
Proporidae									
Propora conferta M.-E. et Haime					+				
P. cancellatiformis Sokolo.					+				
P. tubulata M.Edw. et Haime									+
Acdalopora ivanovi Yanet	+								
Plasmoporella angusta Yanet	+								

разие возросло за счет появления видов родов *Favosites* и *Gephuropora* (см. таблицу). На это время приходится появление пахипорид из рода *Parastriatopora* [5, 15]. С регрессией моря в конце маршрутинского времени кораллово-строматопоровые ассоциации сменяют сообщества гастропод, остракод и другой раковинной фауны. Падение уровня моря обусловило сокращение таксономического разнообразия почти всей бентосной фауны. В биоценозах доминирующими стали сообщества строматопороидей [5, 7, 8].

Перерыв в осадконакоплении на границе лландовери и венлока (маршрутинского и войвывского горизонтов), установленный в опорном разрезе силура, позволяет предположить отсутствие ранневенлокских (шейнвуд) отложений на западном склоне Приполярного Урала [3, 7]. Трансгрессия в начале войвывского времени (гомер) способствовала широкому распространению бентосной фауны, в том числе брахиопод рода *Spirinella*, известного в венлоке и лудлове Алтая [7], о. Готланда, Великобритании, в лландовери и венлоке Сев. Америки и Арктической Канады, венлоке Австралии [18], лудлове Эстонии (*Quadrithyrus sinuate*) [14], Богемии, Монголии и на юге Китая [17, 18], что свидетельствует о возможности свободной миграции в пределах обширных акваторий в венлоке [3]. Родовой состав венлокских табулят качественно не изменился, вместе с тем видовое разнообразие пополнили 11 видов (см. таблицу). Присутствие в венлокском разрезе таких космополитных видов, как *Favosites gothlandicus* Lam., *Sapporipora favositoides* (Tchern.), *Parastriatopora commutabilis* Klaamann [10, 11], характерно для большинства палеобассейнов Урало-Новоземельского региона. Еще одной особенностью в развитии североуральских табулят венлока является формирование небольших по мощности слоев, переполненных ветвистыми колониями *Parastriatopora commutabilis* Klaam., *P. admirabile* Chekh., *P. arctica* (Tchern.), *P. tebenjkovi* (Tchern.). Эти слои приурочены к нижней половине разреза войвывского горизонта венлока и являются маркирующими в разрезах западного склона Урала [5, 11] (рис. 2). Исчезновение ветвистых табулят в верхней части разреза венлока, вероятно, связано с изменением среды обитания, сменой отмельных фаций тиховодных участков в морском бассейне на менее благоприятные условия существования.

На поднятии Чернова в разрезе венлока автором установлены тонковетвистые колонии табулят *Aulocystella aseptata* (Barskaja), захоронения которых, возможно, представляли собой коралловые луга, заселявшие мелководье ниже базиса волн (рис. 1), [4, 12].

К началу венлокского времени исчезли табуляты широко распространенного в раннем силуре рода *Mesofavosites* и появились роды *Thesia*, *Laceripora*, *Riphaeolites*, *Coenites*, которые принимали участие в формировании биогермов в лудловское время.

Выводы и обсуждение результатов

Таким образом, поздний ордовик был временем расцвета мелкочаеистых лихенариид, цепочечных хализитид, примитивных гелиолитид и ознаменован появлением первых фавозитид. В течение всего позднего ордовика происходило постепенное развитие целого ряда кратковременно существовавших стенофациальных видов. Заметное количественное и качественное обновление фауны табулят произошло в кыринское (катийское) время.

Рис. 2. Ветвистые колонии табулят *Parastriatopora commutabilis* Klaam. Венлок. Обн. 212, сл. 8Г, р. Кожым, Приполярный Урал

Fig. 2. Bed containing branching colonies of *Parastriatopora commutabilis* Klaam. The Wenlockian, section 212, bed #8G, Kozhim River, Subpolar Urals

В раннесилурийское время доминирующее положение в сообществах табулят занимали фавозитиды. Крупночаеистые представители родов *Palaeofavosites*, *Mesofavosites* и *Favosites* составляли более половины от общего числа видов. Следующими по численности видов были хализитиды родов *Catenipora* и *Halysites*. В конце раннего силура преобладающими наряду с фавозитидами стали представители сирингпорид (*Syringopora*) и пахипорид (*Parastriatopora*).

Благоприятное влияние на разнообразие табулят оказывали отмельные зоны и стабилизация условий осадконакопления в лландовери (филипппельское, маршрутинское время) и в венлоке (войвывское время). На первый план здесь выступали эволюционные механизмы.

Динамика разнообразия табулятовой фауны в Североуральском регионе имела тесную связь с обстановками осадконакопления в бассейне, с региональными и глобальными событиями. Максимум их разнообразия приходился на периоды стабилизации морского палеобассейна. Анализ закономерностей распространения табулят в разрезе позволяет констатировать, что последовательная смена комплексов табулят в позднем ордовике и в раннем силуре на территории региона в большей степени определялась эвстатическими колебаниями уровня моря, миграцией фауны в палеобассейнах и в меньшей степени эволюционными процессами.

Полученные результаты изучения табулят имеют важное значение для биостратиграфических, биофациальных, палеогеографических построений и корреляции отдельных стратиграфических уровней в пределах изученной территории и смежных регионов.

Литература

1. *Атлас литолого-палеогеографических карт палеозоя и мезозоя Северного Приуралья*. Л.: Наука, 1972. 112 с.
2. Барская В. Ф. О некоторых силурийских фавозитах Приполярного Урала // Геология, палеонтология, палеогеография. М., 1973б. С. 44—61.
3. Безносова Т. М. Сообщества брахиопод и биостратиграфия верхнего ордовика, силура и нижнего девона северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия. Екатеринбург: УрО РАН, 2008, 217 с.
4. Безносова Т. М., Лукин В. Ю., Матвеев В. А. Захоронения сообществ донных организмов в венлокских отложениях на поднятии Чернова // Труды Палеонтол. общества. Под ред. С.В. Рожнова. М., 2018. Том I. С. 23—28.
5. Безносова Т. М., Лукин В. Ю., Мянник П. О возрасте горизонтов нижнего силура (Тимано-Североуральский регион) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 11. С. 12—15.
6. Безносова Т. М., Майдль Т. В., Мянник П., Мартма Т. Граница ордовика и силура на западном склоне Приполярного Урала // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2011. Том 19. № 4. С. 21—38.
7. Безносова Т. М., Мянник П. Граница лландовери и венлока на севере палеоконтинента Балтия // Докл. АН. 2005. Т. 401. № 5. С. 1—4.
8. Дембовский Б. Я., Дембовская З. П., Ключина М. Л., Наседкина В. А. Ордовик Приполярного Урала. Геология, литология, стратиграфия. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 208 с.
9. 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.
10. Клааманн Э. Глава III. Фауна. Табуляты // Силур Эстонии / Ред. Д. Кальо. Таллин: Валгус, 1970. С. 114—125.
11. Лукин В. Ю. Табуляты палеозоя // Этапность развития палеозойской биоты и ее корреляционный потенциал. Сыктывкар: Геопринт, 2007. С. 26—35.
12. Лукин В. Ю. Систематическое положение вида *Syringoporus aseptata* из силурийских отложений поднятия Чернова // Сыктывкарский палеонтологический сборник. № 7. Вып. 129. Сыктывкар: Геопринт, 2014. С. 25—30. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 129).
13. Невесская Л. А. Этапы развития бентоса фанерозойских морей. Палеозой. М.: Наука, 1998. 503 с. (Тр. ПИН. Т. 270).
14. Нехорошева Л. В., Патрунов Д. К. Условия развития фаунистических ассоциаций в силурийском морском бассейне на юге Новой Земли: Тр. XXXII сессии ВПО. Таллин, 1991. С. 105.
15. Опорные разрезы верхнего ордовика и нижнего силура Приполярного Урала (путеводитель полевого семинара) / Сост. В. С. Цыганко, В. А. Черных. Сыктывкар: Коми фил. АН СССР, 1987. 94 с.
16. Ордовик Приполярного Урала. Палеонтология. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 286 с.
17. Соколов Б. С. Табуляты палеозоя европейской части СССР. Ч. 1. Ордовик Западного Урала и Прибалтики. Л.-М.: Гостоптехиздат, 1951. 170 с. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 48).
18. Цыганко В. С., Безносова Т. М., Лукин В. Ю. Соболев Д. Б. Эволюция морских палеоэкосистем и стратиграфическая корреляция // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2010. № 11. С. 13—17.
19. Чехович В. Д. Биостратиграфическое расчленение силура Приполярного Урала по табулятам // Табулятоморфные кораллы ордовика и силура СССР. М.: Наука, 1965. С. 59—86.
20. Stanley S. M. Temperature and biotic crises in the marine realm Geology 1984. Vol. 12, No 4, P. 205—208.
21. Ogg J.G., Ogg G., and Gradstein F.M. A Geologic Time Scale, New York: Cambridge Univ. Press, 2008.

References

1. *Atlas of lithological-paleogeographic maps of the Paleozoic and Mesozoic of the Northern Urals*. Leningrad: Nauka, 1972, 112 pp.
2. Barskaya V. F. *On some Silurian tabulates of the Subpolar and Northern Urals*. Geologiya, paleontologiya, paleogeografiya. Moscow, 1973b, pp. 3—43.
3. Beznosova T. M. *Soobshchestva brachiopod i biostratigrafiya verhnego ordovika, silura i nizhnego devona severo-vostochnoi okrainy paleokontinenta Baltiya* (The brachiopod community and biostratigraphy of the Upper Ordovician, Silurian, and Lower Devonian of the northeastern margin of the Baltic Paleoccontinent). Ekaterinburg: UB RAS, 2008, 217 p.
4. Beznosova T. M., Lukin V. Yu., Zakharonenya soobshchestv donnykh organizmov v wenlokskikh otlozheniyakh na podnyatii Chernova. *Trudy Paleontol. Obshestva VI*. Ed. S. V. Roznova. Moscow, 2018, V. I, pp. 23—28.
5. Beznosova T. M., Lukin V. Yu., Mannik P. *O vozraste gorizontov nizhnego silura* (Timano-Severouralskogo regiona). Vestnik of Institute of geology Komi SC UB RAS, 2016, No. 11, pp.12—15.
6. Beznosova T. M., Mannik P. *Granitsa ordovikskoi i siluriiskoi sistem* (Boundary of the Ordovician and Silurian systems). Vestnik of Institute of geology Komi SC UB RAS, 2002, No. 10, pp. 3—6.
7. Beznosova T. M., Mannik P. *Granitsa Llandovery i Wenloka na severe paleokontinenta Baltiya* (Llandoveryan-Wenlockian boundary in the north of Baltia paleocontinent). Doklady Earth Sciences, 2005, V. 401, No. 5, pp. 1—4.
8. Dembovskiy B. Ya., Dembovskaya Z. P., Kluzhina M. L., Nasedkina V. A. *Ordovik Pripolyarnogo Urala. Geologia, litologiya, stratigrafiya* (Ordovician Subpolar Urals. Geology, lithology, stratigraphy). Sverdlovsk, UB AS USSR, 1990, 208 p.
9. Zhemchugova V. A., Melnikov S. V., Danilov V. N. *Nizhnii paleozoi Pechorskogo neftegazonosnogo basseina (stroenie, usloviya obrazovaniya, neftegazonosnost')* (Lower Paleozoic of the Pechora Oil and Gas Basin (structure, formation conditions, oil and gas content)). Moscow: Academy of mining sciences, 2001, 110 pp.
10. Klaamann E. Chapter III. *Fauna. Tabulyaty* (Fauna. Tabulates). *Silur Estonii* (Silurian Estonia). Ed. D. Kalo. Tallin: Valgus, 1970, pp. 114—125.
11. Lukin V. Yu. *Tabulyaty paleozoya. Etapnost' razvitiya paleozoiskoi bioty i ee korrelyatsionnyi potentsial* (Tabulata of the Paleozoic. Stage development of the Paleozoic biota and its correlation potential). Syktyvkar: Geoprint, 2007, pp. 26—35.
12. Lukin V. Yu. *Sistematicheskoe polozhenie vida Syringoporus aseptata iz siluriiskikh otlozhenij podnyatiya Chernova* (Systematic situation of species *Syringoporus aseptata* from Silurian Chernov uplift). *Syktyvkar'skij paleontologicheskij sbornik* No. 7, 129, Syktyvkar: Geoprint, 2014, pp. 25—30.
13. Nevesskaya L. A. *Etapy razvitiya bentosa fanerozoiskih morei. Paleozoi* (Stages of development of the benthos of the Phanerozoic seas. Paleozoic). Moscow: Nauka, 1998, 503

- pp. 14. Nekhorosheva L.V., Patrunov D. K. *Usloviya razvitiya faunisticheskikh assotsiatsiy v silurijskom morskoy bassejne na Yuge Novoy Zemli* (Conditions of development of fauna associations in Silurian marine basin in the south of Novaya Zemlya). Proceedings of conference. Tallinn, 1991, p. 105.
15. *Opornye razrezy verhnego ordovika i nizhnego silura Pripolyarnogo Urala (putevoditel' polevogo seminara)* (Reference sections of Upper Ordovician and Lower Silurian of Subpolar Urals) Tsyganko V. S. Chernikh. Syktyvkar. Komi branch AS USSR, 1987, 94 p.
16. *Ordovik Pripolyarnogo Urala. Paleontologiya* (Ordovician Subpolar Ural. Paleontology). Sverdlovsk: UB AS USSR, 1991, 286 pp.
17. Sokolov B. S. *Tabulyaty paleozoya Evropeiskoi chasti SSSR. Ch. 1. Ordovik Zapadnogo Urala i Pribaltiki* (Tabulata Paleozoic European part of the USSR. Part 1. Ordovician of the Western Urals and the Baltic). Leningrad-Moscow: Gostoptekhizdat, 1951, 170 pp.
18. Tsyganko V. S., Beznosova T. M., Lukin V. Yu. Sobolev D. B. *Evolutsiya morskikh paleoekosistem i stratigraficheskaya korrelyatsiya* (Evolution of marine paleoecosystems and stratigraphic correlation). Vestnik of Institute of geology Komi SC UB RAS. Syktyvkar, 2010, No. 11, pp. 13—17.
19. Chehovich V. D. *Biostratigraficheskoe raschlenenie silura Pripolyarnogo Urala po tabulyatam. Tabulyatomorfnye korally ordovika i silura SSSR* (Biostratigraphic Division of Silurian Subpolar Ural by Tabulata. Tabularomorphous Ordovician and Silurian Corals of the USSR). Moscow: Nauka, 1965, pp. 59—86.
20. Stanley S. M. Temperature and diotic crises in the marine realm *Geology*. 1984, V. 12, No. 4, pp. 205—208.
21. Ogg J. G., Ogg G., and Gradstein F.M. *A Geologic Time Scale*, New York: Cambridge Univ. Press, 2008.