

Научная статья

УДК 565.393:551.736.1 (470.21)

DOI: 10.31084/2619-0087/2023-2-11

РАННЕПЕРМСКИЕ ТРИЛОБИТЫ И ЦИКЛИДЫ СТЕРЛИТАМАКСКИХ ШИХАНОВ

Э. В. Мычко^{1,2,3}

1 — Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, г. Москва, eduard.mychko@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-1601-3618>

2 — Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, г. Москва

3 — Палеонтологический институт имени А. А. Борисяка РАН, г. Москва

Раннепермские членистоногие Стерлитамакских шиханов представлены трилобитами и ракообразными. Среди трилобитов установлен сравнительно разнообразный комплекс, включающий следующие виды и формы: *Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi* Mychko, 2019, *Paraphillipsia bashkirica* (Konstantinenko, 1979), *Paraphillipsia* sp., *Paladin jurezanensis* (Weber, 1937), *Paladin* sp., *Kaskia roemeri* (Möller, 1867), *Kaskia* cf. *roemeri* (Möller, 1867), *Kaskia gruenewaldti* (Möller, 1867) и *Paladin* cf. *moelleri* (Frederiks, 1932). Впервые выявлены представители рода *Paraphillipsia* Tumanskaya, 1930 и формы близкой к *Paladin moelleri* (Frederiks, 1932). Ракообразные включают остракод и циклид. Последние представлены несколькими находками карапаксов *Skuinocyclus juliae* Mychko et Alekseev, 2018.

Ключевые слова: трилобиты, Proetida, ракообразные, циклиды, Cyclida, пермская система, нижняя пермь, Приуралье.

Благодарности: Автор признателен научным сотрудникам Палеонтологического института имени А. А. Борисяка РАН А. В. Мазаеву и М. С. Бойко за всестороннюю помощь в поиске окаменелостей на рифе Шахтау; профессору геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова А. С. Алексееву за ценные замечания и рекомендации к статье; фотографу ПИН РАН С. В. Багирову за фотографирование окаменелостей; директору ЦНИГРмузея (Санкт-Петербург) А. Р. Соколову и хранителю «зала палеозоя» Н. М. Кадлец за помощь в подборе трилобитов для изучения. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-14-00258).

EARLY PERMIAN TRILOBITES AND CYCLIDANS FROM THE STERLITAMAK SHIKHANS

E. V. Mychko^{1,2,3}

1 — Shirshov Institute of Oceanology, RAS, Moscow,
eduard.mychko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1601-3618>

2 — A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow

3 — Borissiak Paleontological Institute, RAS, Moscow

Early Permian arthropods from the Sterlitamak Shikhans are represented by trilobites and crustaceans. The relatively diverse assemblage of trilobites was established that includes the following species and forms: *Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi* Mychko, 2019, *Paraphillipsia bashkirica* (Konstantinenko, 1979), *Paraphillipsia* sp., *Paladin jurezanensis* (Weber, 1937), *Paladin* sp., *Kaskia roemeri* (Möller, 1867), *Kaskia* cf. *roemeri* (Möller, 1867), *Kaskia gruenewaldti* (Möller, 1867) and

Для цитирования: Мычко Э. В. Раннепермские трилобиты и циклиды Стерлитамакских шиханов // Геологический вестник. 2023. № 2. С. 144–158. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-2-6

For citation: Mychko E. V. Early Permian Trilobites and Cyclidans from the Sterlitamak Shikhans. *Geologicheskii vestnik*. 2023. No. 2. P. 144–158. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-2-6

© Э. В. Мычко, 2023

Paladin cf. moelleri Frederiks, 1932). Of these, members of the genus *Paraphillipsia* Tumanskaya, 1930 and form close to *Paladin moelleri* (Frederiks, 1932) were first identified in the Lower Permian of the Shikhans. Crustaceans include ostracods and cyclidans. The latter are represented by several findings of carapaces *Skuinocyclus juliae* Mychko et Alekseev, 2018.

Keywords: Trilobita, Proetida, Crustacea, Cyclida, Permian, Cisuralian, Southern Ural.

Acknowledgements: The author is grateful to the researchers of the Borissiak Paleontological Institute A. V. Mazaev and M. S. Boiko for assistance in the search for fossils on the Shakhtau reef; Professor of the Faculty of Geology of Lomonosov Moscow State University A. S. Alekseev for comments and recommendations on the article; photographer PIN RAS S. V. Bagirov for photographing fossils; director of the TsNIGRMuseum (St. Petersburg) A. R. Sokolov and the curator of the “Paleozoic Sector” N. M. Kadlec for help in selecting trilobites for study. The research was supported by RSF (project No. 22-14-00258).

Введение

Нижнепермские Стерлитамакские шиханы крайне богаты ископаемыми остатками различных организмов древнего рифа. Они представлены как основными рифостроителями: водорослями [Кулик, 1978], палеоаплезинами и мшанками [Королук, 1985], так и разнообразными рифообитателями: фораминиферами [Исакова и др., 2020], кораллами, брахиоподами [Афанасьева, Чаус, 2016], гастроподами [Mazaev, 2019], двустворками [Шилехин и др., 2023], ростроконхами, аммонноидеями [Леонова, Щедухин, 2020], наутилоидеями [Барсков, Бойко, 2016] и другими группами [Кулагина и др., 2015].

В них также присутствуют остатки позвоночных, в том числе достаточно редких в мире: в частности из рифового комплекса Шахтау описана зубная спираль геликоприона *Shaktauites* [Чувашов, 2001]. Среди прочих ископаемых в шиханах встречаются окаменелости членистоногих, представленные двумя основными группами — трилобитами и ракообразными. Последние включают, в свою очередь, остракод и циклид. Если остракоды из этих местонахождений в некоторой степени изучены [Кочеткова, Гусева, 1972] и есть новые находки, то циклиды чрезвычайно редки и до недавнего времени не были известны в Стерлитамакских шиханах.

Трилобиты (Trilobita)

Общая характеристика. Трилобиты (Trilobita) — вымерший класс членистоногих, первые представители которых предположительно появились в начале второй эпохи кембрия (около 521 млн лет назад) [Zhang et al., 2020], а последние вымерли в самом конце поздней перми (около 252 млн лет назад), просуществовав, таким образом,

почти всю палеозойскую эру. Трилобиты — очень разнообразная группа ископаемых, включающая 165 семейств, более 3700 родов и свыше 19000 видов [Adrain, 2011]. Почти на всем протяжении первой половины палеозойской эры они занимали важное место среди донных и даже пелагических морских организмов, оккупировали различные экологические ниши и играли значимую роль в трофических цепях морских экосистем. Разнообразие строения панциря трилобитов также весьма велико, что свидетельствует о приспособлении к различным условиям среды [Мычко, 2016].

Распространенные повсеместно и многочисленными в раннем палеозое, трилобиты практически выпали из донных сообществ в пост-девонское

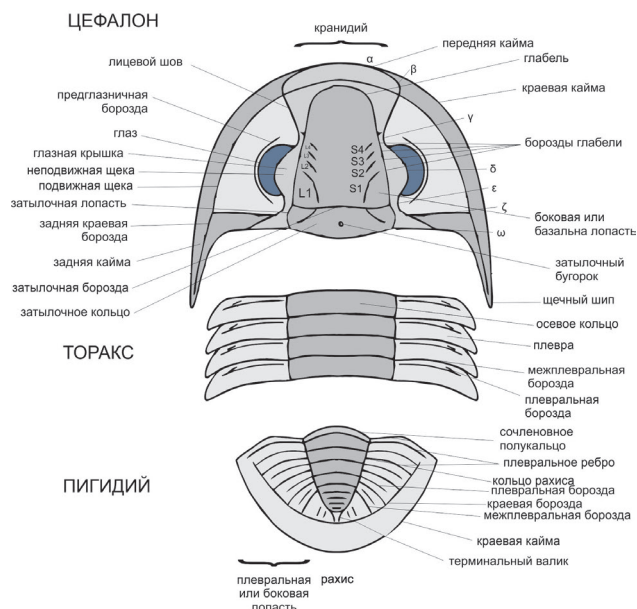


Рис. 1. Строение панциря проетидного трилобита [Мычко, 2016]

Fig. 1. Morphology of the proetid trilobite carapace [Mychko, 2016]

время. Поэтому в отложениях пермской системы остатки этих членистоногих встречаются сравнительно редко и их разнообразие невелико. К сожалению, из-за редкости и невозможности использования этой группы для решения задач биостратиграфии, позднепалеозойские трилобиты оказались одной из наименее изученных групп, в том числе и на обширной территории России [Мычко, 2016].

Все пермские трилобиты принадлежат к проетидам (отряд Proetida Fortey et Owens, 1975) (рис. 1), которые (только в перми) включают два семейства: Phillipsiidae Oehlert, 1886 и Brachymetopidae Prantl et Pribyl, 1950. Первые относительно многочисленны и разнообразны, вторые, напротив, более редки.

Для трилобитов семейства Phillipsiidae (филлипсиды) характерны следующие признаки: небольшая глабель от конической до грушевидной формы; часто наличие борозд глабели (до 4 пар); у многих представителей обособлены предзатылочная и базальные лопасти; узкие неподвижные щеки; 7–10 сегментов торакса; небольшой пигидий с различной степенью сегментации. В настоящее время выделяют 12 подсемейств и около 180 родов [Lerosey-Aubril, Feist, 2012; Мычко, 2016].

Другое семейство Brachymetopidae (брахиметопиды) характеризуется несколько иными признаками, чем филлипсиды: цефалон полукруглых или полуэллиптических очертаний, с краевой каймой (как правило, достаточно широкой) и предглабельным полем; лицевые швы неразличимы; глабель обычно короткая; панцирь снаружи часто покрыт ямками или мелкими бугорками; торакс состоит из 7–22 сегментов; окончания плевр обычно округлой формы; на осевой части торакса могут иметься аксиальные шипы; пигидий небольшой и короткий, иногда с краевой каймой, или большой, часто орнаментированной шипами.

Трилобиты Стерлитамакских шиханов. В нижнепермских известняках Стерлитамакских шиханов сравнительно часто встречаются остатки трилобитов, представленные разрозненными пигидиями, кранидиями, подвижными щеками, гипостомами, реже — цефалонами; полные панцири пока не известны.

Тем не менее, о трилобитах шиханов в литературе известно очень мало. Впервые они упоминаются в работе Р. Мурчисона и др. [Murchison et al., 1845], в которой отмечены находки *Phillipsia Eichwaldi* на шихане Шахтау. Позднее Э. И. Эйхвальд [Eichwald, 1861, с. 1441] описал из «Стерлитамака» под названием *Griffithides truncatulus* Phill. пигидий,

который не был изображен, а точное местонахождение не было указано. Н. П. Герасимов [1934, с. 6] отметил присутствие трилобитов (без определений) в нижней серии С³а швагеринового (т. е. ассельского) возраста.

В работе В. Н. Вебера [1937, с. 66, табл. X, фиг. 30] изображен пигидий, обнаруженный Ф. Н. Чернышовым у Стерлитамака в качестве голотипа вида *Phillipsia* (?) *Griffithides* (?) *jurezanensis*. Там же далее [с. 77 и табл. IX, фиг. 15] отмечены и изображены находки *Griffithides grünwaldti* на Юрактау.

В кладохонусовом известняке (саргинский горизонт артинского яруса) на южном склоне шихана Шахтау Ю. А. Арендт [1970, с. 27] вместе с кораллами, мшанками, брахиоподами, аммоидеями и наутилоидеями нашел «пигидии и кранидии трилобитов», оставшиеся без определений.

Несколько экземпляров трилобитов, найденные летом 2016 года Э. В. Мычко, М. С. Бойко и А. В. Мазаевым в ассельски-сакмарских известняках Шахтау, позволили установить новый вид *Brachymetopus* (*Conimetopus*) *alekseevi* Mychko, 2019 [Mychko, Savchuk, 2019].

Известное разнообразие трилобитов Стерлитамакских шиханов не слишком велико и представлено четырьмя родами *Brachymetopus* McCoy, 1847, *Paraphillipsia* Tumanskaya, 1930, *Kaskia* J. M. Weller, 1936 и *Paladin* J. M. Weller, 1936. Наличие двух последних родов в пермской системе Евразии спорно. Существует мнение, что *Kaskia* и *Paladin* ограничены лишь карбоном Мидконтинента США, где и были установлены. По всей видимости, «евразийские» виды, относимые исследователями к *Kaskia* и *Paladin* являются представителями двух других, очень близких, но еще не описанных родов. Поэтому в настоящей работе виды и формы из Стерлитамакских шиханов относятся к *Kaskia* и *Paladin* в некотором роде условно.

***Brachymetopus* (*Conimetopus*) *alekseevi*.** Находки трилобитов рода *Brachymetopus*, как и остальных представителей семейства Brachymetopidae, редки в пермской системе. В настоящее время известно не более восьми (включая Стерлитамакские шиханы) местонахождений *Brachymetopus* в пермских отложениях России.

Трилобиты *Br.* (*Conimetopus*) *alekseevi*, описанные из Шахтау [Mychko, Savchuk, 2019], имеют крупный (более 1 см в ширину) цефалон полуэллиптических очертаний, который оканчивается короткими и узкими щечными шипами, закру-

гленными на концах (рис. 2). Глабель очень выпуклая, конической формы, сужается от заднего конца к переднему. Базальные лопасти не видны, но их присутствие предполагается. Вся поверхность глабели покрыта небольшими округлыми выпуклыми бугорками различного размера. Торакс не известен. Пигидий крупный (до 4 см в длину), полуэллиптических очертаний, вытянут в ширину. Рахис длинный и состоит из многочисленных колец числом 25, разделенных глубокими и широкими бороздами. На каждом кольце находится ряд из 10 плотно расположенных крупных бугорков. Боковые лопасти пигидия плоско-выпуклые, несут 9 широких и длинных плевральных ребер, разделённых широкими и глубокими межплевральными бороздами, постепенно расширяющимися к краевой кайме.

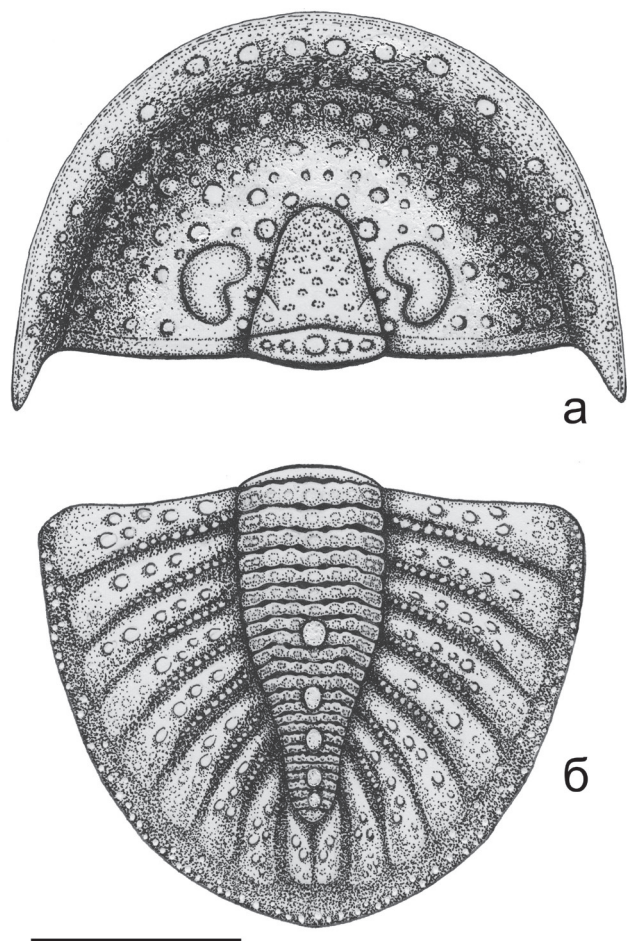


Рис. 2. Реконструкция цефалона (а) и пигидия (б) *Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi* Mychko, 2019, ассель-сакмара Шахтау, [Mychko, Savchuk, 2019]

Fig. 2. Reconstruction of the cephalon (a) and pygidium (б) of *Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi* Mychko, 2019, Asselian-Sakmarian of Shakhtau [Mychko et Savchuk, 2019]

Голотип и типовая серия *Br. (Conimetopus) alekseevi* (рис. 3) хранится в ПИН РАН (коллекция № 5610). Два экземпляра являющиеся паратипами, обнаружены в другом нижнепермском местонахождении на Урале (р. Сим, Челябинская обл.) и находятся в фондах ЦНИГРМузея (экземпляры № 2063/5217 и 2064/5217).

Находки *Br. (Conimetopus) alekseevi* в известняках Стерлитамакских шиханов, встречаются и в более ранней литературе. Например, в работе Е. И. Кулагинной и др. [2015, с. 43, рис. 46] изображен крупный пигидий (более 4 см в длину), скорее всего принадлежащего к этому виду. Этот пигидий происходит из сборов участкового геолога карьера Шахтау И. А. Скуина и хранится в фондах Музея камня при «Сырьевой компании» в г. Стерлитамаке под номером МКС-П/0002.

В 2013 г. Л. Савельевой в Шахтау найден сравнительно крупный (23 мм в ширину) отпечаток пигидия *Br. (Conimetopus) alekseevi*. Его фотография опубликована в Интернете [<https://www.ammonit.ru/foto/34550.htm>].

Пигидий трилобита этого же вида также был обнаружен Ю. А. Гатовским в палеоаплизинном известняке шихана Торатау [Мычко, Алексеев, 2017, с. 61]. Есть достоверные сведения о находках *Br. (Conimetopus) alekseevi* в Юрактау.

Находки обсуждаемого вида в нижней перми Стерлитамакских шиханов расширяют диапазон стратиграфического распространения подрода *Br. (Conimetopus)* Hahn et Hahn, 1985, представители которого, как считалось ранее [Hahn, Hahn, 1996], были известны исключительно из каменноугольных отложений.

Paraphillipsia bashkirica. Достаточно часты пигидии (рис. 4, а, б), определенные в настоящей статье как *Paraphillipsia bashkirica* (Konstantinenko, 1979). Эти небольшие (около 5–7 мм в ширину) пигидии сравнительно выпуклые, вытянутые в ширину. Несут слабовыпуклый широкий рахис, шире боковых лопастей, полукруглого сечения, незначительно сужающийся к задней части и упирающийся в краевую кайму. Рахис состоит из 8–9 колец, разделенных широкими явными бороздами. В задней части каждого из колец расположен ряд уплощенных бугорков. Боковые лопасти выпуклые, сильно перегибаются к краевой кайме, несут 6 пар плевральных ребер, разделенных четкими глубокими межплевральными бороздами. На каждом ребре расположено два ряда уплощенных бугорков. Плевральные борозды выражены слабо. Краевая борозда явная. Краевая кайма широкая, имеет террасовые линии.

Таблица 1. Таксономическое разнообразие трилобитов нижнепермских отложений Стерлитамакских шиханов

Table 1 Taxonomic diversity of trilobites from the Lower Permian deposits of the Sterlitamak shikhans

Виды и формы	Шиханы, без уточнения местонахождения	Торатау	Куштау	Юрактау	Шахтау
Семейство Brachymetopidae		+			+
<i>Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi</i> Mychko, 2019		+		+	+
Семейство Phillipsiidae	+		+	+	+
<i>Paraphillipsia bashkirica</i> (Konstantinenko, 1979)					+
<i>Paraphillipsia</i> sp.		+			+
<i>Paladin jurezanensis</i> (Weber, 1937)	+				
<i>Paladin</i> sp.					+
<i>Kaskia roemeri</i> (Möller, 1867)				+	+
<i>Kaskia</i> cf. <i>roemeri</i> (Möller, 1867)			+		
<i>Kaskia gruenewaldti</i> (Möller, 1867)	+				
<i>Paladin</i> cf. <i>moelleri</i> (Frederiks, 1932)					+

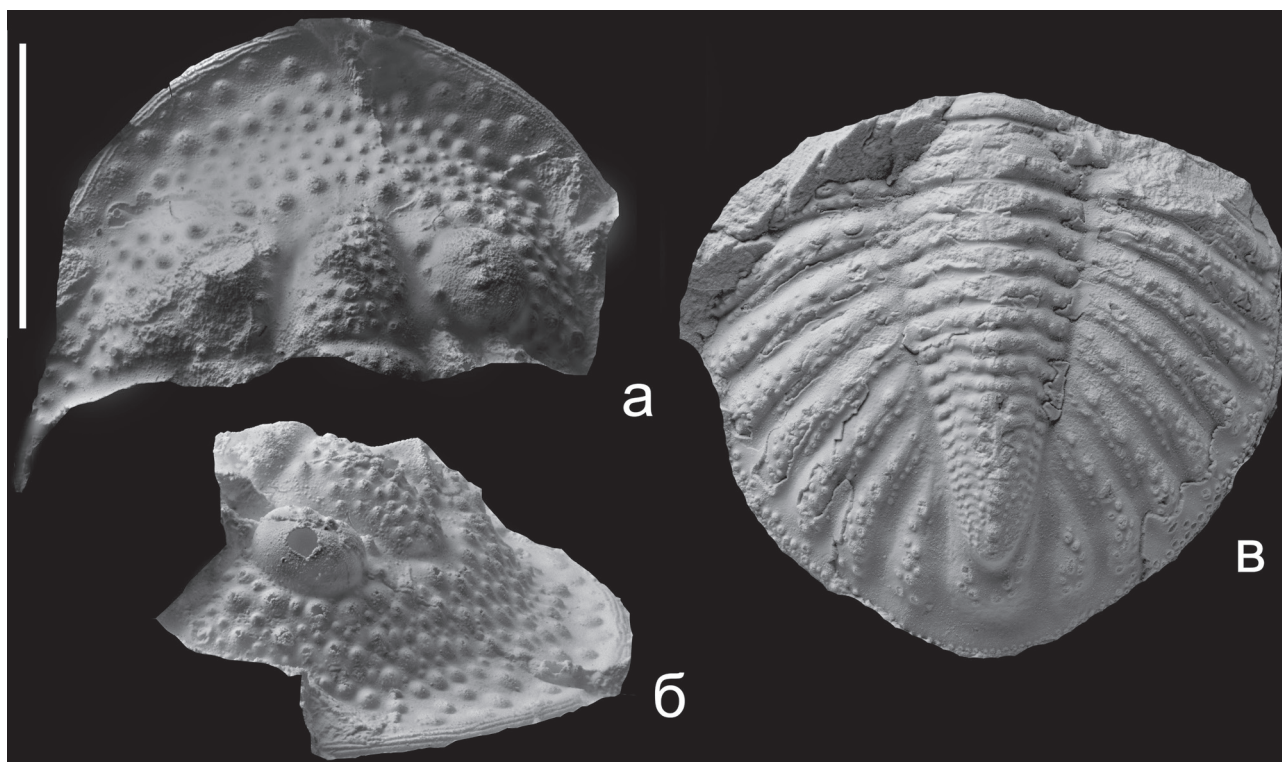


Рис. 3. *Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi* Mychko, 2019; ассель-сакмара Шахтау

Условные обозначения: а, б — цефалон, силиконовая форма с голотипа (экз. ПИН РАН №5610/2); в — пигидий (экз. ПИН РАН №5610/5). Отрезок — 1 см

Fig. 3. *Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi* Mychko, 2019; Asselian-Sakmarian of Shakhtau

Legend: а — б — cephalon, silicone mold from the holotype (specimen PIN RAS no. 5610/2); в — pygidium (specimen. PIN RAS no. 5610/5). Line — 1 cm

Пока находки этого вида в Стерлитамакских шиханах известны только из известняков Шахтау (табл. 1).

Отмечу, что типовая серия *P. bashkirica* происходит скорее всего из ассельской части рифового комплекса горы Воскресенка [Константиненко, 1979], расположенного также в Башкортостане. Голотип *P. bashkirica* представляет собой цефалон, однако в Стерлитамакских шиханах головные щиты этого вида пока не обнаружены. Тем не менее, обсуждаемые пигидии из Шахтау тождественны пигидиям (паратипам) *P. bashkirica* из Воскресенки, и почти не имеют видимых различий.

***Paraphillipsia* sp.** В артинских отложениях Шахтау Р. Ю. Шамаевым был обнаружен пигидий (рис. 4, в), который можно условно отнести к *Paraphillipsia*. Это небольшой (около 5 мм в ширину), сильно вытянутый в ширину, уплощенный пигидий. Рахис широкий, конических очертаний, состоит из 10 колец. Боковые лопасти несут 7 пар плевральных ребер. Задние три пары плохо различимы. Межплевральные и плевральные борозды явные и глубокие (на передних ребрах, на задних не различимы). Очевидной скульптуры в виде бугорков ни на кольцах рахиса ни на плевральных ребрах не наблюдается. Краевая борозда отсутствует. Краевая кайма широкая, сужается

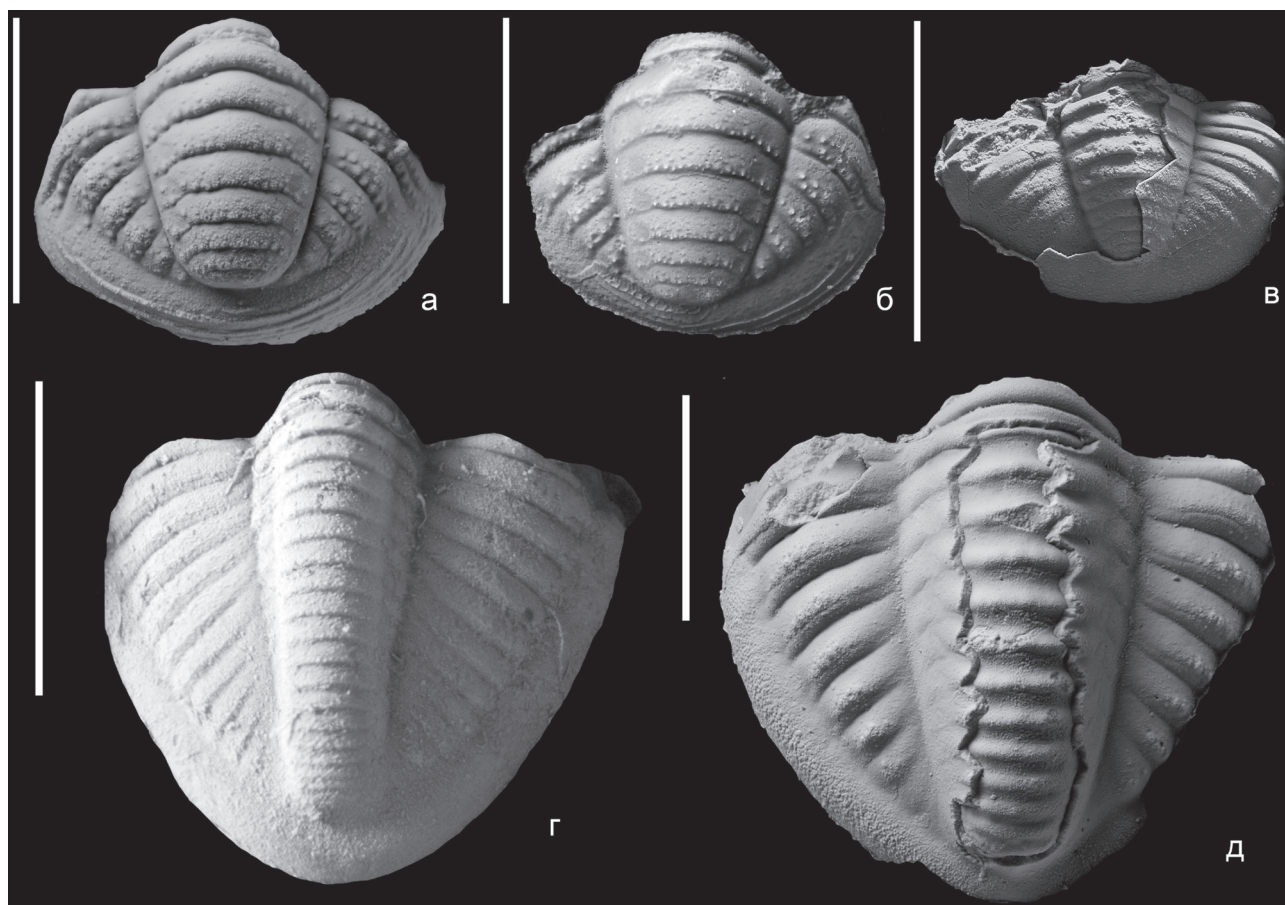


Рис. 4. Пигидии трилобитов *Paraphillipsia* Tumanskaya, 1930 и *Paladin* J.M. Weller, 1936 из нижней перми Стерлитамакских шиханов

Условные обозначения: а, б — *Paraphillipsia bashkirica* (Konstantinenko, 1979), ассель-сакмара Шахтау, колл. ПИН РАН № 5610; в — *Paraphillipsia* sp., арти Шахтау, сборы Р. Ю. Шамаева; г — *Paladin jurezanensis* (Weber, 1937), окрестности Стерлитамака, голотип, экз. ЦНИГРмузей 1951/5107; д — *Paladin* sp., ассель-сакмара Шахтау, колл. ПИН РАН № 5610. Отрезок — 5 мм

Fig. 4. Pygidia of the trilobites *Paraphillipsia* Tumanskaya, 1930 and *Paladin* J.M. Weller, 1936 from the Lower Permian of the Sterlitamak Shikhans

Legend: а, б — *Paraphillipsia bashkirica* (Konstantinenko, 1979), Asselian-Sakmarian of Shakhtau, collection PIN RAS no. 5610; в — *Paraphillipsia* sp., Artinskian of Shakhtau, collection of R. Yu. Shamaev; г — *Paladin jurezanensis* (Weber, 1937), locality near Sterlitamak, holotype, specimen. TsNIGRMuseum no. 1951/5107; д — *Paladin* sp., Asselian-Sakmarian of Shakhtau, collection PIN RAS no. 5610. Line — 5 mm

в передней части пигидия и имеет наибольшую ширину в задней своей части, гладкая.

Морфологически этот пигидий имеет ряд отличий от *P. bashkirica*: более узкий рахис по отношению ко всему пигидию, большее число колец и ребер, отсутствие явной орнаментации бугорками, гладкая краевая кайма. Есть находки *Paraphillipsia* sp. в сакмарских отложениях Торатау.

Paladin jurezanensis. Из окрестностей Стерлитамака, по всей видимости, из нижнепермских отложений шиханов, происходит голотип вида *Paladin jurezanensis*, описанный В. Н. Вебером [1937, с. 66, табл. X, фиг. 30]. Это небольшой пигидий (длина 7 мм, ширина 7,9 мм), сильно выпуклый, несет округло-трапециевидный рахис, состоящий из 21 кольца, лишенных орнаментации (рис. 4, г). Боковые лопасти умеренно-выпуклые, каждая из которых несет 12 ребер. Ребра упираются в широкую слабо выпуклую краевую кайму. Краевая борозда присутствует. Гладкая краевая кайма широкая в задней части пигидия и сужается к передней.

В описании этого вида В. Н. Вебер указал, что кроме голотипа, есть еще три пигидия. Один из них происходит из сборов М. М. Толстихиной в пермских отложениях по р. Юрезань. По всей видимости, юрезанский пигидий был найден в фации мшанковых рифов юрезанского горизонта (ныне стерлитамакский горизонт сакмарского яруса) [Мычко, Алексеев, 2017]. Стерлитамакский пигидий *Paladin jurezanensis* схож с юрезанским, но имеет немного меньшую сегментацию (у юрезанского — 22 колец рахиса и около 13 пар ребер). По-видимому, это свидетельствует о внутривидовой изменчивости у этого вида, выраженной в вариативности числа колец рахиса и плевральных ребер пигидия. Впрочем, подобная изменчивость тривиальна для проетид.

***Paladin* sp.** Из авторских сборов трилобитов Шахтау (2016 г.) происходит пара сравнительно крупных пигидиев (около 1 см в ширину) (рис. 4, д), морфологически схожих с *Paladin jurezanensis*, но отличающихся более широким рахисом, меньшей сегментацией (13 колец рахиса и 9 пар ребер), а также крупными бугорками на ребрах и кольцах рахиса. Уверенно определить видовую принадлежность этих пигидиев довольно проблематично, поэтому здесь их определение предлагается в открытой номенклатуре.

Kaskia roemeri* и *Kaskia gruenewaldti. Возможно самым распространенным видом трилобитов Стерлитамакских шиханов, причем встречающимся как в ассельских, так и в сакмарских,

а также, возможно, в артинских отложениях является *Kaskia roemeri* (Möller, 1867). На протяжении длительного времени, различными коллекторами были собраны многочисленные остатки этих трилобитов (рис. 5, а — е), представленные главным образом пигидиями, реже — кранидиями, подвижными щеками. Отмечены находки и полных цефалонов (рис. 5, а).

Kaskia roemeri — сравнительно небольшие трилобиты. Они обладают вздутой глабелью палатинидной формы, с наибольшей шириной в передней части; глабель сужается в середине, и немного расширяется сзади. Базальные лопасти отделены от глабели широкими бороздами и часто несут хаотично разбросанные редкие бугорки. Наблюдаются слабо выраженные вторые и третьи борозды глабели, а также зачаток предзатылочной лопасти, в виде пережима в основании глабели. Глаза выпуклые, бобовидной формы, занимают половину площади щеки. Пигидий широкий, вздутый. Рахис широкий, занимает треть от ширины пигидия, постепенно сужается к заднему концу и не доходит до заднего края пигидия, упирается и немного нависает у краевой каймы. Форма рахиса в сечении трапециевидная; он несет 11 колец, имеющих на заднем крае ряд из небольших бугорков. На плевральных полях имеется 7 отчетливо выраженных пар плевральных ребер. Краевая кайма широкая, не отделена от плеврального поля бороздой, плавно переходит в него. На краю каймы на некоторых экземплярах наблюдаются террасовые линии.

Этот вид трилобитов был очень подробно описан В. И. Мёллером [1868, с. 37] и происходит из ряда нижнепермских местонахождений Приуралья. Остатки *Kaskia roemeri* были обнаружены в Шахтау и Юрактау. Наибольшее число находок происходит из Шахтау, они собраны Э. В. Мычко, А. В. Мазаевым и М. С. Бойко в 2016 г. (коллекция ПИН РАН № 5610). Из Куштау известны пигидии (рис. 5, фиг. л, м), которые в настоящей работе определены как *Kaskia* cf. *roemeri*.

Другой, крайне схожий с предыдущим вид *Kaskia gruenewaldti* (рис. 5, фиг. ж — к) также неоднократно отмечался в шиханах [Вебер, 1937, с. 77]. На первый взгляд морфологические различия между *K. roemeri* и *K. gruenewaldti* малозаметны. Однако при детальном изучении видно, что глабели последнего не имеют вторых и третьих пар борозд, в задней части глабели отсутствует пережим, образующий зачаток предзатылочной лопасти (рис. 5, ж), пигидии имеют более широкую и вздутую краевую кайму, бугорки на кольцах рахиса и плевральных

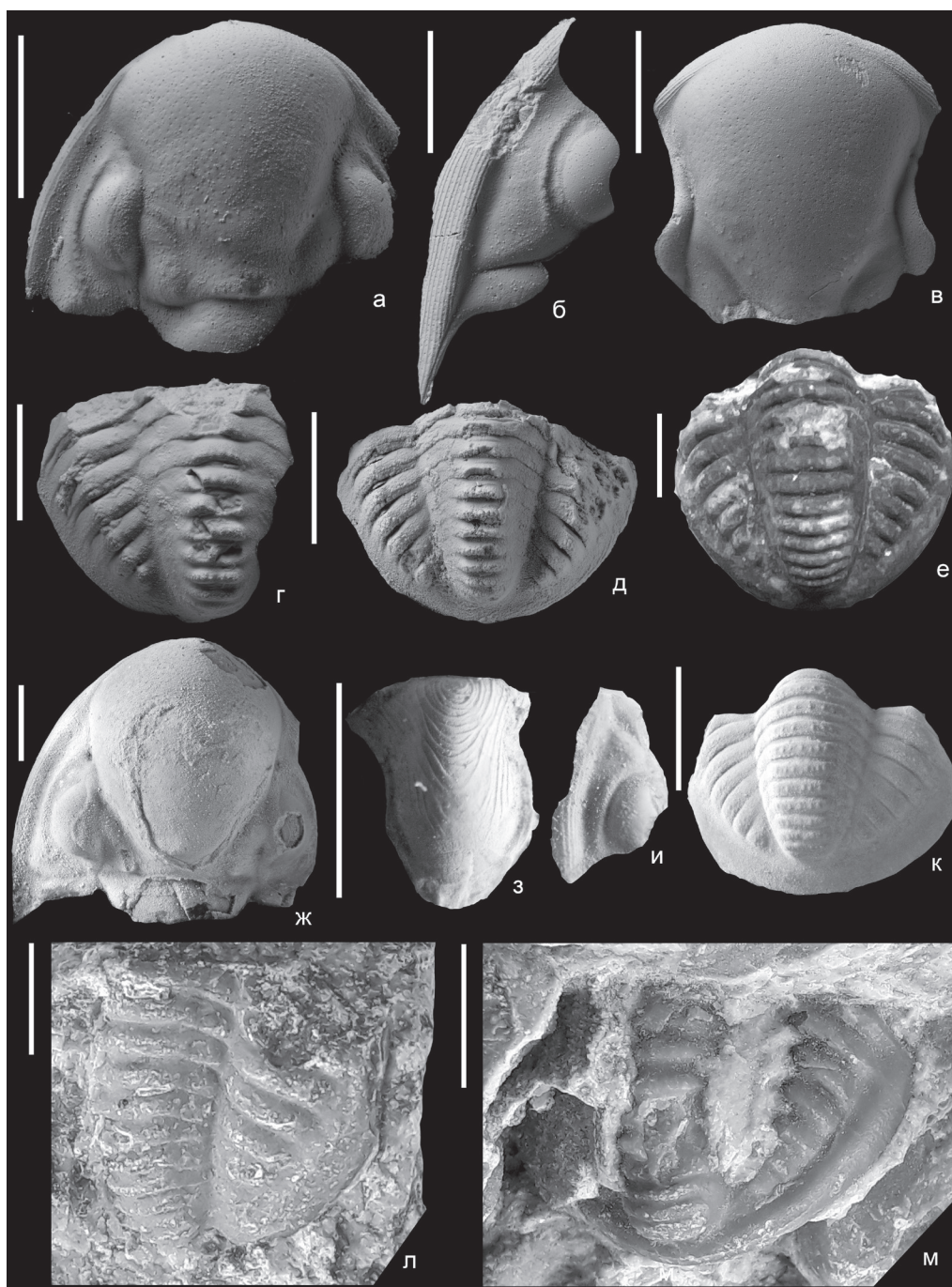


Рис. 5. Остатки трилобитов *Kaskia* J. M. Weller, 1936 из нижней перми Стерлитамакских шиханов.

Условные обозначения: а — е — *Kaskia roemeri* (Möller, 1867), ассель-сакмаря Шахтау, коллекция ПИН РАН, № 5610 (а — д) и сборы А. В. Мазаева из нижней перми Юрактау (е): а — цефалон, б — подвижная щека, в — кранидий, г — е — пигидии; ж — к — *Kaskia gruenewaldti* (Möller, 1867), нижняя пермь, Стерлитамакские шиханы (без уточнения местонахождений), ЦНИГРмузей: ж — цефалон (экз. № 1899/5107), з — гипостома (экз. № 1898-1/5107), и — подвижная щека (экз. № 1898-2/5107), к — пигидий (экз. № 1900/5107); л, м — пигидии *Kaskia* cf. *roemeri*, нижняя пермь Куштау

Fig. 5. Trilobite remains of *Kaskia* from the Lower Permian of the Sterlitamak Shikhans.

Legend: а — е — *Kaskia roemeri* (Möller, 1867), Asselian-Sakmarian of Shakhtau, collection PIN RAS, no. 5610 (а — д) and collected by A. V. Mazaev from the Lower Permian of Yuraktau (е): а — cephalon, б — librigena, в — cranidium, г — е — pygidia; ж — к — *Kaskia gruenewaldti* (Möller, 1867), Lower Permian, Sterlitamak Shikhans (no location specified), TsNIGRmuseum: ж — cephalon (specimen no. 1899/5107), з — hypostome (specimen no. 1898-1/5107), и — librigena (specimen no. № 1898-2/5107), к — pygidium (specimen no. № 1900/5107); л, м — pygidia of *Kaskia* cf. *roemeri*, Lower Permian of Kushtau

ребрах менее крупные (рис. 5, к). Есть и другие небольшие отличия между видами, указанные в работах В. И. Мёллера [1868] и В. Н. Вебера [1937]. Вебер располагал несколькими экземплярами *K. gruenewaldti* из Стерлитамацких шиханов (без точного местонахождения). В настоящей статье приведены фотографии некоторых из этих экземпляров (рис. 5, фиг. ж — к).

Paladin cf. moelleri. В сборах Э. В. Мычко из ассельско-сакмарских отложений Шахтау находится один кранидий (рис. 6, а) любопытной морфологии. Этот небольшой (около 7 мм в длину) кранидий имеет вздутую глабелю, плотно орнаментированную уплощенными бугорками. Причем в задней части глабели число и плотность бугорков выше. К передней и на латеральных частях глабели размеры бугорков уменьшаются, а ближе к лицевым швам бугорки исчезают вовсе. Глабель вздутая, грушевидной формы, спереди нависает над узкой краевой каймой. Глазные крышки широкие, очень выдающиеся. Предзатылочная лопасть отсутствует. Базальные лопасти также не наблюдаются (в этих местах на экземпляре отсутствует панцирь). Затылочное кольцо широкое.

Среди известных трилобитов верхнего карбона и перми Приуралья и Урала идентичных форм мы не находили. Частично скульптура глабели схожа с таковой у *Paladin moelleri* (Frederiks, 1932) (рис. 6, б), который был описан Г. Н. Фредериксом [1932] из ассельских отложений местонахождения Кожым (Республика Коми, р. Кожым, выше пос. Кожым, Приполярный Урал). Типовой материал этого вида был представлен цефаломом среднего размера (длина — 7 мм, ширина — 6 мм) и был найден Н. А. Куликом. Этот экземпляр изображался как в оригинальной работе Г. Н. Фредерикса [1932, табл. 3, фиг. 30], так и у В. Н. Вебера [1937, табл. 9, фиг. 20].

В ревизионной работе Г. и Р. Хан [Hahn, Hahn, 1970, с. 257] этот вид был отнесен к подроду *Paladin (Kaskia)* под знаками вопроса, а также отмечено, что при наличии предзатылочной лопасти (задняя область кранидия сохранилась плохо, хотя заметен пережим в области предзатылочной лопасти) он должен быть отнесен к роду *Ditomopyge*. Ранее то же самое отметил В. Н. Вебер [1937, с. 78], сославшись на плохую сохранность экземпляра. Тем не менее, эта находка представляет собой большой интерес, благодаря весьма специфичной

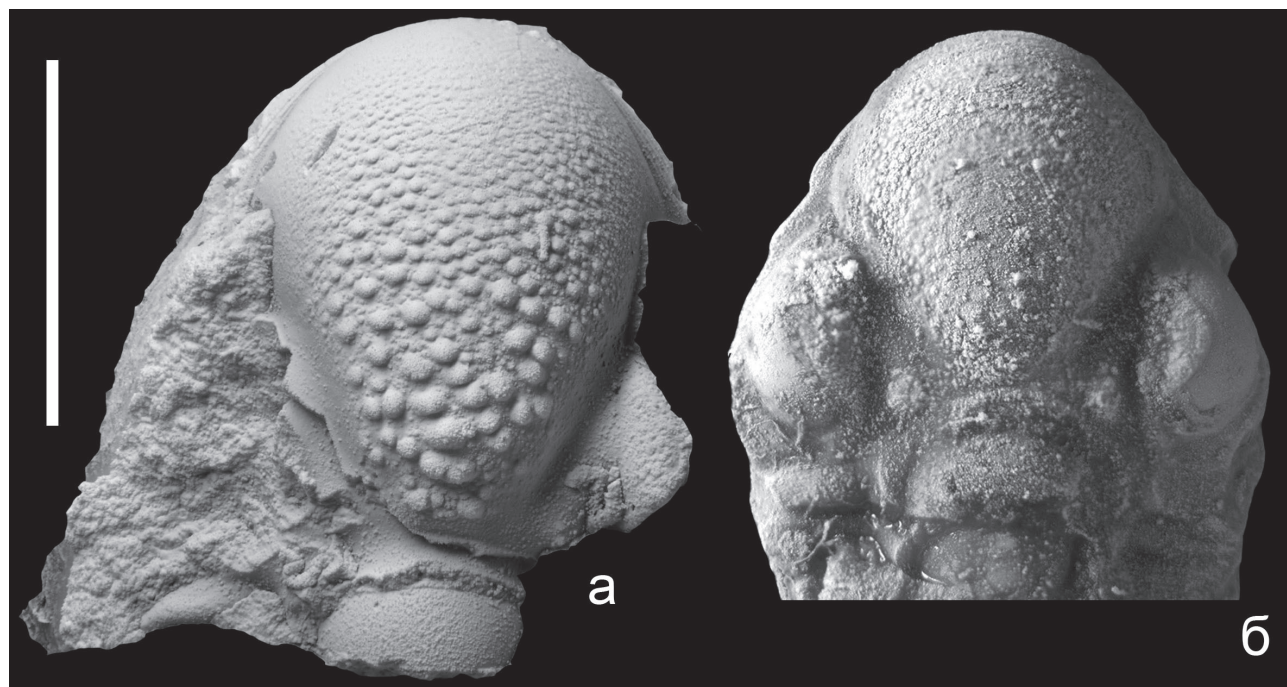


Рис. 6. Неполный кранидий *Paladin cf. moelleri* (Frederiks, 1932), ассель-сакмара Шахтау, коллекция ПИН РАН, № 5610 (а) и кранидий *Paladin moelleri* (Frederiks, 1932), ассель р. Кожым (Коми), ЦНИГРмузей, экз. № 1956/5107. Отрезок — 5 мм

Fig. 6. Partial cranidium of *Paladin cf. Mölleri*, Asselian-Sakmarian of Shakhtau, specimen PIN RAS no. 5610 (a) and cranidium of *Paladin Mölleri*, Asselian, Kozhym river (Komi), TsNIGRMuseum, specimen no. 1956/5107. Line — 5 mm

морфологии, несвойственной большинству представителей рода *Kaskia*.

Морфология цефалона, описанного Фредериксом, больше роднит его с родом *Paladin*, чем с *Kaskia*. На это указывают грушевидная форма глабели, отделенные уплощенные базальные лопасти, большие пальпебральные лопасти, а также отсутствие второй и третьей пар борозд глабели. Возможно, что особенности морфологии, такие как округлые базальные лопасти, сильно отделенные от глабели, отсутствие предзатылочной лопасти и некоторые другие особенности могут стать основой для установления нового рода на цефалонах из Шахтау и Кожыма.

Циклиды (Cyclida)

Общая характеристика. Циклиды представляют собой вымершую группу ракообразных, просуществовавших с раннего карбона по поздний мел [Мычко, 2022a]. Внешне циклиды были конвергентно схожи с крабами, однако таксономически ни к ним, ни к десятиногим ракообразным не относятся. Их выделяют в отдельный отряд Cyclida внутри надкласса мультикрустаций (Multicrustacea).

Представители циклид имеют вытянутый овальный выпуклый или уплощенный карапакс, часто орнаментированный многочисленными и разнообразными скульптурными элементами

(рис. 7). Внешне их панцирь, как и у большинства членистоногих, разделен на две зеркально-симметричные части — левую и правую. В передней (головной) части панциря циклид располагаются выпуклые доли, число и форма которых варьирует от рода к роду. У большинства имеется передняя непарная осевая доля, расположенная в центре передней части карапакса; по обе стороны от нее могут быть парные осевые и боковые доли, до трех или четырех пар.

Ниже осевой лопасти у циклид расположена задняя осевая доля, часто имеющая форму близкой к треугольной. У некоторых видов от осевой части расходятся многочисленные туловищные ребра. Ближе к вентральной (брюшной) стороне карапакс окаймляет краевая кайма. В задней части панциря и каймы имеется так называемая задняя выемка. Поверхность всего карапакса у циклид орнаментирована многочисленными сосочками.

На вентральной стороне спереди рострума находилась пара максилл — коротких конечностей, расположенных у ротовой области. За максиллами находились ногочелюсти или максиллипеды. Между вторыми максиллами и максиллипедами располагались две пары антеннул. Позади максиллипеды находились еще пять-шесть пар туловищных конечностей. В задней части тела располагалась пара хвостовых мечевидных придатков, неясного назначения.

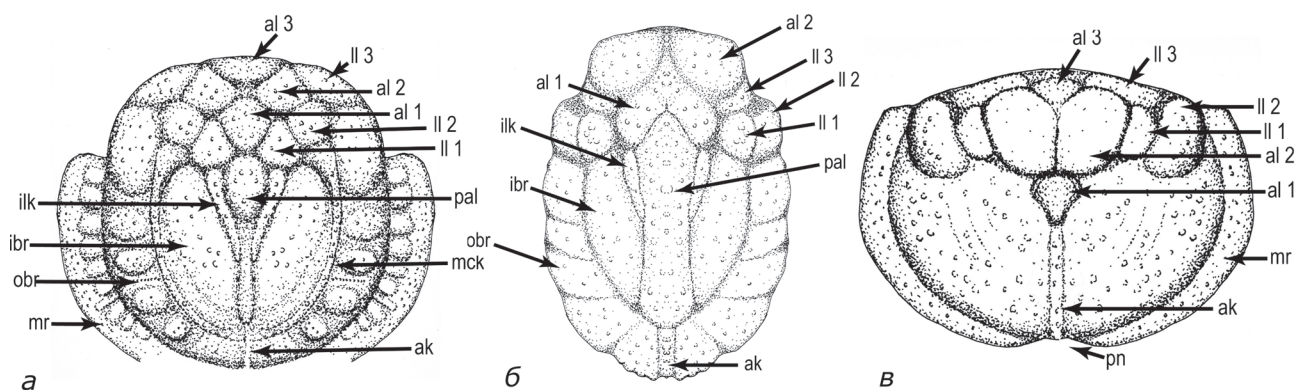


Рис. 7. Строение панцирей некоторых циклид семейства Cyclidae: а — *Uralocyclus miloradovitchi*, б — *Prolatocyclus martinensis*, в — *Tazawacyclus tazawai*; из [Мычко, 2022a]

Условные обозначения: al³ — передняя непарная осевая доля, al² — вторая пара осевых долей, al¹ — первая осевая доля (или пара), ll¹ — ll³ — пары боковых долей, ilk — внутренние лировидные кили, mck — срединный концентрический киль, ibr — внутренние бранхиальные области, obr — внешние бранхиальные области, pal — задняя осевая доля, mr — краевая кайма, ak — осевой киль, pn — задняя выемка.

Fig. 7. Morphology of the some cyclidnans carapaces of the Cyclidae family: а — *Uralocyclus miloradovitchi*, б — *Prolatocyclus martinensis*, в — *Tazawacyclus tazawai*; from [Mychko, 2022a]

Legend: al³ — anterior unpaired axial lobe, al² — second pair of axial lobes, al¹ — first axial lobe (or pair), ll¹ — ll³ — pairs of lateral lobes, ilk — internal lyre-shaped keels, mck — median concentric keel, ibr — internal branchial regions, obr — outer branchial regions, pal — posterior axial lobe, mr — marginal rim, ak — axial keel, pn — posterior notch.

По современным данным [Schweitzer et al., 2020; Мычко, 2022а, б] отряд циклид состоит из шести семейств и объединяет 28 родов и 54 вида.

Несмотря на незначительное видовое разнообразие известных науке циклид, у них наблюдается многообразие мест обитаний. Большинство позднепалеозойских циклид ограничены рифовыми и околорифовыми фациями (рис. 8). Любопытно, что «рифовые» циклиды почти всегда имели небольшие размеры, а их панцири отличались выпуклой формой и несли различную орнаментацию (уплощенных форм не было), в отличие от нерифовых палеозойских и мезозойских видов [Мычко, 2022б].

Циклиды обитали в различных обстановках: некоторые формы известны из относительно глубоководных шельфовых отложений; от гиперсоленых до пресных. Судя по всему, все известные циклиды были бентосными формами, возможно, вели образ жизни схожий с таковым у крабов.



Рис. 8. Прижизненный облик «рифовой» циклиды *Prolatocyclus kindzadza* Mychko et al., 2019, сидящей на раковине брахиоподы *Striatifera angusta*. Ранний карбон (визейский век), море на территории современной Оренбургской обл.; из [Мычко, 2022б]

Fig. 8. Lifetime appearance of the “reef” cyclid *Prolatocyclus kindzadza* Mychko et al., 2019 on the brachiopod shell *Striatifera angusta*. Early Carboniferous (Visean), the sea on the territory of the modern Orenburg region; from [Mychko, 2022b]

Skuinocyclus juliae. В июне 2016 г. М. С. Бойко и Э. В. Мычко в ассельско-сакмарских отложениях Шахтау был обнаружен карапакс циклиды. Этот сильновыпуклый панцирь имел сравнительно крупные размеры (17 на 16 мм). Особые признаки позволили установить на основании этого экземпляра новый род и вид — *Skuinocyclus juliae* Mychko et Alekseev, 2018.

У этого вида во фронтальной области хорошо различимы вторая пара осевых долей и центральная непарная осевая доля. Задняя осевая доля также хорошо заметна и переходит в киль в задней части карапакса. На латеральных областях в передней части карапакса находится два ряда крупных бугорков. Краевая кайма подгибается под вентральную сторону карапакса и орнаментирована двумя рядами сосочков (рис. 9).

Наиболее любопытно наличие с вентральной стороны крючковатых структур — так называемых вентральных луг. Эти структуры опровергают гипотезу А. Хопвуда [Hopwood, 1925] и Е. Дзика [Dzik, 2008] о том, что циклиды вели паразитической образ жизни. Логично предположить, что подобные выдающиеся приспособления на брюшной стороне панциря попросту бы мешали присасываться к телу хозяина.

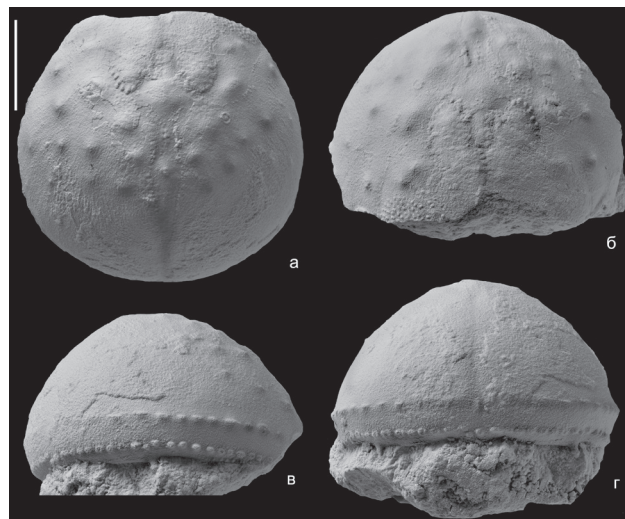


Рис. 9. Карапакс циклиды *Skuinocyclus juliae* Mychko et Alekseev, 2018 из нижней перми Шахтау; экз. ПИН РАН № 5610/1

Условные обозначения: а — вид с дорсальной стороны, б — с фронтальной, в — латеральной, г — задней. Отрезок — 5 мм

Fig. 9. Cyclidan carapace of *Skuinocyclus juliae* Mychko et Alekseev, 2018 from the Lower Permian of Shakhta; specimen PIN RAS no. 5610/1

Legend: a — dorsal view, б — frontal view, в — lateral view, г — posterior view. Line — 5 mm

Недавно неполный карапакс *Skuinocyclus juliae* в Шахтау были обнаружены А. В. Мазаевым, а также найдены в коллекциях ПИН РАН (сборы Е. А. Ивановой, 1965 г.). К сожалению, эти циклиды не известны в остальных шиханах. Но, по всей видимости, они должны быть достаточно распространены и не ограничиваются только Шахтау.

Заключение

Несмотря на общую редкость пермских трилобитов, комплекс этих ископаемых в Стерлитамакских шиханах сравнительно разнообразен и включает представителей двух семейств и четырех родов. Среди них определены пять видов и четыре формы (табл. 1). В этом комплексе наиболее распространены остатки видов *Kaskia roemeri* (Möller, 1867) и *K. gruenewaldti* (Möller, 1867) — довольно типичных трилобитов нижней перми Урала и Приуралья.

Из трилобитов Шахтау описан новый вид *Brachymetopus (Conimetopus) alekseevi* Mychko, 2019, который расширяет стратиграфическое распространение подрода *Brachymetopus (Conimetopus)* с верхнего карбона до нижней перми [Mychko, Savchuk, 2019].

В нижней перми шиханов впервые установлены представители *Paraphillipsia Tumanskaya*, 1930 и *Paladin cf. moelleri* (Frederiks, 1932). Последняя форма, возможно, представляет собой новый вид. Однако посредственная сохранность материала (неполный кранидий) не позволяет уверенно об этом говорить.

Эндемичных видов, встречающихся исключительно в нижней перми Стерлитамакских шиханов, по всей видимости, нет. Так, остатки всех указанных видов и форм обнаружены в других местонахождениях Приуралья и Урала (Воскресенка, Тастуба, Мечетлино, Ай, Юрезань, Кожим, Сим и в других), что, по-видимому, свидетельствует об общности морского бассейна на этой территории в раннепермскую эпоху.

Скорее всего, комплекс трилобитов Стерлитамакских шиханов не ограничен указанными видами и формами, и новые находки должны пополнить их разнообразие. К сожалению, большинство трилобитов в нижней перми шиханов представлены разрозненными остатками, чаще всего пигидиями. Цефалоны и кранидии встречаются реже, однако именно морфология головных щитов лежит в основе систематики трилобитов. Пигидии у филлипсид карбона-перми имеют вы-

сокое конвергентное сходство даже на уровне подсемейств и не могут служить надежным материалом для видовых и даже родовых определений и тем более для установления новых таксонов.

В заключение стоит отметить, что кроме редких для карбона-перми трилобитов в нижней перми шиханов (Шахтау) были обнаружены еще более немногочисленные окаменелости древних членистоногих — циклиды, которые являются группой вымерших ракообразных [Mychko, Alekseev, 2018; Мычко, 2022а; 2022б]. Эти находки позволили установить новый род и вид циклид — *Skuinocyclus juliae* Mychko et Alekseev, 2018. Наличие у представителей этого вида с вентральной стороны карапакса крючковатых структур — так называемых вентральных луг опровергает гипотезу о паразитическом образе жизни этих древних животных, ранее распространенную в научной литературе.

Список литературы

- Арендт Ю. А. Морские лилии гипокриниды // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР. Т. 128. М.: Наука, 1970. 220 с.
- Афанасьева А. Н., Чаус Б. Ю. Систематическое описание брахиопод карьера Шах-Тау // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием: в 4-х томах. Том I. 2016. Издательство: Башкирский государственный университет (Уфа). С. 40–45.
- Барсков И. С., Бойко М. С. Сакмарские (ранняя пермь) наутилиды рифа Шах-Тау (Башкирия) // Сб. трудов всеросс. научной конф. «Золотой век российской малакологии». Москва-Саратов, 2016. С. 207–211.
- Вебер В. Н. Трилобиты каменноугольных и пермских отложений СССР. Вып. 1. Каменноугольные трилобиты // Монографии по палеонтологии СССР. Том LXXI. Л.; М.: Главная редакция геолого-разведочной и геодезической литературы, 1937. 160 с.
- Герасимов Н. П. Некоторые замечания к статье проф. М. Э. Ноинского «Швагеринский горизонт и артинские отложения на Урале» // Уч. зап. Казанского гос. ун-та имени В. И. Ульянова-Ленина. Т. 94, кн. 1. Геол. Вып. 3. Казань, 1934. С. 38–67.
- Исакова Т. Н., Кулагина Е. И., Филимонова Т. В. Раннепермская фораминиферовая биота рифового массива Шахтау и ее связи с биотами тетической и арктической областей // Геологический вестник. 2020. № 1. С. 3–12. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-1-1>.
- Константиненко Л. И. Трилобиты. Trilobita // Атлас фауны и флоры среднего-позднего карбона Башкирии. М.: НЕДРА, 1979. С. 109–110.
- Королюк И. К. Методы и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау (Башкирское Приуралье). М.: Наука, 1985. 112 с.
- Кочеткова Н. М., Гусева Е. А. Раннепермские остракоды южного и среднего Приуралья. М.: Наука, 1972. 180 с.

- Кулагина Е. И., Скуин И. А., Коссовая О. Л. Пермский риф Шахтау. Уфа: Белая река, 2015. 72 с.
- Кулик Е. Л. Известковые зеленые (сифоновые) водоросли ассельского и сакмарского ярусов биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Вопросы микропалеонтологии. 1978. Вып. 21. С. 182–235.
- Леонова Т. Б., Щедухин А. Ю. Цефалоподовые сообщества раннепермского рифа Шах-Тай (Башкортостан) // Геология рифов. 2020. С. 73–75.
- Мёллер В. И. О трилобитах каменноугольной формации Урала, с обзором и некоторыми дополнениями предшествующих наблюдений над каменноугольными трилобитами вообще // Записки Императорского Санкт-Петербургского минералогического Общества. Сер. 2, Ч. 3. Спб.: 1868. С. 5–72.
- Мычко Э. В. Трилобиты среднего-верхнего карбона и перми Северной Евразии. Дисс. канд. геол.-минерал. наук. М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2016. 393 с.
- Мычко Э. В. Удивительные циклиды — свидетели Великого пермского вымирания: Часть I. Природа, 2022а. № 9, С. 12–23. DOI:10.7868/S0032874X22090022
- Мычко Э. В. Удивительные циклиды — свидетели Великого пермского вымирания: Часть II. Природа, 2022б. № 10, С. 26–35. DOI:10.7868/S0032874X22100039
- Мычко Э. В., Алексеев А. С. Местонахождения среднекаменноугольно-пермских трилобитов в России и сопредельных странах // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2017. Т. 92. Вып. 3. С. 40–83.
- Фредерикс Г. Н. Верхний карбон реки Кёжим-Тёровей (Печорский край) // Тр. Геол. ин-та. Т. 2. Л.: Изд-во АН СССР, 1932. С. 135–186.
- Чувашов Б. И. Пермские акулы семейства Helicoprionidae — стратиграфическое и географическое распространение, экология, новый представитель // Матер. по стратигр. и палеонтол. Урала. Вып. 6. Сб. науч. тр., Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. С. 12–27.
- Шилехин Л. Е., Мазаев А. В., Бяков А. С. Древнейший представитель рода Pinna (Bivalvia) из ассельско-сакмарских отложений Шахтау (Южное Приуралье) // Био- и геособытия в истории Земли. Этапность эволюции и стратиграфическая корреляция. Материалы LXIX сессии Палеонтологического общества при РАН, 2023. СПб: Картофабрика ВСЕГЕИ. С. 156–158.
- Adrain J. M. Class Trilobita Walch, 1771 / Zhang Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness // Zootaxa. 2011. No. 3148. P. 104–109.
- Dzik J. Gill structure and relationships of the Triassic cycloid crustaceans // Journal of Morphology. 2008. Vol. 269. P. 1501–1519.
- Eichwald E. Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie. Ancienne Période. 3. Stuttgart: E. Schweizerbart, 1861. 1657 p.
- Hahn G., Hahn R. The trilobite taxa of the Carboniferous and Permian. 2. Brachymetopidae // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 1996. Vol. 195. S. 1–242.
- Hahn G., Hahn R. Trilobitae carbonici et permici II. (Proetidae: Griffithidinae) // Fossilium Catalogus. I. Animalia. 1970. V. 119. P. 162–331.
- Hopwood A. T. On the family Cyclidae Packard // Geological Magazine. 1925. Vol. 62. P. 289–309.
- Lerosey-Aubril R., Feist R. First Carboniferous protaspid larvae (Trilobita) // Journal of Palaeontology. 2005. Vol. 79, № 4. P. 702–718.
- Mazaev A. V. Lower Permian gastropods of Shakhtau (the border deposits of Asselian and Sakmarian Stages, southern Cisuralia) // Paleontol. J. 2019. V. 53. № 12. P. 1237–1345.
- Murchison R. I., Verneuil Ed. de, Keyserling A. von. The Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains. Vol. 1. Geology. London: Murray, 1845. 700 p.
- Mychko E. V., Alekseev A. S. Two new genera of Cyclida (Crustacea: Maxillopoda: Branchiura) from the Cisuralian (Lower Permian) of Southern Urals // Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie — Abhandlungen, 2018. Vol. 289. P. 23–34. DOI: 10.1127/njgpa/2018/0747
- Mychko E. V., Savchuk O. V. A new brachymetopid trilobite from the Early Permian Shakhtau reef complex of the southwestern Urals, Bashkortostan, Russia // Zootaxa. 2019. Vol. 4555, Iss. 3. P. 346–358. DOI: 10.11646/zootaxa.4555.3.4
- Schweitzer C. E., Mychko E. V., Feldmann R. M. Revision of Cyclida (Pancrustacea, Multicrustacea), with five new genera // Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie — Abhandlungen, 2020. Vol. 296, Iss. 3. P. 245–303.
- Zhang Z., Ghobadi Pour M., Popov L. E., Holmer L. E., Chen F., Chen Y., Brock G. A., Zhang Z. The oldest Cambrian trilobite — brachiopod association in South China // Gondwana Research. 2021. V. 89. P. 147–167. DOI: 10.1016/j.gr.2020.08.009

References

- Arendt Yu. A. (1970) Hypocrinidae sea lilies. *Trudy Paleontologicheskogo instituta AN SSSR* [Proceedings of Paleontol. Institute of the Academy of Sciences of the USSR]. Vol. 128. Nauka, Moscow. 220 p. (in Russian)
- Afanas'eva A. N., Chaus B. Yu. (2016) Systematic description of the brachiopods of the Shakh-Tau Quarry. *Materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem: v 4-h tomah. Tom I* [Materials of the All-Russian scientific conference with international participation: in 4 volumes. Volume I]. Bashkir State University, Ufa, 40–45. (in Russian)
- Barskov I. S., Boiko M. S. (2016) Sakmarian (Early Permian) nautilids of the Shakh-Tau reef (Bashkiria). *Sbornik trudov vserossijskoj nauchnoj konferencii "Zolotoj vek rossijskoj malakologii"*. [Proceedings of the All-Russian Scientific Conference "The Golden Age of Russian Malacology"]. Moscow-Saratov, 207–211. (in Russian)
- Weber V. N. (1937) Trilobites of the Carboniferous and Permian deposits of the USSR. Issue. 1. Carboniferous trilobites. *Monografii po paleontologii SSSR* [Monographs on paleontology of the USSR]. Volume LXXI. Main edition of geological exploration and geodetic literature, Leningrad-Moscow, 160 p. (in Russian)
- Gerasimov N. P. (1934) Some comments on the article by Prof. M. E. Noinsky "Schwagerin Horizon and Artinskian deposits in the Urals". *Ucheny zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta imeni V. I. Ul'yanova-Lenina* [Academic

memoirs of Kazan State University]. Vol. 94, Book. 1. Geol. Issue. 3. Kazan, 38–67. (in Russian)

Isakova T. N., Kulagina E. I., Filimonova T. V. (2020) Early Permian foraminiferal biota of reefal massif Shakhtau and its relationship to same biota of the Paleotethyan and Arctic regions. *Geologicheskii vestnik* [Geological Bulletin], **1**, 3–12. DOI: 10.31084/2619–0087/2020-1-1.

Kotschekova H. M., Gusseva E. A. (1972) Ostracods from Early Permian of Central and méridionale parts of PreUrals region. Nauka, Moscow, 180 p. (in Russian)

Korolyuk I. K. (1985) Methods and results of studying the Permian reef Shakhtau (Bashkirian Urals). Nauka, Moscow, 112 p. (in Russian)

Kochetkova N. M., Guseva E. A. (1972) Early Permian ostracods of the Southern and Middle Urals. Nauka, Moscow. 180 p.

Kulagina E. I., Skuin I. A., Kossovaya O. L. (2015) Permian reef Shakhtau. Belaya Reka Ufa, 72 p. (in Russian)

Kulik E. L. (1987) Calcareous green (siphon) algae of the Asselian and Sakmarian of the biogerm massif Shakhtau (Bashkiria). *Voprosy mikropaleontologii* [Questions of Micropaleontology], **21**, 182–235. (in Russian)

Leonova T. B., Shchedukhin A. Yu. (2020) Cephalopod communities of the early Permian Shakh-Tau reef (Bashkortostan). *Geologiya rifov* [Reef Geology], 73–75. (in Russian)

Möller V. I. (1868) About Trilobites from the Carboniferous Formation of Urals, with a Review and Some Additions of Previous Observations on Carboniferous Trilobites. *Zapiski Imperatorskogo Sankt-Peterburgskogo mineralogicheskogo Obshchestva* [General Notes of the Imperial Sankt-Petersburg Mineralogical Society] Ser. 2, Part 3. St. Petersburg, 5–72. (in Russian)

Mychko E. V. (2016) Trilobites of the Middle-Upper Carboniferous and Permian of Northern Eurasia. Thesis of the candidate of geological and mineralogical sciences. Lomonosov Moscow State University, Moscow. 393 p. (in Russian)

Mychko E. V. (2022a) Amazing Cyclidans — the Witnesses of the Great Extinction: Part I. *Priroda*, **9**, 12–23. (in Russian) DOI:10.7868/S0032874X22090022

Mychko E. V. (2022b) Amazing Cyclidans — the Witnesses of the Great Extinction: Part II. *Priroda*, **10**, 26–35. (in Russian) DOI:10.7868/S0032874X22100039

Mychko E. V., Alekseev A. S. (2017) Locations of Middle Carboniferous-Permian trilobites in Russia and adjacent countries. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. Otdel geologicheskij* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological series], **92** (3), 40–83. (in Russian)

Frederiks G. N. (1932) Upper Carboniferous of the Kyozhim-Tyorovei River (Pechora Territory). *Trudy geologicheskogo instituta* [Proceedings of Geological insitut]. Vol. 2. Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, Leningrad, 135–186. (in Russian)

Chuvashov B. I. (2001) Permian sharks of the family Helicoprionidae — stratigraphic and geographical distribution, ecology, new member. *Materialy po stratigrafii i paleontologii Urala* [Materials on the stratigraphy and paleontology of Ural]. Issue. 6. IGG UrO RAN, Ekaterinburg, 12–27. (in Russian)

Shilekhin L. E., Mazaev A. V., Byakov A. S. (2023) The oldest representative of the genus *Pinna* (Bivalvia) from the Asselian-Sakmarian deposits of Shakhtau (Southern Urals). *Bio-i geosobytiya v istorii Zemli. Etapnost' evolyucii i stratigraficheskaya korrelyatsiya. Materialy LXIX sessii Paleontologicheskogo obshchestva pri RAN* [Bio- and geo-events in the history of the Earth. Stages of evolution and stratigraphic correlation. Proceedings of the LXIX session of the Paleontological Society under the Russian Academy of Sciences]. VSEGEI Mapping Factory, St. Petersburg, 156–158. (in Russian)

Adrain J. M. (2011) Class Trilobita Walch, 1771/Zhang Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, **3148**, 104–109.

Dzik J. (2008) Gill structure and relationships of the Triassic cycloid crustaceans. *Journal of Morphology*, **269**, 1501–1519.

Eichwald E. (1861) *Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie. Ancienne Période*. 3. E. Schweizerbart. Stuttgart, 1657 p.

Hahn G., Hahn R. (1970) Trilobitae carbonici et permici II. (Proetidae: Griffithidinae). *Fossilium Catalogus. I. Animalia*, **119**, 162–331.

Hahn G., Hahn R. (1996) The trilobite taxa of the Carboniferous and Permian. 2. Brachymetopidae. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **195**, 1–242.

Hopwood A. T. (1925) On the family Cyclidae Packard. *Geological Magazine*, **62**, 289–309.

Lerosey-Aubril R., Feist R. (2005) First Carboniferous protaspid larvae (Trilobita). *Journal of Palaeontology*, **79** (4), 702–718.

Mazaev A. V. (2019) Lower Permian gastropods of Shakhtau (the border deposits of Asselian and Sakmarian Stages, southern Cisuralia). *Paleontological Journal*, **53** (12), 1237–1345.

Murchison R. I., Verneuil Ed. de, Keyserling A. von. (1845) *The Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains*. Vol. 1. Geology. Murray, London, 700 p.

Mychko E. V., Alekseev A. S. (2018) Two new genera of Cyclida (Crustacea: Maxillopoda: Branchiura) from the Cisuralian (Lower Permian) of Southern Urals. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie — Abhandlungen*, **289**, 23–34. DOI: 10.1127/njgpa/2018/0747

Mychko E. V., Savchuk O. V. (2019) A new brachymetopid trilobite from the Early Permian Shakhtau reef complex of the southwestern Urals, Bashkortostan, Russia. *Zootaxa*, **4555** (3), 346–358. DOI: 10.11646/zootaxa. 4555.3.4

Schweitzer C. E., Mychko E. V., Feldmann R. M. (2020) Revision of Cyclida (Pancrustacea, Multicrustacea), with five new genera. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie — Abhandlungen*, **296** (3), 245–303.

Zhang Z., Ghobadi Pour M., Popov L. E., Holmer L. E., Chen F., Chen Y., Brock G. A., Zhang Z. (2021) The oldest Cambrian trilobite — brachiopod association in South China. *Gondwana Research*, **89**, 147–167. DOI: 10.1016/j.gr. 2020.08.009

Сведения об авторах:

Мычко Эдуард Вагифович, кандидат геолого-минералогических наук. Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН (ИО РАН), г. Москва; Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), г. Москва; Палеонтологический институт имени А. А. Борисяка РАН (ПИИ РАН), г. Москва. eduard.mychko@gmail.com, Google Scholar: _hroizAAAAAJ; ResearcherID: V-1121-2017; Scopus Author ID: 54953256700; РИНЦ AuthorID: 957729; ResearchGate: Eduard-Mychko; IRID: 1231949.

About the authors:

Eduard V. Mychko, candidate of geological and mineralogical sciences. Shirshov Institute of Oceanology, RAS (IO RAS), Moscow; A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution (IEE RAS), Moscow; Borissiak Paleontological Institute (PIN RAS), Moscow. eduard.mychko@gmail.com, Google Scholar: _hroizAAAAAJ; ResearcherID: V-1121-2017; Scopus Author ID: 54953256700; RISC AuthorID: 957729; ResearchGate: Eduard-Mychko; IRID: 1231949.

Статья поступила в редакцию 09.06.2023; одобрена после рецензирования 16.06.2023; принята к публикации 14.07.2023.

The article was submitted 09.06.2023; approved after reviewing 16.06.2023; accepted for publication 14.07.2023.