

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Геология, полезные ископаемые

УДК 564.82 (551.736.1)

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-3-367-374>

Оригинальная статья

О брахиоподах нижней части перми разреза Хоспохчон, Южное Верхоянье

В. И. Макошин✉, Р. В. Кутыгин

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск, Российская Федерация

✉makoshin_89@mail.ru; rkutygin@mail.ru

Аннотация

В пределах Северного и Западного Верхоянья наблюдается общее биостратиграфическое деление нижней части пермских отложений на брахиоподовые зоны *Jakutoproductus verkhoianicus*, *Jakutoproductus insignis*, *Jakutoproductus terechovi* и *Jakutoproductus rugosus*. По литературным источникам в Южном Верхоянье ранее уверенно устанавливался лишь комплекс нижнего биостратиграфического подразделения (зона *verkhoianicus*). Представители двух средних зон не отмечались, и лишь в южной части региона (басс. р. Юдома) указывалось присутствие вида-индекса зоны *rugosus*. Монографическое изучение коллекции брахиопод из верхнеольчанской подсвиты стратотипа ольчанской свиты (разрез Хоспохчон) позволило переосмыслить биостратиграфическое деление ассельско-сакмарских отложений Южного Верхоянья. Брахиоподы верхнеольчанской подсвиты руч. Хоспохчон (басс. р. Менкюле) относятся к трем последовательным биостратиграфическим зонам: *verkhoianicus*, *insignis* и *terechovi*. Принимая во внимание сведения о присутствии в Южном Верхоянье представителей вида *Jakutoproductus rugosus* Ganelin, можно констатировать наличие в этом регионе всех четырех биостратиграфических зон ассельско-сакмарских отложений Верхоянья, из которых три верхние (*insignis*, *terechovi* и *rugosus*) позволяют проводить прямую корреляцию с огонерским региональным горизонтом Омолонского массива по общим зональным видам. Новые результаты свидетельствуют о необходимости проведения комплексного изучения опорных разрезов ольчанской свиты с целью обоснования каменноугольно-пермской и ассельско-сакмарской границ в Верхоянье с помощью био- и хемотратиграфических методов.

Ключевые слова: биостратиграфия, пермская система, ольчанская свита, хорокытский горизонт, эчийский горизонт, брахиоподы, *Jakutoproductus*, Верхоянье

Финансирование. Монографическое изучение южноверхоянских брахиопод выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-77-10028, <https://rscf.ru/project/22-77-10028/>; биостратиграфическое деление нижней части перми Северного и Западного Верхоянья проводилось по госзаданию ИГАБМ СО РАН (№ 0381-2019-0002).

Для цитирования: Макошин В.И., Кутыгин Р.В. О брахиоподах нижней части перми разреза Хоспохчон, Южное Верхоянье. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2023;28(3):367–374. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-3-367-374>

Original article

Brachiopods from the Lower Permian of the Khospokhchon Section in the Southern Verkhoyanie (Northeast Russia)

V. I. Makoshin✉, R. V. Kutugin

Diamond and Precious Metal Geology Institute,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation

✉makoshin_89@mail.ru; rkutygin@mail.ru

Abstract

A biostratigraphic division of the Lower Permian into brachiopod zones of *Jakutoproductus verkhoianicus*, *Jakutoproductus insignis*, *Jakutoproductus terechovi*, and *Jakutoproductus rugosus* is observed within the Northern and

Western Verkhoyanie. According to the literature, only the complex of the lower biostratigraphic unit (*Verkhoyanicus* Zone) was previously confidently established in the Southern Verkhoyanie. Meanwhile, representatives of the two middle zones were not observed, and the presence of the index species of the *Rugosus* zone was only indicated in the southern part of the region (Yudoma River Basin). A monographic study of the brachiopod collection from the Upper Olchan Subformation of the stratotype of the Olchan Formation (Khosposhchon section) allowed us to rethink the biostratigraphic division of the Asselian-Sakmarian deposits in the Southern Verkhoyanie. The brachiopods of the Upper Olchan Subformation of the Khosposhchon Creek (Menkule River Basin) belong to three successive biostratigraphic zones: *Verkhoyanicus*, *Insignis*, and *Terechovi*. Information on the presence of representatives of the species *Jakutoproductus rugosus* Ganelin in the Southern Verkhoyanie leads to the assumption that all four biostratigraphic zones of the Asselian-Sakmarian deposits of Verkhoyanie are present in this region. Three upper zones (*Insignis*, *Terechovi*, and *Rugosus*) demonstrated a direct correlation with the Ogonerian Regional Stage of the Omolon massif by their common zonal species. The new results indicate the need for a comprehensive study of the key sections of the Olchan Formation to substantiate the Carboniferous-Permian and Asselian-Sakmarian boundaries in Verkhoyanie using both biostratigraphic and chemostratigraphic methods.

Keywords: biostratigraphy, Permian, Olchan Formation, Khorokytian Regional Stage, Echian Regional Stage, brachiopods, *Jakutoproductus*, Verkhoyanie

Funding. The monographic study of the brachiopods of the Southern Verkhoyanie was conducted at the expense of the grant of the Russian Scientific Foundation (number 22-77-10028, <https://rscf.ru/en/project/22-77-10028/>); biostratigraphic division of the Lower Permian of the Northern and Western Verkhoyanie was conducted according to the state assignment for DPMGI SB RAS (number 0381-2019-0002).

For citation: Makoshin V.I., Kutygin R.V. Brachiopods from the Lower Permian of the Khosposhchon Section in the Southern Verkhoyanie (Northeast Russia). *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2023;28(3):367–374. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-3-367-374>

Введение

Разрез по руч. Хоспохчон (басс. р. Менкюле) считается ключевым для стратиграфии среднего–верхнего карбона и нижней перми Южного Верхоянья [1–3] и является стратотипическим для ряда свит Томпонской структурно-фациальной зоны. Поскольку разрез обладает крайне сложным геологическим строением [4], материалы по нему требуют переосмысления, особенно касающиеся каменноугольного интервала.

В конце 50-х гг. прошлого века Б.С. Абрамов в пограничных каменноугольно-пермских отложениях хребта Сетте-Дабан Южного Верхоянья выделял кукканскую свиту, залегающую на экачанской свите среднего–верхнего карбона, однако оба стратона тогда относились к нижней перми [5]. Немногим позднее Б.С. Абрамов разделил кукканскую свиту на самостоятельные суркечанскую и джуптагинскую свиты [1], первая из которых была отнесена к верхнему карбону, а вторая – к нижней части перми. В 1978 г. Б.С. Абрамовым, А.И. Горбуновым и Л.Н. Ковалевым джуптагинская свита была разделена на две новые свиты – ольчанскую и побединскую [3].

Непосредственно к пограничным каменноугольно-пермским отложениям Сетте-Дабана относится ольчанская свита [6], которая в стратотипическом разрезе на руч. Хоспохчон разделена на три подсвиты общей мощностью 1033 м [3].

Нижнеольчанская подсвита (160 м) сложена алевролитами и аргиллитами с редкими пластами песчаников, в верхней части присутствует слой (7,4 м) крупнозернистых песчаников. Охарактеризована редкими брахиоподами *Neospirifer* sp. и *Linoproductus* sp. [3].

Среднеольчанская подсвита (339 м) в разрезе Хоспохчон представлена переслаивающимися алевролитами и аргиллитами. По материалам Б.С. Абрамова и А.Д. Григорьевой [3], в нижней части подсвиты здесь встречены *Jakutoproductus tatjanae* Abramov et Grigorjeva и *J. cf. protoverkhoyanicus* Kashirtsev, в средней – *Tornquistia* sp., *Jakutoproductus protoverkhoyanicus* Kashirtsev, а в верхней – *Jakutoproductus cf. crassus* Kashirtsev, *Jakutoproductus protoverkhoyanicus* Kashirtsev, *J. sp.*, *Cancrinella* sp. За исключением раннепермского *Jakutoproductus cf. crassus* Kashirtsev, приведенный комплекс характеризует кыгылтасский горизонт верхнего карбона.

В строении верхнеольчанской подсвиты (534 м) преобладают разномышечные алевролиты с маломощными прослоями и линзами кремнистых пород. Подсвита отличается наибольшим разнообразием и обилием брахиопод. Согласно Б.С. Абрамову и А.Д. Григорьевой [3], для верхнеольчанской подсвиты характерны *Orbiculoidea*? sp., *Tornquistia* sp., *Quinquenella planoconvexa* Abramov et Grigorjeva, *Jakutoproductus crassus*

Kashirtsev, *J. verkhoianicus* (Fredericks), *J. ex gr. verkhoianicus* (Fredericks), *J. parenensis* Zavodowsky, *J. cf. parenensis* Zavodowsky, *Anidanthus halinae* Kotlyar, *A. boikowi* (Stepanov), *Waa-genooncha irginaeformis* Stepanov, *Cancrinella* aff. *alazeica* Zavodowsky, *Rhynoleichus delenjaensis* Abramov et Grigorjeva, *Rhynchopora* cf. *lobjaensis* Tolmatschew, *Neospirifer chospochtchonicus* Abramov et Grigorjeva, *Crassispirifer jakuschewae* Abramov et Grigorjeva, *Spirelytha miloradovichi* Archbold et Thomas. Большинство приведенных таксонов характерно для хорокытского горизонта нижней перми.

В вышезалегающей побединской свите доминирующее значение приобретают двустворчатые моллюски, среди которых появляются первые представители иноцерамоподобных рода *Aphanaiia*. В разрезе побединской свиты по руч. Хоспохчон [3] встречены брахиоподы *Megousia* sp., *Cancrinella* aff. *grandis* Solomina, *Cancrinella* sp., *Buxtonia*? sp., *Linoproductus* sp., *Uraloproductus*? sp. Как видно, для этой свиты характерно полное обновление комплекса брахиопод, сравнительно с подстилающей верхнеольчанской подсвитой.

Ранее нами были изучены коллекции брахиопод из опорных разрезов нижней части перми Западного и Северного Верхоянья [7–10]. Установлено, что почти повсеместно для брахиопод характерна отчетливая вертикальная последовательность биостратиграфических комплексов, отнесенных к зонам *Jakutoproductus verkhoianicus*, *Jakutoproductus insignis*, *Jakutoproductus terechovi* и *Jakutoproductus rugosus*. При этом неоднозначные сведения касаются Южного Верхоянья. Бесспорным фактом здесь является наличие зоны *Jakutoproductus verkhoianicus*. Так, для верхнеольчанской подсвиты басс. р. Менкюле (в том числе и на руч. Хоспохчон) характерны виды *Jakutoproductus verkhoianicus* (Fredericks) и *J. crassus* Kashirtsev [3]. Однако широко распространенные в Северном и Западном Верхоянье комплексы зон *insignis* и *terechovi* в Южном Верхоянье известны не были. Последнее могло объясняться самыми разными причинами, например, слабой изученностью региона или возможным сокращением ареала верхоянского сообщества брахиопод в сакмарском веке. Вид *Jakutoproductus rugosus* Ganelin, характеризующий одноименную биостратиграфическую зону, в Южном Верхоянье ранее был известен лишь в

ханаличанской свите басс. р. Юдома [11, 12]. Из вышеизложенного складывается впечатление, что биостратиграфическое деление нижней части перми по брахиоподам рода *Jakutoproductus*, успешно проводившееся ранее в различных районах Северного и Западного Верхоянья [8], для южных разрезов неприменимо. Однако первые результаты нашего изучения ассельско-сакмарских брахиопод Южного Верхоянья свидетельствуют об обратном.

Материал

Изученная коллекция каменноугольно-пермских брахиопод, насчитывающая более 60 экземпляров, была собрана в 1985 г. Н.Е. Давыдовым и Н.Н. Лебедевой в стратотипе ольчанской свиты на руч. Хоспохчон (басс. р. Менкюле) (рис. 1). К сожалению, у нас отсутствует точная информация о положении в разрезе конкретных образцов, но описание обнажений проводилось по мере изучения разреза снизу вверх. Судя по таксономическому составу, все рассмотренные в статье образцы брахиопод из обнажений 14, 15 и 16 характерны для верхней подсвиты ольчанской свиты в понимании Б.С. Абрамова [3].

Результаты и обсуждение

Коллекция брахиопод из обнажения 14 (обр. 14-8/85) содержит десятки экземпляров хорошей сохранности, среди которых определены *Jakutoproductus verkhoianicus* (Fredericks) (рис. 2, а–е), *J. crassus* Kashirtsev (рис. 2, ж, з), *Anidanthus* sp. и *Tornquistia* sp. Наибольший интерес представляет вид *Jakutoproductus verkhoianicus* (Fredericks), являющийся видом-индексом одноименной зоны хорокытского горизонта Верхоянья [8], залегающей в основании пермской системы [13] и прослеживающейся по всему региону. Широкое распространение вида *Jakutoproductus verkhoianicus* (Fredericks) и сопутствующих ему элементов в Верхоянском бассейне происходило в начале обширной и продолжительной эчийской трансгрессии после крупного биотического кризиса позднекаменноугольных морских беспозвоночных региона [14], произошедшего на фоне кыгылтаской регрессии [15].

Из обнажения 15 (обр. 15-1/85 и 15-2/85), представляющего более высокие слои верхнеольчанской подсвиты, установлены единичные брахиоподы плохой сохранности, определенные как *Jakutoproductus* sp., *Rhynchopora* sp. и *Torn-*

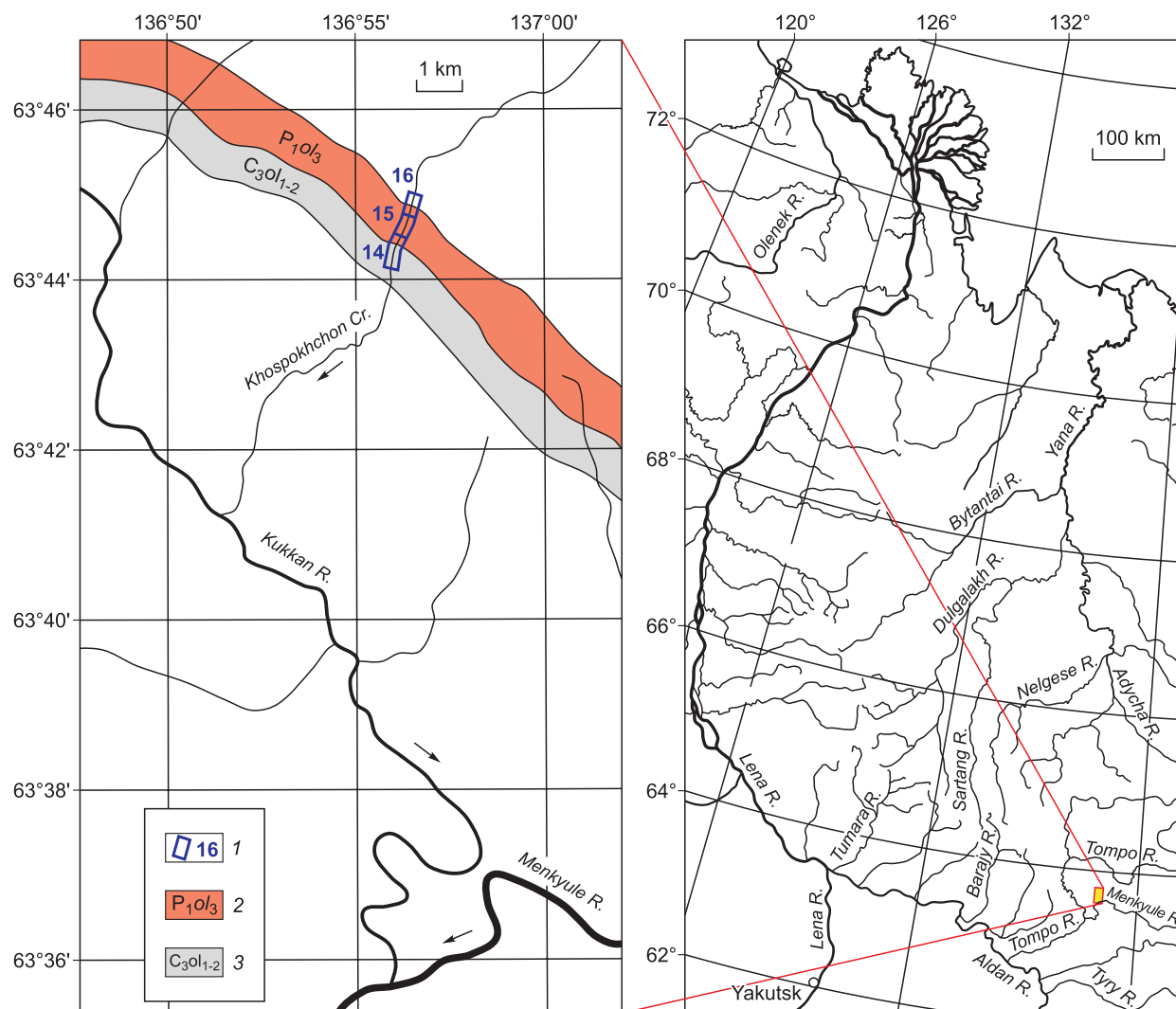


Рис. 1. Местоположение обнажений верхнеольчанской подсвиты руч. Хоспохчон: 1 – обнажения, 2 – верхняя подсвита ольчанской свиты, 3 – нижняя и средняя подсвиты ольчанской свиты

Fig. 1. Outcrop location of the Upper Olchan Subformation of the Khospokhchon Creek: 1 – outcrops, 2 – Upper Olchan Subformation, 3 – Lower and Middle Olchan Subformations

quistia sp., вероятно, относящиеся к верхней части зоны *Jakutoproductus verkhoianicus*.

Среди брахиопод из нижних слоев обнажения 16 (обр. 16-1/85 и 16-2/85) присутствуют редкие экземпляры *Jakutoproductus* sp. и *Anidanthus* sp. Выше из этого же обнажения определены единичные брахиоподы *Jakutoproductus* cf. *insignis* Abramov et Grigorjeva (рис. 2, u) и *Anidanthus* sp. (обр. 16-3/85). Вид *Jakutoproductus insignis* Abramov et Grigorjeva имеет большое значение для стратиграфии и корреляции нижнепермских отложений Северо-Востока России [16, 17]. В.Г. Ганелиным в нижней части огонерского горизонта Колымо-Омолонского региона установ-

лена лона *insignis*, которая хорошо прослеживается в регионе и за его пределами [18]. По первому появлению в разрезе вида *Jakutoproductus insignis* Abramov et Grigorjeva в Верхоянье устанавливается граница хорокытского и эчийского региональных горизонтов в литологически монотонных отложениях [8, 19], что позволяет рассматривать этот вид в качестве важного биостратиграфического маркера.

Еще более высокий уровень в обнажении 16 (обр. 16-4/85 и 16-5/85) представлен десятками раковин *Jakutoproductus terechovi* Zavodowsky (см.рис. 2, к–п) и единичными экземплярами *Anidanthus* sp. Вид *Jakutoproductus terechovi*

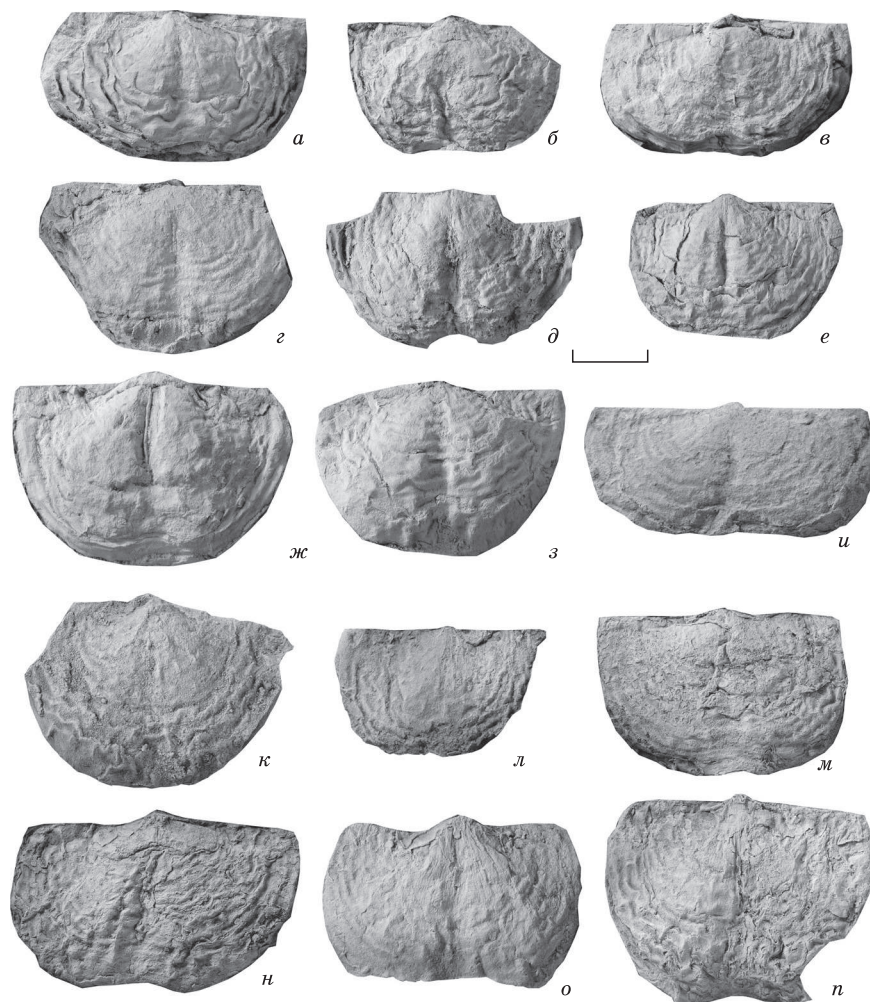


Рис. 2. Руководящие брахиоподы верхнеолчанской подсвиты разреза Хоспохчон, ядра брюшных створок: а–е – *Jakutopproductus verkhoianicus* (Fredericks), обр. 14-8/85; ж, з – *Jakutopproductus crassus* Kashirtsev, обр. 14-8/85; и – *Jakutopproductus* cf. *insignis* Abramov et Grigorjeva, обр. 16-3/85; к, л – *Jakutopproductus terechovi* Zavodowsky, обр. 16-4/85, м–п – *Jakutopproductus terechovi* Zavodowsky, обр. 16-5/85

Fig. 2. The index brachiopods of the Upper Olchan Subformation of the Khospokhchon section, natural casts of a ventral valves: а–е – *Jakutopproductus verkhoianicus* (Fredericks), sample 14-8/85; ж, з – *Jakutopproductus crassus* Kashirtsev, sample 14-8/85; и – *Jakutopproductus* cf. *insignis* Abramov et Grigorjeva, sample 16-3/85; к, л – *Jakutopproductus terechovi* Zavodowsky, samples 16-4/85, м–п – *Jakutopproductus terechovi* Zavodowsky, samples 16-5/85

Zavodowsky очень важен для стратиграфии и корреляции нижнепермских отложений Северо-Востока России. Он является видом-индексом одноименной зоны (лоны) в средней части огонерского горизонта Колымо-Омолонского региона [20] и второй биостратиграфической зоны (снизу) эчийского горизонта Верхоянья [8]. Ранее в Южном Верхоянье вид *Jakutopproductus terechovi* Zavodowsky не был известен, и его находка вызывает большой интерес, поскольку, с учетом указанного А.Г. Клецом [12] вида *Jakutopproductus rugosus* Ganelin из нижней перми р. Юдома, свидетельствует о полном наборе

биостратиграфических зон ассельско-сакмарских отложений в Южном Верхоянье.

Полученные данные позволяют провести прямую корреляцию ассельско-сакмарских отложений Южного Верхоянья с ранее изученными разрезами Северного и Западного Верхоянья по общим зональным видам.

В нижней части верхнеолчанской подсвиты установлена зона *Jakutopproductus verkhoianicus*, которая ранее выделялась в верхнекубалахской подсвите и нижней части туорасисской свиты низовьев р. Лена, мегенской свите бассейна р. Соболах-Маян (Северное Верхоянье), хорокытской

свите бассейнов рек Дянышка, Келе, Аллара-Хадарыня, Тумара, Барайы, а также в хорокытской свите и нижней части эчийской свиты Аркачан-Эчийского междуречья (Западное Верхоянье).

Выше в разрезе верхнеольчанской подсвиты может быть выделена зона *Jakutoproductus insignis*, характеризующая среднюю часть туорасисской свиты низовьев р. Лена и основание эчийской свиты бассейнов рек Соболах-Маян, Дянышка, Келе, Тумара, Барайы, а также верхнюю часть хорокытской свиты бассейна р. Аллара-Хадарыня и нижнюю часть эчийской свиты Аркачан-Эчийского междуречья.

Зона *Jakutoproductus terechovi*, перекрывающая зону *insignis*, известна в средней части туорасисской свиты низовьев р. Лена, в эчийской свите бассейнов рек Соболах-Маян, Келе, Тумара, Барайы, а также в кровле хорокытской свиты бассейна р. Аллара-Хадарыня.

Заключение

Брахиоподы из стратотипа ольчанской свиты (верхняя подсвита), расположенного на руч. Хоспохчон Южного Верхоянья, относятся к трем последовательным биостратиграфическим зонам: *Jakutoproductus verkhoianicus*, *Jakutoproductus insignis*, *Jakutoproductus terechovi*. Принимая во внимание данные предшественников о присутствии в Южном Верхоянье представителей вида *Jakutoproductus rugosus* Ganelin, можно констатировать наличие здесь всех четырех биостратиграфических зон ассельско-сакмарских отложений Верхоянья, из которых три верхние (*insignis*, *terechovi* и *rugosus*) позволяют проводить прямую корреляцию с огонерским региональным горизонтом Омолонского массива по общим зональным видам. Новые результаты свидетельствуют о необходимости проведения комплексного изучения опорных разрезов ольчанской свиты с целью обоснования каменноугольно-пермской границы в Верхоянье био- и хемотратиграфическими методами.

Список литературы / References

1. Абрамов Б.С. Биостратиграфия каменноугольных отложений Семте-Дабана (Южное Верхоянье). М.: Наука; 1970. 178 с.

Abramov B.S. *Biostratigraphy of the Sette-Daban Carboniferous deposits (Southern Verkhoyanie)*. Moscow: Nauka; 1970. 178 p. (In Russ.)

2. Абрамов Б.С., Григорьева А.Д. Биостратиграфия и брахиоподы среднего и верхнего карбона Верхоянья. М.: Наука; 1983. 168 с.

Abramov B.S., Grigorjeva A.D. *Biostratigraphy and brachiopods of the Middle and Upper Carboniferous in Verkhoyanie*. Moscow: Nauka; 1983. 168 p. (In Russ.)

3. Абрамов Б.С., Григорьева А.Д. Биостратиграфия и брахиоподы перми Верхоянья. М.: Наука; 1988. 204 с.

Abramov B.S., Grigorjeva A.D. *Biostratigraphy and brachiopods of the Permian in Verkhoyanie*. Moscow: Nauka; 1988. 204 p. (In Russ.)

4. Гурьев Г.А., Ганелин В.Г. Южное Верхоянье. Диагностика и картирование чешуйчато-надвиговых структур. СПб.: ВСЕГЕИ; 1994; 188 с.

Gurjev G.A., Ganelin V.G. Southern Verkhoyanie. *Diagnosis and mapping of squamous-thrust structures*. Saint Petersburg: VSEGEI; 1994; 188 p. (In Russ.)

5. Зимкин А.В. К стратиграфии пермских отложений Северо-Востока СССР. Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. 1957; Магадан: Кн. изд-во. Вып. 11:31–64.

Zimkin A.V. On the stratigraphy of the Permian deposits of Northeast USSR. *Materials on geology and minerals of the North-East of the USSR*. 1957; Magadan: Magadan-skoie Knizhnoe izd-vo. Issue 11:31–64. (In Russ.)

6. Решения Третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России. Ред. Т.Н. Корень, Г.В. Котляр. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ; 2009. 268 с.

Resolutions of the Third Interdepartmental Regional Conference on the Stratigraphy of the Precambrian, Paleozoic, and Mesozoic of Northeastern Russia. T.N.Koren' and G.V.Kotlyar. Eds. St. Petersburg: Vseross. Nauchno-Issled. Geol. Inst.; 2009. 268 p. (In Russ.)

7. Макошин В.И., Кутыгин Р.В. Корреляция ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам. Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019;24(3):5–22. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-3-1>

Makoshin V.I., Kutygin R.V. Correlation of the Asselian-Sakmarian deposits of the Northern and Western Verkhoyansk regions by brachiopods. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2019;24(3):5–22. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-3-1> (In Russ.)

8. Makoshin V.I., Kutygin R.V. Asselian–Sakmarian (Lower Permian) brachiopod zonation of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2020;28(7):716–744. <https://doi.org/10.1134/S0869593820040061>

9. Макошин В.И., Кутыгин Р.В. Биостратиграфия терминального карбона низовья реки Лены (Кубалахский разрез). Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естество.

науки. 2021;163(3):406–413. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2021.3.406-413>

Makoshin V.I., Kutygin R.V. Biostratigraphy of the terminal Carboniferous of the lower reaches of the Lena River (Kubalakh section, Russia). *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*. 2021;163(3):406–413. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2021.3.406-413> (In Russ.)

10. Makoshin V.I., Kutygin R.V. Asselian–Sakmarian brachiopod zonation of the left bank of the lower reaches of the Lena River, Northeast Russia. *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки*. 2022;164(4):577–589. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2022.4.577-589>

Makoshin V.I., Kutygin R.V. Asselian–Sakmarian brachiopod zonation of the left bank of the lower reaches of the Lena River, Northeast Russia. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*. 2022;164(4):577–589. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2022.4.577-589>

11. Клец А.Г. Зоны по брахиоподам, их значение при расчленении и корреляции отложений верхнего палеозоя Южного Верхоянья. *Пределы точности биостратиграфической корреляции*. М.: ПИН РАН; 1995:37–47.

Klets A.G. Brachiopod zones, their significance in the division and correlation of the Upper Paleozoic deposits of Southern Verkhoyanie. *Limits of accuracy of biostratigraphic correlation*. Moscow: Paleontological Institute RAS; 1995:37–47. (In Russ.)

12. Клец А.Г. *Верхний палеозой окраинных морей Ангарида*. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео»; 2005. 239 с.

Klets A.G. *Upper Paleozoic of Marginal seas of Angarida*. Novosibirsk: Academic Publishing House “Geo”; 2005. (In Russ.)

13. Кутыгин Р.В., Будников И.В., Сивчиков В.Е. Основные черты стратиграфии касимовско-гжельских и пермских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2020;25(4):5–29. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-1>

Kutygin R.V., Budnikov I.V., Sivtchikov V.E. The main features of the Kasimovian–Gzhelian and Permian stratigraphy in the Siberian platform and adjacent fold belts. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2020;25(4):5–29. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-1> (In Russ.)

14. Alekseev A.S., Nikolaeva S.V., Goreva N.V., Donova N.B., Kossovaya O.L., Kulagina E.I., Kuche-

va N.A., Kurilenko A.V., Kutygin R.V., Popeko L.I., Stepanova T.I. Russian Regional Carboniferous Stratigraphy. Lucas S.G., Schneider J. W., Wang X. and Nikolaeva S. (eds). *The Carboniferous Timescale*. Geological Society, London, Special Publications. 2022:49–117. <https://doi.org/10.1144/SP512-2021-134>

15. Budnikov I.V., Kutygin R.V., Shi G.R., Sivtchikov V.E., Krivenko O.V. Permian stratigraphy and paleogeography of Central Siberia (Angaraland) – A review. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2020; vol. 196; article 104365. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2020.104365>

16. Ganelin V.G., Biakov A.S. The Permian biostratigraphy of the Kolyma–Omolon region, Northeast Asia. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2006;26(3–4):225–234.

17. Макошин В.И., Кутыгин Р.В. О выделении слоев с *Jakutoproductus insignis* в нижнепермских отложениях Западного Верхоянья. *Вестник СВФУ*. 2013;10(4):31–34.

Makoshin V.I., Kutygin R.V. About the selection of *Jakutoproductus insignis* Beds in the Lower Permian deposits of Western Verkhoyanie. *Vestnik of the M.K. Ammosov North-Eastern Federal University*. 2013;10(4):31–34. (In Russ.)

18. Ганелин В.Г., Бяков А.С., Караваева Н.И. Некоторые вопросы теории стратиграфии и стратиграфическая шкала перми Северо-Востока Азии. *Пути детализации стратиграфических схем и палеогеографических реконструкций*. М.: ГЕОС; 2001:194–209.

Ganelin V.G., Biakov A.S., Karavaeva N.I. Some questions of the theory of stratigraphy and the stratigraphic scale of Permian in Northeast Asia. *Toward detailed stratigraphic schemes and paleogeographic reconstructions*. Moscow: GEOS; 2001:194–209. (In Russ.)

19. Kutygin R.V., Biakov A.S., Makoshin V.I., Budnikov I.V., Peregoedov L.G., Krivenko O.V. Biostratigraphy and important biotic events in the Western Verkhoyansk Region around the Sakmarian–Artinskian boundary. *Palaeoworld*. 2020;29(2):303–324. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2018.10.001>

20. Ганелин В.Г. Таймыро-Колымская подобласть. *Основные черты стратиграфии пермской системы СССР*. Л.: Недра; 1984:111–123.

Ganelin V.G. Taimyr-Kolyma subregion. *Main features of the stratigraphy of the Permian system in the USSR*. Leningrad: Nedra; 1984:111–123. (In Russ.)

Об авторах

МАКОШИН Виктор Игоревич, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-6087-6408>, ResearcherID: J-4365-2018, e-mail: makoshin_89@mail.ru

КУТЫГИН Руслан Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, <https://orcid.org/0000-0003-4115-5976>, ResearcherID: J-3318-2018, e-mail: rkutygin@mail.ru

About the authors

MAKOSHIN, Victor Igorevich, Cand. Sci. (Geol. and Mineral.), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-6087-6408>, ResearcherID: J-4365-2018, e-mail: makoshin_89@mail.ru

KUTYGIN, Ruslan Vladimirovich, Cand. Sci. (Geol. and Mineral.), Head of Laboratory, <https://orcid.org/0000-0003-4115-5976>, ResearcherID: J-3318-2018, e-mail: rkutygin@mail.ru

Поступила в редакцию / Submitted 11.04.2023

Поступила после рецензирования / Revised 27.06.2023

Принята к публикации / Accepted 11.07.2023