

УДК 564.82(551.736.1)

ЗОНАЛЬНАЯ ШКАЛА АССЕЛЬСКО-САКМАРСКИХ (НИЖНЕПЕРМСКИХ) ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХОЯНЬЯ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ) ПО БРАХИОПОДАМ

© 2020 г. В. И. Макошин¹, *, Р. В. Кутыгин¹

¹Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия

*e-mail: makoshin_89@mail.ru

Поступила в редакцию 23.07.2018 г.

После доработки 19.11.2018 г.

Принята к публикации 23.03.2019 г.

В результате изучения новых коллекций брахиопод разработана зональная шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья, основанная на филогенетическом развитии рода *Jakutoproductus*. В хорокытском горизонте выделяется зона *verkhoyanicus*, которая в конкретных разрезах может делиться на слои с *talchanensis* и слои с *lenensis*. В эчийском горизонте установлена последовательность зон *insignis*, *terechovi* и *rugosus*, позволяющая проводить прямую корреляцию с Колымо-Омолонским регионом. Приведены описания видов-индексов всех зон, установленных в ассельско-сакмарском интервале Верхоянья: *Jakutoproductus verkhoyanicus* (Fredericks), *J. insignis* Abramov et Grigorjeva, *J. terechovi* Zavadowsky и *J. rugosus* Ganelin.

Ключевые слова: брахиоподы, *Jakutoproductus*, пермская система, хорокытский горизонт, эчийский горизонт, ассельский ярус, сакмарский ярус, Верхоянье

DOI: 10.31857/S0869592X20040067

ВВЕДЕНИЕ

Одной из сложнейших проблем в стратиграфии терригенного комплекса Верхоянья является корреляция литологически однородной толщи ассельско-сакмарских отложений. Для ее решения необходимо выделение отчетливых биостратиграфических маркеров, характеризующихся комплексами руководящих беспозвоночных. В нижней части перми региона наиболее распространенной группой, несомненно, являются брахиоподы, среди которых доминирующим является род *Jakutoproductus*. Быстрое эволюционное развитие этого рода и его широкое распространение являются важными факторами для успешной разработки зональной шкалы, как основы биостратиграфической схемы перми Верхоянья.

Вертикальная последовательность представителей рода *Jakutoproductus* ранее была положена в основу биостратиграфических шкал Верхояно-Охотского (Клец, 1988, 2005; Klets et al., 2006) и Колымо-Омолонского (Ганелин, 1984, 1991; Ganelin, Tschernjak, 1996; Ганелин и др., 2001; Ganelin, Biakov, 2006) регионов.

В Региональной схеме пермских отложений Верхояно-Охотского региона (Решения..., 2009) хорокытскому горизонту в полном объеме соответствуют слои с *Jakutoproductus verkhoyanicus*, а

эчийский горизонт (без верхней части, относимой к “хабахским слоям”) делится на слои с *Jakutoproductus rugosus* и слои с *Jakutoproductus burgaliensis*. Указанная биостратиграфическая схема базировалась на зональной шкале, ранее разработанной А.Г. Клецом в юго-восточных разрезах Верхоянья (Клец, 1988, 1995, 2005; Клец и др., 2001).

В Колымо-Омолонском регионе В.Г. Ганелиным по брахиоподам родов *Jakutoproductus* и *Verchojania* разработана детальная шкала, представленная последовательностью биостратиграфических лон (Ганелин, 1984, 1991; Ganelin, Tschernjak, 1996; Ганелин и др., 2001). В ороцком горизонте установлены лоны *V. mirandus*–*Palaeonailo parenica* и *V. expositus*–*P. parenica*. В огонерском горизонте выделены лоны *J. insignis*–*Merismopteria permiana*, *J. terechovi*–*Cypricardina eopermica*, *J. rugosus*–*Palaeocosmoma omolonica*, и в нижней части коаргычанского горизонта выделена лона *J. burgaliensis*–*Litophaga gigantea*.

Определение возраста нижних биостратонов перми в Верхоянье, относящихся к хорокытскому и эчийскому горизонтам, осложнено рядом причин, основной из которых является высокая степень эндемизма содержащихся в этих горизонтах беспозвоночных. В связи с этим проведение границ ярусного деления приуральского отдела в реги-

(a)					(б)						
Ярус	Верхояно-Охотский субрегион			Колымо-Омолонская провинция		Ярус	Подъярус	Колымо-Омолоно-Чукотский субрегион			Верхоянье
	Гори-зонт	Слои с брахиоподами	Слои с аммоноидеями	Лона	Гори-зонт			Над-ризонг	Гори-зонт	Лона	
Артинский	Эчийский (нижняя часть)	Jakutoproductus burgaliensis	Eotumaroceras subyakutorum	Jakutoproductus burgaliensis	Мунгуджакский	Артинский	Верхний (нижняя часть)	Джилдинский (нижняя часть)	Коаргычанский	Jakutoproductus burgaliensis– Litophaga gigantea	Эчийский (нижняя часть)
		Jakutoproductus rugosus	Eotumaroceras endybalense	Jakutoproductus rugosus						Jakutoproductus rugosus– Palaeocosmomya omolonica	
Сакмарский	Эчийский (нижняя часть)	Jakutoproductus rugosus	Uraloceras subsimense	Jakutoproductus rugosus	Мунгуджакский	Нижний	Мунгуджакский	Огонерский	Jakutoproductus terechovi– Cypricardinia eopermica	Хорокытский	
Ассельский	Хорокытский	Jakutoproductus verkhoianicus	Bulunites mezhvilki	Jakutoproductus terechovi	Ассельский	Сакмарский	Мунгуджакский	Ороческий	Jakutoproductus expositus– Palaeonailo parenica		
				Jakutoproductus insignis					Jakutoproductus insignis– Merismopteria permiana		
									Jakutoproductus mirandus Palaeonailo parenica		

Рис. 1. Два взгляда на корреляцию ассельско-артинских отложений Верхоянья и Омолонского массива (Решения..., 2009). (а) – Региональная схема пермских отложений Верхояно-Охотского субрегиона, составленная И.В. Будниковым, Р.В. Кутыгиным, А.Г. Клецом, А.С. Бяковым и В.С. Гриненко; (б) – Региональная схема пермских отложений Колымо-Омолоно-Чукотского субрегиона, составленная В.Г. Ганелиным, Н.И. Караваевой, А.С. Бяковым. Красными линиями показаны несовпадения зональных корреляций.

оне часто носит условный характер. Кроме этого, существует сложная проблема корреляции ассельско-сакмарских отложений Верхоянья и Колымо-Омолонского регионов из-за существенных отличий в таксономическом составе биот (Ганелин и др., 2001; Кутыгин, 2015б). Вероятно, этим можно объяснить столь различные взгляды на корреляцию нижней части перми двух регионов, приведенных в соответствующих региональных схемах (рис. 1). Целью исследования является детализация зональной шкалы и уточнение корреляции ассельско-сакмарских отложений Верхоянья на основе монографического изучения брахиопод.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассматриваемая зональная шкала основана на монографическом изучении новых коллекций брахиопод, собранных в опорных разрезах нижней перми Верхоянья (рис. 2). Изученная коллекция ассельско-сакмарских брахиопод Верхоянья насчитывает 18 видовых таксонов, относящихся к 8 родам (табл. 1). Коллекция брахиопод была собрана из 120 местонахождений, расположенных в 18 разрезах.

Кроме этого, были просмотрены коллекции брахиопод Б.С. Абрамова и А.Д. Григорьевой, Е.Е. Павловой, И.Н. Мананкова, хранящиеся в

Палеонтологическом музее ПИН РАН, и коллекции В.М. Заводовского, В.И. Устрицкого и Г.Е. Черняк, Р.В. Соломиной, Г.В. Котляр, хранящиеся в ЦНИГР музее им. академика Ф.Н. Чернышева. Просмотрены также обширные коллекции В.Г. Ганелина, при общении с которым получены ценные замечания и консультации по изучению морфологии и внутреннего строения брахиопод. В основу шкалы положена этапность развития брахиопод рода *Jakutoproductus*, выявленная в процессе изучения морфогенетических преобразований их раковин. Брахиоподы изучались по методике Е.А. Ивановой и Т.Г. Сарычевой (Иванова, Сарычева, 1963; Сарычева, 1970).

Важными признаками рода *Jakutoproductus*, позволяющими разграничивать видовые таксоны, являются: размеры и очертание раковины; выпуклость брюшной створки; развитие макушки, ушек, синуса, шлейфа; соотношение концентрических морщин и оснований игл. Отдельное внимание уделено особенностям развития прямых игл с кольцевыми валиками в основании, располагающихся в передней части брюшной створки. Эти иглы, как правило, образуют концентрические ряды (рис. 3).

При изучении внутреннего строения ассельско-сакмарских брахиопод рода *Jakutoproductus* использовалась терминология морфологии про-

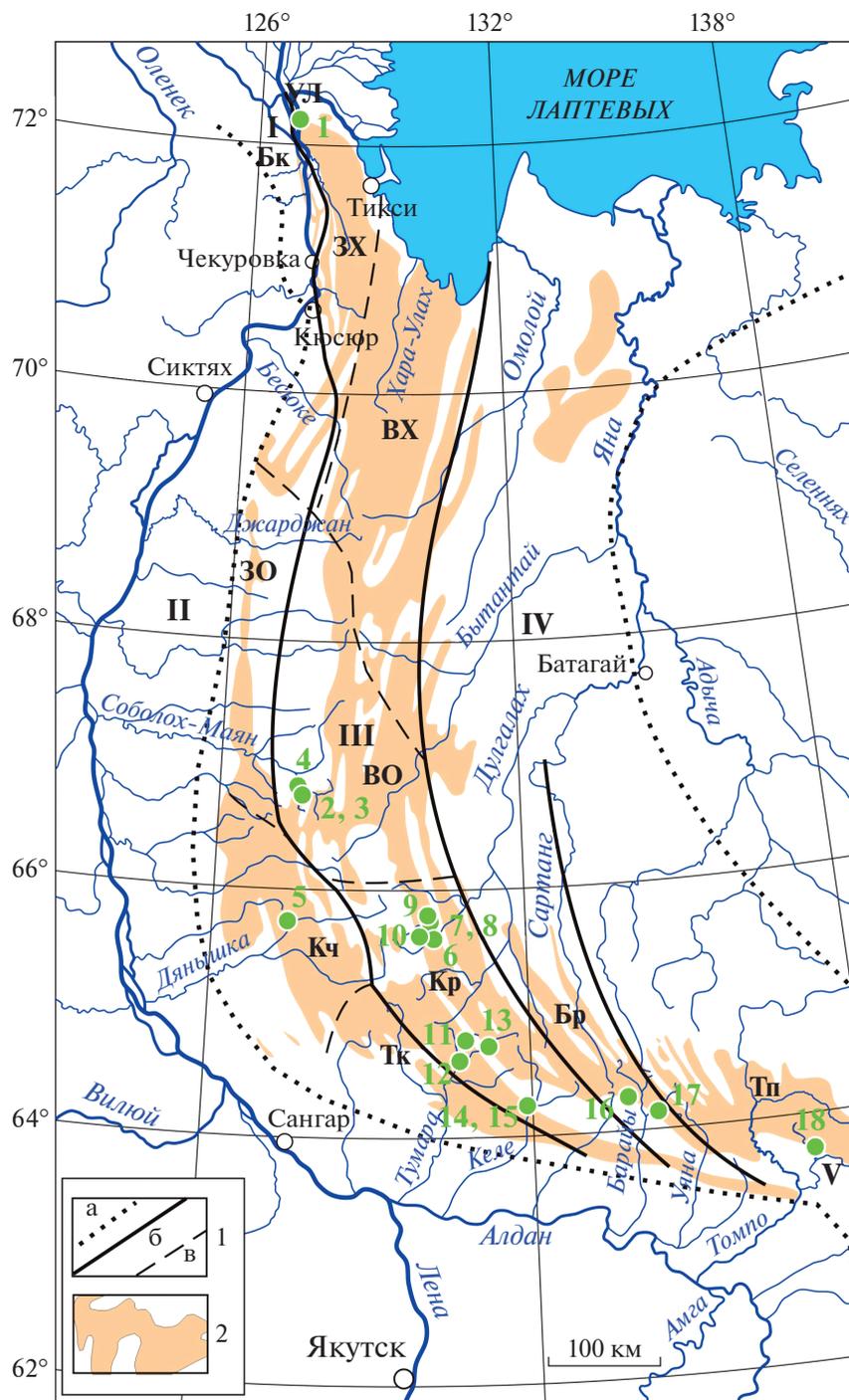


Рис. 2. Местонахождения изученных брахиопод.

1 – границы: а – Верхояно-Охотского региона, б – структурно-фациальных зон, в – подзон; 2 – площади распространения пермских отложений. Структурно-фациальные зоны: I – Булкур-Оленекская; II – Западно-Верхоянская; III – Центрально-Верхоянская; IV – Восточно-Верхоянская; V – Южно-Верхоянская. Подзоны: Бк – Булкурская; Зо – Западно-Орулганская; Кч – Кобычанская; Тк – Тукуланская; УЛ – Усть-Ленская; ЗХ – Западно-Хараулахская; ВХ – Восточно-Хараулахская; ВО – Восточно-Орулганская; Кр – Куранахская; Бр – Бараинская; Тп – Томпонская. Разрезы: 1 – низовье р. Лена, Кубалахский; 2 – верховья р. Соболах-Маян, руч. Мрачный; 3 – верховья р. Соболах-Маян, руч. Суровый; 4 – верховья р. Соболах-Маян, руч. Длинный; 5 – верховья р. Дяньшшка, руч. Мутный; 6 – р. Аркачан, 3–4 км выше устья р. Эндыбал; 7 – руч. Кузьминский; 8 – р. Мангазейка; 9 – руч. Старый; 10 – р. Эндыбалчан; 11 – р. Аллара-Хадарынья; 12 – низовье р. Дьеленджа; 13 – среднее течение р. Дьеленджа; 14 – руч. Рыжий; 15 – руч. Аккорд; 16 – р. Селландя; 17 – р. Талчан; 18 – руч. Хоспохочон.

Таблица 1. Стратиграфическое распределение ассельско-сакмарских брахиопод Верхоянья

Таксоны	Хорокытский горизонт	Эчийский горизонт
<i>Jakutoproductus verkhoyanicus</i> (Fredericks)	337	7
<i>Jakutoproductus crassus</i> Kaschirzew	164	17
<i>Jakutoproductus talchanensis</i> Makoshin	66	—
<i>Jakutoproductus lenensis</i> Makoshin	264	—
<i>Jakutoproductus insignis</i> Abramov et Grigorjeva	—	431
<i>Jakutoproductus terechovi</i> Zavodowsky	—	116
<i>Jakutoproductus rugosus</i> Ganelin	—	126
<i>Tornquistia pseudobrama</i> (Zavodowsky)	17	11
<i>Anidanthus boikowi</i> (Stepanov)	22	38
<i>Anidanthus</i> sp.	3	6
<i>Cancrinella?</i> <i>grandis</i> Solomina	7	7
<i>Cancrinella?</i> <i>janischewskiana</i> (Stepanov)	6	—
<i>Cancrinella?</i> sp.	3	6
<i>Rhynoleichus etschiensis</i> Abramov et Grigorjeva	11	9
<i>Rhynoleichus</i> sp.	8	2
<i>Linoproductus</i> sp.	36	—
<i>Rhynchopora</i> sp.	12	—
<i>Waagenoconcha</i> aff. <i>wimani</i> (Fredericks)	—	4

Примечание. Числа указывают количество монографически описанных экземпляров.

дуктид Т.Г. Сарычевой (1970) и В.Г. Ганелина (1991). При описании пристальное внимание уделялось развитию кардинального отростка, отпечатков аддукторов, септы, брахиальных петель, маргинального пояса, сосочков, замочного края (рис. 4).

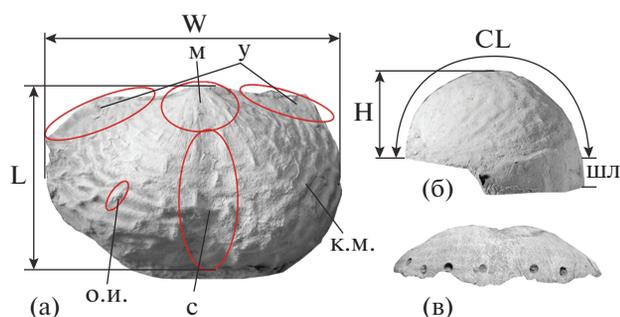


Рис. 3. Морфология брюшной створки раковины *Jakutoproductus*.

(а) — *J. lenensis* Makoshin, брюшная створка, экз. № 202/168-2; (б) — *J. lenensis* Makoshin, вид сбоку, экз. № 202/170-2; (в) — *J. verkhoyanicus* (Fredericks), вид спереди на округлые основания игл с кольцевыми валиками, экз. № 202/161-4. Элементы морфологии: L — длина раковины; W — ширина раковины; H — высота раковины; CL — длина раковины по изгибу; м — макушка; у — ушки; с — синус; о.и. — основания игл; к.м. — концентрические морщины; шл — шлейф.

Кроме якутопродуктусов, монографически изучены представители других групп брахиопод: *Tornquistia pseudobrama* (Zavodowsky), *Anidanthus boikowi* (Stepanov), *Anidanthus* sp., *Cancrinella?* *grandis* Solomina, *Cancrinella?* *janischewskiana* (Stepanov), *Cancrinella?* sp., *Rhynoleichus etschiensis* Abramov et Grigorjeva, *Rhynoleichus* sp., *Linoproductus* sp., *Rhynchopora* sp., *Waagenoconcha* aff. *wimani* (Fredericks).

Основной единицей разработанной зональной шкалы является биостратиграфическая зона, представляющая собой слои, охарактеризованные определенным таксоном или комплексом фоссилий, отличающимися от таковых в подстилающих и перекрывающих слоях (Стратиграфический..., 2006). Граница между двумя биостратиграфическими зонами проводится по появлению вида-индекса вышележающей зоны. Зоны характеризуются комплексами беспозвоночных, среди которых имеются виды, как характерные только для данной зоны, так и доживающие либо транзитные.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФИЛОГЕНИЯ РОДА *JAKUTOPRODUCTUS* ВЕРХОЯНЬЯ

Изучением представителей родов *Jakutoproductus* и *Verchojania* в разные годы занимались такие известные палеонтологи, как Г.Н. Фреде-

рикс, Б.К. Лихарев, О.Л. Эйно́р, Д.Л. Степанов, А.С. Каширцев, В.И. Устрицкий, Г.Е. Черняк, Г.В. Котляр, Р.В. Соломина, Б.С. Абрамов, А.Д. Григорьева, В.М. Заводовский, А.Г. Клец, В.Г. Ганелин, Е.Е. Павлова, И.Н. Мананков, А.С. Табоада (Arturo Cesar Taboada), Н.В. Арчболд (Neil W. Archbold), К.Р. Гонзалес (Carlos R. González), Н. Сабаттини (Nora Sabbattini), М.А. Пагани (Maria Alejandra Pagani), Т. Симанускас (T. Simanauskas), Г.Р. Ши (Guang R. Shi). Роды *Jakutoproductus* и *Verchojania*, насчитывающие 39 видов, распространены в верхнепалеозойских отложениях Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов, а также на территории Таймыра, Забайкалья, Центральной Монголии, Аргентины, Канады и Китая.

Г.Н. Фредерикс (1931) выделил вид *Marginifera verkhojanica* Fredericks, представленный тремя экземплярами, обнаруженными в 1908–1909 гг. К.А. Волосовичем в нижнепермских отложениях верховьев р. Дулгалах (Западное Верхоянье, “в 10 верстах за перевалом”) (Фредерикс, 1931, с. 211, табл. I, фиг. 3, 11–13). А.С. Каширцев (1959а, 1959б) обозначил вид *M. verkhojanica* в качестве типового для нового рода *Jakutoproductus*. Он отметил, что “от близких родов *Plicatifera* и *Avonia* новый род отличается наличием удлиненных туберкул, расположенных в шахматном порядке, и массивной раздвоенной задней частью септы в спинной створке” (Каширцев, 1959б, с. 34). Следует отметить, что при описании вида *M. verkhojanica* Г.Н. Фредериксом не был указан голотип, и в последующих публикациях других исследователей описания этого вида приводились без указания типового экземпляра. Р.В. Соломина (1981, с. 73) выбрала лектотип вида *J. verkhojanicus* (Fredericks) из коллекции Г.Н. Фредерикса (экз. № 2320/3). Выбранный экземпляр обладает неудовлетворительной сохранностью, из-за чего в течение многих лет различные исследователи рассматривали вид *J. verkhojanicus* в размытых морфологических пределах и широком стратиграфическом диапазоне, что потребовало детальной ревизии имеющегося материала и четкого ограничения морфологических признаков вида.

Б.С. Абрамов (1970) выдел из состава рода *Jakutoproductus* новый род *Verchojania* с видами *Verchojania cheraskovi* (Kaschirzew) (типовой) и *V. taimyrensis* (Ustritsky). По мнению Б.С. Абрамова, основное отличие нового рода заключалось в наличии тонкой струйчатости и ясно выраженной коленчатости створок. Позднее Б.С. Абрамов и А.Д. Григорьева (1983) выделили новые виды рода *Verchojania* и существенно расширили набор отличительных признаков рода. В.Г. Ганелин для представителей рода *Verchojania* установил хорошо выраженные дорсальные иглы (Ганелин и др., 2001; Ganelin, Viakov, 2006), наличие которых для рода *Jakutoproductus* нехарактерно. По нашим дан-

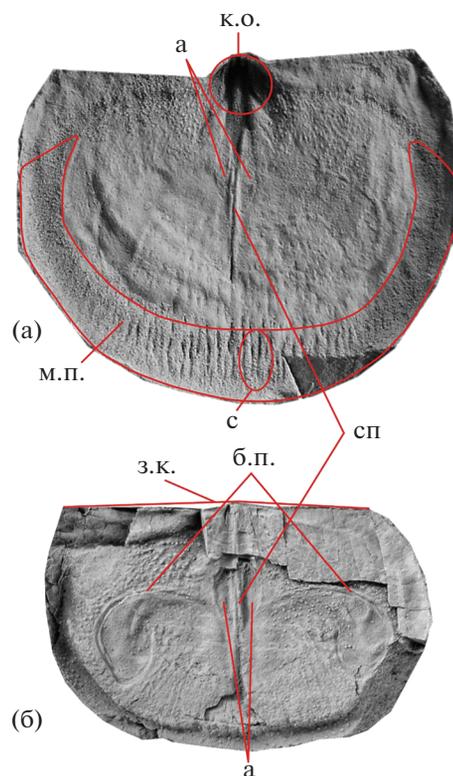


Рис. 4. Основные элементы внутреннего строения раковин *Jakutoproductus*. (а) – внутреннее строение спинной створки *J. verkhojanicus* (Fredericks) (×2), экз. № 202/1-3; (б) – внутреннее строение спинной створки *J. verkhojanicus* (Fredericks) (×2), экз. № 202/161-41. Элементы морфологии: а – отпечатки аддукторов; к. о. – кардинальный отросток; м. п. – маргинальный пояс; с – сопочки; сп – септа; з. к. – замочный край; б. п. – брахиальные петли.

ным (Макошин, 2020), род *Verchojania* отличается от рода *Jakutoproductus* наличием более правильных тонких концентрических морщин, наличием большего количества оснований игл на брюшной створке, наличием дорсальных игл, большей выпуклостью брюшной створки, более длинным шлейфом, наличием в передней части брюшной створки нескольких рядов прямых игл с кольцевыми валиками в основании.

В Верхоянье род *Verchojania* известен только в средне- и верхнекаменноугольных отложениях. Род *Jakutoproductus* наиболее характерен для нижней перми Верхоянья, где нами были определены: *Jakutoproductus verkhojanicus* (Fredericks) (табл. I), *J. crassus* Kaschirzew (табл. V), *J. talchanensis* Makoshin, *J. lenensis* Makoshin, *J. insignis* Abramov et Grigorjeva (табл. II), *J. terechovi* Zavadovsky (табл. III), *J. rugosus* Ganelin (табл. IV). Виды *J. protoverkhojanicus* Kaschirzew и *J. tatjanae* Abramov et Grigorjeva распространены в верхнекаменноугольных отложениях.

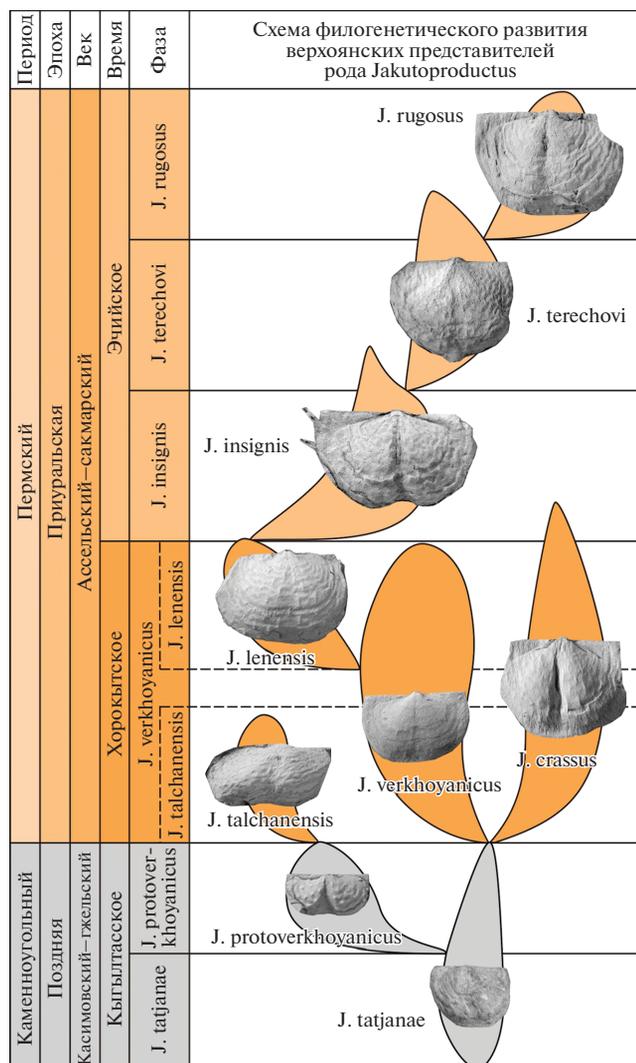


Рис. 5. Схема филогенетического развития рода *Jakutoproductus* Верхоянья.

Самым древним видом рода *Jakutoproductus* является *J. tatjanae*, известный как в нижнем, так и в верхнем подгоризонтах кыгылтасского горизонта (Абрамов, Григорьева, 1983, 1988). Этот вид характеризуется мелкими, реже средними размерами, квадратно-округлым, реже слегка прямоугольно-овальным очертанием, слабой выпуклостью брюшной створки, небольшой, слабовыпуклой и не заходящей за замочный край макушкой, слабо обособленными маленькими ушками, слабо развитым синусом, длиной шлейфа 3–4 мм. Скульптура представлена многочисленными пустулами, расположенными в шахматном порядке, тонкой правильной концентрической морщинистостью, наличием в передней части брюшной створки как минимум двух рядов прямых игл, имеющих кольцевые валики в основании. *J. tatjanae*, по-видимому, отделился от вида *V. cheraskovi* на рубеже среднего и верхнего карбона. При обособлении от верхоя-

ний у вида *J. tatjanae* исчезли дорсальные иглы, отсутствие которых является характерным признаком рода *Jakutoproductus*.

Вид *J. tatjanae* является исходным для трех параллельно развивавшихся филогенетических ветвей (рис. 5): *J. tatjanae* → *J. protoverkhoyanicus* → *J. talchanensis*; *J. tatjanae* → *J. verkhoyanicus* → *J. lenensis* → *J. insignis* → *J. terechovi* → *J. rugosus* и *J. tatjanae* → *J. crassus*.

В позднекыгылтасское время от *J. tatjanae* отделился короткоживущий вид *J. protoverkhoyanicus*, являющийся зональным индексом терминального биостратона каменноугольной системы и кыгылтасского горизонта в Верхоянье. В морфогенезе у более молодого вида наблюдается заметное увеличение ширины раковины, усиление степени выпуклости брюшной створки и выраженности синуса, сокращение количества пустул на брюшной створке. Кроме этого, с отделением от *J. tatjanae* у вида *J. protoverkhoyanicus* произошло утолщение концентрических морщин и исчезновение в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании.

На рубеже кыгылтасского и хорокытского времени *J. protoverkhoyanicus* сменился видом *J. talchanensis*, который приобрел более крупные размеры раковин, более выпуклую брюшную створку, более широкий, но менее глубокий синус, а также более длинный шлейф. При этом *J. talchanensis* унаследовал от предка сильно вытянутое в ширину очертание раковины и отсутствие в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании.

В начале хорокытского времени от *J. tatjanae* отделился относительно долгоживущий вид *J. crassus*, унаследовавший от предка квадратно-округлое очертание раковины и, в редких случаях, наличие в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании. В процессе морфогенеза у нового вида существенно увеличались размеры раковины и выпуклость брюшной створки, синус усилился, а концентрические морщины стали более грубыми и извилистыми.

В истории развития рода *Jakutoproductus* очень важным стало возникновение на рубеже кыгылтасского и хорокытского времени вида *J. verkhoyanicus*, который унаследовал от предка (вида *J. tatjanae*) прямоугольно-овальное очертание раковины, умеренно выпуклую брюшную створку, слабую обособленность области ушек, короткий шлейф, наличие в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании. При этом произошло увеличение размеров раковины, синус стал сильнее развит, макушка стала слабо заходить за замочный край, концентрические морщины стали толще и извилистее. Уменьшилось в передней части брюшной створки количество прямых игл с кольцевыми валиками в основании. Во второй половине

хорокытского времени этот вид приобрел несомненное доминирование в биотическом сообществе Верхоянского бассейна.

В позднехорокытское время от *J. verkhojanicus* отделился вид *J. lenensis*, унаследовавший прямоугольно-овальное очертание формы раковины, умеренную выпуклость и слабо заходящую за замочный край макушку, наличие в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании. Изменения коснулись увеличения размеров раковины и степени выпуклости брюшной створкой, удлинения шлейфа, ослабления синуса и сокращения в передней части брюшной створки количества прямых игл с кольцевыми валиками в основании. Несмотря на ограниченные ареалы (Макошин, Кутыгин, 2019), вид имеет большое значение для детализации хронологии хорокытского времени и биостратиграфии хорокытского горизонта (Макошин, 2016).

На рубеже хорокытского и эчийского времени *J. lenensis* сменился видом *J. insignis*, у которого сократилось количество прямых игл с кольцевыми валиками в основании, увеличились размеры раковины и степень выпуклости брюшной створки, а также усилился синус. В отличие от предка, географическое распространение вида *J. insignis* существенно расширилось, о чем свидетельствуют его находки не только в Верхоянье (Макошин, Кутыгин, 2013б), но и в Колымо-Омолонском регионе (Ганелин и др., 2001, 2007).

В начале эчийского времени от *J. insignis* отделился вид *J. terechovi*, у которого брюшная створка стала менее выпуклая, а синус менее развит. В передней части брюшной створки в районе синуса появился язычок, концентрические морщины стали более извилистыми, прямые иглы с кольцевыми валиками в основании исчезли.

В дальнейшем филогенезе рода *Jakutoproductus* от *J. terechovi* произошел вид *J. rugosus*, у которого изменения коснулись формы и строения брюшной створки: уменьшилась степень выпуклости и исчез язычок в передней части створки.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ РАКОВИН РОДА *JAKUTOPRODUCTUS*

Внутреннее строение брахиопод рода *Jakutoproductus* изучали А.С. Каширцев (1959а, 1959б), Т.Г. Сарычева (1968), Б.С. Абрамов, А.Д. Григорьева (1983) и В.Г. Ганелин (1973, 1991).

При выделении рода *Jakutoproductus* А.С. Каширцев (1959а, 1959б) охарактеризовал внутреннее строение спинной створки наличием маленького кардинального отростка. Он выяснил, что этот отросток является двураздельным, сидячим, не сильно выступающим за замочный край. Кардинальные валики, отклоняющиеся от замочного края, развиты в области ушек. Септа тонкая,

длинная, в задней трети массивная, раздвоенная. Отпечатки аддукторов представлены гладкими, не ветвистыми валиками. Брахиальные петли почковидные, отчетливые.

Т.Г. Сарычева (1968) более подробно рассмотрела внутреннее строение вида *J. cheraskovi*. Она установила, что внутри брюшной створки кардинальный валик протягивается до конца ушек, где несколько расширяется. Валик расположен немного спереди от ряда игл. Форма отпечатков аддукторов узкая, овальная, слегка выпуклая. С боков к отпечаткам аддукторов примыкают радиально штриховатые следы дидукторов, не имеющие ясного очертания. Скульптура внутренней поверхности полностью отражает наружную скульптуру и густо покрыта мелкими точечными углублениями. Внутри спинной створки имеется трехлопастной с внешней стороны кардинальный отросток, слабо выступающий за замочный край, а его миофор располагается почти под прямым углом к полости висцерального диска. Кардинальный отросток опирается на широкое утолщенное основание септы, которая протягивается до 3/4 длины висцерального диска. Брахиальные петли представлены тонкими незамкнутыми валиками. На всей внутренней поверхности, кроме следов наружной скульптуры, густо рассеяны мелкие сосочки. Выявленные особенности внутреннего строения *J. cheraskovi* считались типичными для рода *Jakutoproductus*. Однако позднее этот вид стал рассматриваться в качестве типового для рода *Verchojania* (Абрамов, 1970).

Позже Б.С. Абрамов и А.Д. Григорьева (1983) дополнили характеристику внутреннего строения спинной створки *Jakutoproductus*. Ими охарактеризовано основание септы, имеющее копьевидную форму. Отпечатки аддукторов примыкают к септе спереди от ее утолщенного основания. Брахиальные петли имеют поперечные ветви, почти параллельные замочному краю. Внутри брюшной створки рода *Verchojania* установлены узкие ланцетовидные отпечатки аддукторов, к которым с боков примыкают веерообразные крупные, грубо радиально исчерченные отпечатки дидукторов. Кардинальные валики развиты так же, как и у *Jakutoproductus*. Внутри спинной створки развитие кардинального отростка, септы, брахиальных петель, кардинального и маргинального валиков аналогично роду *Jakutoproductus*. Отпечатки аддукторов имеют каплевидную форму.

В.Г. Ганелиным (1973) установлено, что отпечатки аддукторов у представителей рода *Jakutoproductus* имеют ланцетовидную форму, ограниченную короткими валиками, отходящими от основания септы; брахиальные петли начинаются от переднего края отпечатков аддукторов; маргинальный пояс имеет округлый профиль и густо покрыт удлиненными или округлыми сосочками; кардинальный отросток снаружи трехлопастной.

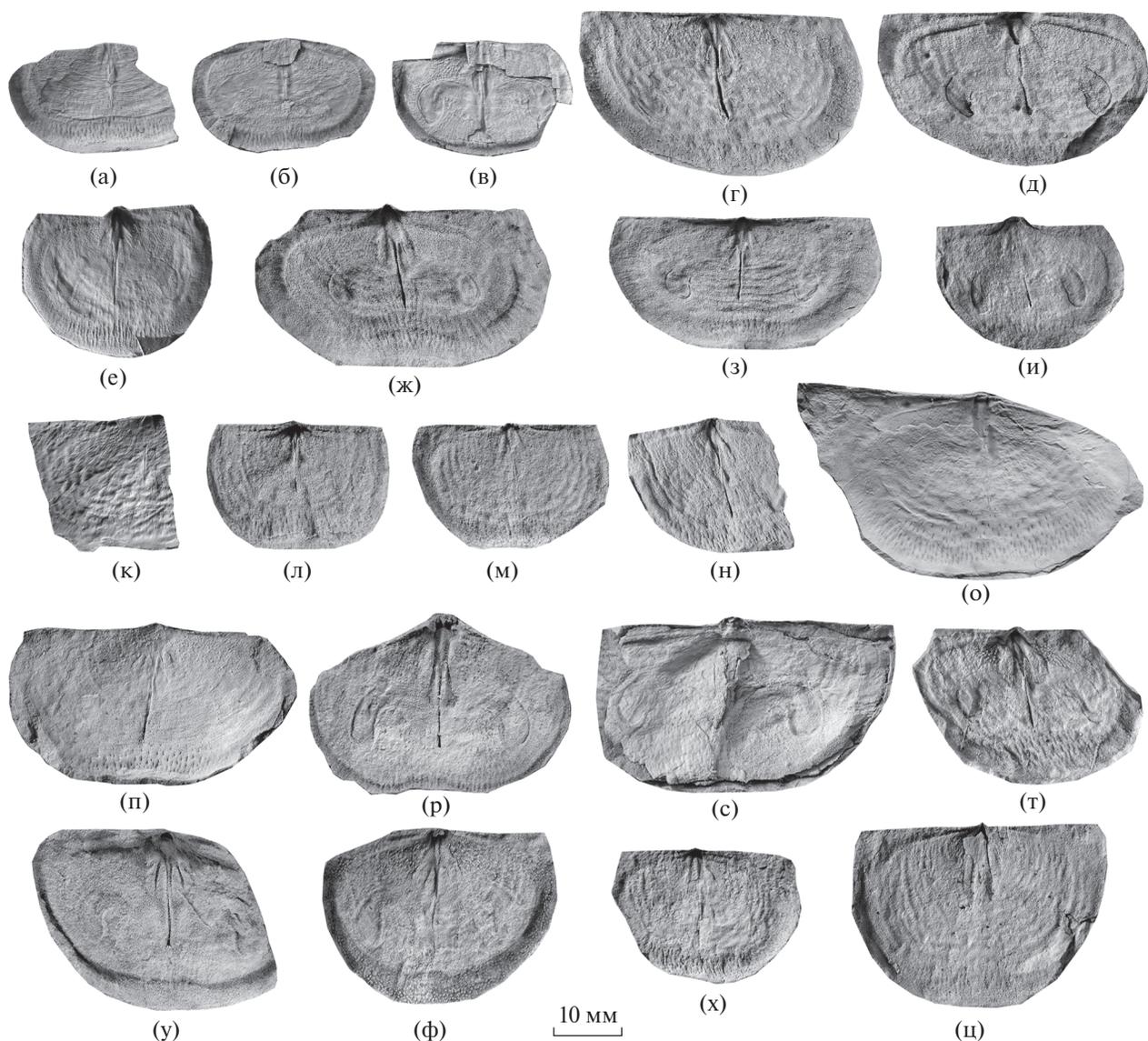


Рис. 6. Внутреннее строение спинных створок изученных ассельско-сакмарских брахиопод.

а–и – *Jakutoproductus verkhoianicus* (Fredericks): а–в – Кубалахский разрез, сл. 8, обр. 10р/2-8(264): а – экз. № 202/161-6; б – экз. № 202/161-21; в – экз. № 202/161-41; г – экз. № 202/330-8, руч. Суровый, сл. 87, обр. 1и/14-87(3686); д – экз. № 202/362-7, руч. Длинный, сл. 21, обр. 3и/14(88)-21(1020); е – экз. № 202/1-3, низовье р. Дьеленджа, сл. 3, обр. 2с/09-3(64); ж, з – среднее течение р. Дьеленджа, сл. 18, обр. 8и/00-18(471): ж – экз. № 202/111-39; з – экз. № 202/111-40; и – экз. № 202/206-3, руч. Рыжий, сл. 2, обр. 2с/11-2(29); к–н – *J. crassus* Kaschirzew: к – экз. № 202/160-11, Кубалахский разрез, сл. 4, обр. 10р/2-4(103); л, м – руч. Суровый, сл. 86, обр. 1и/14-86(3652): л – экз. № 202/331-5; м – экз. № 202/331-10; н – экз. № 202/295-5, р. Сетландя, сл. 69, обр. 1и/98(13)-69(2275); о, п – *J. lenensis* Makoshin: о – экз. № 202/164-2, Кубалахский разрез, сл. 12, обр. 10р/2-12(570); п – экз. № 202/354-39, руч. Мрачный, сл. 5, обр. 2и/14-5(128); р–т – *J. insignis* Abramov et Grigorjeva: р – экз. № 202/334-26, руч. Суровый, сл. 84, обр. 1и/14-84(3537); с – экз. № 202/366-20, руч. Длинный, сл. 19, обр. 3и/14(88)-19(739); т – экз. № 202/116-4, среднее течение р. Дьеленджа, сл. 51, обр. 8и/00-51(1350); у, ф – *J. terechovi* Zavadowsky: у – экз. № 202/338-1, руч. Суровый, сл. 81, обр. 1и/14-81(3418 А); ф – экз. № 202/210-2, руч. Рыжий, сл. 14, обр. 2с/11-14(657); х, ц – *J. rugosus* Ganelin: х – экз. № 202/345-6, руч. Суровый, сл. 75, обр. 1и/14-75(3308); ц – экз. № 202/348-35, руч. Суровый, сл. 74, обр. 1и/14-74(3290).

Позднее им было замечено, что у последних представителей рода *Jakutoproductus* кардинальный отросток снаружи становится четырехлопастным (Ганелин, 1991).

Наша коллекция ассельско-сакмарских брахиопод рода *Jakutoproductus*, у которых было изу-

чено внутреннее строение спинной створки, насчитывает 75 экземпляров.

Внутри спинной створки описанных видов рода *Jakutoproductus* наблюдаются брахиальные петли (рис. 6). У некоторых экземпляров петли протягиваются до средней (рис. би) или передней

части отпечатков аддукторов (рис. бж), у остальных они закругляются (рис. бв). Имеются ланцетовидные (рис. бг), реже продолговатые отпечатки аддукторов (рис. бо) длиной 1/3–1/2 длины спинного диска. Септа тонкая, протягивается через всю длину спинного диска, в редких случаях протяженностью 1/2 длины. В области макушки септа толще, чем в передней части створки. У некоторых экземпляров септа разделена желобком в средней и задней частях. Кардинальный валик под небольшим углом от области макушки протягивается до конца ушек, где несколько расширяется. Маргинальный пояс развит в переднем и боковых краях. Его ширина в передней части створки достигает 2–5 мм, а в боковых 2–3 мм. Пояс в передней части створки покрыт многочисленными тонкими продолговатыми сосочками. На боковых краях сосочки более округлые. Имеются слабые следы концентрических морщин и округлые ямочки от оснований игл в передней части брюшной створки. В редких случаях вдоль замочного края наблюдаются 3–4 ямки от оснований игл наружной скульптуры брюшной створки. Кардинальный отросток двураздельный с внутренней стороны и трехлопастной с внешней, слабо выступает за замочный край.

В изученном нами материале установлены широкие пределы изменчивости протяженности брахиальных петель, формы и длины аддукторов, длины септы, ширины маргинального пояса. Однако важных морфогенетических изменений внутреннего строения раковин рода *Jakutoproductus*, которые могли бы происходить на протяжении ассельско-сакмарского времени, не установлено. Для решения вопроса о возможной эволюции внутреннего строения якутопродуктусов необходимо продолжить сбор нового материала, с углубленным его изучением.

ПРОБЛЕМА ОБОСНОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ГРАНИЦ

Определение основных границ нижней перми в Восточной Сибири по брахиоподам осложнено эндемизмом фауны и отсутствием общих со стратотипической местностью (Южный Урал) короткоживущих таксонов. Поэтому основной группой, позволяющей проводить ярусное деление нижнепермских отложений в Верхоянье, являются аммоноидеи (Андрианов, 1985; Kutugin, 2006). Но из-за существенной редкости находок гониатитов и пролеканитов, важнейшей группой, позволяющей проследить нижнепермские биостратиграфические уровни по всему Верхоянскому региону, несомненно, остаются брахиоподы.

Проблема обоснования границы карбона и перми в стратиграфии Верхоянья является одной из самых сложных. В соответствии с решением коллоквиума по фауне брахиопод и гониатитов

Северо-Востока Азии (Решение..., 1966) и согласно решению коллоквиума по верхнекаменноугольным и пермским брахиоподам Верхоянья (Сарычева и др., 1976), граница карбона и перми в регионе ранее проводилась по смене брахиопод группы *Verchojania cherskovi* группой *Jakutoproductus verkhojanicus*. Проведя ревизию имеющегося палеонтологического материала и не изменяя положения нижней границы перми, Р.В. Соломина (1981) предложила для нее новый критерий обоснования – присутствие *Jakutoproductus protoverkhojanicus* и сопутствующих форм. Позднее в нижней части перми Р.В. Соломина (1997) выделила зону *J. protoverkhojanicus*, равную по объему мегенскому горизонту, относимому к ассельскому и сакмарскому нерасчлененным ярусам. Б.С. Абрамов и А.Д. Григорьева (1988) также считали вид *J. protoverkhojanicus* основным элементом наиболее древнего комплекса пермских беспозвоночных Верхоянья. Однако вмещающие отложения они относили к афонинскому горизонту, выделенному на р. Хоспохон в Южном Верхоянье. Появление вида *J. protoverkhojanicus* приходится на период позднекыгылтасской регрессии, когда в Верхоянском бассейне происходило накопление прибрежно-морских песчаных отложений дельтового комплекса (Будников и др., 2003), которые в Западном Верхоянье относятся к верхнекыгылтасской подсвите сетландинского горизонта (Клец и др., 2001). Поэтому находки морской фауны, позволяющей обособить зону *J. protoverkhojanicus* от подстилающих отложений, в регионе редки, что существенно усложняет выявление обособляемой границы в конкретных разрезах.

Данные по аммоноидеям свидетельствуют скорее о каменноугольном возрасте зоны *protoverkhojanicus*, нежели о пермском. В “пограничном слое” кыгылтасской и хорокытской свит стратотипа хорокытского горизонта и одноименной свиты (р. Дьеленджа) В.Н. Андрианов и Н.Н. Гаврильев обнаружили раковину пролеканита, уверенно отнесенную В.Н. Андриановым к позднекаменноугольному роду *Prouddenites* (Андрианов, 1981). Если в пограничном интервале кыгылтасской и хорокытской свит (и одноименных горизонтов) встречена каменноугольная форма, то кыгылтасскую свиту с зоной *protoverkhojanicus* следует относить к каменноугольной системе, а границу карбона и перми проводить в основании хорокытского горизонта, что и было принято на Третьем Межведомственном региональном стратиграфическом совещании по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Решения..., 2009). В связи с этим граница карбона и перми в Верхоянье фиксируется по появлению вида *Jakutoproductus verkhojanicus* (Fredericks) и сопутствующего комплекса беспозвоночных.

Вопрос о проведении границы между ассельским и сакмарским ярусами в Верхоянье оказался

еще более запутанным, чем ранее рассмотренная проблема нижней границы перми. Длительное время эти два яруса в регионе рассматривались нерасчлененными (Решения..., 1963, 1982). Привлекая данные по ископаемой флоре (Толстых, 1974), В.Н. Андрианов (1975) первоначально предложил с большой степенью условности относить к ассельскому ярусу кыгылтасский горизонт, а к сакмарскому — хорокытский. Однако уже вскоре это предложение было отвергнуто самим В.Н. Андриановым (1981) на основании рассмотренной выше находки пролеканита рода *Prouddenites*. В фундаментальном исследовании пермских аммоноидей Северо-Востока Азии В.Н. Андрианов (1985) признал невозможность биостратиграфического обособления в регионе ассельского и сакмарского ярусов, предлагая рассматривать их нерасчлененными. Таких позиций первоначально придерживались и его последователи (Budnikov et al., 1996). Позже Р.В. Кутыгин с коллегами (2002) предложил относить хорокытский горизонт к ассельским—нижнесакмарским отложениям, а нижнюю часть эчийского горизонта обособлять в верхнесакмарский подъярус. В этом случае положение границы ассельского и сакмарского яруса оставалось невыясненным. Проведя анализ таксономического состава комплексов аммоноидей, Р.В. Кутыгин (2007) пришел к заключению, что в нижнем (хорокытском) комплексе нет ни одного собственно сакмарского таксона и по наличию примитивных юрезанитов можно отнести этот комплекс к ассельскому ярусу. В таком случае граница между двумя нижними ярусами перми в Верхоянье совпадала бы с границей хорокытского и эчийского горизонтов, что было принято в последней региональной схеме (Решения..., 2009). Привлекательность такого построения заключается в том, что граница хорокытского и эчийского горизонтов приходится на очень важный и хорошо выделяющийся биостратиграфический рубеж, связанный с первым крупным в Верхоянье биотическим событием (Кутыгин, Рожин, 2015). Однако уже первые результаты переизучения хорокытских аммоноидей низовья р. Лена (Кутыгин, 2015а, 2015в, 2016) вынудили признать преждевременность проведения границы ассельско-сакмарской границы в основании эчийского горизонта (Кутыгин и др., 2013) и вернуться к ранним представлениям о неделимом ассельско-сакмарском интервале. В связи с этим в настоящей статье мы рассматриваем всю часть разреза нижней перми от основания хорокытского горизонта до основания слоев с *Uraloproductus stuckenbergianus* как отложения нерасчлененных ассельского и сакмарского ярусов (рис. 7).

ОПОРНЫЕ РАЗРЕЗЫ ЗОНАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ И ИХ КОРРЕЛЯЦИЯ

Палеонтологическая и литологическая характеристики основных разрезов зональных подраз-

делений ассельско-сакмарских отложений Верхоянья были рассмотрены нами ранее. Почти все биостратоны новой шкалы устанавливаются в Усть-Ленской (Макошин, Кутыгин, 2014; Макошин, 2016; Кутыгин, 2015в) и Восточно-Орулганской (Кутыгин и др., 2018) подзонах Северного Верхоянья. Опорные разрезы в перечисленных подзонах (рис. 8, 9) имеют важное значение для обоснования слоев с *lenensis* и зоны *rugosus*. В западно-верхоянских разрезах последняя зона рассматривается в составе нерасчлененных зон *terechovi*—*rugosus* (рис. 10). Обоснование биостратиграфического деления основных разрезов Куранахской подзоны, являющейся стратотипической для хорокытского и эчийского горизонтов, нами подробно рассмотрено в отдельных публикациях (Кутыгин и др., 2010; Kutygin, Makoshin, 2018; Kutygin et al., 2020; Макошин, Кутыгин, 2013а; Бяков, Кутыгин, 2015). Разрезы Кобычанской подзоны отличаются от разрезов Куранахской подзоны существенно сокращенными мощностями хорокытской и эчийской свит, хотя последовательность комплексов брахиопод остается неизменной. В Баринской подзоне (рис. 11) определяется взаимоотношение зон *protoverkhoyanicus* и *verkhoyanicus*, а в нижней части последней выделяются слои с *talchanensis*. Брахиоподы Южного Верхоянья были собраны в 1985 г. Н.Е. Давыдовым в бассейне р. Менкюле, на руч. Хоспохчон. Ассельско-сакмарские отложения здесь представлены средне- и верхнеольчанской подсветами и побединской свитой. В среднеольчанской подсвете определены виды *Jakutoproductus verkhoyanicus* (Fredricks) и *J. crassus Kaschirzew*. Верхнеольчанская подсвета и нижняя часть побединской свиты охарактеризованы единичными *Jakutoproductus* sp. и *Rhynchopora* sp.

ЗОНАЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

В объеме хорокытского горизонта выделена зона *Jakutoproductus verkhoyanicus*, в нижней и верхней частях которой обособлены соответственно слои с *J. talchanensis* и слои с *J. lenensis*. В нижней части эчийского горизонта вместо ранее принятых слоев с *J. rugosus* (Решения..., 2009) выделяются зоны *J. insignis*, *J. terechovi* и *J. rugosus*. Установленные в Верхоянье зоны *insignis*, *terechovi* и *rugosus* в нижней части эчийского горизонта способствуют уточнению внутрорегиональной корреляции ассельско-сакмарских отложений и позволяют пересмотреть сопоставление биостратиграфических шкал нижней части перми Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского горизонтов (рис. 12). Сопоставление огонерского горизонта Колымо-Омолонского региона проводится с эчийским горизонтом Верхояно-Охотского региона на основании присутствия в обоих регионах видов-индексов зон *insignis*, *terechovi* и

Система	Приуральский	Ассельский-сакмарский	Хорокытский	Зоны и слои по брахиоподам	Усть-Ленская СФП	Восточно-Орулганская СФП	Кобыланская СФП	Куранахская СФП				Бараинская СФП		
Отдел	Приуральский													
Ярус	Ассельский-сакмарский													
Горизонт	Верхнекубалакская подсвита		Слои с talchansis		Метенская свита		Хорокытская свита		Хорокытская свита		Хорокытская свита		Хорокытская свита	
Усть-Ленская СФП	Кубалахский разрез		● J. rugosus ● J. terechovi ● J. insignis ● J. insignis		● J. rugosus ● J. sp. ● J. terechovi		● J. sp. ● J. insignis ● J. insignis		● J. terechovi ● J. insignis ● J. insignis		● J. sp. ● J. terechovi ● J. sp. ● J. insignis		● J. cf. terechovi ● J. sp. ● J. insignis ● J. insignis	
Восточно-Орулганская СФП	Бассейн р. Соболюх-Маян		● J. lenensis, ● J. crassus ● J. verkho-yanicus		● J. lenensis, ● J. crassus ● J. verkho-yanicus		● J. sp. ● J. verkho-yanicus ● J. verkho-yanicus ● J. sp.		● J. sp. ● J. crassus ● J. sp.		● J. sp. ● J. lenensis ● J. verkho-yanicus, ● J. crassus ● J. sp. ● J. verkho-nensis ● J. crassus ● J. sp.		● J. verkho-yanicus ● J. crassus ● J. verkho-yanicus ● J. sp. ● J. verkho-yanicus, ● J. crassus ● J. talcha-nensis ● J. verkho-yanicus, ● J. crassus, ● J. talcha-nensis	
Кобыланская СФП	Бассейн р. Дяньшань, руч. Мутный		● J. verkho-yanicus		● J. verkho-yanicus		● J. sp. ● J. insignis ● J. insignis		● J. sp. ● J. insignis ● J. insignis		● J. sp. ● J. terechovi ● J. sp. ● J. insignis		● J. sp. ● J. verkho-yanicus ● J. crassus ● J. talcha-nensis ● J. verkho-yanicus ● J. sp.	
Куранахская СФП	Бассейн р. Келе		● J. verkho-yanicus		● J. terechovi ● J. insignis ● J. insignis		● J. sp. ● J. insignis ● J. insignis		● J. sp. ● J. insignis ● J. insignis		● J. sp. ● J. terechovi ● J. sp. ● J. insignis		● J. sp. ● J. verkho-yanicus ● J. crassus ● J. talcha-nensis ● J. verkho-yanicus ● J. sp.	
Бараинская СФП	Бассейн р. Барайы		● J. verkho-yanicus, ● J. crassus		● J. terechovi ● J. sp.		● J. sp.		● J. sp.		● J. sp.		● J. terechovi ● J. sp.	

Рис. 7. Корреляция ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам. СФП – структурно-фациальная подзона.

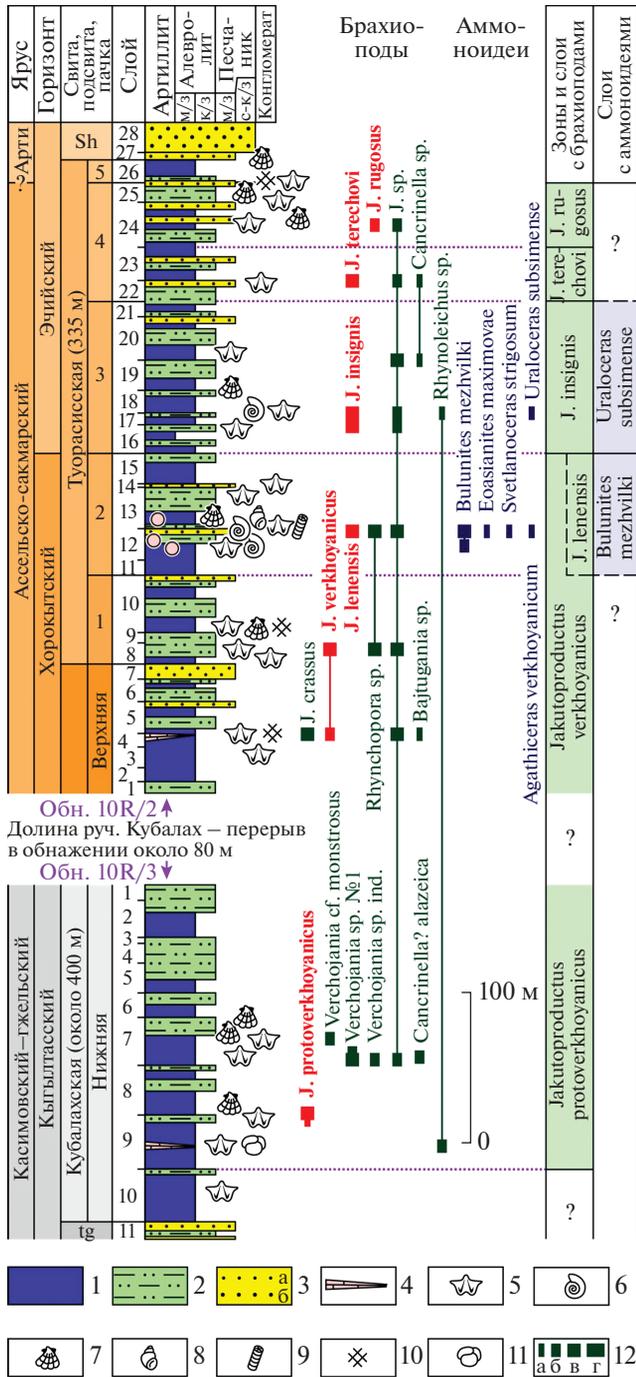


Рис. 8. Распространение брахиопод и аммоноидей в Кубалахском разрезе (Усть-Ленская подзона Северного Верхоянья).
 1 – алевролиты мелкозернистые; 2 – алевролиты крупнозернистые; 3 – песчаники: а – мелкозернистые, б – средне- и крупнозернистые; 4 – прослои карбонатных пород; 5 – брахиоподы; 6 – аммоноидеи; 7 – двустворчатые моллюски; 8 – гастроподы; 9 – криноидеи; 10 – мшанки; 11 – фораминиферы; 12 – число экземпляров в коллекции: а – единицы, б – до десяти, в – первые десятки, г – более полусотни. Сокращения: стратиграфические подразделения: gz – гжельский ярус, hr – хорокытская свита, kg – кыгылтасская свита и кыгылтасский горизонт, sh – сахаинская свита, tg – тугасирская свита, hb – хабахская свита, арти – артинский ярус; роды: J. – *Jakutoproductus*. Здесь и на рис. 9–11 жирным шрифтом (красным для цветной электронной версии) показано распространение зональных видов индексов.

Зона Jakutoproductus verkhoyanicus

В и д - и н д е к с: *Jakutoproductus verkhoyanicus* (Fredericks) (Фредерикс, 1931, с. 211, табл. I, фиг. 3, 11–13).

Номенклатура. Выделена В.Г. Ганелиным (1984) в отложениях мунугуджакского горизонта правобережья р. Мунугуджак (Колымо-Омолонский регион). Однако позднее зона *verkhoyanicus* была заменена на лону (зону) *insignis* (Ганелин и др., 2001). В Верхоянье А.Г. Клец (1988) выделил слои с *Jakutoproductus verkhoyanicus*–*Spirelytha fredericksi*, которые позже стали рассматриваться в ранге зоны хорокытского горизонта (Клец, 2005). Р.В. Соломина (1997) устанавливала зону *verkhoyanicus* в средней части верхоянской свиты в низовье р. Лена.

Стратотип. Западное Верхоянье, р. Эндыбал (Аркачан-Эчийское междуречье), хорокытская свита.

Комплекс брахиопод. Зональный комплекс содержит *Jakutoproductus verkhoyanicus* (Fredericks), *J. crassus* Kaschirzew, *J. protoverkhoyanicus* Kaschirzew, *J. talchanensis* Makoshin, *J. lenensis* Makoshin, *J. sp.*, *Tornquistia pseudobrama* (Zavodowsky), *Anidanthus boikowi* (Stepanov), *A. sp.*, *Cancrinella? grandis* Solomina, *C.? janschewskiana* (Stepanov), *C.? sp.*, *Rhynoleichus etschiensis* Abramov et Grigorjeva, *Rh. sp.*, *Linoproductus sp.*, *Rhynchopora sp.*

Стратиграфический объем. Нижняя граница зоны проводится в основании хорокытского горизонта по первому появлению вида-индекса. Верхняя граница зоны проводится в основании эчийского горизонта по первому появлению вида *Jakutoproductus insignis*. В стратиграфической схеме Верхояно-Охотского региона зона установлена в объеме хорокытского горизонта.

Распространение. Верхояно-Охотский регион.

gigosus, в то время как сопоставление ороцкого и хорокытского горизонтов остается дискуссионным (Котляр и др., 2018). С зоной *verkhoyanicus*, вероятно, сопоставляется зона *expositus* ороцкого горизонта Колымо-Омолонского региона, поскольку оба биостратона перекрываются зоной *insignis*. Определение геохронологического взаимоотношения с зоной *mirandus* ороцкого горизонта Колымо-Омолонского региона требует дополнительных исследований.

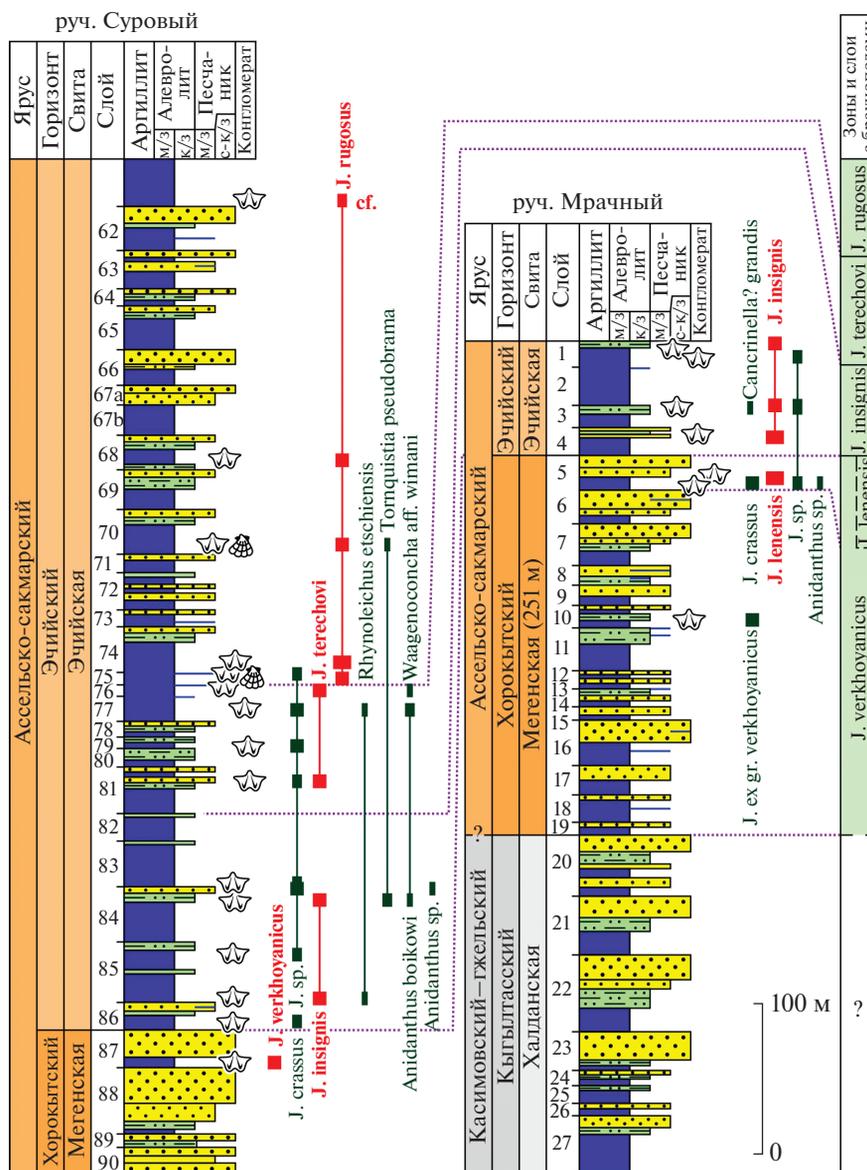


Рис. 9. Распространение брахиопод в разрезах Восточно-Орлганской подзоны (ручьи Суровый и Мрачный) Северного Верхоянья. Условные обозначения см. на рис. 8.

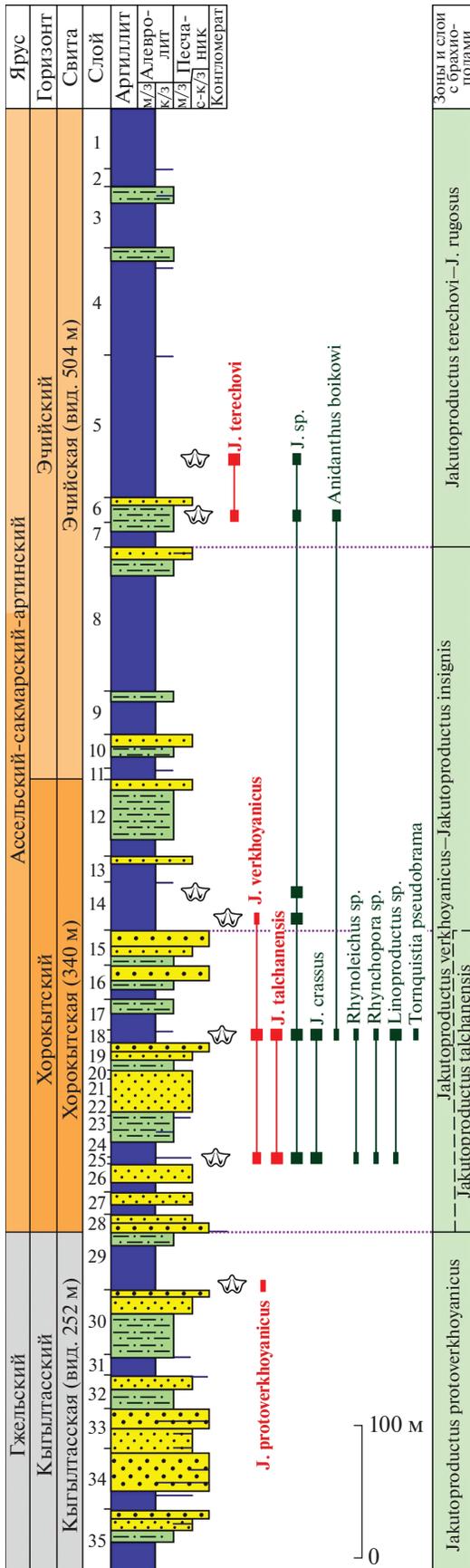
З а м е ч а н и я. В качестве стратотипа зоны *Jakutoproductus verkhoyanicus*—*Spirelytha fredericki* А.Г. Клец (2005) указывал разрез нижнеэчийской подсвиты по р. Аркачан. В долине р. Аркачан (лево-бережье) вскрывается только верхняя часть зоны *verkhoyanicus*, и приурочена она не к эчийской, а к хорокытской свите (Макошин, Кутыгин, 2013а). Наиболее полный разрез хорокытского горизонта в Аркачан-Эчийском междуречье располагается на р. Эндыбал (левый приток р. Аркачан). Именно этот разрез следует считать стратотипическим для рассматриваемой зоны.

Помимо брахиопод, в отложениях зоны установлены двустворки *Astartella permocarbonica* (Tschernyschew), *Wilkingia* aff. *verchojanica* (Mur-

omzeva), *Kolymopecten mutabilis* (Licharew), *Phestia* aff. *jamesi* (Biakov), *Ph.* cf. *kolyvanica* (Muromzeva), *Nuculopsis* cf. *postolegi* Biakov, *Myophossa* cf. *subarbitrata* (Dickins) (здесь и далее определения остатков двустворчатых моллюсков сделаны А.С. Бяковым). Также зона характеризуется аммоноидеями *Bulunites mezhvilki* Andrianov, *Somoholites sebyanicus* Kutugin, *Eoasianites menneri* (Andrianov), *E. maximovae*, *Svetlanoceras strigosum* (Ruzhencev), *Agathiceras verkhoyanicum* Andrianov, *Prouddenites* sp., *Neoronorites* sp., *Metapronorites* sp.

Слоу с Jakutoproductus talchanensis

В и д - и н д е к с: *Jakutoproductus talchanensis* Makoshin (Макошин, 2016, с. 39, табл. VI, фиг. 1–20).



←
Рис. 11. Распространение брахиопод в разрезе по р. Талчан (Бараинская подзона Западного Верхоянья).
 Условные обозначения см. на рис. 8.

Система	Отдел	Верхоянье		Колымо-Омолонский регион		
		Зоны и слои с брахиоподами (настоящая работа)		Лона (Ганелин и др., 2001)		
		Ярус	Горизонт	Лона	Горизонт	
Пермская	Приуральский	Артинский	Слой с <i>Uraloproductus stuckenbergianus</i>	<i>Jakutoproductus burgaliensis</i>	Коаркты-чанский	
			<i>Jakutoproductus rugosus</i>	<i>Jakutoproductus rugosus</i>		Огонерский
			<i>Jakutoproductus terechovi</i>	<i>Jakutoproductus terechovi</i>		
		Ассельский-сакмарский	Эчийский	<i>Jakutoproductus insignis</i>	<i>Jakutoproductus insignis</i>	Орочский
				<i>Jakutoproductus verkhoyanicus</i>	<i>Verchojania expositus</i>	
				Слой с <i>Jakutoproductus lenensis</i>		
Хорокытский	Хорокытский	Слой с <i>Jakutoproductus talchanensis</i>	<i>Verchojania mirandus</i>			
		Слой с <i>Jakutoproductus talchanensis</i>				

Рис. 12. Сопоставление схем зонального деления нижнепермских отложений Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов по брахиоподам.

Совместно с видом-индексом были обнаружены многочисленные раковины гониатитов *Bulunites mezhvilki* Andrianov, характеризующие в Верхоянье одноименные биостратиграфические слои (Кутыгин и др., 2002; Kutygin, 2006). Верхняя граница слоев проводится в основании слоя 16 Кубалахского разреза по подошве зоны *J. insignis* средней части туорасисской свиты (Макошин, Кутыгин, 2014).

Комплекс брахиопод. В биостратоне встречены *Jakutoproductus lenensis* Makoshin, *J. crassus* Kaschirzew, *J. sp.*, *Anidanthus sp.*, *Rhynchopora sp.*

Стратиграфический объем. Нижняя граница проводится внутри хорокытского горизонта по первому появлению вида-индекса. Верхняя граница расположена в основании зоны *insignis* эчийского горизонта. Биостратон приурочен к верхней части зоны *J. verkhoyanicus* хорокытского горизонта.

Распространение. Северное и Западное Верхоянье.

З а м е ч а н и я. В слоях с *lenensis* присутствуют амmonoидеи хорокытского комплекса (Кутыгин и др., 2002) и двустворки *Pyramus cf. aenigmaeformis* Biakov, *Phestia cf. flexuosa* (Lutkevich et Lobanova), *Ph. aff. jamesi* (Biakov).

Зона *Jakutoproductus insignis*

Вид-индекс: *Jakutoproductus insignis* Abramov et Grigorjeva (Абрамов, Григорьева, 1988, с. 116, табл. VI, фиг. 5–7, табл. VII, фиг. 6–7).

Номенклатура. Зону (лону) *insignis* выделил В.Г. Ганелин (Ганелин и др., 2001) в нижней части огонерского горизонта Колымо-Омолонского региона. По неопубликованным материалам крупномасштабной государственной геологической съемки, А.И. Некрасов устанавливал подзону *insignis* зоны *crassus* в нижней части эчийской свиты Аркачан-Эчийского междуречья.

Стратотип. Колымо-Омолонский регион, р. Мунугуджак, мунугуджакский надгоризонт, нижняя часть огонерского горизонта (Ганелин, 1984; Ганелин и др., 2001).

Комплекс брахиопод. В зоне обнаружены *Jakutoproductus insignis* Abramov et Grigorjeva, *J. crassus* Kaschirzew, *J. sp.*, *Tornquistia pseudobrama* (Zavodowsky), *Anidanthus boikowi* (Stepanov), *A. sp.*, *Cancrinella?* *grandis* Solomina, *C.?* *sp.*, *Rhynoleichus etschiensis* Abramov et Grigorjeva, *Rh. sp.*

Стратиграфический объем. Зона установлена в нижней части эчийского горизонта. Нижняя граница проводится в основании указанного горизонта по появлению вида-индекса. Верхняя граница расположена в подошве зоны *terechovi*.

Распространение. Верхояно-Охотский и Колымо-Омолонский регионы.

Замечания. Кроме брахиопод, в зоне обнаружены аммоноидеи *Uraloceras subsimense* Kutugin, *Andrianovia bogoslovskyi* (Andrianov) и двустворки *Phestia* aff. *jamesi* (Biakov), *Ph. undosa* (Murumzeva), *Nuculopsis* *sp.*, *Heteropecten?* *sp. indet.*, *Cypricardinia orientalis* (Licharew), *Oriocrassatella* ex gr. *stokesi* Etheridge, *Myonia* *sp.* Находки аммоноидей *A. bogoslovskyi* свидетельствуют о принадлежности зоны *insignis* к сакмарскому ярусу.

Зона *Jakutoproductus terechovi*

Вид-индекс: *Jakutoproductus terechovi* Zavodowsky (Заводовский, 1970, с. 83, табл. XXIII, фиг. 10, табл. XXVII, фиг. 5–9).

Номенклатура. В.Г. Ганелин (1984, 1991; Ганелин и др., 2001) выделил зону (лону) *terechovi* в средней части огонерского горизонта Колымо-Омолонского региона. В Верхоянье она первоначально рассматривалась в качестве слоев с *terechovi* (Макошин, Кутыгин, 2014).

Стратотип. Колымо-Омолонский регион, р. Мунугуджак, мунугуджакский надгоризонт, средняя часть огонерского горизонта (Ганелин, 1984; Ганелин и др., 2001).

Комплекс брахиопод. В Верхоянье зона охарактеризована брахиоподами *Jakutopro-*

ductus terechovi Zavodowsky, *J. sp.*, *Anidanthus boikowi* (Stepanov), *Cancrinella?* *grandis* Solomina, *Rhynoleichus etschiensis* Abramov et Grigorjeva, *Waagenoconcha* aff. *wimani* (Fredericks). В разрезе по руч. Длинный в основании зоны вместе с видом-индексом встречены единичные *J. insignis* Abramov et Grigorjeva.

Стратиграфический объем. В Верхоянье зона *terechovi* установлена в нижней части эчийского горизонта выше зоны *insignis* и ниже зоны *rugosus*. Нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса; верхняя граница – в основании зоны *rugosus*.

Распространение. Колымо-Омолонский регион и Верхоянье.

Замечания. Вероятно, из этой зоны происходят находки аммоноидей *Uraloceras omolonense* Bogoslovskaya et Voiko и самых древних в Восточной Сибири иноцерамоподобных двустворок, относящихся к виду *Aphanaia kletzi* Biakov (Бяков, Кутыгин, 2015).

Зона *Jakutoproductus rugosus*

Вид-индекс: *Jakutoproductus rugosus* Ganelin (Ганелин, 1991, с. 52, табл. III, фиг. 12–13).

Номенклатура. В Колымо-Омолонском регионе В.Г. Ганелин выделил зону (лону) *rugosus* в верхней части огонерского горизонта (Ганелин, 1984, 1991; Ганелин и др., 2001). В Верхоянье А.Г. Клец (1988, 1995, 2005; Клец и др., 2001) установил зону *Jakutoproductus rugosus*–*Alispiriferella gydanensis* в нижней части эчийского горизонта.

Стратотип. Колымо-Омолонский регион, р. Мунугуджак, мунугуджакский надгоризонт, верхняя часть огонерского горизонта (Ганелин, 1984; Ганелин и др., 2001).

Комплекс брахиопод. В изученных разрезах Верхоянья, помимо вида-индекса, зона характеризуется наличием брахиопод *Tornquistia pseudobrama* (Zavodowsky).

Стратиграфический объем. В Верхоянье зона устанавливается в средней части эчийского горизонта выше зоны *terechovi* и ниже слоев с *Uraloproductus stuckenbergianus* (Kutugin et al., 2020). Нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса, а верхняя – в основании слоев со *stuckenbergianus*.

Распространение. Колымо-Омолонский регион и Верхоянье.

Замечания. В изученных разрезах Верхоянья в зоне *rugosus* определены двустворки *Pugamus* aff. *nelliae* Biakov, *Phestia* aff. *undosa* (Murumzeva).

ОПИСАНИЕ БРАХИОПОД

Все описанные экземпляры хранятся в Институте геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск (коллекция № 202).

ТИП BRACHIOPODA DUMERIL, 1806

ПОДТИП RHYNCHONELLIFORMEA WILLIAMS, CARLSON, BRUNTON, HOLMER ET POPOV, 1996

КЛАСС STROPHOMENATA WILLIAMS, CARLSON, BRUNTON, HOLMER ET POPOV, 1996

ОТРЯД PRODUCTIDA SARYTCHEVA ET SOKOLSKAYA, 1959

ПОДОТРЯД PRODUCTIDINA WAAGEN, 1883

НАДСЕМЕЙСТВО PRODUCTOIDEA GRAY, 1840

СЕМЕЙСТВО PRODUTELLIDAE SCHUCHERT, 1929

ПОДСЕМЕЙСТВО PLICATIFERINAE MUIR-WOOD ET COOPER, 1960

Триба Levipustulini Lazarev, 1985

Род Jakutoproductus Kaschirzew, 1959

Jakutoproductus verkhojanicus (Fredericks, 1931)

Табл. I, фиг. 1–28; рис. 6а–6и

Marginifera verkhojanica: Фредерикс, 1931, с. 211, табл. I, фиг. 3, 11–13.

Productus (Plicatifera?) verkhojanicus: Степанов, 1946, с. 201, табл. II, фиг. 2–9.

Productus (Plicatifera) verkhojanicus: Каширцев, 1955, с. 79, табл. II, фиг. 4–9.

Jakutoproductus verkhojanicus: Каширцев, 1959а, с. 29, табл. III, фиг. 16; Каширцев, 1959б, с. 35, табл. XIII, фиг. 9–10; Сарычева и др., 1960, табл. XXXV, фиг. 9–10; Устрицкий, Черняк, 1963, с. 75, табл. V, фиг. 1–4; Котляр, Попеко, 1967, с. 103, табл. XVIII, фиг. 1–8; Соломина, 1970, с. 76, табл. III, фиг. 10–11; Абрамов, 1970, с. 114, табл. VII, фиг. 2–7, 10, табл. VIII, фиг. 1, 4; Абрамов, 1974, с. 79, табл. I, фиг. 3–4; Соломина, 1981, с. 73, табл. V, фиг. 1–3; Абрамов, Григорьева, 1988, с. 111, табл. IV, фиг. 4, 7, 13, табл. V, фиг. 20; Shi, 1994, р. 115, figs. 4A–4J; Shi, Waterhouse, 1996, р. 63, pl. 5, figs. 10–23; Клещ, 2005, табл. VI, фиг. 1, 3–6; Макошин, Кутыгин, 2013а, рис. 4а–4г, 4и–4к; Макошин, Кутыгин, 2014, рис. 2б–2в; Кутыгин и др., 2018, рис. 3А–3Б; Kutygin et al., 2020, figs. 41–4S.

Jakutoproductus crassus: Соломина, 1981, с. 74, табл. V, фиг. 4; Абрамов, Григорьева, 1988, с. 115, табл. V, фиг. 23, 24, табл. VI, фиг. 2.

Jakutoproductus parenensis: Абрамов, Григорьева, 1988, с. 118, табл. IV, фиг. 11, табл. V, фиг. 2–3, 5.

Лектотип – ЦНИГР музей, № 2320/3; верхняя р. Дулгалах, в 10 верстах за перевалом, нижняя пермь; изображен Г.Н. Фредериксом (1931, табл. I, фиг. 3, 11); избран Р.В. Соломиной (1981, с. 73).

Описание. Раковины средних размеров поперечно-овальной очертания. Размеры раковины ($L \times W$), где L – длина раковины, W – ширина раковины) от 17×28 до 22×49 мм, длина брюшной створки по изгибу от 19 до 31 мм. Наибольшая ширина приурочена к средней части створки. Брюшная створка умеренно выпуклая (H/L от

0.08 до 0.38, среднее 0.20; CL/L от 1.04 до 1.41, среднее 1.18, где H – высота раковины, L – длина раковины и CL – длина раковины по изгибу), наибольшая выпуклость приурочена к средней части створки. У некоторых экземпляров в передней части брюшной створки имеется короткий шлейф (2–4 мм). Макушка умеренно выпуклая, слабообособленная, слабозаходящая, реже не заходящая за замочный край, по величине макушечного угла широкая. Ушки маленькие, треугольные, с тупым кардинальным углом, слабообособленные плавным перегибом. Синус хорошо развитый, неширокий, слабо углубленный, протяженностью через всю длину брюшной створки. В передней части он слабо выполаживается. Скульптура брюшной створки представлена слегка волнистыми, иногда тонкими и правильными концентрическими морщинами и немногочисленными пустулами, расположенными в шахматном порядке. Вдоль замочного края наблюдаются 2–3 (реже 4–5) основания лежащих игл, в основании ушка 1–2. В передней части брюшной створки имеется ряд немногочисленных прямых игл (от 4 до 9), имеющих кольцевые валики в основании.

Спинная створка со слабоогнутым иногда плоским висцеральным диском. Синусу соответствует слабое седло. Скульптура спинной створки является отражением скульптуры брюшной створки. Имеются тонкие не волнистые, реже слабоволнистые концентрические морщины и продолговатые ямки.

Внутри спинной створки наблюдаются следы брахиальных петель, протягивающиеся до средней части аддуктора, реже закругляющиеся. Также наблюдаются ланцетовидные, реже продолговатые отпечатки аддукторов длиной $1/3$ – $1/2$ длины спинного диска. Маргинальный пояс развит на переднем и боковых краях. Его ширина в передней части створки достигает 4 мм, а на боковых краях 2–3 мм. Пояс в передней части створки покрыт многочисленными тонкими продолговатыми сосочками. На боковых краях сосочки более округлые. Септа тонкая, протяженностью через всю длину спинного диска. В области макушки септа толще, чем в передней части створки. Имеются слабые следы правильных концентрических морщин и округлые ямочки от оснований игл в передней части брюшной створки.

Изменчивость. Индивидуальная изменчивость проявляется в степени вытянутости в ширину формы раковины, выпуклости брюшной створки, развитии синуса и резкости концентрических морщин. Экземпляры, собранные в отложениях рек Талчан и Сетландя, более вытянутые в ширину, а талчанские экземпляры имеют более резкий синус. Образцы с руч. Хоспохчон обладают более грубыми и резкими концентрическими морщинами. Варьирует длина шлейфа. В передней ча-

сти брюшной створки варьирует количество прямых игл с кольцевыми валиками в основании от 3–4 до 8–9, в зависимости от их сохранности. У раковин, собранных в Кубалахском разрезе и на руч. Суrowый, большее количество прямых игл с кольцевыми валиками в передней части брюшной створки, чем у остальных собранных форм.

Сравнения. *J. verkhojanicus* отличается от *J. crassus* более частыми в передней части брюшной створки прямыми иглами с кольцевыми валиками в основании, преимущественно прямоугольно-овальной формой раковины, менее резким синусом, менее резко обособленными ушками. От *J. lenensis* отличается менее выпуклой брюшной створкой, меньшими размерами раковин, более развитым синусом и более частыми в передней части брюшной створки прямыми иглами с кольцевыми валиками в основании. От *J. talchanensis* отличается менее вытянутой в ширину формой раковины, менее выпуклой брюшной створкой и наличием в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании.

Замечания. В результате изучения коллекций Р.В. Соломиной и Б.С. Абрамова с А.Д. Григорьевой нами было пересмотрено видовое определение отдельных экземпляров. К виду *J. verkhojanicus* были отнесены экземпляры №№ 11828/4 и 11828/26, определенные Р.В. Соломиной как *J. crassus* (Соломина, 1981, табл. V, фиг. 4), так как они обладают прямоугольно-овальной формой раковины, менее резким синусом, слабообособленными ушками. По этим же признакам к *J. verkhojanicus* отнесены экз. №№ 4065/274, 4065/275, 4065/287, определенные как *J. crassus* (Абрамов, Григорьева, 1988, табл. V, фиг. 23, 24, табл. VI, фиг. 2). Также к *J. verkhojanicus* следует относить экземпляры №№ 4065/141, 4065/163, 4065/170, 4065/251, определенные Б.С. Абрамовым и А.Д. Григорьевой как *J. parenensis* (Абрамов, Григорьева, 1988, табл. IV, фиг. 11, табл. V,

фиг. 2–3, 5). Они характеризуются менее выпуклой брюшной створкой, более широким и четким синусом, слабообособленными ушками, свойственными *J. verkhojanicus*.

Распространение. Нижняя пермь Верхоянья, Таймыра, Забайкалья и Северного Юкона. Для подтверждения или опровержения данных о присутствии вида в нижней перми Колымо-Омолонского региона, Новой Земли и Новосибирских островов требуется проведение монографического изучения соответствующих коллекций.

Материал и местонахождение. 347 экземпляров из туорасисской свиты Хараулахского хребта, мегенской свиты Орулганского хребта, хорокытской свиты и низов эчийской свиты Западного Верхоянья и ольчанской свиты Южного Верхоянья. В низовье р. Лена (Кубалахский разрез) найден 41 экз. В верховьях р. Соболах-Маян обнаружены 17 экз. на руч. Суrowый и 9 экз. на руч. Длинный. В Западном Верхоянье найдены: 20 экз. на руч. Рыжий, 8 экз. на руч. Аккорд, 14 экз. на левобережье р. Аркачан, в 3–4 км выше устья р. Эндыбал, 17 экз. на руч. Кузьминский, 12 экз. на руч. Старый, 10 экз. в верховьях р. Аллара-Хадарынья, 51 экз. в низовье р. Дьеленджа, 61 экз. в среднем течении р. Дьеленджа, 28 экз. на р. Сетландя, 42 экз. на р. Талчан. В Южном Верхоянье собраны 17 экз. на руч. Хоспохчон.

Jakutoproductus insignis Abramov et Grigorjeva, 1988

Табл. II, фиг. 1–19; рис. 6р–6т

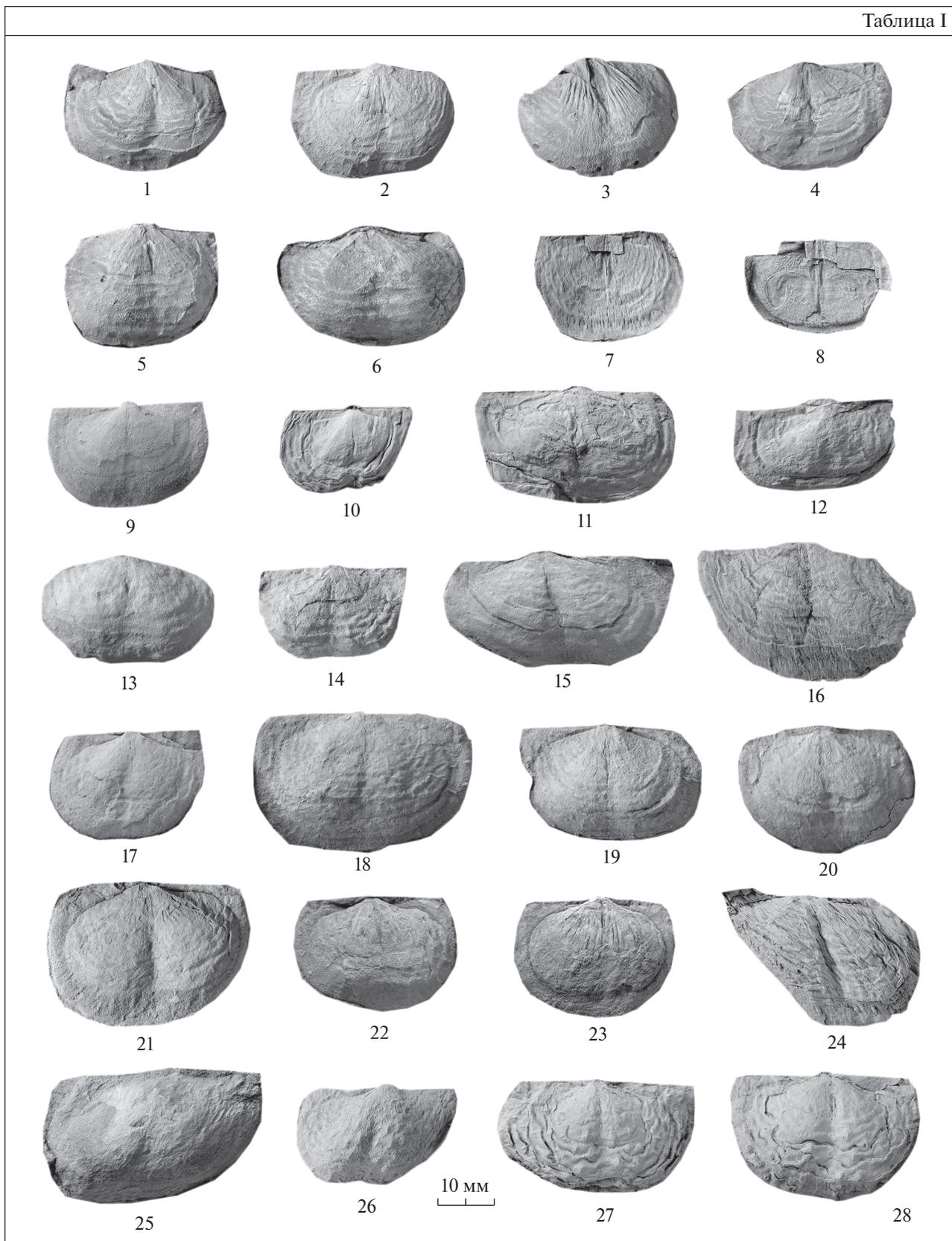
Jakutoproductus insignis: Абрамов, Григорьева, 1988, с. 116, табл. VI, фиг. 5–7, табл. VII, фиг. 6, 7; Кутыгин и др., 2010, рис. 4д–4е; Макошин, Кутыгин, 2013а, рис. 4л–4о; Макошин, Кутыгин, 2013б, рис. 3а–3и; Макошин, Кутыгин, 2014, рис. 2е–2ж; Кутыгин и др., 2018, рис. 3Д–3Е; Kutygin et al., 2020, figs. 4C–4G.

Jakutoproductus verkhojanicus: Заводовский, 1970, с. 82, табл. XL, фиг. 5; Ганелин, 1991, с. 51, табл. III, фиг. 10–11.

Таблица I. Брахиоподы *Jakutoproductus verkhojanicus* (Fredericks).

1–8 – Северное Верхоянье, Кубалахский разрез, зона *verkhojanicus*, туорасисская свита, сл. 8, обр. 10р/2-8(264): 1–6 – ядра брюшных створок: 1 – экз. № 202/161-2, 2 – экз. № 202/161-3, 3 – экз. № 202/161-4, 4 – экз. № 202/161-5, 5 – экз. № 202/161-17, 6 – экз. № 202/161-18; 7 – экз. № 202/161-39, спинная створка; 8 – экз. № 202/161-41, внутреннее строение спинной створки; 9 – экз. № 202/20-5, брюшная створка; Западное Верхоянье, р. Аркачан, 3–4 км выше устья р. Эндыбал, зона *verkhojanicus*, хорокытская свита, обр. 1/1999; 10–14 – Западное Верхоянье, р. Мангазейка, руч. Кузьминский, зона *verkhojanicus*, хорокытская свита: 10 – экз. № 202/31-1, ядро брюшной створки, обр. 4758/3; 11, 12 – брюшные створки, обр. 4459; 11 – экз. № 202/37-3, 12 – экз. № 202/37-4; 13, 14 – брюшные створки, обр. 4458/11; 13 – экз. № 202/43-2; 14 – экз. № 202/43-4; 15 – экз. № 202/124-9, брюшная створка; Западное Верхоянье, р. Аллара-Хадарынья, зона *verkhojanicus*, хорокытская свита, сл. 31, обр. 1и/08-31(1255); 16 – экз. № 202/129-1, брюшная створка; там же, сл. 45, обр. 1и/08-45(1638); 17–21 – брюшные створки; Западное Верхоянье, низовье р. Дьеленджа, зона *verkhojanicus*, хорокытская свита, сл. 3: 17 – экз. № 202/1-1, обр. 2с/09-3(64); 18–21 – обр. 2с/09-3(70): 18 – экз. № 202/2-11, 19 – экз. № 202/2-12, 20 – экз. № 202/2-15, 21 – экз. № 202/2-45; 22 – экз. № 202/205-5, брюшная створка; Западное Верхоянье, р. Келе, руч. Рыжий, зона *verkhojanicus*, хорокытская свита, сл. 2, обр. 2с/11-2(22); 23 – экз. № 202/206-1, брюшная створка; там же, обр. 2с/11-2(29); 24 – экз. № 202/296-12, брюшная створка; Западное Верхоянье, верховья р. Барайы, р. Сетландя, зона *verkhojanicus*, хорокытская свита, сл. 69, обр. 1и/98(13)-69(2280); 25 – экз. № 202/251-3, брюшная створка; Западное Верхоянье, верховья р. Барайы, р. Талчан, зона *verkhojanicus-insignis*, слой с *talchanensis*, хорокытская свита, сл. 25, обр. 5и/12-25(-172); 26 – экз. № 202/252-32, брюшная створка; там же, сл. 18, обр. 5и/12-18(-360); 27, 28 – брюшные створки; Южное Верхоянье, р. Менкюле, руч. Хоспохчон, зона *verkhojanicus*, ольчанская свита, обр. 14-8/85: 27 – экз. № 202/430-2; 28 – экз. № 202/430-13.

Таблица I



Голотип — ПИН, № 4065/149, брюшная створка; Западное Верхоянье, р. Келе; нижняя пермь, эчийская свита (нижняя подсвита); Б.С. Абрамов и А.Д. Григорьева (1988, табл. VI, фиг. 5).

Описание. Раковины средних размеров, прямоугольно-овального очертания. Размеры раковины (L × W) от 21 × 28 до 31 × 63 мм, длина брюшной створки по изгибу от 22 до 42 мм. Наибольшая ширина раковины приурочена к средней части створки, реже к задней. Брюшная створка с выпуклым висцеральным диском (H/L от 0.07 до 0.39, среднее 0.23; CL/L от 1.05 до 1.55, среднее 1.21), наибольшая выпуклость приурочена к средней части створки. В передней части брюшной створки имеется шлейф длиной от 2 до 6 мм (реже 7–8 мм). Синус хорошо развитый, широкий и неглубокий, в передней части выполаживается и расширяется, протяженностью через всю длину створки. Скульптура брюшной створки представлена извилистыми концентрическими морщинами и немногочисленными пустулами, расположенными в шахматном порядке по брюшной створке. Вдоль замочного края 2–4 основания лежащих игл, в основании ушка наблюдаются 1–2 иглы. В передней части брюшной створки имеется ряд прямых игл с кольцевыми валиками в основании. Макушка умеренно выпуклая, слабообособленная, в основном слабозаходящая, реже не заходящая за замочный край, по величине макушечного угла широкая. Ушки от маленьких до средних размеров, треугольные, уплощенные, с тупым кардинальным углом, слабообособленные плавным перегибом, реже четко обособленные.

Спинная створка со слабоогнутым висцеральным диском. Синусу брюшной створки соответствует широкое невысокое седло. Скульптура спинной створки является отражением скульптуры брюшной, а именно имеются слегка волнистые концентрические морщины и округлые вздутия (на отпечатках спинных створок) от оснований игл брюшной створки.

Внутри спинной створки наблюдаются брахиальные петли. У некоторых экземпляров брахи-

альные петли протягиваются до средней, а у других до передней части аддуктора. Септа представлена тонкой линией, протягивающейся от макушки до маргинального пояса. На переднем и боковых краях имеется маргинальный пояс, покрытый сосочками. Ширина маргинального пояса в передней части 3–5 мм, а на боковых краях 2–3 мм. Имеются треугольные ланцетовидные, реже продолговатые отпечатки аддукторов протяженностью 1/2 длины спинного диска.

Изменчивость. Варьируют размеры раковины и длина шлейфа. У экземпляров, собранных в обнажении руч. Мутный, а также рек Келе и Соболах-Маян, ушки отчетливо ограничены перегибом. Кроме того, в обнажениях р. Соболах-Маян найдены экземпляры, у которых в передней части брюшной створки наблюдаются многочисленные прямые иглы с кольцевыми валиками в основании.

Сравнения. От *J. verkhojanicus* описанный вид отличается большими размерами, более выпуклым висцеральным диском, реже расположенными в передней части брюшной створки прямыми иглами с кольцевыми валиками в основании, большей длиной шлейфа. От *J. crassus* отличается более вытянутой в ширину формой раковины, менее резким синусом, большими размерами, более длинным шлейфом. От *J. talchanensis* отличается наличием в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании, менее вытянутой в ширину формой раковины, большей длиной брюшной створки, более заметным синусом. От *J. lenensis* отличается большими размерами, более выпуклым висцеральным диском, более развитым синусом, реже расположенными в передней части брюшной створки прямыми иглами с кольцевыми валиками в основании. Сравнение с *J. terechovi* и *J. rugosus* приведено при описании последних.

Замечания. В.Г. Ганелин описал брахиопод вида *J. verkhojanicus* и выделил одноименную зону в средней части мунугуджакского надгоризонта (Ганелин, 1984, 1991). Позже он пересмотрел соот-

Таблица II. Брахиоподы *Jakutoproductus insignis* Abramov et Grigorjeva.

1 — экз. № 202/174-20, брюшная створка; Северное Верхоянье, Кубалахский разрез, зона *insignis*, туорасисская свита, сл. 16, обр. 10р/2-16(909); 2 — экз. № 202/177-8, брюшная створка; там же, сл. 17, обр. 10р/2-17(949); 3, 4 — брюшные створки; Северное Верхоянье, верховья р. Соболах-Маян, р. Отой-Суох, руч. Суровый, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 84, обр. 1и/14-84(3537); 3 — экз. № 202/334-4, 4 — экз. № 202/334-14; 5 — экз. № 202/356-23, брюшная створка; Северное Верхоянье, верховья р. Соболах-Маян, р. Отой-Суох, руч. Мрачный, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 4, обр. 2и/14-4(92'); 6–9 — брюшные створки; Западное Верхоянье, верховья р. Дянышка, руч. Мутный, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 60, обр. 2и/79(04)-60(1545); 6 — экз. № 202/100-11, 7 — экз. № 202/100-13, 8 — экз. № 202/100-20, 9 — экз. № 202/100-50; 10 — экз. № 202/25-12, брюшная створка; Западное Верхоянье, р. Аркачан, 3–4 км выше устья р. Эндыбал, зона *insignis*, эчийская свита, обр. 4754/1; 11–13 — брюшные створки; Западное Верхоянье, левый борт р. Эндыбалчан, 1 км выше устья руч. Двойной, зона *insignis*, эчийская свита, обр. 11/1999: 11 — экз. № 202/63-3, 12 — экз. № 202/63-13, 13 — экз. № 202/63-14; 14–16 — брюшные створки; Западное Верхоянье, низовье р. Дьеленджа, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 13, обр. 2с/09-13(485); 14 — экз. № 202/4-1, 15 — экз. № 202/4-13, 16 — экз. № 202/4-15; 17 — экз. № 202/208-9, брюшная створка; Западное Верхоянье, верховья р. Келе, руч. Рыжий, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 7, обр. 2с/11-7(252); 18 — экз. № 202/209-1, брюшная створка; там же, обр. 2с/11-7(253); 19 — экз. № 202/214-1, брюшная створка; Западное Верхоянье, верховья р. Келе, руч. Аккорд, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 9, обр. 3с/11-9(428).

Таблица II



ветствующие определения и справедливо отнес формы, определявшиеся ранее как *J. verkhoynicus*, к виду *J. insignis*, переименовав и соответствующую зону (лону) (Ганелин и др., 2001).

Распространение. Нижняя пермь, эчийский горизонт Верхоянья, огонерский горизонт Колымо-Омолонского региона.

Материал и местонахождение. 431 экз. из туорасисской свиты Хараулахского хребта, эчийской свиты Орулганского хребта, хорокытской и эчийской свит Западного Верхоянья. В низовье р. Лена (Кубалахский разрез) найдены 53 экз. В верховьях р. Соболах-Маян собраны: 38 экз. на руч. Суровый, 128 экз. на руч. Мрачный и 61 экз. на руч. Длинный. В Западном Верхоянье найдены: 56 экз. на руч. Мутный, 12 экз. на левобережье р. Аркачан, в 3–4 км выше устья р. Эндыбал, 13 экз. на руч. Кузьминский, 10 экз. в левом борту р. Эндыбалчан, в 1 км выше устья руч. Двойной, 9 экз. в верховьях р. Аллара-Хадарынья, 20 экз. в низовье р. Дьеленджа, 5 экз. в среднем течении р. Дьеленджа, 11 экз. на руч. Рыжий, 15 экз. на руч. Аккорд.

***Jakutoproductus terechovi* Zavodowsky, 1970**

Табл. III, фиг. 1–22; рис. 6у–6ф

Jakutoproductus terechovi: Заводовский, 1970, с. 83, табл. XXIII, фиг. 10, табл. XXVII, фиг. 5–9; Кутыгин и др., 2010, рис. 4в–4г; Макошин, Кутыгин, 2014, рис. 2и–2к; Кутыгин и др., 2018, рис. 3Ж–3З; Kutygin et al., 2020, figs. 4А–4В.

Голотип – ЦНИГР музей, № 9774/261, брюшная створка; Колымо-Омолонский регион, бассейн р. Малая Ауланджа; нижняя пермь; В.М. Заводовский (1970, табл. XXVII, фиг. 5).

Описание. Раковины средних размеров, прямоугольно-овального и квадратно-округлого очертания. Размеры раковины (L × W) от 18 × 30 до 28 × 48 мм, длина створки по изгибу от 20 до 35 мм. Замочный край немного меньше наибольшей ширины. Брюшная створка с умеренно выпуклым висцеральным диском (H/L от 0.08 до 0.33, среднее 0.19; CL/L от 1.04 до 1.38, среднее 1.15), наибольшая выпуклость приурочена к средней части. В передней

части створки развит шлейф длиной 3–5 мм (реже 2 и 6–7 мм), в области синуса которого у некоторых экземпляров имеется выпуклый язычок. Макушка умеренно выпуклая, слабообособленная, по величине макушечного угла широкая, реже тупоугольная. Она очень слабо заходит за замочный край, реже не заходит за него. Ушки маленькие, треугольные, со слегка тупым кардинальным углом, по выпуклости уплощенные, обособленные от макушечной области перегибом. В основании ушек имеется 1–2 основания лежащих игл, а вдоль замочного края 2–3 основания игл. Синус узкий, неглубокий, протяженностью во всю длину створки, у переднего края выполаживается. Скульптура брюшной створки представлена тонкими, слегка волнистыми концентрическими морщинами и немногочисленными пустулами, расположенными по всей висцеральной области в шахматном порядке. На границе висцерального диска и шлейфа имеется ряд редких округлых оснований от прямых игл, в области шлейфа наблюдаются редкие пустулы.

Спинная створка с почти плоским висцеральным диском. Скульптура спинной створки является отражением скульптуры брюшной створки. Синусу соответствует плохо заметное широкое невысокое седло.

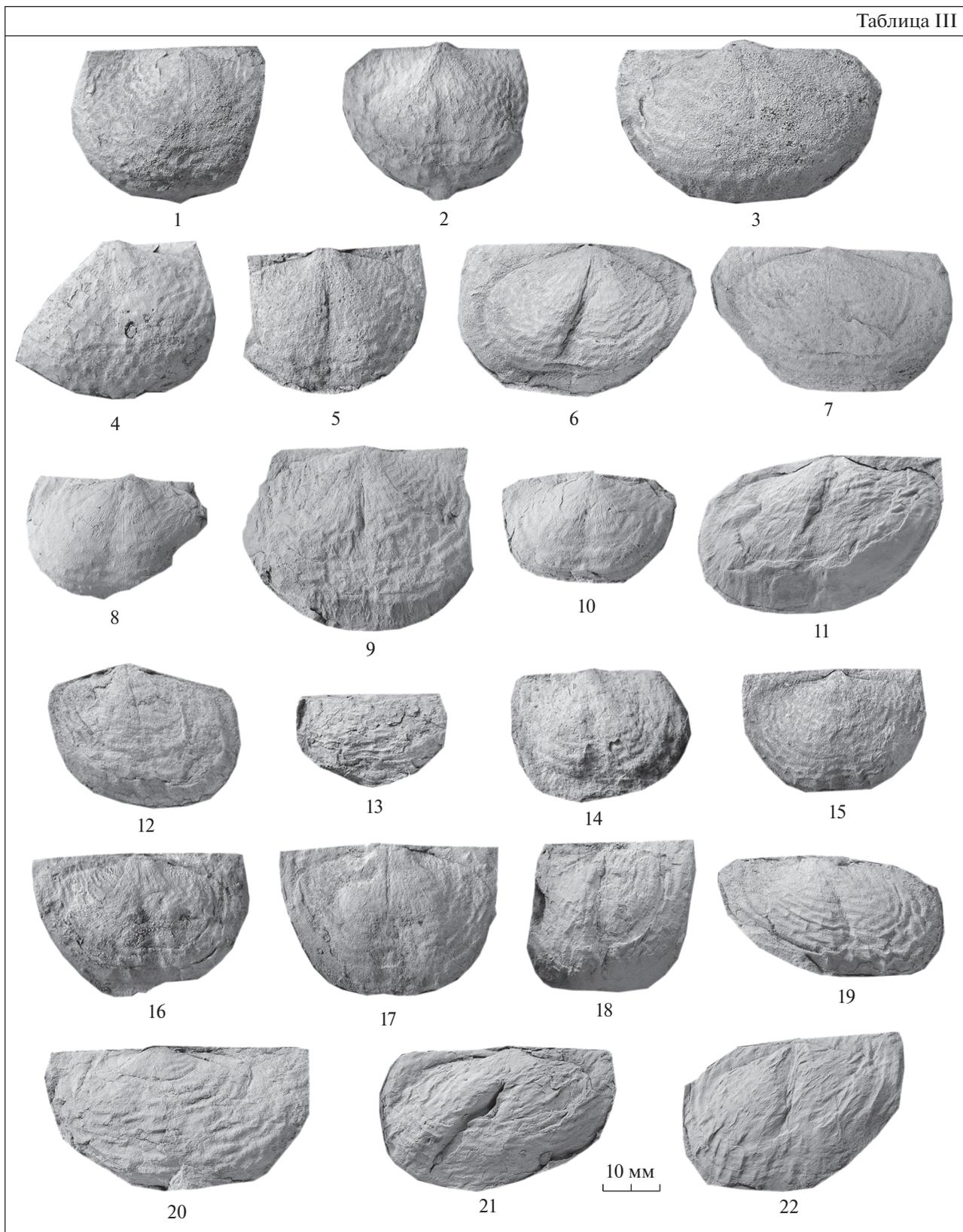
Внутри спинной створки наблюдаются слабые следы брахиальных петель. Отпечатки аддукторов продолговатые, длиной от 1/3 до 1/2 длины спинного диска. Септа проходит тонкой линией от замочного края до маргинального пояса. Маргинальный пояс развит на переднем и боковых краях, его ширина достигает 4–5 мм в передней части и 2–3 мм на боковых частях. Также на поясе имеются частые тонкие сосочки.

Изменчивость. Индивидуальная изменчивость заключается в степени вытянутости формы раковины в ширину, в степени выпуклости висцерального диска, в степени развития синуса, также варьирует длина шлейфа. Сравнительно с взрослыми формами, у молодых висцеральный диск менее выпуклый, слабее развита иглистость и синус.

Таблица III. Брахиоподы *Jakutoproductus terechovi* Zavodowsky.

1–5 – брюшные створки; Северное Верхоянье, Кубалахский разрез, зона *terechovi*, туорасисская свита, сл. 22, обр. 10р/2-22(1172): 1 – экз. № 202/179-1, 2 – экз. № 202/179-3, 3 – экз. № 202/179-5, 4 – экз. № 202/179-6, 5 – экз. № 202/179-10; 6–10 – брюшные створки; Северное Верхоянье, верховья р. Соболах-Маян, р. Отой-Суох, руч. Суровый, зона *terechovi*, эчийская свита: 6, 7 – сл. 81, обр. 1и/14-81(3418 В): 6 – экз. № 202/339-1, 7 – экз. № 202/339-2; 8–10 – сл. 76, обр. 1и/14-76(3311.4): 8 – экз. № 202/344-5, 9 – экз. № 202/344-20, 10 – экз. № 202/344-23; 11 – экз. № 202/135-3, брюшная створка; Западное Верхоянье, р. Аллара-Хадарынья, зона *terechovi-rugosus*, кровля хорокытской свиты, сл. 61, обр. 1и/08-61(2092); 12 – экз. № 202/136-2, брюшная створка; там же, обр. 1и/08-61(2102.5); 13, 14 – Западное Верхоянье, низовье р. Дьеленджа, зона *terechovi-rugosus*, эчийская свита, сл. 19, обр. 2с/09-19(718): 13 – экз. № 202/9-1, фрагмент брюшной створки, 14 – экз. № 202/9-2, слепок отпечатка брюшной створки; 15–17 – брюшные створки; Западное Верхоянье, верховья р. Келе, руч. Рыжий, зона *terechovi-rugosus*, эчийская свита, сл. 14: 15 – экз. № 202/210-7, обр. 2с/11-14(657); 16, 17 – обр. 2с/11-14(661): 16 – экз. № 202/211-3, 17 – экз. № 202/211-5; 18–22 – брюшные створки; Западное Верхоянье, верховья р. Барайы, р. Талчан, зона *terechovi-rugosus*, эчийская свита: 18–20 – сл. 6: 18, 19 – обр. 5и/12-6(397): 18 – экз. № 202/258-1, 19 – экз. № 202/258-3; 20 – экз. № 202/259-1, обр. 5и/12-6(385); 21, 22 – сл. 5, обр. 5и/12-5(360): 21 – экз. № 202/260-6; 22 – экз. № 202/260-7.

Таблица III



С р а в н е н и я. От большинства видов рода *Jakutoproductus* отличается наличием язычка на шлейфе. От *J. rugosus* отличается более выпуклым висцеральным диском. От *J. verkhojanicus* отличается менее выпуклой брюшной створкой, менее развитым синусом, отсутствием в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании. По этим же признакам отличается от *J. lenensis* и *J. insignis*.

З а м е ч а н и я. От изображенных В.М. Заводским (1970) экземпляров отличается менее выпуклой брюшной створкой и слегка заходящей за замочный край макушкой.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Нижняя пермь, эчийский горизонт Верхоянья и огонерский горизонт Колымо-Омолонского региона.

М а т е р и а л и м е с т о н а х о ж д е н и е. 116 экземпляров из туорасисской свиты Хараулахского хребта, эчийской свиты Орулганского хребта, хорокытской и эчийской свит Западного Верхоянья. В низовье р. Лена (Кубалахский разрез) найдены 13 экз. В верховьях р. Соболах-Маян обнаружены 52 экз. на руч. Суровый и 9 экз. на руч. Длинный. В Западном Верхоянье найдены: 6 экз. в верховьях р. Аллара-Хадарынья, 2 экз. в низовье р. Дьеленджа, 16 экз. на руч. Рыжий, 18 экз. на р. Талчан.

Jakutoproductus rugosus Ganelin, 1991

Табл. IV, фиг. 1–21; рис. 6х–6ц

Jakutoproductus rugosus: Ганелин, 1991, с. 52, табл. III, фиг. 12–13; Клец, 2005, табл. VI, фиг. 7, 10–12; Кутыгин и др., 2018, рис. 3И–3К.

Г о л о т и п — ЦНИГР музей, № 12116/99, брюшная створка; Колымо-Омолонский регион, левый приток р. Мунугуджак, руч. Фольк; нижняя пермь, мунугуджакская свита; В.Г. Ганелин (1991, табл. III, фиг. 12).

О п и с а н и е. Раковины средних размеров, поперечно-овального и квадратно-округлого очертания. Размеры раковины (L × W) от 17 × 31 до 28 × 51 мм, длина створки по изгибу от 19 до 35 мм. Замочный край немного меньше наибольшей ширины. Брюшная створка со слабовыпуклым висцеральным диском (H/L от 0.04 до 0.21, среднее 0.13; CL/L от 1.05 до 1.25, среднее 1.13), наибольшая выпуклость приурочена к средней части створки. В передней части створки развит шлейф длиной 3–5 мм (реже 2 и 6 мм). Макушка слабо-

выпуклая, слабообособленная, слегка заходящая за замочный край, по величине макушечного угла тупоугольная, реже широкая. Ушки маленькие, треугольные, со слегка тупым кардинальным углом, по выпуклости уплощенные, слабо обособленные от макушечной области плавным перегибом. Синус хорошо развитый, неглубокий, узкий, протяженностью через всю длину брюшной створки, у переднего края выполаживается. В области макушки синус наблюдается в виде тонкой линии. У некоторых экземпляров синус слабо заметен и представлен тонкой линией, у других он, наоборот, достаточно углубленный. Скульптура брюшной створки представлена тонкими, слегка волнистыми концентрическими морщинами и немногочисленными пустулами, развитыми по всей брюшной створке в шахматном порядке. В передней части брюшной створки в области шлейфа наблюдаются редкие прямые иглы. Вдоль замочного края и в основании ушка наблюдается по два основания лезвиев игл.

Спинная створка с плоским висцеральным диском. Синусу брюшной створки соответствует невысокое седло. Скульптура спинной створки является отражением скульптуры брюшной створки.

Внутри спинной створки наблюдаются следы ланцетовидных отпечатков аддукторов (иногда продолговатых) длиной от 1/3 до 1/2 длины спинного диска. Септа тонкая, наиболее заметна в задней части створки, в передней части представлена тонкой линией протяженностью от замочного края до маргинального пояса. Маргинальный пояс наблюдается на переднем (4 мм) и боковых (2–3 мм) краях, в передней его части имеются тонкие сосочки. Наблюдаются слабые следы брахиальных петель.

И з м е н ч и в о с т ь. Индивидуальная изменчивость заключается в степени вытянутости формы раковины в ширину, в степени выпуклости висцерального диска. Варьирует длина шлейфа, а также глубина и развитие синуса, обособленность макушки и ее выступание за замочный край.

С р а в н е н и я. От *J. burgaliensis* отличается меньшими размерами, менее грубой концентрической скульптурой, более развитым синусом. От *J. terechovi* отличается менее выпуклым висцеральным диском, отсутствием язычка на шлейфе. От *J. verkhojanicus* отличается менее выпуклой

Таблица IV. Брахиоподы *Jakutoproductus rugosus* Ganelin; Северное Верхоянье, верховья р. Соболах-Маян, р. Отой-Суох, руч. Суровый, зона *rugosus*, эчийская свита.

1–9 — сл. 75: 1, 2 — брюшные створки, обр. 1и/14-75(3308): 1 — экз. № 202/345-1, 2 — экз. № 202/345-2; 3–9 — обр. 1и/14-75(3305): 3–5 — брюшные створки: 3 — экз. № 202/346-1, 4 — экз. № 202/346-2, 5 — экз. № 202/346-4; 6 — экз. № 202/346-10, ядро брюшной створки; 7–9 — брюшные створки: 7 — экз. № 202/346-14, 8 — экз. № 202/346-15, 9 — экз. № 202/346-18; 10–17 — брюшные створки, сл. 74, обр. 1и/14-74(3290): 10 — экз. № 202/348-3, 11 — экз. № 202/348-8, 12 — экз. № 202/348-12, 13 — экз. № 202/348-15, 14 — экз. № 202/348-16, 15 — экз. № 202/348-17, 16 — экз. № 202/348-18, 17 — экз. № 202/348-21; 18, 19 — брюшные створки, сл. 70, обр. 1и/14-70(3163): 18 — экз. № 202/349-7, 19 — экз. № 202/349-18; 20, 21 — брюшные створки, сл. 68, обр. 1и/14-68(3050): 20 — экз. № 202/350-1, 21 — экз. № 202/350-8.

Таблица IV



Таблица V

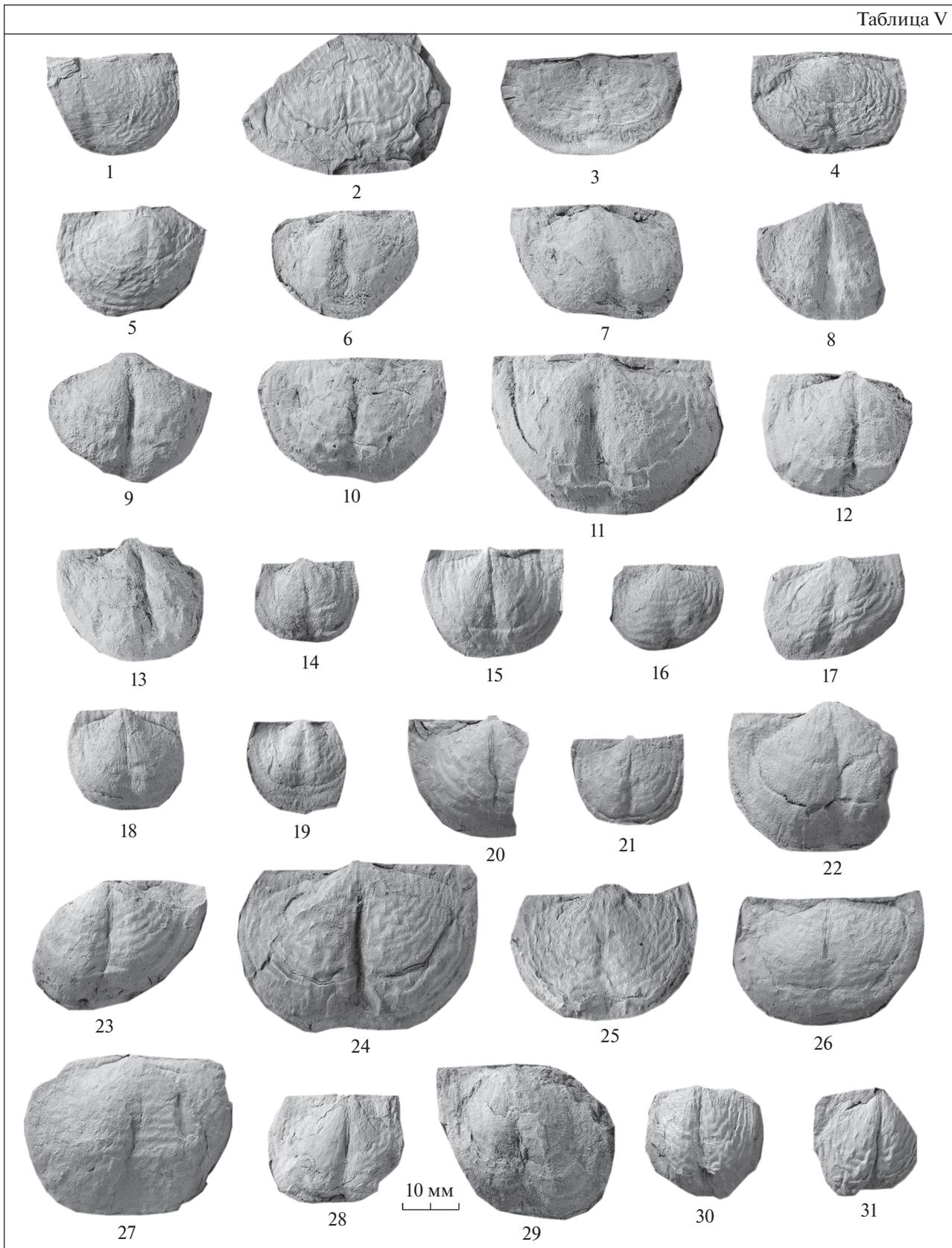


Таблица V. Брахиоподы *Jakutoproductus crassus* Kaschirzew.

1–5 – Северное Верхоянье, Кубалахский разрез, зона *verkhoyanicus*, верхнекубалахская подсвита, сл. 4, обр. 10р/2-4(103): 1 – экз. № 202/160-2, отпечаток спинной створки; 2 – экз. № 202/160-3, брюшная створка; 3 – экз. № 202/160-4, внутреннее строение спинной створки; 4 – экз. № 202/160-14, ядро брюшной створки; 5 – экз. № 202/160-19, брюшная створка; 6–8 – брюшные створки; Северное Верхоянье, верховья р. Соболах-Маян, р. Отой-Суох, руч. Суровый, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 86, обр. 1и/14-86(3652): 6 – экз. № 202/331-3, 7 – экз. № 202/331-4, 8 – экз. № 202/331-9; 9–11 – брюшные створки; Северное Верхоянье, верховья р. Соболах-Маян, р. Отой-Суох, руч. Мрачный, зона *verkhoyanicus*, слои с *J. lenensis*, мегенская свита, сл. 5, обр. 2и/14-5(131): 9 – экз. № 202/353-2, 10 – экз. № 202/353-10, 11 – экз. № 202/353-17; 12, 13 – брюшные створки; Северное Верхоянье, верховья р. Соболах-Маян, р. Меген, руч. Длинный, зона *insignis*, эчийская свита, сл. 20, обр. 3и/14(88)-20(964): 12 – экз. № 202/363-2, 13 – экз. № 202/363-3; 14–19 – брюшные створки; Западное Верхоянье, р. Мухалкан, руч. Старый, зона *verkhoyanicus*, хорокытская свита: 14, 15 – обр. 4509/2: 14 – экз. № 202/50-2, 15 – экз. № 202/50-3; 16–18 – обр. 4509/11: 16 – экз. № 202/52-1, 17 – экз. № 202/52-3, 18 – экз. № 202/52-5; 19 – экз. № 202/55-3, обр. 4509/6; 20–25 – брюшные створки; Западное Верхоянье, р. Аллара-Хадарынья, зона *verkhoyanicus*, хорокытская свита: 20–23 – сл. 31: 20, 21 – обр. 1и/08-31(1255): 20 – экз. № 202/124-7, 21 – экз. № 202/124-8; 22, 23 – обр. 1и/08-31(1265): 22 – экз. № 202/125-3, 23 – экз. № 202/125-15; 24, 25 – сл. 38, обр. 1и/08-38(1437): 24 – экз. № 202/126-6, 25 – экз. № 202/126-7; 26, 27 – брюшные створки; Западное Верхоянье, низовье р. Дьеленджа, зона *verkhoyanicus*, хорокытская свита, сл. 3, обр. 2с/09-3(64): 26 – экз. № 202/1-9, 27 – экз. № 202/1-10; 28 – экз. № 202/299-2, брюшная створка; Западное Верхоянье, верховья р. Барайы, р. Сетландя, зона *verkhoyanicus*, хорокытская свита, сл. 75, обр. 1и/98(13)-75(2620); 29–31 – брюшные створки; Западное Верхоянье, верховья р. Барайы, р. Талчан, зона *verkhoyanicus-insignis*, слои с *J. talchanensis*, хорокытская свита: 29 – экз. № 202/251-10, сл. 25, обр. 5и/12-25(-172); 30, 31 – сл. 18, обр. 5и/12-18(968): 30 – экз. № 202/253-48, 31 – экз. № 202/253-56.

брюшной створкой, менее развитым синусом и отсутствием прямых игл с кольцевыми валиками в основании в передней части створки.

З а м е ч а н и я. Следует пересмотреть отнесение некоторых описанных А.Г. Клецом (2005, табл. VI, фиг. 8–9) экземпляров из Южного Верхоянья к виду *J. rugosus*, так как они обладают более крупными размерами с более широким синусом.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Нижняя пермь, эчийский горизонт Верхоянья и огонерский горизонт Колымо-Омолонского региона.

М а т е р и а л и м е с т о н а х о ж д е н и е. 126 экземпляров из туорасисской свиты Хараулахского хребта и эчийской свиты Орулганского хребта. В низовье р. Лена (Кубалахский разрез) найдены 9 экз., в верховьях р. Соболах-Маян, на руч. Суровый – 117 экз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ассельско-сакмарские отложения в Верхоянье представлены разнотермными алевролитами и песчаниками хорокытского и нижней части эчийского горизонтов. В рассматриваемом интервале собраны обширные коллекции брахиопод, среди которых доминируют представители рода *Jakutoproductus*. В результате проведенного сравнительного анализа вертикальной последовательности и латерального распространения комплексов брахиопод в Верхоянье разработана новая зональная шкала нижней части пермских отложений. Хорокытскому горизонту соответствует зона *verkhoyanicus*, в нижней части которой выделяются слои с *talchanensis*, а верхней части – слои с *lenensis*. В основании эчийского горизонта установлена зона *Jakutoproductus insignis*, в которой помимо вида-индекса известны гониатиты *Andrianovia bogoslovskyi* (Andrianov), позволяющие

уверенно относить вмещающие отложения к сакмарскому ярусу. По первому появлению вида *J. insignis* Abramov et Grigorjeva четко обособляются хорокытский и эчийский горизонты в Верхоянье, ороцкий и огонерский горизонты в Колымо-Омолонском регионе. В нижней части эчийского горизонта выделяются три общих для Верхоянья и Колымо-Омолонского региона зон: *insignis*, *terechovi* и *rugosus*, позволяющие проводить между регионами прямую корреляцию сакмарских отложений. Нижняя граница ассельско-сакмарского интервала в Верхоянье фиксируется по появлению вида *J. verkhoyanicus* (Fredericks), а верхняя – по появлению вида *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow) и сопутствующего комплекса беспозвоночных.

Благодарности. Выражаем искреннюю благодарность В.Г. Ганелину, Т.Б. Леоновой и А.В. Пахневичу за ценные замечания; И.В. Будникову, Л.Г. Перегоедову, С.К. Горяеву, В.В. Кисленко и В.В. Федорову за участие в совместных полевых исследованиях. Посвящаем свою работу специалистам в области биостратиграфии и систематики позднепалеозойских брахиопод Восточной Сибири, нашим соратникам по полевым работам и друзьям Александру Григорьевичу Клецу (1957–2009) и Николаю Егоровичу Давыдову (1961–2018).

Источники финансирования. Работа выполнена по плану НИР ИГАБМ СО РАН, в рамках Программы СВФУ по научному обоснованию геопарка в низовье р. Лена и при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-05-00191).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамов Б.С. Биостратиграфия каменноугольных отложений Сетте-Дабана. М.: Наука, 1970. 178 с.
Абрамов Б.С. Стратиграфия верхнепалеозойских отложений Южного Верхоянья. Новосибирск: Наука, 1974. 88 с.

- Абрамов Б.С., Григорьева А.Д.* Биостратиграфия и брахиоподы среднего и верхнего карбона Верхоянья. М.: Наука, 1983. 168 с.
- Абрамов Б.С., Григорьева А.Д.* Биостратиграфия и брахиоподы перми Верхоянья. М.: Наука, 1988. 204 с.
- Андреанов В.Н.* Биостратиграфическая схема пермских отложений Верхоянского хребта // Проблемы стратиграфии девонских, пермских и триасовых отложений Верхоянья. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1975. С. 24–87.
- Андреанов В.Н.* Новые данные о возрасте солончанской и кыгылтасской свит (карбон) Западного Верхоянья // Современные проблемы геологии Якутии. Якутск: Изд-во Якутского госуниверситета, 1981. С. 57–65.
- Андреанов В.Н.* Пермские и некоторые каменноугольные амmonoидеи Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1985. 180 с.
- Будников И.В., Гриненко В.С., Клец А.Г., Кутыгин Р.В., Сивчиков В.Е.* Модель формирования верхнепалеозойских отложений востока Сибирской платформы и ее складчатого обрамления (закономерности осадконакопления, районирование, корреляция) // Отечественная геология. 2003. № 6. С. 86–92.
- Бяков А.С., Кутыгин Р.В.* Новый древнейший представитель пермских иноцерамоподобных двустворок рода *Arhapaia Koninck* на Северо-Востоке Азии // Палеонтол. журн. 2015. № 4. С. 21–25.
- Ганелин В.Г.* Биостратиграфия и брахиоподы верхнепалеозойских отложений Колымо-Омолонского массива. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 1973. 31 с.
- Ганелин В.Г.* Таймыро-Колымская подобласть // Основные черты стратиграфии пермской системы СССР. Л.: Недра, 1984. С. 111–123 (Тр. ВСЕГЕИ. Т. 286).
- Ганелин В.Г.* Род *Jakutoproductus Kaschirzev* (брахиоподы) на Северо-Востоке СССР // Ежегодник Всесоюзного палеонтол. общества. 1991. Т. XXXIV. С. 41–62.
- Ганелин В.Г., Бяков А.С., Каравалева Н.И.* Некоторые вопросы теории стратиграфии и стратиграфической шкалы перми Северо-Востока Азии // Пути детализации стратиграфических схем и палеогеографических реконструкций. М.: ГЕОС, 2001. С. 194–209.
- Ганелин В.Г., Бяков А.С., Каравалева Н.И.* Региональная ярусная шкала перми Северо-Востока Азии // Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография. Материалы Всероссийской научной конференции. Казань: Казанский государственный университет, 2007. С. 58–62.
- Заводовский В.М.* Краткий очерк стратиграфии пермских отложений Северо-Востока СССР // Полевой атлас пермской фауны и флоры Северо-Востока СССР. Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1970. С. 5–21.
- Иванова Е.А., Сарычева Т.Г.* Наставление по сбору и изучению брахиопод. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 76 с.
- Каширцев А.С.* Материалы по стратиграфии и палеонтологии верхнепалеозойских отложений юго-западного Верхоянья (верховья бассейна р. Тумары) // Труды ЯФ СО АН СССР. Сб. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 63–87.
- Каширцев А.С.* Новый род брахиопод *Jakutoproductus* из нижнепермских отложений Восточной Сибири // Материалы к “Основам палеонтологии”. М.: Изд-во АН СССР, 1959а. Вып. 3. С. 28–31.
- Каширцев А.С.* Полевой атлас фауны пермских отложений Северо-Востока СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959б. 174 с.
- Клец А.Г.* Брахиоподы и биостратиграфия верхнего палеозоя северной части Хабаровского края. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 1988. Кн. 1. 143 с.; Кн. 2. 172 с.
- Клец А.Г.* Зоны по брахиоподам, их значение при расчленении и корреляции отложений верхнего палеозоя Южного Верхоянья // Пределы точности биостратиграфической корреляции. Труды XXXVI Сессии ВПО. М.: ПИН РАН, 1995. С. 37–47.
- Клец А.Г.* Верхний палеозой окраинных морей Ангариды. Новосибирск: Гео, 2005. 241 с.
- Клец А.Г., Будников И.В., Кутыгин Р.В., Гриненко В.С.* Событийные уровни в среднем карбоне—ранней перми Верхоянской и региональная стратиграфическая схема // Тихоокеанская геология. 2001. Т. 20. № 5. С. 45–57.
- Котляр Г.В., Попеко Л.И.* Биостратиграфия, мшанки и брахиоподы верхнего палеозоя Забайкалья // Записки Забайкальского филиала Географического общества СССР. 1967. Вып. XXVIII. 324 с.
- Котляр Г.В., Пухонто С.К., Бураго В.И.* Межрегиональная корреляция континентальных и морских пермских отложений северо-востока России, юга Дальнего Востока, Сибири и печорского Приуралья // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37. № 1. С. 3–21.
- Кутыгин Р.В.* Стратиграфическая последовательность пермских амmonoидей Верхоянья // Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография. Материалы Всероссийской конференции. Казань: Казанский государственный университет, 2007. С. 177–179.
- Кутыгин Р.В.* Корреляция асельско-сакмарских отложений Северо-Востока Азии по амmonoидеям // Современные проблемы изучения головоногих моллюсков. Морфология, систематика, эволюция, экология и биостратиграфия. Вып. 4. М.: ПИН РАН, 2015а. С. 78–80.
- Кутыгин Р.В.* Биogeографические связи пермских амmonoидных сообществ Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов // Наука и образование. 2015б. № 2. С. 46–50.
- Кутыгин Р.В.* Первая находка гониатитов рода *Svetlaposeras* на Северо-Востоке Азии // Отечественная геология. 2015в. № 5. С. 72–76.
- Кутыгин Р.В.* Об асельско-сакмарских амmonoидеях правобережья приустьевой части р. Лены (северо-западная окраина Хараулахского хребта, Северное Верхоянье) // Золотой век российской малакологии. Сборник трудов Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Виктора Николаевича Шиманского. Москва, Саратов: ПИН РАН, СГТУ, ООО “Кузница рекламы”, 2016. С. 217–224.
- Кутыгин Р.В., Рожин С.С.* Основные этапы и события в истории развития биот Верхоянского бассейна пермского периода // Разведка и охрана недр. 2015. № 11. С. 9–12.
- Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С., Клец А.Г.* Слои с амmonoидеями пермской системы Верхоянья // Отечественная геология. 2002. № 4. С. 66–71.
- Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С., Горяев С.К., Макошин В.И., Перегудов Л.Г.* Новые данные о стратиграфическом взаимоотношении брахиопод рода *Jakutoproductus* и иноцерамоподобных двустворок в ниж-

- ней перми Западного Верхоянья // *Отечеств. геология*. 2010. № 5. С. 97–104.
- Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С., Клец А.Г. Проблема использования ОСШ пермской системы в Верхоянье // *Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства*. Всероссийское совещание. Сборник статей. М.: ГИН РАН, 2013. С. 223–225.
- Кутыгин Р.В., Макошин В.И., Будников И.В., Перегедов Л.Г. Биостратиграфия ассельско-сакмарских отложений верховьев р. Соболюх-Маян Орулганского хребта // *Отечеств. геология*. 2018. № 5. С. 74–80.
- Макошин В.И. Новые виды брахиопод рода *Jakutoproductus* из нижней перми Верхоянья // *Палеонтол. журн.* 2016. № 5. С. 35–41.
- Макошин В.И. Новый вид рода *Verchojanina* Abramov (Brachiopoda, Productida) из верхнего карбона Северного Верхоянья // *Палеонтол. журн.* 2020. № 2. С. 22–26.
- Макошин В.И., Кутыгин Р.В. Биостратиграфия и брахиоподы ассельско-аргинских отложений Аркачан-Эчийского междуречья (Западное Верхоянье) // *Отечеств. геология*. 2013а. № 5. С. 46–51.
- Макошин В.И., Кутыгин Р.В. О выделении слоев с *Jakutoproductus insignis* в нижнепермских отложениях Западного Верхоянья // *Вестник Северо-Восточного федерального ун-та*. 2013б. № 4. С. 31–34.
- Макошин В.И., Кутыгин Р.В. Биостратиграфия и брахиоподы ассельско-сакмарских отложений Кубалахского разреза (низовье р. Лена) // *Отечеств. геология*. 2014. № 4. С. 17–21.
- Макошин В.И., Кутыгин Р.В. Корреляция ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам // *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2019. Т. 24. № 3. С. 5–22.
- Решение коллоквиума по брахиоподам и гониатитам среднего–верхнего карбона и нижней перми Таймыра, Верхоянья, Северо-Востока СССР и Забайкалья (Ленинград, ВСЕГЕИ, 29 марта–2 апреля 1965 г.) // *Постановление Межведомственного стратиграфического комитета и решения его постоянных комиссий*. М.: ВИЭМС, 1966. С. 50–62.
- Решения Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Якутской АССР. Москва: Гос. научно-техническое изд-во литры по геологии и охране недр, 1963. 60 с.
- Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири, часть II (средний и верхний палеозой), 1979 г. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. 129 с.
- Решения Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002). Ред. Корень Т.Н., Котляр Г.В. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.
- Сарычева Т.Г. Семейство Avoniidae Sarytcheva // *Брахиоподы верхнего палеозоя Восточного Казахстана*. М.: Наука, 1968. С. 76–87.
- Сарычева Т.Г. Словарь терминов по морфологии продуктид (Brachiopoda). М.: Изд-во Наука, 1970. 83 с.
- Сарычева Т.Г., Лихарев Б.К., Сокольская А.Н. Надсемейство Productacea // *Основы палеонтологии*. Мшанки, брахиоподы. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 223–237.
- Сарычева Т.Г., Грунт Т.А., Павлова Е.Е. Коллоквиум по верхнекаменноугольным и пермским брахиоподам Верхоянья // *Палеонтол. журн.* 1976. № 4. С. 134–135.
- Соломина Р.В. Брахиоподы // *Стратиграфия каменноугольных и пермских отложений Северного Верхоянья*. Л.: Недра, 1970. С. 70–113 (Тр. НИИГА. Т. 154).
- Соломина Р.В. Некоторые раннепермские продуктиды Верхоянья и их стратиграфическое значение // *Палеонтол. журн.* 1981. № 2. С. 71–81.
- Соломина Р.В. Биостратиграфическая схема пермских отложений Верхоянья // *Отечеств. геология*. 1997. № 3. С. 37–43.
- Степанов Д.Л. Брахиоподы верхнепалеозойских отложений Алданского бассейна (Якутская АССР) // *Ученые записки ЛГУ*. 1946. Вып. 14. С. 196–227.
- Стратиграфический кодекс. Издание третье. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
- Толстых А.Н. Позднепалеозойская флора Западного Верхоянья. Новосибирск: Наука, 1974. 103 с.
- Устрицкий В.И., Черняк Г.Е. Биостратиграфия и брахиоподы верхнего палеозоя Таймыра. Л.: Гостоптехиздат, 1963. 235 с.
- Фредерикс Г.Н. Верхнепалеозойская фауна Хараулахских гор // *Изв. АН СССР*. Сер. 7. 1931. № 2. С. 199–228.
- Budnikov I.V., Klets A.G., Grinenko V.S., Kutygin R.V. Permian of East Yakutia // *Permophiles*. 1996. № 28. P. 27–29.
- Ganelin V.G., Biakov A.S. The Permian biostratigraphy of the Kolyma–Omolon region, Northeast Asia // *J. Asian Earth Sci.* 2006. V. 26. Iss. 3–4. P. 225–234.
- Ganelin V.G., Tschernjak G.E. Marine basins of Northeast Asia // *The Carboniferous of the World*. Vol. III. Madrid: Instituto Tecnológico GeoMinero de España, 1996. P. 207–234, 384–397.
- Klets A.G., Budnikov I.V., Kutygin R.V., Biakov A.S., Grinenko V.S. The Permian of the Verkhoyansk–Okhotsk region, NE Russia // *J. Asian Earth Sci.* 2006. V. 26. Iss. 3–4. P. 258–268.
- Kutygin R.V. Permian ammonoid associations of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia // *J. Asian Earth Sci.* 2006. V. 26. Iss. 3–4. P. 243–257.
- Kutygin R., Makoshin V. On Late Sakmarian–Early Artinskian biota invasions of the Verkhoyansk–Omolon basins from the Uralian and North American regions // *Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources*. Bologna: Filodiritto Publisher, 2018. P. 299–304.
- 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 Verkhoyansk Region around the Sakmarian–Artinskian boundary // *Palaeoworld*. 2020. V. 29. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2018.10.001>
- Shi G.R. The Late Palaeozoic brachiopod genus *Jakutoproductus* Kashirtsev 1959 and the *Jakutoproductus verchoyanicus* Zone, northern Yukon Territory, Canada // *Alcheringa*. V. 1994. P. 103–120.
- Shi G.R., Waterhouse J.B. Lower Permian brachiopods and molluscs from the upper Jungle Creek Formation, northern Yukon Territory, Canada // *Geol. Surv. Can. Bull.* 1996. № 424. 250 p.

Рецензенты Т.Б. Леонова, А.В. Пахневич

Asselian-Sakmarian (Lower Permian) Brachiopod Zonation of the Verkhoyansk Region, North-East Russia

V. I. Makoshin^{a, #} and R. V. Kutygin^a

^a*Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia*

[#]*e-mail: makoshin_89@mail.ru*

As a result of studying new collections of brachiopods, a zonal scale of the Asselian-Sakmarian deposits of the Verkhoyansk Region was developed, based on the phylogenetic development of the genus *Jakutoproductus*. In the Khorokytian Horizon, the Verkhoyanicus Zone is distinguished, which in particular sections can be divided into Talchanensis Beds and Lenensis Beds. A sequence of *Insignis*, *Terechovi*, and *Rugosus* zones has been established in the Echian Horizon, allowing direct correlation with the Kolyma-Omolon Region. Descriptions of index-species of all zones established in the Asselian-Sakmarian of the Verkhoyansk Region are given: *Jakutoproductus verkhoyanicus* (Fredericks), *J. insignis* Abramov et Grigorjeva, *J. terechovi* Zavodowsky and *J. rugosus* Ganelin.

Keywords: brachiopods, *Jakutoproductus*, Permian, Khorokytian Horizon, Echian Horizon, Asselian, Sakmarian, Verkhoyansk Region