

На правах рукописи



МАКОШИН Виктор Игоревич

**БИОСТРАТИГРАФИЯ И БРАХИОПОДЫ
АССЕЛЬСКО-САКМАРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ВЕРХОЯНЬЯ**

25.00.02 – палеонтология и стратиграфия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Якутск – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель:

Кутыгин Руслан Владимирович

Кандидат геолого-минералогических наук

Официальные оппоненты:

Минина Ольга Романовна

доктор геолого-минералогических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Сибирского отделения РАН (г. Улан-Удэ)

Изох Надежда Георгиевна

кандидат геолого-минералогических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск)

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук (г. Москва)

Защита состоится **_____** апреля 2019 г. в **10 час.** на заседании диссертационного совета Д 003.068.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), в конференц-зале.

Отзыв в двух экземплярах, оформленный в соответствии с требованиями Минобрнауки России (см. вклейку), просим направлять по адресу:

630090, г. Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3

тел. 8(383)3309517, факс (8-383) 330-28-07,

e-mail: ObutOT@ipgg.sbras.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ИНГГ СО РАН

Автореферат разослан **_____** марта 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.г.-м.н.

О.Т. Обут

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Нижнепермские отложения имеют широкое распространение в Верхоянье, где представляют большой интерес у недропользователей, поскольку содержат ряд крупных проявлений и месторождений полезных ископаемых [Решения..., 2009]. Эффективность геолого-съёмочных и поисковых работ во многом зависит от качественной стратиграфической основы. Внутрорегиональная корреляция ассельско-сакмарских отложений осложнена крайне низкой детальностью их биостратиграфического деления. Основная проблема межрегиональной корреляции обусловлена серьезными противоречиями в сопоставлении биостратиграфических схем нижней части перми Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов. В связи с этим возникла необходимость проведения ревизии биостратиграфической последовательности руководящих беспозвоночных, направленной на решение ключевых проблем, связанных с корреляцией нижнепермских отложений Верхоянья и биостратиграфическим сопоставлением с Колымо-Омолонским регионом. Наиболее распространенной группой раннепермских беспозвоночных в Верхоянье являются брахиоподы [Абрамов, Григорьева, 1988], среди которых важным является род *Jakutoproductus*, представители которого, кроме Верхоянья и Колымо-Омолонского региона, встречаются в нижней перми Таймыра, Забайкалья, Центральной Монголии, Аргентины, Канады, Китая. Поэтому актуальным является выяснение основных черт морфогенетического и филогенетического развития представителей рода *Jakutoproductus*, что должно способствовать обоснованию новой схемы биостратиграфического деления ассельско-сакмарских отложений Верхоянья и уточнению корреляции нижней перми в регионе.

Степень разработанности темы исследования. Монографическим изучением раннепермских брахиопод Верхоянья занимались Б.С. Абрамов и А.Д. Григорьева, А.С. Каширцев, А.Г. Клец, А.И. Некрасов, Р.В. Соломина, Г.Н. Фредерикс и др. Зональные шкалы нижней части пермских отложений Верхоянья по брахиоподам были разработаны А.Г. Клемом, А.И. Некрасовым и Р.В. Соломиной. В последнее десятилетие автором было выполнено монографическое изучение новых коллекций раннепермских брахиопод, а также проведена ревизия ранее собранного и изученного предшественниками палеонтологического материала [Кутыгин и др., 2010, 2018; Макошин, Кутыгин, 2013а, б; 2014; Макошин, 2016]. Результаты этих исследований легли в основу новой зональной шкалы ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам и современной схемы корреляции

нижнепермских отложений региона.

Цель работы. Детализация зональной шкалы и уточнение корреляции ассельско-сакмарских отложений Верхоянья на основе монографического изучения брахиопод.

Задачи исследования:

1. Монографическое изучение брахиопод из опорных разрезов ассельско-сакмарских отложений Верхоянья и установление вертикальной последовательности брахиоподовых комплексов.

2. Разработка зональной шкалы ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам.

3. Корреляция ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам.

Научная новизна. Впервые выделены в нижней части эчийского горизонта зоны *Jakutoproductus insignis*, *J. terechovi* и *J. rugosus*, из ранее выделявшихся слоев с *J. rugosus*. В нижней и верхней частях зоны *J. verkhoynicus* хорокытского горизонта установлены слои с *J. talchanensis* и слои с *J. lenensis*. Впервые обоснована граница хорокытского и эчийского горизонтов по появлению брахиопод вида *J. insignis* Abramov et Grigorjeva. Составлена новая схема корреляции ассельско-сакмарских отложений Верхоянья и впервые выполнено сопоставление с нижней частью перми Колымо-Омолонского региона по общим зональным видам.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате монографического изучения раннепермских брахиопод из опорных разрезов Верхоянья установлено филогенетическое развитие брахиопод рода *Jakutoproductus*; разработана зональная шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам; принципиально уточнена корреляция ассельско-сакмарских отложений в регионе. Результаты работы могут быть использованы при составлении серийных легенд к Государственным геологическим картам различного масштаба и при проведении палеогеографических и палеотектонических реконструкций. Разработанная биостратиграфическая шкала будет положена в основу проводимого в последние годы усовершенствования Региональной схемы перми Верхоянья.

Материал и методы исследования. В основу работы положена коллекция брахиопод (более 3000 экз.), собранная автором в течении 5 полевых сезонов (2010-2014 гг.), проведенных на опорных разрезах нижней перми в бассейнах рек Келе, Барайы, Соболах-Маян и в низовье р. Лены. Образцы брахиопод отбирались с максимально точной послонной и географической привязкой. Помимо этого был изучен обширный материал (более 2000 экз. брахиопод), собранный Р.В. Кутыгиным, И.В. Будниковым, Л.Г. Перегоедовым и

Н.Е. Давыдовым в бассейнах рек Дянышка, Тумара, Дулгалах и Менкюле.

Для сравнения были изучены оригиналы брахиопод из коллекций Б.С. Абрамова и А.Д. Григорьевой, Е.Е. Павловой, И.Н. Мананкова, хранящиеся в Палеонтологическом музее РАН, Г.Н. Фредерикса, В.М. Заводовского, В.И. Устрицкого и Г.Е. Черняк, Р.В. Соломиной, Г.В. Котляр, хранящиеся в ЦНИГР-музее. В процессе подготовки диссертации автор консультировался с ведущим специалистом по стратиграфии и систематике позднепалеозойских брахиопод Северо-Востока России В.Г. Ганелиным, который любезно предоставил для просмотра коллекции брахиопод из Колымо-Омолонского региона.

Автором использованы определения различных групп ископаемых организмов, сделанные Р.В. Кутыгиным (аммоноидеи), В.Г. Ганелиным, Л.Г. Перегодовым, А.Г. Клецом, Р.В. Соломиной, А.И. Некрасовым (брахиоподы), А.С. Бяковым, Н.И. Курушиным (двустворчатые моллюски). Опорные разрезы изучались стратиграфами-седиментологами (И.В. Будников, С.К. Горяев) и специалистами по разным группам фауны и флоры (Р.В. Кутыгин, Л.Г. Перегодов, А.Г. Клец, А.С. Бяков, В.И. Макошин, А.Н. Килясов). Морфология брахиопод изучались по методике Е.А. Ивановой и Т.Г. Сарычевой [Иванова, Сарычева, 1963]. В процессе монографического изучения брахиопод большое внимание уделялось следующим признакам: размеры раковины; форма очертания раковины; выпуклость брюшной створки; соотношение концентрических морщин и оснований игл; развитие макушки, ушек, синуса, шлейфа. Отдельного внимания заслуживает развитие в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании, они, как правило, образуют концентрические ряды.

Фотосъемка брахиопод проводилась автором и Р.В. Кутыгиным, а также А.Г. Степановым в фотолаборатории ИГАБМ СО РАН и П.В. Фоминым в фотолаборатории СНИИГГиМС. Для представления важных морфологических свойств брахиопод в работе приводятся новые, более качественные фотоизображения экземпляров из коллекций Г.Н. Фредерикса, Р.В. Соломиной, Б.С. Абрамова и А.Д. Григорьевой.

Защищаемые положения.

1. В ассельско-сакмарских отложениях Верхоянья доминирующим является род *Jakutoproductus*, который представлен видами *Jakutoproductus verkhojanicus* (Fredericks), *J. crassus* Kaschirzew, *J. talchanensis* Makoshin, *J. lenensis* Makoshin, характеризующими хорокытский горизонт, и *J. insignis* Abramov et Grigorjeva, *J. terechovi* Zavadowsky и *J. rugosus* Ganelin – эчийский горизонт.

2. Новая зональная шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья, создана в результате уточнения таксономического состава

комплексов брахиопод и основана на биостратиграфической последовательности представителей рода *Jakutoproductus*. В нижней и верхней частях зоны *Jakutoproductus verkhoianicus* хорокытского горизонта выделяются слои с *J. talchanensis* и слои *J. lenensis*, соответственно. В эчийском горизонте, вместо ранее выделявшихся слоев с *J. rugosus*, устанавливаются зоны *J. insignis*, *J. terechovi* и *J. rugosus*.

3. Основой для усовершенствования схемы корреляции ассельско-сакмарских отложений в Верхоянье стало использование новой зональной шкалы по брахиоподам. Впервые граница хорокытского и эчийского горизонтов обосновывается появлением в разрезах вида *J. insignis*. Выделение последовательных зональных стратонов в нижней части эчийского горизонта позволило проводить прямую корреляцию сакмарских отложений Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность полученных результатов подтверждается обширным палеонтологическим материалом с послышной привязкой к конкретным разрезам, подробным монографическим описанием выявленных таксонов, а также апробацией полученных результатов на научных конференциях и в публикациях. Основные положения работы докладывались на XVIII Международном конгрессе по карбону и перми (Казань, 2015), LXII Сессии Палеонтологического общества (Санкт-Петербург, 2016), Всероссийских научно-практических конференциях «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России» (Якутск, 2011, 2012, 2013, 2014, 2017), Международных научных студенческих конференциях (Новосибирск, 2011, 2012), X Всероссийской научной школе молодых ученых-палеонтологов «Современная палеонтология: классические и новейшие методы» (Москва, 2013). Всего сделано 9 устных докладов и 1 стендовый.

По теме диссертации опубликовано 24 работы: три статьи индексируются международными системами цитирования WoS и Scopus, пять статей в научных журналах списка ВАК, 16 работ опубликовано в сборниках и материалах конференций. Одна статья принята к печати в журнал "Стратиграфия. Геологическая корреляция".

Структура, объем и содержание работы. Диссертация объемом 281 страница состоит из введения, 5 глав и заключения, 26 рисунков, 1 таблицы, 29 фототаблиц, списка литературы из 213 наименований.

Благодарности. Работа выполнена в Институте геологии алмаза и благородных металлов СО РАН под руководством Р.В. Кутыгина, которому автор выражает признательность и благодарность за помощь в приобретении профессиональных навыков и поддержку при написании диссертации. Выражаю искреннюю благодарность В.Г. Ганелину за

ценные консультации, замечания и разъяснения особенностей морфологии и внутреннего строения брахиопод, а также А.С. Бякову, Г.В. Котляр, Н.В. Сенникову, Б.Н. Шурыгину, Н.Г. Изох, В.Г. Князеву, О.Т. Обут, О.В. Королевой за ценные замечания и критику. Автор благодарит А.И. Будникова, И.В. Будникова, С.К. Горяева, А.Н. Килясова, В.В. Кисленко, Р.В. Кутыгина, Л.Г. Перегоедова и В.А. Федорова за помощь при проведении совместных полевых исследований. Особую признательность хочется выразить также Т.Б. Леоовой, Г.В. Котляр, М.С. Бойко, К.В. Борисенкову и Н.М. Кадлец за всестороннюю помощь при изучении палеонтологических коллекций в Палеонтологическом институте РАН и ЦНИГР-музее. Большое спасибо за прекрасно сделанные фотографии брахиопод А.Г. Степанову, П.В. Фомину, а также Р.В. Кутыгину.

Работа выполнена по планам НИР ИГАБМ СО РАН и при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 11-05-00053, 11-05-00950, 12-05-31158мол_а, 13-05-00520, 14-05-00217, 18-05-00191, грант президента Республики Саха (Якутия) для молодых ученых и студентов по научному направлению "Науки о Земле" (грант имени академика Н.В. Черского), 2012 и 2016 гг., РФФИ-Восток 15-45-05024 и Программы Президиума РАН № 23 (Арктика).

Глава 1. ИСТОРИЯ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО ДЕЛЕНИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ВЕРХНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ - НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХОЯНЬЯ ПО БРАХИОПОДАМ И ИЗУЧЕНИЯ РОДОВ *JAKUTOPRODUCTUS* И *VERCHOJANIA*

Впервые биостратиграфическое деление пограничных каменноугольно-пермских отложений Верхоянья по брахиоподам было проведено А.С. Каширцевым [1963], выделившим верхнекаменноугольный, кыгылтасский и эчийский брахиоподовые комплексы. Среди якутопродуктусов в установленных комплексах присутствуют: в верхнекаменноугольном – *Verchojania cheraskovi*; в кыгылтасском – *Jakutoproductus verkhojanicus*; в эчийском – *J. crassus*. Зональное деление рассматриваемого интервала совершенствовалось Р.В. Соломиной [1981, 1986, 1997], которая предложила выделять в мегенском горизонте зону *Jakutoproductus protoverkhojanicus*, а в эчийском горизонте зоны *Jakutoproductus crassus* и *Jakutoproductus verkhojanicus*. А.Г. Клецом последовательно проводилась модернизация зональной шкалы [Клец, 1988, 1995, 2005; Клец и др., 2001]. В окончательно варианте им выделены зоны *Muirwoodia mammata* –

Jakutoproductus tatjanae, *Plicatiferina neoplicatilis* – *Plicatospiriferella costata* – *Jakutoproductus tatjanae*, *Jakutoproductus protoverkhoyanicus* – *Pterospirifer terechovi* в кыгылтасском горизонте; *Jakutoproductus verkhoyanicus* – *Spirelytha fredericki* в хорокытском горизонте; *Jakutoproductus rugosus* – *Alispiriferella gydanensis* и слои с *Jakutoproductus burgaliensis* – *Spirelytha kislakovi* в эчийском горизонте [Клец, 2005]. А.И. Некрасов в объеме кыгылтасской свиты выделил зоны *Jakutoproductus parenensis* и *Eolissochonetes maximus* – *Striochonetes subquadratus* – *Quinquenella planiconvexa*. Зона *parenensis* в свою очередь делится на слои с *Verchojania cheraskovi* и подзоны *Jakutoproductus protoverkhoyanicus* и *Jakutoproductus parenensis*. В хорокытской и нижней части эчийской свиты установлена зона *Jakutoproductus crassus*, в которой по смене якутопродуктусов видов *Jakutoproductus crassus* Kaschirzew и *Jakutoproductus insignis* Abramov et Grigorjeva обособлены подзоны [Некрасов, 1997, 2005] (Рисунок 1).

Роды *Jakutoproductus* и *Verchojania* распространены в верхнепалеозойских отложениях Верхоянья, Колымо-Омолонского региона, Таймыра, Забайкалья, Центральной Монголии, Аргентины, Канады, Китая и насчитывают 39 видов. Изучением представителей указанных родов в разные годы занимались такие известные палеонтологи как Г.Н. Фредерикс [1931], Б.К. Лихарев и О.Л. Эйно́р [1939], Д.Л. Степанов [1946], А.С. Каширцев [1955, 1959а, б], Т.Г. Сарычева [Сарычева и др., 1960; Сарычева, 1968], В.И. Устрицкий и Г.Е. Черняк [1963], Г.В. Котляр [Котляр, Попеко, 1967; Котляр, 2002], Р.В. Соломина [1970, 1981], Б.С. Абрамов [1970, 1974] и А.Д. Григорьева [Абрамов, Григорьева, 1983, 1988], В.М. Заводовский [1970], А.Г. Клец [1988, 2005], В.Г. Ганелин [1973, 1991], Е.Е. Павлова [1988], И.Н. Мананков [2004], А.С. Табоада [Taboada, 2008] и М.А. Пагани [Taboada, Pagani, 2010], Т. Симанаускас и Н.В. Арчболд, [2002], Г.П. Ши [Shi, 1994, Shi, Waterhouse, 1996], Ли Ли и Гу Фенг [Li L., Gu F., 1976; Li L., Gu F., Su Y.Z., 1980]. В главе рассмотрена история установления всех известных представителей родов *Jakutoproductus* и *Verchojania*.

Глава 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Детализированная зональная шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам была разработана в результате биостратиграфического изучения верхнепалеозойских разрезов: низовье р. Лена (Кубалахский разрез) [Макошин, Кутыгин, 2014а, б; Makoshin et al., 2015], бассейны рек Отой-Суох (руч. Суровый и Мрачный), Меген (руч. Длинный) [Кутыгин и др., 2018], Дянышка (руч. Мутный), Келе

(руч. Рыжий и Аккорд), Аллара-Хадарынья, Дьеленджа [Макошин, 2011а, б; Макошин, Кутыгин, 2011; Kutugin et al., 2015; Kutugin, Makoshin, 2018], Сетландя, Талчан, Менкюле (руч. Хоспохчон) и Аркачан-Эчийского междуречья (Рисунок 2) [Макошин, 2012а, б, 2013а, б, 2014, 2016; Макошин, Кутыгин, 2013а, б; Макошин, Кутыгин, Рожин, 2012; Kutugin et al., 2018]. Монографически изученная коллекция ассельско-сакмарских брахиопод Верхоянья насчитывает 18 видовых таксонов, относящихся к 8 родам (Таблица 1). Коллекция брахиопод была собрана из 120 местонахождений, расположенных в 18 разрезах.

Таблица 1. Стратиграфическое распределение ассельско-сакмарских брахиопод Верхоянья (числа указывают количество монографически описанных экземпляров).

Таксон	Горизонт	
	P ₁ hr	P ₁ еџ
<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? grandis</i> Solomina	7	7
<i>Cancrinella? janischewskiana</i> (Stepanov)	6	-
<i>Cancrinella? sp.</i>	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

Брахиоподы изучались по методике Е.А. Ивановой и Т.Г. Сарычевой [Иванова, Сарычева, 1963]. Основная терминология морфологических элементов раковин брахиопод использована из "Словаря терминов по морфологии продуктид (Brachiopoda)" [Сарычева, 1970]. Важными признаками рода *Jakutoproductus*, позволяющими

разграничивать видовые таксоны, являются: размеры и очертание раковины; выпуклость брюшной створки; соотношение концентрических морщин и оснований игл; развитие макушки, ушек, синуса, шлейфа. При изучении внутреннего строения использовалась терминология морфологии продуктид 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 (Рисунок 3).

Глава 3. СТРАТИГРАФИЯ АССЕЛЬСКО-САКМАРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХОЯНЬЯ

Нижняя часть пермских отложений Верхоянья представлена ассельским и сакмарским ярусами. 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. Но при существенной их редкости, важнейшей группой, позволяющей проследивать нижнепермские биостратиграфические уровни по всему Верхоянью, 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 [Решения коллоквиума, 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 *Verchojanina cheraskovi* группой *Jakutoproductus verkhojanicus*. Проведя ревизию имеющегося палеонтологического материала и не изменяя положения нижней границы перми, Р.В. Соломина предложила для нее новый критерий обоснования – присутствие *Jakutoproductus protoverkhoyanicus* Kaschirzew и сопутствующих форм. Позднее, в нижней части перми Р.В. Соломина [1997] выделила зону *J. protoverkhoyanicus*, равную по объему мегенскому горизонту, относимому к ассельскому и сакмарскому нерасчлененным ярусам. Вид *J. protoverkhoyanicus* считался основным элементом наиболее древнего комплекса пермских беспозвоночных Верхоянья также Б.С. Абрамовым и А.Д. Григорьевой. Однако вмещающие отложения ими относились к афонинскому горизонту, выделенному на р. Хоспохчон в Южном Верхоянье. Появление вида *J. protoverkhoyanicus* приходится на

период позднекыгылтаской регрессии, с которой в Верхоянском бассейне было связано накопление прибрежно-морских песчаных отложений дельтового комплекса [Будников и др., 2003], которые в Западном Верхоянье относятся к верхнекыгылтаской подсвите сетландинского горизонта [Клец и др., 2001]. Поэтому находки морской фауны, позволяющей обособить зону *J. protoverkhoyanicus* от подстилающих отложений, в регионе редки, что существенно усложняет выявление обсуждаемой границы в конкретных разрезах.

Данные по аммоноидеям свидетельствуют скорее о каменноугольном возрасте зоны *protoverkhoyanicus*, нежели пермском. В "пограничном слое" кыгылтаской и хорокытской свит стратотипа хорокытского горизонта и одноименной свиты (р. Дьеленджа) В.Н. Андриановым [1981] определен представитель позднекаменноугольного рода *Prouddenites*. В связи с этим кыгылтаскую свиту с зоной *protoverkhoyanicus* справедливо относить к каменноугольной системе, а границу карбона и перми проводить в основании хорокытского горизонта, что и было принято на Третьем Северо-Восточном совещании [Решения..., 2009]. Из вышеизложенного следует, что граница карбона и перми в Верхоянье фиксируется по появлению вида *Jakutoproductus verkhoyanicus* (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]. С привлечением данных по ископаемой флоре [Толстых, 1974], В.Н. Андриановым [1975] первоначально предлагалось с большой степенью условности относить к ассельскому ярусу кыгылтаский горизонт, а к сакмарскому - хорокытский. Однако уже вскоре эти представления были отвергнуты 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 [Кутыгин и др., 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, что по наличию примитивных юрезанитов позволило 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. Лены [Кутыгин, 2015, 2016] потребовали 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 данной работе вся часть разреза нижней перми от основания хорокытского горизонта до основания слоев с *Uraloproductus stuckenbergianus* рассматривается как отложения нерасчлененных ассельского и сакмарского ярусов.

Основанием для проведения в Верхоянье границы сакмары и артина является находка гониатита *Neoshumardites triceps hyperboreus* Ruzhencev совместно найденного с *Uraloproductus stuckenbergianus* (Krotow) в Нижне-Дьеленджинском разрезе [Кутыгин и др., 2017].

3.1. Региональные стратиграфические подразделения

В Верхоянье ассельско-сакмарским отложениям соответствуют хорокытский горизонт и нижняя часть эчийского горизонта.

Хорокытский горизонт выделен В.Н. Андриановым [1975]. За стратотип горизонта принят разрез одноименной свиты на реке Дьеленджа против устья руч. Хорокыт. Для свиты характерно наличие брахиопод *Jakutoproductus verkhojanicus* (Fredericks), *J. crassus* Kaschirzew, *Anidanthus boikowi* (Stepanov), *Leiorhynchus* aff. *ripheicus* (Stepanov), *Chonetes* sp. и др. [Андрианов, 1975].

Эчийский горизонт выделен А.С. Каширцевым с коллегами в объеме эчийской свиты, сопоставляемой ими с туорасинской свитой [Каширцев и др., 1966]. Более подробно объем и палеонтологическая характеристика эчийского горизонта были рассмотрены В.Н. Андриановым [1975]. За стратотип горизонта принят разрез эчийской ритмосвиты в басс. р. Эндыбал [Херасков, Колосов, 1938;

Андрианов, 1966], объединяющей эндыбало-эчийскую, мысовскую и хабахскую свиты детальной стратиграфической схемы [Андрианов и др., 1970; Андрианов и др., 1975].

3.2. Изученные разрезы Верхоянья

Верхоянский хребет, в зависимости от структурно-тектонических особенностей и состава осадочных пород, разделяется на три части: Северное Верхоянье (Хараулахский и Орулганский антиклинории), Западное Верхоянье (Куранахский и Бараинский антиклинории, примыкающие непосредственно к Вилюйской синеклизе) и Южное Верхоянье (граничит с восточным склоном Алданской антеклизы) [Решения..., 2009].

Изученные верхнепалеозойские отложения Верхояно-Охотской провинции находятся в Булкур-Оленекской, Западно-Верхоянской, Центрально-Верхоянской, Восточно-Верхоянской и Южно-Верхоянской структурно-фациальных зонах, подразделяющиеся на ряд подзон (Рисунок 2).

В разделе приводится палеонтологическая и литологическая характеристика изученных разрезов Верхоянья. Наибольший интерес вызывают разрезы Усть-Ленской [Макошин, 2016; Макошин, Кутыгин, 2014б] и Восточно-Орулганской [Кутыгин и др., 2018] подзон Северного Верхоянья, где установлены почти все биостратоны новой шкалы. Опорные разрезы в перечисленных подзонах имеют важное значение для обоснования слоев с *lenensis* и зоны *rugosus*. В западно-верхоянских разрезах последняя зона рассматривается в составе нерасчлененных зон *terechovi* – *rugosus* [Кутыгин и др., 2010; Макошин, Кутыгин, 2013а; Kutygin et al., 2018]. Разрезы Кобычанской подзоны отличаются от таковых Куранахской подзоны существенно сокращенными мощностями хорокытской и эчийской свит, хотя последовательность комплексов брахиопод остается неизменной. В Бараинской подзоне 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, руч. Хоспохчон. Ассельско-сакмарские отложения здесь представлены средне- верхнеольчанской подсвитами и побединской свитой. В среднеольчанской подсвите определены виды *Jakutoproductus verkhoyanicus* (Fredericks) и *J. crassus* Kaschirzew. Верхнеольчанская подсвита и нижняя часть побединской свиты охарактеризованы единичными *Jakutoproductus* sp. и *Rhynchopora* sp.

Глава 4. БИОСТРАТИГРАФИЯ И КОРРЕЛЯЦИЯ АССЕЛЬСКО-САКМАРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХОЯНЬЯ ПО БРАХИОПОДАМ

В Решениях Третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России [Решения..., 2009] в объеме хорокытского горизонта Верхояно-Охотского региона по брахиоподам выделяются слои с *Jakutoproductus verkhoyanicus*, а по аммоноидеям – слои с *Bulunites mezhvilki*. В эчийском горизонте выделены слои с брахиоподами *J. rugosus* и *J. burgaliensis*, а по аммоноидеям слои с *Uraloceras subsimense*, *Eotumaroceras endybalense* и *Eotumaroceras subyakutorum*.

В Колымо-Омолонском регионе В.Г. Ганелиным разработана детальная шкала нижней части пермских отложений по брахиоподам. В ассельско-артинских отложениях выделено шесть биостратиграфических зон (лон) в мунугуджакском надгоризонте и нижней части джигдалинского надгоризонта. Мунугуджакский надгоризонт представлен ороческим и огонерским горизонтами, а джигдалинский надгоризонт коаргычанским и халалинским горизонтами [Ганелин, 1984, 1991; Ganelin, 1996; Ганелин и др., 2001].

В ороческом горизонте установлены зоны (лоны) *Verchojanina mirandus* и *V. expositus*. В огонерском горизонте выделены зоны (лоны) *Jakutoproductus insignis*, *J. terechovi* и *J. rugosus*. В нижней части коаргычанского горизонта установлена зона (лона) *Jakutoproductus burgaliensis* – *Litophaga gigantea* [Ганелин, 1984, 1991; Ганелин и др., 2001].

До настоящего времени существовала сложная проблема корреляции ассельско-сакмарских отложений Верхоянья и Колымо-Омолонского регионов из-за существенных отличий в таксономическом составе биот [Ганелин и др., 2001; Кутыгин, 2015]. Вероятно, этим можно объяснить различные взгляды на корреляцию нижней части перми двух регионов, приведенных в соответствующих региональных схемах (Рисунок 4) [Решения..., 2009]. А именно, составители схемы пермских отложений Верхояно-Охотского субрегиона (И.В. Будников, Р.В. Кутыгин, А.Г. Клец, А.С. Бяков и В.С. Гриненко) проводят прямое сопоставление слоев с *Jakutoproductus rugosus* и *J. burgaliensis* Верхоянья с зонами (лонами) *J. rugosus* и *J. burgaliensis* Колымо-Омолонского региона (Рисунок 4). За счет прямого сопоставления выше лежащих слоев и лон, слои с *J. verkhoyanicus* хорокытского горизонта Верхоянья соответствуют зонам (лонам) *J. insignis* и *J. terechovi* средней части мунугуджакского горизонта (Рисунок 4). В свою очередь составители схемы пермских отложений Колымо-Омолонско-Чукотского субрегиона

(В.Г. Ганелин, Н.И. Караваяева и А.С. Бяков) проводят прямую корреляцию ороцкого горизонта с хорокытским и огонерского горизонта с нижней частью эчийского (Рисунок 4).

Новая зональная шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья основана на этапности развития брахиопод рода *Jakutoproductus* (Рисунок 5). Основными признаками, участвующими в морфогенезе якутопродуктусов, являются: размеры раковины; форма очертания раковины; выпуклость брюшной створки; соотношение концентрических морщин и оснований игл; развитие синуса, макушки, ушек, шлейфа. Отдельного внимания заслуживает развитие в передней части брюшной створки прямых игл с кольцевыми валиками в основании, они, как правило, образуют концентрические ряды.

В изученном материале (75 экз.) внутреннее строение брахиопод рода *Jakutoproductus* характеризуется широкими пределами изменчивости области прикрепления и протяженности брахиальных петель, формы и длины отпечатков аддукторов, длины септы, ширины маргинального пояса. 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 необходимы дополнительные сборы.

Кроме якутопродуктусов в изученных верхнепалеозойских отложениях Верхоянья были установлены брахиоподы *Tornquistia pseudobrama* (Zavodowsky), *Anidanthus boikowi* (Stepanov), *A. sp.*, *Canocrinella? grandis* Solomina, *C.? janischewskiana* (Stepanov), *C.? alazeica* Zavodowsky, *C.? sp.*, *Rhynoleichus etschiensis* Abramov et Grigorjeva, *Rh. sp.*, *Linoproductus sp.*, *Rhynchopora sp.*, *Waagenoconcha aff. wimani* (Fredericks), *Phricodothyris lenaensis* Abramov et Grigorjeva.

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 кодекс, 2006]. Граница между двумя биостратиграфическими зонами проводится по появлению вида-индекса вышезалегающей зоны. Зоны характеризуются комплексами беспозвоночных, среди которых имеются виды как характерные только для данной зоны, так и доживающие, либо транзитные. При выделении зон учитывается этапность седименто – и биогенеза, отражающие геонисторическое (событийное) содержание [Ганелин и др., 2007; Ганелин, Гладенков, 2018].

В главе приводится описание установленных зон и слоев с

брахиоподами, а именно в объеме хорокытского горизонта выделена зона *J. verkhojanicus*, в нижней и верхней частях которой обособлены слои с *J. talchanensis* и *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* (Рисунок 6). Установленные в Верхоянье зоны *J. insignis*, *J. terechovi* и *J. rugosus* в нижней части эчийского горизонта способствуют уточнению внутрирегиональной корреляции ассельско-сакмарских отложений (Рисунок 7) и позволяют пересмотреть сопоставление биостратиграфических шкал нижней части перми Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов (Рисунок 6). Сопоставление огонерского горизонта Колымо-Омолонского региона проводится с эчийским горизонтом Верхояно-Охотского региона на основании присутствия в обоих регионах видов-индексов зон *J. insignis*, *J. terechovi* и *J. rugosus*, в то время как сопоставление ороцкого и хорокытского горизонтов остается дискуссионным [Котляр и др., 2018]. С зоной *verkhojanicus*, 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.

Глава 5. ОПИСАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В главе дано монографическое описание брахиопод из верхней части карбона и нижней части перми Верхоянья. Описаны 25 таксонов, относящихся к 10 родам. Также в главе приведена схема филогенетического развития верхоянских представителей рода *Jakutoproductus*, основанная на морфологических изменениях. Вид *Jakutoproductus tatjanae* Abramov et Grigorieva является исходным для трех параллельно развивающихся филогенетических ветвей (Рисунок 5): *J. tatjanae* → *J. protoverkhojanicus* → *J. talchanensis*; *J. tatjanae* → *J. verkhojanicus* → *J. lenensis* → *J. insignis* → *J. terechovi* → *J. rugosus* и *J. tatjanae* → *J. crassus*.

Систематический состав описанных брахиопод:

Тип Brachiopoda Dumeril, 1806

Подтип Rhynchonelliformea Williams, Carlson, Brunton, Holmer, Popov, 1996

Класс Strophomenata Williams, Carlson, Brunton, Holmer, Popov, 1996

Отряд Productida Sarytcheva et Sokolskaya, 1959

Подотряд Chonetidina Muir-Wood, 1955

Надсемейство Chonetoidea Bronn, 1862

- Семейство Anopliidae Muir-Wood, 1962
 Подсемейство Tornquistiinae Afanasjeva, 1984
 Род *Tornquistia* Paeckelmann, 1930
Tornquistia pseudobrama (Zavodowsky, 1960)
- Подотряд Productidina Waagen, 1883
 Надсемейство Productoidea Gray, 1840
 Семейство Produtellidae Schuchert, 1929
 Подсемейство Plicatiferinae Muir-Wood et Copper, 1960
 Триба Levipustulini Lazarev, 1985
 Род *Jakutoproductus* Kaschirzew, 1959
Jakutoproductus verkhojanicus (Fredericks, 1931)
Jakutoproductus talchanensis Makoshin, 2016
Jakutoproductus crassus Kaschirzew, 1959
Jakutoproductus lenensis Makoshin, 2016
Jakutoproductus insignis Abramov et Grigorjeva, 1988
Jakutoproductus terechovi Zavodowsky, 1970
Jakutoproductus rugosus Ganelin, 1991
Jakutoproductus protoverkhojanicus Kaschirzew, 1959
 Род *Verchojania* Abramov, 1970
Verchojania cheraskovi (Kaschirzew, 1959)
Verchojania cf. *monstrosus* (Ganelin, 1991)
Verchojania sp. № 1
Verchojania sp.
- Надсемейство Echinoconchoidea Stehli, 1954
 Семейство Echinoconchidae Stehli, 1954
 Подсемейство Juresaniinae Muir-Wood et Copper 1960
 Триба Waagenoconchini Muir-Wood et Cooper, 1960
 Род *Waagenoconcha* Chao, 1927
Waagenoconcha aff. *wimani* (Fredericks, 1934)
- Надсемейство Linoproductoidea Stehli, 1954
 Семейство Linoproductidae Stehli, 1954
 Подсемейство Linoproductinae Stehli, 1954
 Род *Linoproductus* Chao, 1927
Linoproductus sp.
- Подсемейство Anidanthinae Waterhouse, 1968
 Род *Anidanthus* Whitehouse, 1928
Anidanthus boikowi (Stepanov, 1946), A. sp.
- Подсемейство Grandaurispininae Lazarev, 1986
 Род *Cancrinella* Fredericks, 1928
Cancrinella? *grandis* Solomina, 1981
Cancrinella? *janischewskiana* (Stepanov, 1934)

- Cancrinella? alazeica* Zavodowsky, 1968
Cancrinella? sp.
- Класс Rhynchonellata Williams, Carlson, Brunton, Holmer, Popov, 1996
Отряд Rhynchonellida Kuhn, 1949
Надсемейство Rhynchoporoidea Muir-Wood, 1955
Семейство Rhynchoporidae Muir-Wood, 1955
Подсемейство Rhynchoporinae Muir-Wood, 1955
Род *Rhynchopora* King, 1865
Rhynchopora sp.
- Nomina dubia
- Род *Rhynoleichus* Abramov et Grigorjeva, 1983
Rhynoleichus etschiensis Abramov et Grigorjeva, 1988
Rhynoleichus sp.
- Отряд Spiriferida Waagen, 1883
Подотряд Delthyridina Ivanova, 1972
Надсемейство Reticularioidea Waagen, 1883
Семейство Elythidae Fredericks, 1924
Подсемейство Phricodothyridinae Caster, 1939
Род *Phricodothyris* George, 1932
Phricodothyris lenaensis Abramov et Grigorjeva, 1983

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее важные результаты исследования по теме диссертации можно сформулировать в следующем виде.

1. В изученных опорных разрезах ассельско-сакмарских отложений Верхоянья доминирующим является род *Jakutoproductus*, который представлен видами: *Jakutoproductus verkhojanicus* (Fredericks), *J. crassus* Kaschirzew, *J. insignis* Abramov et Grigorjeva, *J. rugosus* Ganelin, *J. terechovi* Zavodowsky, *J. lenensis* Makoshin, *J. talchanensis* Makoshin. Три последних вида в Верхоянье выделены впервые. Изменена диагностика видов *J. verkhojanicus* и *J. crassus* и существенно уточнено стратиграфическое распространение вида *J. insignis*. В результате изучения обширного материала разработана схема филогенетического развития верхоянских представителей рода *Jakutoproductus*, основанная на изменениях таких признаков, как размеры и форма очертания раковины; выпуклость брюшной створки; соотношение концентрических морщин и оснований игл; развитие синуса, макушки, ушек, шлейфа. Вид *Jakutoproductus tatjanae* Abramov et Grigorjeva является исходным для трех параллельно развивающихся филогенетических ветвей: *J. tatjanae* → *J. protoverkhojanicus* → *J. talchanensis*; *J. tatjanae* → *J. verkhojanicus* → *J.*

lenensis → *J. insignis* → *J. terechovi* → *J. rugosus* и *J. tatjanae* → *J. crassus*.

2. Разработана новая биостратиграфическая шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам. В хорокытском горизонте установлена зона *Jakutoproductus verkhojanicus*, при этом в нижней и верхней частях зоны выделены слои с *J. talchanensis* и *J. lenensis* соответственно. В эчийском горизонте из ранее принятых в Решениях [Решения..., 2009] слоев с *J. rugosus* выделены зоны *J. insignis*, *J. terechovi* и *J. rugosus*.

3. Разработка новой зональной шкалы позволила модернизировать схему корреляцию ассельско-сакмарских отложений в Верхоянье. Появление в разрезах вида *J. insignis* является важным биостратиграфическим маркером, позволяющим разграничивать в регионе хорокытский и эчийский горизонты. Установление вертикальной последовательности брахиоподовых зон в эчийском горизонте позволило принципиально пересмотреть сопоставление биостратиграфических шкал нижней части перми Верхояно-Охотского и Колымо-Омолонского регионов. Если ранее с зонами *insignis* и *terechovi* Колымо-Омолонской провинции сопоставлялся хорокытский горизонт и слои с *J. verkhojanicus* Верхоянья [Решения..., 2009], то теперь имеются веские основания проводить прямое сопоставление указанных колымо-омолонских зон с нижней частью эчийского горизонта (зоны *insignis*, *terechovi* и *rugosus*) Верхоянья по присутствию в разрезах общих зональных видов.

4. Полученные данные по биостратиграфии ассельско-сакмарских отложений Верхоянья свидетельствуют о необходимости внесения ряда важных изменений в Региональную схему перми Верхояно-Охотского региона.

Публикации по теме диссертации

1. **Макошин, В.И.** Зональная шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2019, в печати.
2. Kutygin, R.V. Biostratigraphy and important biotic events in the Verkhoyansk Region around the Sakmarian–Artinskian boundary / R.V. Kutygin, A.S. Biakov, **V.I. Makoshin**, I.V. Budnikov, L.G. Peregoedov, O.V. Krivenko // Palaeoworld. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2018.10.001>.
3. **Макошин, В.И.** Новые виды брахиопод рода *Jakutoproductus* из нижней перми Верхоянья / В.И. Макошин // Палеонтологический журнал. – 2016. – № 5. – С. 35–41.
4. Kutygin R.V. On Late Sakmarian-Early Artinskian Biota Invasions of the Verkhoyansk-Omolon Basins from the Uralian and North American

- Regions / R.V. Kutygin, **V.I. Makoshin** // Nurgaliev D. (Ed.), *Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources*. Filodiritto Publisher, Bologna, 2018. P. 299-304.
5. Кутыгин, Р.В. Новые данные о стратиграфическом взаимоотношении брахиопод рода *Jakutoproductus* и иноцерампоподобных двустворок в нижней перми Западного Верхоянья / Р.В. Кутыгин, И.В. Будников, А.С. Бяков, С.К. Горяев, **В.И. Макошин**, Л.Г. Перегоедов // *Отечественная геология*. – 2010. – № 5. – С. 97-104.
 6. Кутыгин, Р.В. Биостратиграфия ассельско-сакмарских отложений верховьев р. Соболах-Маян Орулганского хребта / Р.В. Кутыгин, **В.И. Макошин**, И.В. Будников, Л.Г. Перегоедов // *Отечественная геология*. – 2018. – № 5. – С. 74-80.
 7. **Макошин, В.И.** Биостратиграфия и брахиоподы ассельско-артинских отложений Аркачан-Эчийского междуречья (Западное Верхоянье) / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // *Отечественная геология*. – 2013а. – № 5. – С. 46-51.
 8. **Макошин, В.И.** Биостратиграфия и брахиоподы ассельско-сакмарских отложений Кубалахского разреза (низовье р. Лена) / В.И. Макошин, В.Р. Кутыгин // *Отечественная геология*. – 2014б. – № 4. – С. 17-21.
 9. **Макошин, В.И.** О выделении слоев с *Jakutoproductus insignis* в нижнепермских отложениях Западного Верхоянья / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // *Вестник СВФУ*. – 2013б. – № 4. – С. 31-34.
 10. Kutygin, R.V. Type section of the Sakmarian-Artinskian boundary in the Verkhoyansk Region / R.V. Kutygin, I.V. Budnikov, L.G. Peregoedov, **V.I. Makoshin**, A.S. Biakov, O.V. Krivenko // XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian. – Kazan: Kazan University Press. – 2015. – P. 108.
 11. **Makoshin, V.I.** Biostratigraphy and brachiopods of the Carboniferous-Permian boundary deposits of the Kubalakh section (lower reaches of the Lena River) / V.I. Makoshin, R.V. Kutygin, L.G. Peregoedov. // XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian. – Kazan: Kazan University Press. – 2015. – P. 115.
 12. **Макошин В.И.** Зональная шкала ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам рода *Jakutoproductus* / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // 100-летие Палеонтологического общества России. Проблемы и перспективы палеонтологических исследований. Материалы LXII сессии Палеонтологического общества при РАН, 4-8 апреля 2016 г. – Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ. – 2016. – С. 109-111.

13. **Макошин, В.И.** Раннепермские брахиоподы рода *Jakutoproductus* низовья р. Дьеленджа (Западное Верхоянье) / В.И. Макошин // Материалы XLIX Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Геология. – Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск. – 2011б. – С. 4-5.
14. **Макошин, В.И.** Биостратиграфическая последовательность ассельско-сакмарских брахиопод рода *Jakutoproductus* в Аркачан-Эчийском междуречье (Западное Верхоянье) / В.И. Макошин // Материалы 50-ой Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Геология. Новосибир. гос. ун-т. – Новосибирск. – 2012а. – С. 7.
15. **Макошин, В.И.** Биостратиграфическая последовательность брахиопод рода *Jakutoproductus* в ассельско-сакмарских отложениях центральной части Западного Верхоянья (низовье р. Дьеленджи) / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона: материалы всероссийской научной конференции. 27-30 сентября 2011 г. – Якутск: Издательско-полиграфический комплекс СВФУ. – 2011. – Т. 1. – С. 182-185.
16. **Макошин, В.И.** Биостратиграфия сакмарского яруса бассейна р. Мангазейки (Западное Верхоянье, Мангазейское рудное поле) / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин, С.С. Рожин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 29-30 марта 2012 г. – Якутск: Издательский дом СВФУ. – 2012. – Т. II. – С. 7-10.
17. **Макошин, В.И.** Проблема детализации зональной шкалы ассельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы всероссийской научно-практической конференции, 2-4 апреля 2013 г. – Якутск: ИПК СВФУ. – 2013в. – Т. II. – С. 16-20.
18. **Макошин, В.И.** Биостратиграфическая последовательность брахиопод рода *Jakutoproductus* в ассельско-сакмарских отложениях Кубалахского разреза (низовье р. Лена) / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы всероссийской научно-практической конференции, 1-3 апреля 2014 г. – Якутск: Издательский дом СВФУ. – 2014а. – С. 276-280.
19. Кутыгин, Р.В. Разрез Нижне-Дьеленджинский – эталонный для границы сакмарского и артинского ярусов в Верхоянье / Р.В. Кутыгин, И.В. Будников, **В.И. Макошин**, Л.Г. Перегоедов, А.С. Бяков // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России:

- материалы VII всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН, 5-7 апреля 2017 г. – Якутск. – 2017. – Т. II. – С. 171-177.
20. **Макошин, В.И.** Проблема корреляции асельско-сакмарских отложений Верхоянья по брахиоподам / В.И. Макошин, Р.В. Кутыгин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН, 5-7 апреля 2017 г. – Якутск. – 2017. – Т. II – С. 182-188.
 21. **Макошин, В.И.** Стратиграфическое распространение брахиопод рода *Jakutoproductus* в асельско-сакмарских отложениях Западного Верхоянья / В.И. Макошин // Современная палеонтология: классические и новейшие методы: тезисы докладов десятой всероссийской научной школы молодых ученых-палеонтологов, 7-9 октября 2013 г. – Москва, ПИН РАН. – 2013б. – С. 27.
 22. **Макошин, В.И.** Биостратиграфия и брахиоподы асельско-сакмарских отложений в Аркачан-Эчийском междуречье / В.И. Макошин // Геология, полезные ископаемые и геокриология: сборник трудов студентов. – Якутск: Издательский дом СВФУ. – 2012б. – Вып. IV. – С. 22-26.
 23. **Макошин, В.И.** Биостратиграфия и брахиоподы пограничных каменноугольно-пермских отложений Западного Верхоянья / В.И. Макошин // Результаты исследований получателей грантов Президента РС (Я) и государственных стипендий РС (Я) за 2012 год. – Якутск, ООО «Издательство Сфера». – 2013а. – С. 19-22.
 24. **Макошин, В.И.** Биостратиграфия и брахиоподы сакмарского яруса Западного Верхоянья / В.И. Макошин // Результаты исследований получателей грантов Президента РС (Я) и государственных стипендий РС (Я) за 2013 год. – Якутск, ООО «Издательство Сфера». – 2014. – С. 116-119.
 25. **Макошин, В.И.** Брахиоподы рода *Jakutoproductus* сакмарского яруса низовья р. Дьеленджа (Западное Верхоянье) / В.И. Макошин // Лучшие доклады общеуниверситетской научной конференции студентов Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова (18 мая 2009 г.). – Якутск: Издательско-полиграфический комплекс СВФУ. – 2011а. – С. 81-83.

Технический редактор Т.С. Курганова

Подписано в печать _____.2019

Формат 60x84/16. Бумага офсет №1. Гарнитура Таймс

Печ.л. _____. Тираж _____. Зак. № _____

ИНГГ СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3