

# **Пространственное положение Сибирской платформы и кратонных террейнов её складчатого обрамления в палеозое по палеонтологическим и геологическим данным**

Каныгин А. В., Гонта Т. В., Тимохин А. В.

## **Аннотация**

На основе детального хронологического анализа бентосных и планктонных групп фауны, реконструкции палеогеографических обстановок, оконтуривания и сопоставления однотипных биофацций и ареалов бентосной и пелагической фауны показано, что палеозойские тектонические блоки Верхояно-Чукотской складчатой области (Тас-Таяхтахский, Селенняхский, Омудевский, Омолонский, Охотский, Чукотский) и о-ва Котельный первоначально принадлежали к единому эпиконтинентальному морскому бассейну Сибирского палеоконтинента и входили в состав его пассивной окраины на месте современной Верхоянской складчато-надвиговой системы. Дано обоснование палеонтологических, седиментационных и морфометрических диагностических признаков рифтогенных зон в сложных складчато-надвиговых структурах. Установлено, что расколу пассивной окраины в позднем палеозое предшествовал рифтогенез с фазами активизации в ордовике и девоне.

## **Ключевые слова:**

северо-восточная Азия, Сибирский палеоконтинент, орогенный пояс, террейны, палеозой, тектоника, седиментология, палеогеография, стратиграфия, хронология

**Пространственное положение Сибирской платформы и кратонных террейнов её  
складчатого обрамления в палеозое по палеонтологическим и геологическим  
данным**

**А. В. Каныгин<sup>1</sup>, Т. В. Гонта<sup>1,2</sup>, А. В. Тимохин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН,  
Новосибирск, KanyginAV@ipgg.sbras.ru*

<sup>2</sup>*Новосибирский государственный университет*

**Аннотация**

На основе детального хронологического анализа бентосных и планктонных групп фауны, реконструкции палеогеографических обстановок, оконтуривания и сопоставления однотипных биофаций и ареалов бентосной и пелагической фауны показано, что палеозойские тектонические блоки Верхояно-Чукотской складчатой области (Тас-Таяхтахский, Селенняхский, Омудевский, Омолонский, Охотский, Чукотский) и о-ва Котельный первоначально принадлежали к единому эпиконтинентальному морскому бассейну Сибирского палеоконтинента и входили в состав его пассивной окраины на месте современной Верхоянской складчато-надвиговой системы. Дано обоснование палеонтологических, седиментационных и морфометрических диагностических признаков рифтогенных зон в сложных складчато-надвиговых структурах. Установлено, что расколу пассивной окраины в позднем палеозое предшествовал рифтогенез с фазами активизации в ордовике и девоне.

Ключевые слова: северо-восточная Азия, Сибирский палеоконтинент, орогенный пояс, террейны, палеозой, тектоника, седиментология, палеогеография, стратиграфия, хронология

**Введение**

Рассматриваемая территория в современных географических координатах охватывает 4 смежных региона, резко различающихся по тектоническому строению и истории геодинамического развития – Сибирскую платформу (СП), Верхояно-Чукотскую складчатую область (ВЧСО), Таймырский орогенный пояс (ТМ) и прилегающие острова Северного Ледовитого океана, которые во многих мобилистских реконструкциях этой

акватории трактуются как остатки палеоконтинента Арктида (или Гиперборея). Эти территории по особенностям геологического строения, хорошей изученности стратиграфическими, тектоническими, седиментологическими и палеонтологическими методами, разнообразию интерпретаций ее геологической истории с разных концептуальных позиций, особенно орогенного пояса, – уникальный геологический полигон для сопоставления и оценки достоверности альтернативных палеотектонических и палеогеографических реконструкций с использованием традиционных и новых методов. К настоящему времени с позиций фиксизма и мобилизма опубликовано множество альтернативных версий геодинамической природы палеозойских массивов в мезозоидах северо-восточной Азии и их генетической связи с Сибирской платформой. Противоречивость многих трактовок нашла отражение в многообразии терминологических обозначений этих структурных элементов, которые назывались геосинклинальными антиклиналями или горст-антиклиналями, палеозойскими тектоническими блоками, выступами фундамента, остаточными массивами, окраинными поднятиями, останцами или реликтами древней складчатости, глыбами, ядрами ранней или континентальной консолидации, континентальными или жесткими массами, срединными массивами (включая мелкие, кроме Колымского), микроконтинентами (выборочно), а с позиций плейт-тектонической концепции террейнами разных генетических типов.

Главной особенностью геологического строения территории ВЧСО по сравнению с типичными геосинклинальными областями является наличие среди складчатых структур мезозойского возраста далеко разобщенных выступов палеозоя с признаками платформенной природы. Для объяснения их происхождения выдвигались разные версии гетерогенного строения этой складчатой области с оконтуриванием структур платформенного типа в окружении мезозоид (Колымская, Колымо-Юкагирская, Гиперборейская платформы) или промежуточного типа (Колымский срединный массив). Предлагались также различные концепции стадийного тектонического развития этой территории как мегаструктуры особого типа: эпикратонная геосинклиналь, подвижная платформа, параплатформа, окраинно-морской тип земной коры (промежуточный между океанической и континентальной).

С позиции мобилизма все эти версии потеряли смысл как не соответствующие теоретическим положениям тектоники литосферных плит. Недолговечность концепций в интерпретации этих тектонических структур можно рассматривать как предостережение против априорного отсева «неудобных фактов» противоречащих каким-либо

концептуальным канонам. Такой критерий валидности геологических моделей в качестве программной установки был сформулирован, например, в статье большой группы авторитетных ученых разных геологических специализаций «Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии» [Парфенов и др., 2003, с. 8]: «Модель должна не только соответствовать геологическим данным, но и отвечать принципам этой концепции», так как «фундаментальные особенности эволюции Земли и формирование орогенных поясов, по крайней мере с позднего докембрия до современности, определяются концепцией тектоники литосферных плит». Такая позиция на начальных этапах становления новой концепции, вероятно, способствует развитию соответствующих ей методов и систематизации новых геологических данных. Но канонизация априорно установленных границ интерпретации фактических данных приводит к селективному использованию геологической информации и методов ее анализа, а в конечном счете к корпоративной замкнутости исследований и отчуждению «устаревших» методов.

В связи с новыми представлениями о географической и геодинамической истории Земли базовое значение для палеогеографических и палеотектонических реконструкций приобрел палеомагнитный метод, так как он дает возможность определять в географических координатах пространственное положение литосферных плит и их отдельных элементов. Практически все современные палинспатические реконструкции основаны, кроме палеомагнитных определений, на петролого-петрохимических данных и их изотопно-геохимических датировках, а также на кинематических интерпретациях складчато-надвиговых структур и геометрии тектонических швов. При этом крайне редко и обычно очень поверхностно используются традиционные методы палеогеографического анализа, основанные на палеонтологических и литолого-фациальных данных. Эти данные особенно важны для складчатых областей, так как они позволяют определять аллохтонное или автохтонное происхождение террейнов, а также динамику и кинематику их развития в стратиграфической последовательности. Сопоставление палинспатических и палеобиогеографических реконструкций во многих случаях показывает существенные противоречия в определении пространственного положения террейнов по палеомагнитным и палеонтологическим (хорологическим) данным.

В предлагаемой статье представлена альтернативная палинспатическим реконструкциям версия происхождения палеозойских массивов северо-восточной Азии на основе анализа тектоно-стратиграфических, палеонтологических и литолого-фациальных данных в сопоставлении с геологическими данными, характеризующими

палеогеографические и палеогеодинамические обстановки. При таком подходе термин «террейн» используется здесь в узком значении как синоним термина «палеозойский массив» вне связи с генетическими классификациями этих структурных элементов и без предварительной ориентации на какой-либо вариант тектонического районирования складчатого пояса.

**Хорология бентосной фауны: палеонтологические доказательства принадлежности Сибирской платформы и палеозойских террейнов к единому эпиконтинентальному морскому бассейну.**

Термин «хорология» в настоящее время редко используется при палеогеографической типизации палеонтологических данных, так как сложилось ошибочное представление о синонимическом значении понятий «хорология» и «биогеография». Однако в строгом смысле биогеография – это картографическое оконтуривание или описательная характеристика биохорий разного ранга, определения их пространственного положения и связей между ними на основе хорологического анализа, т.е. изучения таксономического состава биот, экологических особенностей ассоциаций фауны и флоры, путей и механизмов расселения составляющих их видов. Хорология по устоявшемуся определению [Геологический словарь, т.3, 2012] - это «наука о пространственных закономерностях распределения биот (от греч. choros – место, logos – слово, разум, учение)». Фактически она составляет методическую основу биогеографии. Смысловая разница между двумя этими понятиями такая же, как между географией и геодезией, т.е. между задачей и способом её решения.

Хорологический анализ по сравнению со схематическими палеобиогеографическими обобщениями палеонтологических данных предусматривает более высокие требования к качеству исходной информации, позволяющей охарактеризовать палеогеографические условия существования фауны в пределах всего палеобассейна. Поэтому требуются репрезентативные и сопоставимые данные из разных структурно-фациальных зон (СФЗ) бассейна по таким группам фауны, которые по экологическим свойствам, численности популяций, биоразнообразию и таксономическому рангу могут быть надежными индикаторами палеогеографических обстановок и путей внутрибассейнового расселения биоценозов.

В биогеографическом районировании основной оперативной единицей, соответствующей какому-либо конкретному седиментационному бассейну, считается провинция. Главным диагностическим признаком провинции является относительное

однообразии ассоциаций фауны на видовом и родовом уровнях и степень её эндемизма по сравнению с другими провинциями. Неизменность экологической специализации вида в экосистемных взаимодействиях жестко связывает его с конкретными условиями среды, что и обеспечивает ему значение главного биологического индикатора палеогеографических обстановок. Разные виды одного рода представляют совокупность близких, но различающихся экологических специализаций, поэтому ареалы родов охватывают более широкий спектр условий среды. Эвристические возможности использования ассоциаций фауны на уровне семейств для палеобиогеографического районирования конкретных палеобассейнов ограничены, но такой анализ имеет важное значение при филогенетических реконструкциях, в частности для определения предковых форм, их изначального местонахождения и последовательности дивергентных линий, т.е. для изучения закономерностей эволюционного развития таксонов высокого ранга.

Накопившиеся к настоящему времени палеонтологические и геологические данные наиболее детально характеризуют ордовикский период палеозойской истории северо-восточной Азии, так как отложения этого возраста, кроме Сибирской платформы, хорошо обнажены на всех выступах палеозоя в складчатых структурах, содержат богатые комплексы фауны, четко проявленные признаки литолого-фациальной, батиметрической дифференциации этого палеобассейна и индикаторные геодинамические признаки, в частности, проявления характерных дислокаций и особенностей вулканизма. Сравнительный анализ палеонтологических и геологических данных по более фрагментарным обнажениям подстилающих образований (позднему докембрию и кембрию) и перекрывающим отложениям (силуру, девону, карбону) в сопоставлении с опорным ордовикским стратиграфическим интервалом позволяет установить общие черты палеогеографической и палеотектонической эволюции территории в течение этих периодов.

На рис. 1 представлены сводные разрезы ордовикских отложений в складчатом обрамлении Сибирской платформы (на её пассивной окраине и на террейнах) в сопоставлении с одним из наиболее полных разрезов на платформе (в басс. р. Кулюмбе). В морском бассейне, покрывавшем в это время платформу почти полностью (за исключением Анабарского щита и Енисейского кряжа), представлены, в основном, мелководными фациями с преобладанием карбонатных отложений. Батиметрический план бассейна определяется конфигурацией унаследовано развивающихся депрессионных структур – Тунгусской и Вилюйской синеклиз, а также Енисей-Хатанским и Предверхоянским прогибами. В этих депрессиях ордовик перекрыт более молодыми

отложениями и вскрывается в бортовых частях скважинами. В обрамлении депрессий ордовик перекрыт только четвертичными отложениями и обнажается по долинам рек (рис. 2). На некоторых участках в разрезах палеозойских отложений ордовик отсутствует, но установлен по ксенолитам кимберлитовых трубок, где в карбонатных породах хорошо сохранились остатки конодонтов [Тарабукин и др. 1999].

В региональной стратиграфической схеме Сибирской платформы [Каныгин и др., 2017] выделено 14 СФЗ. На рис. 3 проведены основные типовые разрезы, характеризующие фациально-батиметрическую дифференциацию бассейна. Из сравнения разрезов платформы и прилегающих к ней Верхояно-Чукотской складчатой области и Арктического океана (остров Котельный) видны резкие различия в мощностях одновозрастных отложений и составе пород, отражающие разные геодинамические условия осадконакопления. На платформе осадочное тело формировалось в режиме колебательных тектонических движений с четко выраженной трансгрессивно-регрессивной цикличностью [Каныгин и др., 2007; Dronov et al., 2009], поэтому в регрессивные стадии карбонатное осадконакопление сменялось карбонатно-терригенным с осушением некоторых участков бассейна и образованием локальных зон эвапоритовой или красноцветной преимущественно терригенной седиментации.

Осадконакопление на пассивной окраине платформы (на Таймыре и хр. Сетте-Дабан) происходило в режиме непрерывного опускания дна (перикратонное погружение), поэтому мощности одновозрастных отложений здесь многократно превышают внутриплатформенные. Отличается и состав пород, которые на пассивной окраине представлены преимущественно однообразными известняками с минимальной примесью тонкотерригенного материала. Это свидетельствует о значительной удаленности этой фациальной зоны от источников сноса осадочного материала. В таком режиме компенсированного осадконакопления в условиях погружения зоны седиментации происходило формирование карбонатной платформы и на палеозойских террейнах.

Палеогеографические обстановки в этой зоне оставались стабильными в течение всего ордовикского периода и в целом соответствовали сублиторальной биономической зоне. Поэтому состав ассоциаций фауны также существенно не менялся в течение всех регрессивно-трансгрессивных циклов. В тоже время во внутриплатформенной части бассейна палеогеографические обстановки контрастно различались по латерали и в стратиграфической последовательности в трансгрессивные и регрессивные стадии эволюции бассейна. В биономическом плане они соответствовали сублиторальным, литоральным и интралиторальным зонам морского бассейна. В связи с резкими

изменениями условий существования фауны большинство таксономических групп (брахиоподы, трилобиты, мшанки, криноидеи и др.) элиминировали, в то же время сообщества остракод продолжали существовать, но практически полностью менялся не только таксономический состав ассоциаций, но возникал новый экотип адаптированный к изменившимся условиям. Наиболее ярко своеобразие такого экотипа выражено в киренско-кудринском горизонте Сибирской платформы [Каныгин, 1974]. Несмотря на эти различия палеогеографических обстановок в регрессивные стадии не возникало существенных барьеров для расселения бентосной фауны в трансгрессивные стадии, так как в это время по всему бассейну выравнивались палеогеографические условия с преобладанием сублиторальных зон. Поэтому, по этим стратиграфическим уровням ордовикские отложения надежно коррелируются по всей территории их распространения на платформе и складчатых структурах (табл. 1).

Большинство основных групп бентосной фауны (брахиоподы, трилобиты, остракоды, и в меньшей степени кораллы, мшанки, криноидеи, строматопораты) изучены во всех районах этой территории и в суммарном виде представлены в обобщающих палеонтолого-стратиграфических сводках по Сибирской платформе [Каныгин и др., 2007], о-ву Котельный [Стратиграфия..., 2018], Таймыру [Атлас..., 2003], по ВЧСО [Полевой атлас ..., 1968; Орадовская, 1988], а также в региональных стратиграфических схемах нового поколения Сибирской платформы [Каныгин и др., 2017] и Таймыру [Соболевская, Нехорошева, 2017]. Подробный обзор палеонтологической изученности отдельных регионов северо-восточной Азии приведен в статье авторов [Каныгин и др., 2019].

Первоначально вывод об обособленности эпиконтинентального морского бассейна Сибирской платформы в ордовикском и силурийском периодах от палеобассейнов других регионов был сделан О.И. Никифоровой и О.Н. Андреевой [1961] по результатам изучения, главным образом, брахиопод с учетом таксономического состава сопутствующих групп фауны. Было доказано, что бентосная фауна этого палеобассейна имеет резко выраженный эндемичный характер. В состав выделенной ими Сибирской палеобиогеографической провинции, кроме Сибирской платформы, были включены в качестве ее краевой части также Таймыр и о-в Котельный, из разрезов которых уже в то время были известны общие виды брахиопод и мшанок. На первой палеогеографической схеме ордовика северо-восточной Азии [Соколов, 1960] было показано, что вся эта территория покрывалась системой взаимосвязанных морей, мелководных в платформенной части и более глубоководных, батиметрически контрастных на месте складчатой области. Основанием для географического объединения платформенной и



складчатой частей этой территории было представление о неизменности их смежного положения в геологическом прошлом и сходство фаций.

Палеонтологические доказательства палеогеографической общности палеобассейна Сибирской платформы и ВЧСО были получены после открытия и изучения ранее неизвестной в ордовике ВЧСО фауны остракод, которая позволила впервые скоррелировать на уровне drobных стратонев далеко разобценные разрезы хр. Сетте-Дабан, Селенняхского кряжа, Омилевских гор, Чукотского полуострова [Каныгин, 1965, 1967, 1971, 1977] и обосновать реперные стратиграфические уровни для сопоставления среднеордовикских отложений Сибирской платформы и ВЧСО между собой, а также с Международной стратиграфической шкалой этой системы по смешанным комплексам остракод и граптолитов [Сидяченко, Каныгин, 1965 а, б]. Эти заключения были полностью подтверждены по другим массовым группам фауны (брахиоподам, трилобитам, мшанкам, кораллам, гастроподам, криноидеям, конодонтам), которые стали быстро накапливаться с конца 50-х годов по материалам геолого-съемочных работ.

Современное состояние палеонтолого-стратиграфической изученности палеозоя северо-восточной Азии, особенно среднего и верхнего ордовика как наиболее надежного опорного уровня, позволяет обосновать палеобиогеографическое районирование для этого времени на новой информационной и методической основе. По палеонтологическим и литолого-фациальным данным разрезы Сибирской платформы скоррелированы на уровне drobных стратонев – региональных горизонтов (региоуровнев), а также по некоторым реперным уровням с новой версией Международной стратиграфической шкалы ордовикской системы (табл. 1). По опубликованным работам и материалам авторов, полученным в результате многолетних полевых работ и их камеральной обработки, проведена раздельная инвентаризация видового состава трех самых распространенных групп бентосной фауны – остракод, брахиопод и трилобитов по разрезам Сибирской платформы, Таймыра, Селенняхского кряжа, Омилевских гор, хр. Сетте-Дабан, о-ву Котельный и Чукотскому полуострову (табл. 2). К настоящему времени из разрезов среднего и верхнего ордовика этой территории известно 260 видов остракод, 70 видов брахиопод и более 60 видов трилобитов. Все виды остракод являются эндемичными, т.е. не встречаются за пределами этого палеобассейна. В ассоциациях брахиопод и трилобитов эндемичные виды составляют около 90 %.

Хорологический анализ ассоциаций фауны проведен по укрупненным стратиграфическим интервалам – среднему и верхнему отделам ордовикской системы, т.к. в таком интегральном виде общие черты фаунистических сообществ проявляются

наиболее отчетливо. Количественный состав и структура видовых ассоциаций остракод, брахиопод и трилобитов этого возраста приведены на циклограммах (рис. 4). В центральном круге каждой циклограммы указано общее количество видов, на внешнем круге и на соседней колонковой диаграмме в масштабе показано количество общих видов с другими ареалами. Для Сибирской платформы общее количество видов приведено в интегральном виде, так как в большинстве СФЗ этого бассейна прослеживается устойчивость состава ассоциаций с доминированием одних и тех же видов, на линиях, соединяющих разные районы рассматриваемой территории, показаны количества общих видов в сравниваемых ареалах. Удивительно, что практически во всех дискретных ареалах складчатого пояса и преимущественно континуальных ареалах Сибирской платформы наблюдается одинаковая закономерность - доминирование одних и тех же видов или их двойников, т.е. близких морфотипов одного рода. Такое же широкое распространение однотипных сообществ подтверждается данными по другим группам бентосной фауны (мшанкам, табулятам, ругозам, криноидеям), одни и те же виды которых встречены как на платформе, так и в выходах палеозоя в прилегающих складчатых районах.

Однообразие видового состава бентосных биоценозов в современных границах огромной территории северо-восточной Азии можно назвать хорологическим феноменом. В относительно мелководных биономических зонах современных морей (в литорали и сублиторали) биотопы донных сообществ фауны, особенно таких мелкомерных организмов, как остракоды, имеют обычно мозаичную топографическую структуру и существенно меньшие размеры. Единственным современным аналогом столь же широкого расселения донных биоценозов с однообразным видовым составом можно считать абиссаль Мирового океана. Однообразие систематического состава фауны в этой специфической биономической зоне объясняется низким биоразнообразием и соответственно отсутствием конкуренции за жизненное пространство и пищевые ресурсы, постоянством физико-химических и ценотических условий, однообразием трофической базы. Показателен пример глобального распространения бентосных остракод в абиссали Тихого, Индийского и Атлантического океанов, где ареалы одних и тех же видов близко совпадают с площадями самих океанов [Venson, 1975].

Беспрепятственное расселение в ордовикской акватории однотипных ассоциаций бентосной фауны на огромной площади, соответствующей неритовой зоне морского бассейна, можно объяснить сочетанием трех факторов [Каныгин, 2001; Каныгин, 2008; Каныгин и др., 2018]: 1) глобальной экспансией пионерных таксономических групп с новыми экологическими специализациями и адаптивным ресурсом (остракод, брахиопод и

др.); 2) начальной стадией формирования биотических барьеров сессильными организмами – кораллами, мшанками, строматопоратами, криноидеями (дробление биотопов в результате колонизации жизненного пространства в виде биогермных построек этими организмами); 3) отсутствием физико-географических барьеров между Сибирской платформой, ее перикратонной окраиной и террейнами. Последний из этих факторов имеет ключевое значение для определения реальных границ Сибирского эпиконтинентального бассейна, в состав которого в палеозое не входила территория современного распространения палеозойских террейнов.

В ордовикском периоде экологическое пространство бентали охватывало только мелководные эпиконтинентальные моря, площадь которых была в это время максимальной за всю фанерозойскую историю [Ронов, 1993; Morrow et al., 1996]. Глубоководные зоны акваторий из-за дефицита кислорода в атмосфере были аноксидными в это время, поэтому служили непреодолимыми препятствиями для расселения бентоса. По этой причине биохории эпиконтинентальных морей разных палеоконтинентов на видовом и родовом уровнях на этом этапе эволюции морских экосистем имели преимущественно автохтонный состав.

Самой многочисленной и разнообразной группой фауны по таксономической биодиверсификации, экологическим специализациям в биоценозах и популяционной плотности в биотопах были остракоды. Взрывообразный рост их биоразнообразия в начале среднего ордовика вместе с другими пионерными группами с фильтраторным типом питания (кораллами, мшанками, криноидеями, строматопоратами, а также новыми отрядами беззамковых брахиопод) определили начало нового этапа в эволюции морских экосистем с резко возросшей конкуренцией за пищевые ресурсы и жизненное пространство. Остракоды как мелкомерные организмы с разнообразными пищевыми специализациями выполняли роль связующих звеньев в трофических цепях, так как обладали способностью использовать в своей жизнедеятельности самые мелкие экологические ниши, обеспечивая таким образом более высокий уровень биодиверсификации по сравнению с макрофауной. Ярким примером такой биодиверсификации является озеро Байкал, где обитают более 200 видов остракод в одних и тех же условиях среды, но специализируются по типам питания в смежных микробиотопах без какой-либо пространственной изоляции (Мазепова, 1990).

Остракоды обладают также уникальными тафономическими свойствами. Их кальцито-хитиновые створки с каркасной ультраструктурой хорошо сохраняются в карбонатных и терригенных породах с карбонатным цементом. В течение короткого

жизненного цикла они линяют 8-9 раз, сбрасывая раковины и обрастая новыми. Поэтому в тафоценозах, кроме взрослых стадий, могут сохраняться также раковины личиночных стадий (кроме ювенальных слабо кальцитизированных раковин). На рис. 5 приведены пример возрастной структур популяций остракод в одном из местонахождений. На графиках точками обозначены измеренные экземпляры створок из такого тафоценоза. Большое количество экземпляров разных возрастных стадий свидетельствует о автохтонности тафоценоза и высокой плотности популяций остракод в биоценозах. Такие репрезентативные выборки, в которых хорошо прослеживается онтогенез каждого вида, позволяют достаточно надежно выявлять филогенетические связи между ними.

На рис. 6 показана филогенетическая схема эндемичного семейства *Cherskiellidae* Kanugin, 1967. Виды этого семейства представлены инадаптивными формами, т.е. их раковины имеют очень своеобразные морфологические признаки, которые в последующих эволюционных изменениях класса остракод обычно исчезают полностью или проявляются в редуцированном виде в отдельных филогенетических линиях. Такие таксоны С.С. Шварц (1980) назвал монстрами эволюции. Их можно назвать также эволюционными эфемерами, так как они возникают на начальных этапах эволюции какой-либо группы и быстро вымирают.

Представители самой архаичной формы семейства *Cherskiellidae* (род *Cherskiella*) возникли в конце раннего ордовика, но стали доминировать в сообществах остракод по всему бассейну только в среднем ордовике. С учетом их четких диагностических признаков, видового разнообразия и повсеместного распространения они являются опорными хронологическими реперами в стратиграфических корреляциях разрезов и надежными индикаторами внутри- и межрегиональных палеобиогеографических связей. Автохтонное происхождение этого семейства является важным дополнительным доказательством принадлежности в это время палеозойских террейнов к единому эпиконтинентальному бассейну.

Таким образом, палеонтологические данные доказывают, что Сибирский эпиконтинентальный палеобассейн в палеозое был изолирован глубоководными акваториями (океанами) от палеобассейнов других палеоконтинентов. Взаиморасположение Сибирского палеоконтинента по отношению к остальным по палеонтологическим данным можно оценить только в сравнительном плане, тем не менее они могут использоваться как ориентир для корректировки противоречивых палеомагнитных определений. По некоторому сходству фауны, главным образом на уровне крупных таксонов и частично по распространению отдельных видов и родов, многими

авторами отмечались близкие палеобиогеографические связи между северо-восточной Азией и Аляской, а также с некоторыми другими районами Северной Америки [Чугаева, 1973; Розман, 1977; Орадовская, 1988; Blodgett, 1998; Cocks, Torsvik, 2007; Blodgett et al., 2010; Torsvik, Cocks, 2017]. Сравнительный анализ таксономического состава доминирующих групп фауны (брахиопод, трилобитов, остракод и конодонтов) ордовика Сибири и Балто-Скандии показал, что на видовом и родовом уровнях почти полностью отсутствуют общие таксоны, а имеющиеся в составе биот общие семейства существенно отличаются по стратиграфическому диапазону. В то же время хорошо совпадают графики изменений биоразнообразия и трансгрессивно-регрессивной цикличности, которые отражают эвстатические колебания уровня Мирового океана (рис. 7). Эти данные свидетельствуют о значительной удаленности Балтийского палеоконтинента от Сибирского по сравнению с Северо-Американским [Dronov et al., 2009; Kanygin et al., 2010].

#### **Хорология и тафоценозы планктонной фауны: палеонтологические и седиментологические доказательства рифтогенного раскола окраины Сибирского палеоконтинента**

Важное диагностическое значение для реконструкции палеогеографических обстановок в складчатом поясе имеют данные о возрасте и распространении граптолитовых сланцев как индикаторов глубоководных обстановок. В ордовикском периоде впервые сформировалась зоопелагиаль фанерозойского типа за счет расцвета специализированных групп планктона (хитинозой, граптолитов, радиолярий), многократного увеличения меропланктона (личиночные стадии бентосных организмов) и взрывного роста биоразнообразия нектонных организмов (конодонтов, наутилоидей). По имеющимся реконструкциям жизненное пространство этих организмов ограничивалось эпипелагиалью из-за аноксидности более низких ярусов. Граптолиты были самой массовой группой планктона, но в отложениях мелководных бассейнов они встречаются очень редко, так как из-за хрупкости хитинового скелета их фоссилизированные остатки могли сохраняться только в виде отпечатков в глубоководных осадках, отлагавшихся при отсутствии биотурбаций и гидродинамического воздействия волн.

Применительно к ВЧСО глубоководное происхождение граптолитовых сланцев было доказано методом сопоставления мощностей черносланцевых отложений с граптолитами, сопряженных по глубинным разломам с карбонатными фациями с бентосной фауной [Каныгин, 1973]. Батиметрический профиль в зонах сочленения

карбонатной платформы с глубоководной впадиной показан на рис. 8. Глубоководное происхождение черносланцевых пород было доказано также по пузырьковым включениям в подушечных трахибазальтах, переслаивающихся в некоторых разрезах с граптолитовыми сланцами [Мерзляков, Лычагин, 1973]. Граптолитовые сланцы, обнаженные в палеозойских блоках Омuleвских гор, Приколымья и Селенняхского кряжа, маркируют рифтовые зоны, которые хорошо опознаются в сложных складчатых структурах также по характерным литолого-фациальным признакам.

Детальную литолого-фациальную характеристику и батиметрическую интерпретацию этих морфоструктур дала М.Д. Булгакова [1986] в монографии, в которой в сравнительном аспекте дано описание литологии ордовикских отложений восточной части Сибирской платформы и большинства основных выступов палеозоя ВЧСО (без Чукотского). Территорию ВЧСО она охарактеризовала как обширный шельф Сибирской платформы, «рассеченный глубокими узкими впадинами с крутыми бортами». Эти впадины она назвала грабенами, считая, что на месте этих структур со сменой платформенного тектонического режима на геосинклинальный сформировались синклинии, сложенные постпалеозойскими отложениями. Глубину этих впадин М.Д. Булгакова определяла методом реперных батиметрических уровней по изменениям соотношений карбонатного и терригенного материала в осадках, разработанного для современных океанов. Считается, что зона деформации карбонатных пород соответствует батиметрическому интервалу 3,5-5 км, зона растворения карбонатов (компенсационный уровень) приурочена к глубинам более 4,5-5 км. Как отмечает автор, эти реперные уровни используются в оценке глубины грабенов только как ориентиры, а не прямые аналогии. Тем не менее особенности вещественного состава таких литофаций, приуроченность к ним тафоценозов планктонной фауны и динамики осадконакопления безусловно свидетельствует о глубоководности таких формаций. Максимальная глубина этих впадин, которая определялась тремя разными методами, можно оценить только ориентировочно, но не менее 2000 м.

В отличие от преимущественно карбонатного состава отложений смежных мелководных фациальных зон в этих впадинах преобладают терригенные породы разного гранулометрического состава (аргиллиты, алевrolиты, изредка с прослоями песчаников и еще реже гравелитов или конгломератов) с изменчивым количеством карбонатного цемента и карбонатных прослоев. Эти отложения обычно обогащены глинистыми минералами, углеродистым веществом, часто пиритизированы и имеют резко сокращенные мощности по сравнению с карбонатными фациями.

Характерной особенностью таких осадков является присутствие в них туфов, туффитов и тефроидов однородного трахибазальтового и трахиандезитового состава. Встречаются прослои с более крупноразмерным вулканогенным материалом – бомбами, лапиллями, шлаком, обломками стекла. В некоторых обнажениях этих морфоструктур ордовикского и девонского возраста установлены также подводные излияния лав трахибазальтового и трахиандезитового состава [Мерзляков, Лычагин, 1973; Лычагин и др., 1989; Карякин и др., 2000]. Тектурные особенности пород отражают динамику осадконакопления, типичную для склоновых фаций. Агентами транспортировки осадочного материала, кроме переноса суспензионными потоками и гравитационного осаждения тонкодисперсионных частиц, были также обвалы, оползни, турбидиты. Поэтому наряду с ритмитами, часто в виде градационной слоистости, в осадочных телах таких морфоструктур наблюдаются однослойные и пакетные олистолиты, закрутыши, оползневые микроскладки, микститы и другие признаки гравитационного перемещения литифицированных осадков. Эти тектурные особенности могут быть результатом проявлений сейсмической активности или нарастания гравитационных нагрузок в слоистых толщах, под воздействием которых происходят их срывы и перемещения вниз по склону.

По этой причине иногда в таких породах встречается раковинная фауна из смежных мелководных биофаций, но в целом характерной чертой этих осадочных комплексов является наличие в них остатков планктонной фауны. Это особый тип тафоценозов (захоронений фауны), которые образуются только в морских осадках на больших глубинах. М.Д. Булгакова отмечает также находки вместе с граптолитами остатков скелетов радиолярий. В конденсированных илах, образующихся при очень низких темпах осадконакопления вдали от источников сноса терригенного материала, концентрации скелетов отмерших радиолярий могут достигать породообразующего значения. Такие породы называются радиоляритами. Из-за очень мелких размеров радиолярии опознаются только в шлифах при просмотре их под микроскопом. Несмотря на большую численность скелетных остатков радиолярий в тафоценозах их стратиграфическое значение по сравнению с граптолитами ограничено из-за плохой сохранности.

Тафоценозы, содержащие комплексы граптолитов и радиолярий, в сочетании с характерными литолого-фациальными признаками являются надежными индикаторами рифтогенных зон в сложных складчато-сдвиговых структурах палеозойских выступов. По граптолитам установлен возраст заложения рифтов, который фиксируется начальной стадией формирования терригенных толщ с остатками планктонной фауны. Во всех

изученных разрезах этих осадочных комплексов в Омудевских горах, Селенняхском кряже и на Половинном Камне в Приколымье самые древние находки граптолитов датируются позднеаренигским временем по британскому стандарту стратиграфической шкалы ордовикской системы [Соболевская, 1970; Обут, Соболевская, 1972]. Этот стратиграфический интервал соответствует дапинскому ярусу новой версии Международной шкалы ордовика. В биофациях рифтогенных зон выявлены богатые ассоциации видового состава граптолитов в диапазоне от низов среднего ордовика до первой половины силура.

Вторая фаза активности рифтогенеза еще более отчетливо проявилась в среднем девоне и отмечается многими исследователями [Булгакова, Колодезников, 1990; Парфенов, Прокопьев, 1993]. Наиболее детально рифтовые зоны этого возраста описаны в хр. Сетте-Дабан [Левашов, 1974] и особенно в Селенняхском кряже, где рифт очень отчетливо выражен морфологически, а рифтогенная биофация содержит конодонты – одну из самых распространенных в палеозое групп нектонной фауны, по которой установлен возраст отложений в этом рифте от фаменского яруса девона до турнейского яруса карбона [Карякин и др., 2000]. По терригенно-вулканогенному составу, характеру чередования пакетов слоев разного гранулометрического состава и с разной примесью карбонатного материала, а также по текстурным особенностям эти породы не отличаются от литофаций рифтов ордовикско-силурийского возраста. По данным петрохимического анализа вулканиты Селенняхского рифта отнесены к образованиям дифференцированной базальтовидной серии. По геохимической специализации они соответствуют континентальным толеитовым сериям. Это дает основание считать, что они образовались в континентальной рифтогенной геодинамической обстановке. Авторы подтверждают выводы о широком проявлении в ВЧСО позднепалеозойского рифтогенеза, в результате которого произошло отчленение от восточной окраины Северо-Азиатского кратона нескольких блоков и образование Оймяконского океана [Парфенов, 1995].

Доказательства двух фаз активизации рифтогенеза на выступах палеозоя среди мезозоид ВЧСО имеет принципиальное значение для реконструкций геологической истории палеозойских террейнов, так как они являются убедительным свидетельством раскола и отторжения окраины Сибирского палеоконтинента в результате длительного растяжения земной коры. В рамках геосинклиальной теории глубоководные терригенно-вулканогенные фации трактовались как доказательство их эвгеосинклиального происхождения в результате дифференцированных вертикальных движений земной коры [Шило и др., 1973; Мерзляков, 1986 и др.]. Имеющиеся геологические данные показывают,



что под воздействием растяжения континентальной коры отколовшиеся фрагменты перикратонной окраины палеоконтинента мигрировали от нее на разные расстояния.

Геологические доказательства генетической связи террейнов с Сибирским палеоконтинентом, и раскола его пассивной окраины и отторжения фрагментов рассматриваются во второй статье, посвящённой происхождению палеозойских массивов мезозойско-кайнозойской северо-восточной Азии.

### **Заключение**

Палеонтологические, стратиграфические и седиментологические данные доказывают, что обособленные в настоящее время от Сибирской платформы палеозойские террейны в мозаичном окружении мезозойско-кайнозойских структур первоначально составляли её пассивную окраину на месте современной Верхоянской складчато-надвиговой системы. Этот вывод противоречит разным вариантам палинспатических реконструкций, в которых пространственное положение определяется по палеомагнитным данным. В одной из последних таких версий, кроме палеомагнитных определений, приводятся данные анализа в ордовикских отложениях детритных цирконов и обосновывается вывод о существовании в ордовике композитного континента САБ (Сибирь-Арктида-Балтика) спаянного в единый агломерат Арктидой [Шацилло и др., 2017]. Приведенные в данной статье данные хронологического анализа фауны и сопоставления биот эпиконтинентальных бассейнов Сибирского и Балто-Скандинавского палеоконтинентов исключают существование суперконтинента САБ. Исключается также предполагаемое некоторыми авторами происхождение террейнов от других континентов – Северо-Американского [Fujita, 1978], Австралийского [Зоненшайн и др., 1990], Сино-Корейского [Булин, 1989]. Не согласуется с палеонтологическими данными и разные варианты палинспатических реконструкций, в которых палеозойские тектонические блоки показаны как автономно существующие террейны, блуждающие в пространственной изоляции от Сибирского континента.

В следующей статье авторов будет рассмотрена геодинамическая история пассивной окраины Сибирского палеоконтонента и палеозойских террейнов с учетом унаследованности и синхронности их развития до позднего палеозоя.

Авторы выражают искреннюю благодарность Н.Л. Добрецову за большую помощь в подготовке статьи конструктивными критическими замечаниями, консультациями, указаниями неучтенных авторами публикаций, а также Д.В. Гражданкину и Д.В. Метелкину за полезные замечания и рекомендации при доработке статьи.

Работа выполнена по Международному проекту МПГК № 6536 “The onset of the Great Ordovician Biodiversity Event”, поддержана грантом РФФИ № 18-05-00248

### Литература

Атлас палеозойской фауны Таймыра. Ч. I. Брахиоподы, остракоды, конодонты. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2003, 240 с.

Булгакова М.Д. Литология ордовикских отложений Северо-Востока СССР. – М.: Наука, 1986, 177 с.

Булгакова М.Д., Колодезников Н.И. Среднепалеозойский рифтогенез на Северо-Востоке СССР: осадконакопление и вулканизм. М.: Наука, 1990, 250 с.

Булин Н.К. Глубинное строение Верхояно-Чукотской складчатой области по сейсмическим данным // Тихоокеанская геология, 1989, № 1, с. 77 - 85.

Геологический словарь. СПб, из-во ВСЕГЕИ, 2012, т.3. 440 с.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра, 1990, Кн. 1, 328 с.; Кн. 2, 334 с.

Каныгин А.В. Новые среднеордовикские остракоды семейства Tetradellidae Северо-Востока СССР // Палеонтологический журнал, 1965, № 3, с. 59 - 73.

Каныгин А.В. Остракоды ордовика горной системы Черского. М.: Наука, 1967, 152 с.

Каныгин А.В. Остракоды и биостратиграфия ордовика хребта Сетте-Дабан (Верхоянская горная система). М.: Наука, 1971, 124 с.

Каныгин А.В. Об условиях образования граптолитовых сланцев Северо-Востока СССР // Новое в палеонтологии Сибири и Средней Азии, Труды ИГиГ СО АН СССР, вып. 47, 1973, с. 58 - 67

Каныгин А.В. Экологические типы ордовикских остракод // Среда и жизнь в геологическом прошлом. (Палеоэкологические проблемы): Труды ИГиГ СО АН СССР. Вып. 84, 1974, с. 87-100.

Каныгин А.В. Остракоды ордовика Чукотского полуострова // Стратиграфия и фауна ордовика и силура Чукотского полуострова. Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 351, 1977, с. 73 – 86.

Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Сычев О.В. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. В 9-ти кн. Ордовик Сибирской платформы // Новосибирск: Академическое изд-во "Гео", 2007, 270 с.

Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Гонта Т.В., Степанова Н.И., Сычев О.В., Маслова О.А. Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Сибирской платформы (новая версия) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2017, № 5С, с. 4-57.

Каныгин А.В., Гонта Т.В., Тимохин А.В. Хорология биот в ордовикских морях Северо-Восточной Азии: роль эволюционных, биотических и физико-географических факторов в расселении однотипных фаунистических сообществ // Фундаментальная и прикладная палеонтология: Материалы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН (г. Санкт-Петербург, 2-6 апреля 2018 г.), 2018, с. 55 - 57.

Каныгин А.В., Гонта Т.В., Тимохин А.В., Маслова О.А. Хорология и границы Сибирской биогеографической провинции в ордовикском периоде. / Труды Палеонтологического общества, 2019, т. II, с. 86 – 105.

Карякин Ю.В., Оксман В.С., Прокопьев А.В. Тарабукин В.П., Дейкуненко А.В. Позднепалеозойские вулканогенно-терригенные отложения Селенняхского хребта и их геодинамическая природа // Докл. РАН, 2000, т. 370, № 5, с. 646 – 650.

Левашов К.К. Среднепалеозойская рифтовая зона Сетте-Дабана // Докл. АН СССР, 1974, т. 219, № 3. с. 689 – 692.

Лычагин П.П., Дылевский Е.Ф., Шпикерман В.И., Ликман В.Б. Магматизм центральных районов Северо-Востока СССР. Владивосток: ДВО РАН, 1989. 119 с.

Мазепова Г.Ф. Ракушковые рачки (Ostracoda) Байкала Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990, 472 с.

Мерзляков В.М. Геология центральных районов Северо-Востока СССР. Автореф. дис. докт. г.-м. наук. Новосибирск, 1986, 32 с.

Мерзляков В.М., Лычагин П.П. Об ордовикском вулканизме Северо-Востока СССР // Магматизм Северо-Востока СССР, М.: Наука, 1973, с. 207 - 212

Никифорова О.И., Андреева О.Н. Стратиграфия ордовика и силура Сибирской платформы и ее палеонтологическое обоснование. Л.: Гостоптехиздат, 1961, 412 с.

Обут А.М., Соболевская Р.Ф. Расчленение и корреляция ордовикских отложений на Северо-Востоке СССР по граптолитам // Геология и геофизика, 1972, № 1, с. 15 - 24.

Орадовская М.М. (сост.) Биостратиграфия и фации ордовика-силура Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1988, 176 с.

Парфенов Л.М. Террейны и история формирования орогенных поясов Восточной Якутии // Тихоокеанская геология, 1995, т. 14, № 6, с. 32 - 43.

Парфенов Л.М., Прокопьев А.В. Фронтальные надвиговые структуры Верхоянского складчатого пояса // Геология и геофизика, 1993, т. 34, № 6, с. 23 - 34.

Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., Бадарч Г., Беличенко В.Г., Булгатов А.Н., Дриль С.И., Кириллова Г.Л., Кузьмин М.И., Ноклеберг У., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Томуртогоо О., Янь Х. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология, 2003, т. 22, № 6, с. 7 - 41.

Полевой атлас ордовикской фауны Северо-Востока СССР. / Балашов З.Г., Востокова В.А., Елтышева Р.С., Обут А.М., Орадовская М.М., Преображенский Б.В., Розман Х.С., Соболевская Р.Ф., Чугаева М.Н. Магадан: Магаданск. книжн. изд-во, 1968, 285 с.

Розман Х.С. Биостратиграфия и зоогеография верхнего ордовика Северной Азии и Северной Америки. М.: Наука, 1977, 171 с.

Ронов А.Б. Стратисфера, или осадочная оболочка Земли (количественное исследование). М.: Наука, 1993, 144 с.

Сидяченко А.И., Каныгин А.В. К стратиграфии ордовикских отложений Омудевских гор (Северо-Восток СССР) // Геология и геофизика, 1965а, № 3, с. 151 - 155.

Сидяченко А.И., Каныгин А.В. О стратиграфическом положении криволуцкого яруса Сибирской платформы // Доклады АН СССР, 1965б, т. 161, № 1, с. 187 – 190.

Соболевская Р.Ф. Биостратиграфия среднего и верхнего ордовика окраинных поднятий Колымского массива по граптолитам // Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Новосибирск, 1970, 26 с.

Соболевская, Р.Ф., Нехорошева Л.В. Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Таймыра // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2017. № 5С. с. 58 - 82.

Соколов Б.С. Стратиграфия, корреляция и палеогеография ордовика СССР // Стратиграфия и корреляция ордовика и силура. Л., 1960, с. 7 - 21.

Стратиграфия и фауна ордовикских, силурийских и девонских отложений острова Котельный (Новосибирские острова). СПб: ВНИИОкеангеология 2018, 256 с.

Тарабукин В.П., Каныгин А.В., Смирнов Д.Л., Павлушин А.Д., Буянкина Л.П. Находки палеозойских конодонтов в ксенолитах кимберлитовых трубок Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1999. т. 40, № 6, с. 834 - 842.

Чугаева М.Н. Биогеография конца раннего ордовика / Биостратиграфия нижней части ордовика Северо-Востока СССР и биогеография конца раннего ордовика. М., Наука, 1973, с. 253-281.

Шацилло А. В., Кузнецов Н. Б., Дронов А. В. Палеомагнитные данные по Сибири и Балтике в контексте тестирования некоторых геодинамических моделей формирования центрально-азиатского подвижного пояса // *Физика Земли*, 2017, № 5, с. 159 – 172.

Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980, 279 с.

Шило Н.А., Мерзляков В.М., Терехов М.И., Тильман С.М. Алазейско-Олойская эвгеосинклинальная система – новый элемент мезозойд Северо-Востока СССР // *ДАН СССР*, 1973, т. 210, № 5, с. 1174 - 1176.

Benson R.H. The origin of the psychrosphere as recorded in changes of deep-sea ostracodes assemblages // *Lethaia*, 1975, N. 8(1), p. 60 - 83.

Blodgett R.B. Emsian (Late Early Devonian) fossils indicate a Siberian origin for the Farewell terrane / *Short Notes on Alaskan Geology 1997*, J. G.Clough & F.Larson [Eds]. Alaska Div. Geol. Geophys. Surv. Prof. Rep., 1998, N. 118, p. 53 – 61.

Blodgett R.B., Boucot A.J., Rohr D., Pedder A.E.H. The Alexander terrane of Alaska – a displaced fragment of Northeast Russia? Evidence from Silurian-Middle Devonian megafossils and stratigraphy // *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 2010, t. 39, p. 323 - 339.

Cocks L., Robin M., Torsvik T.H. Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Palaeozoic // *Earth Science Reviews*, 2007, v. 82, p. 29 – 74.

Dronov A.V., Kanygin A., Timokhin A.V., Tolmacheva T.Y., Gonta T. Correlation of eustatic and biotic events in the Ordovician paleobasins of the Siberian and Russian platforms // *Paleontological Journal*, 2009, t. 43. N. 11, p. 1477 - 1497.

Fujita K. Pre-Cenozoic tectonic evolution of northern Siberia // *J. Geol.*, 1978, v. 86, p. 159 - 172.

Kanygin A.V. The Ordovician explosive radiation of the earth's organic World: causes and biospherical impact // *Russian Geology and Geophysics*, 2001, v. 42, N. 4, p. 631-667.

Kanygin A.V. Ecological Revolution Through Biosphere (495 to 435 Ma ages): Start of the Coherent Life Evolution / *Biosphere Origin and Evolution*, Springer Science, 2008, p. 245 - 254.

Kanygin A., Dronov A., Timokhin A., Gonta T. Depositional sequences and palaeoceanographic change in the Ordovician of the Siberian craton // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2010, t. 296, N. 3-4, p. 285 - 296

Morrow J., Schindler E., Walliser O. Phanerozoic Development of Selected Global Environmental Features / *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1996, p. 53 - 61.

Torsvik, T.H., Cocks, R.M. 2017. Earth History and Palaeogeography. Oslo, 2017. -317 p.

### Подписи к рисункам

Рис. 1. Стратиграфические разрезы ордовикских отложений на Сибирской платформе (опорный разрез на р. Кулюмбе), пассивной окраине (Таймыр и Сетте-Дабан) и террейнах.

1 - Сибирская платформа, 2 - Таймыр, 3 - о. Котельный, 4 - Сетте-Дабан, 5 - Таях-Таяхстах, 6 - Селенняхский кряж, 7 - Омудевское поднятие, 8 - Омолонский массив, 9 - Охотский массив, 10 - Чукотка. Условные обозначения см. Рис.3.

Рис. 2. Выходы ордовика на дневную поверхность на Сибирской платформе и её складчатом обрамлении.

ТТ - Тас-Таяхта, ОМ - Омудевские горы, СЛ - Селенняхский кряж, ХР - Хараулах, ЧК - Чукотский п-ов, ТМ - Таймырская складчатая область, КТ - о-в Котельный, ВЧСО - Верхояно-Чукотская складчатая область, СП - Сибирская платформа, ЗСП - Западно-Сибирская плита, ПЕ - Предъенисейский осадочный бассейн.

Рис. 3. Опорные разрезы ордовика разных структурно-фациальных зон Сибирской платформы.

1 - Кулюмбе, 2 - скв. Чириндинская-1 (Мойеронская СФЗ), 3 - Ангара, 4 - скв. Гаиндинская-3 (Южно-Тунгусская СФЗ).

Рис. 4. Количественный состав и структура и распространение видовых ассоциаций доминирующих групп фауны Сибирской платформы.

А – Остракоды, Б – Трилобиты, В - брахиоподы

На циклограмме в центральном круге показано общее количество видов; на внешнем круге в процентном соотношении указывается количество местных форм для данного ареала (слева) и видов из других ареалов Сибирской провинции (справа); цифрами на соединительных линиях обозначено количество общих видов между ареалами.

Рис. 5. Возрастная структура популяции *Egorovella dorsilobata* в автохтонном тафаценозе (колычанская свита Селенняхского кряжа).  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5$  – коэффициент удлинения,  $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \Delta h_4, \Delta h_5$  – коэффициент увеличения высоты раковины в онтогенезе (по Каныгин, 1967).

Рис. 6. Генетические связи видов родов семейства Cherskiellidae.

1 - *Cherskiella notabilis*; 2 – *Ch. multifidus*; 3 – *Ch. egentis*; 4 – *Egorovella corniformis*; 5 – *Egorovella operose*; 6 – *Fucsinulina pectinate*; 7 – *Sibiritella rara*; 8 – *Soanella ampla*. (по Каныгин, 1967)

Рис. 7. Comparison of graphs of diversity of dominant groups of fauna of the Siberia and Baltica paleocontinents (по Dronov et al., 2009).

Рис. 8. Батиметрический профиль в зоне сочленения мелководной карбонатной и преимущественно терригенных глубоководных фаций (Омудевские горы, бас. р. Харканджа). (по Каныгин, 1973 с изменениями).

### Подписи к таблицам.

Табл. 1. Корреляция средне-верхнеордовикских отложений Сибирской платформы и её складчатого обрамления.

Табл. 2. Список доминирующих групп фауны в средне-верхнеордовикских отложениях Сибирской платформы и её складчатого обрамления.





Таблица 1. Список доминирующих групп фауны в среднем-верхнем ордовике северо-востока Азии

Виды	Местонахождения							Виды	Местонахождения						
	Сибирская платформа	п-ов Таймыр	Селенянский край	Омулевские горы	хр. Сетте-Дабан	о-в Котельный	п-ов Чукотка		Сибирская платформа	п-ов Таймыр	Селенянский край	Омулевские горы	хр. Сетте-Дабан	о-в Котельный	п-ов Чукотка
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Трилобиты O<sub>2</sub></b>								<i>Pliomera fischeri asiatica</i>							
<i>Biolgina sibirica</i>								<i>Calyptaulax senior</i>							
<i>Prodalmanitina nikolaevi</i>								<b>Трилобиты O<sub>3</sub></b>							
<i>Pseudomera weberi</i>								<i>Isalaux bifolius</i>							
<i>Omulovia mira</i>								<i>Isalaux stricta</i>							
<i>Ampyx borealicus</i>								<i>Ceraurinus icarus</i>							
<i>Calliops armatus</i>								<i>Monorakos mutabilis</i>							
<i>Ceraurinella bififormis</i>								<i>Monorakos planiusculus</i>							
<i>Homotelus obtusus</i>								<i>Ceratevenkaspis armata</i>							
<i>Lichas kuckersiana</i>								<i>Isotelus maximus sibiricus</i>							
<i>Lonchodomas parvulus</i>								<i>Evenkaspis sibirica</i>							
<i>Remopleurides loneicostatus</i>								<i>Carinopyge ensifera</i>							
<i>Eorobergia bipunctata</i>								<i>Carinopyge spinifera</i>							
<i>Carolinites sibiricus</i>								<i>Evenkaspis nikiforovae</i>							
<i>Pliomers fischeri asiatica</i>								<i>Evenkaspis tchunensis</i>							
<i>Pliomerellus jacuticus</i>								<i>Monorakos magnus</i>							
<i>Ceraurinus sp.</i>								<i>Ceratevenkaspis taymiricus</i>							
<i>Illaenus sp.</i>								<i>Carinopyge abscisa</i>							
<i>Ceraurinella frequens</i>								<i>Isotelus robustus</i>							
<i>Bathurellus nonnullus</i>								<i>Stenopareia avus</i>							
<i>Apatokephalus globosus</i>								<i>Ceratevenkaspis parnaicus</i>							

Таблица 1. Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Biolgina maximovae</i>			■	■				<i>Atelelasma carinatum</i>	■		■				■
<i>Bathyrellus nordicus</i>			■	■				<i>Triplesia sibirica</i>	■		■				■
<i>Monorakos consimilis</i>	■	■						<i>Valcourea aff. transversa</i>			■	■			
<i>Thaleops recctangularis</i>			■					<i>Rostricallula raymondi nana</i>	■		■		■		
<i>Calliops maximovae</i>			■		■			<i>Rostricellula transversa</i>	■	■		■		■	■
<i>Illaeus sp.</i>			■				■	<i>R. tumidula verchojanica</i>			■		■		
<i>Ceraurinella frequens</i>			■	■	■			<i>Titanambonites planum</i>			■				
<i>Monorakos sp.</i>			■				■	<i>Leptellina carinata</i>	■	■					
<i>Calyptaulax aff. maximovae</i>			■				■	<i>Glyptorthis pulchra</i>	■					■	
<i>Amphilichas cf. atarvus</i>		■		■				<i>Triplesia dolborica</i>	■	■					
<i>Bumastus sibiricus</i>	■	■						<i>Oepikina kalytschanica</i>			■	■	■		■
<i>Evenkaspis galeata</i>	■	■						<i>Oepikina tojoni</i>	■	■					
<b>Брахиоподы O<sub>2</sub></b>								<i>Maakina parvuliformis</i>			■			■	
<i>Atelelasma pergrinum</i>	■	■		■				<i>Rostricellula subrostrata</i>	■	■			■		
<i>Hesperorthis ignicula</i>	■		■	■				<i>Hesperorthis austrlis</i>	■			■			
<i>Hesperorthis brachiophorus</i>	■							<i>Hesperorthis tricenaria</i>	■				■	■	
<i>Sowerbiella negritus</i>			■	■				<i>Hesperorthis evenkiensis</i>	■				■		
<i>Evenkina anabarensis</i>	■	■			■			<i>Boreadorthis asiatica</i>	■	■					
<i>Platymena amara</i>			■	■				<i>Strophomena lethea</i>	■					■	
<i>Strophomena simplex</i>	■			■				<i>Bellimurina paucicostata</i>	■	■					
<i>Multicostella maaki</i>	■	■						<i>Oxoplecia asiatica</i>	■			■			
<i>Cuparius ovalis</i>				■	■			<i>Sowerbyella sladensis</i>			■	■			
<i>Polytoechia russkaja</i>			■	■	■			<i>Ptychoglyptus bellarugosus</i>			■	■			
<i>Eremotoechia yasachnaensis</i>				■	■			<i>Eospirigerina mavrae</i>			■		■		
<i>Xenelasmella jacutensis</i>			■	■	■			<i>Triplesia protea</i>			■	■			
<b>Брахиоподы O<sub>3</sub></b>								<i>Oepikina gibbosa</i>	■	■				■	
<i>Mimella panna</i>	■	■		■	■			<i>Evenkorhynchia tenuicostata</i>	■				■		
<i>Evenkina convexidorsata</i>	■		■		■			<i>Strophomena mangazeica</i>	■	■					

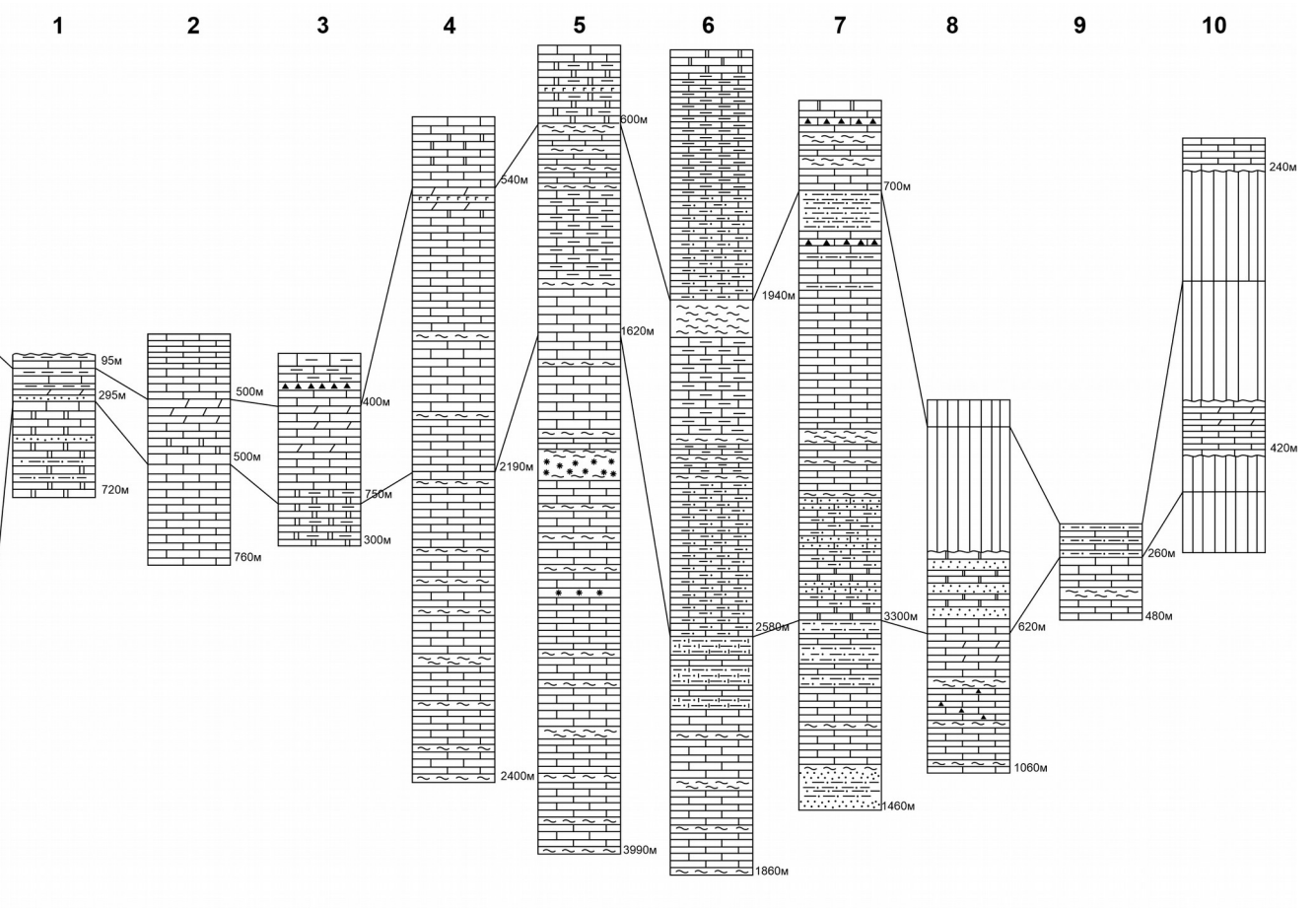
Таблица 1. Продолжение

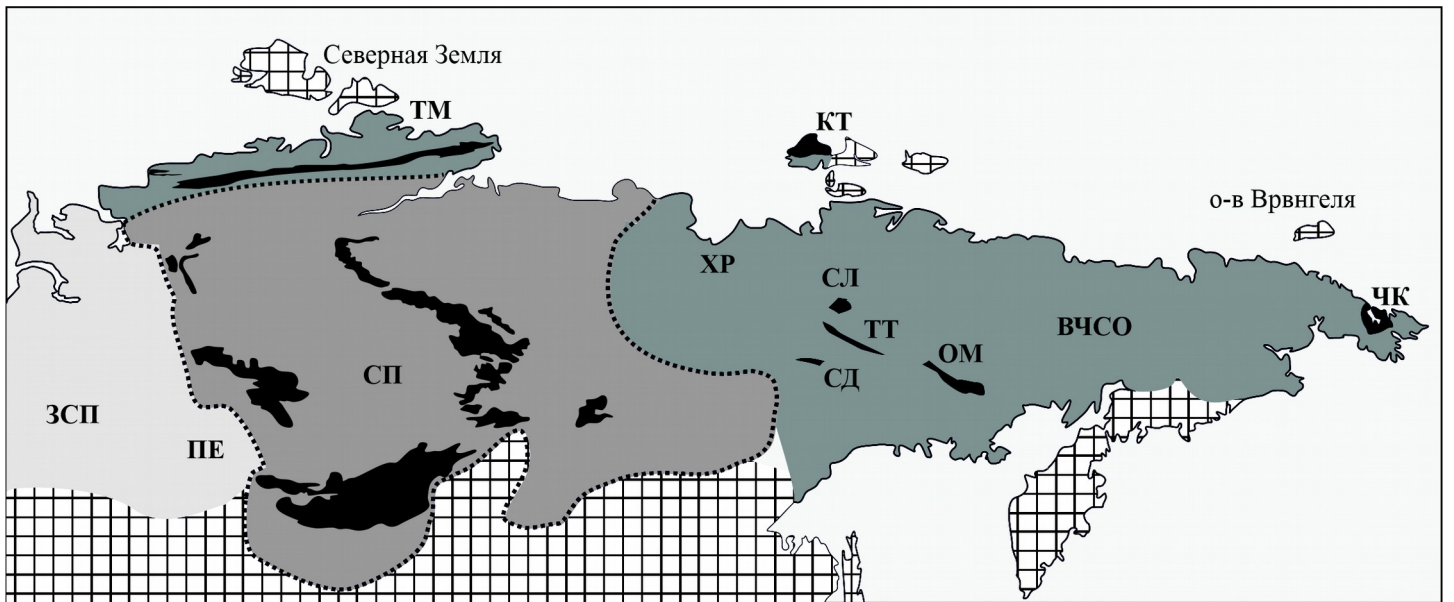
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



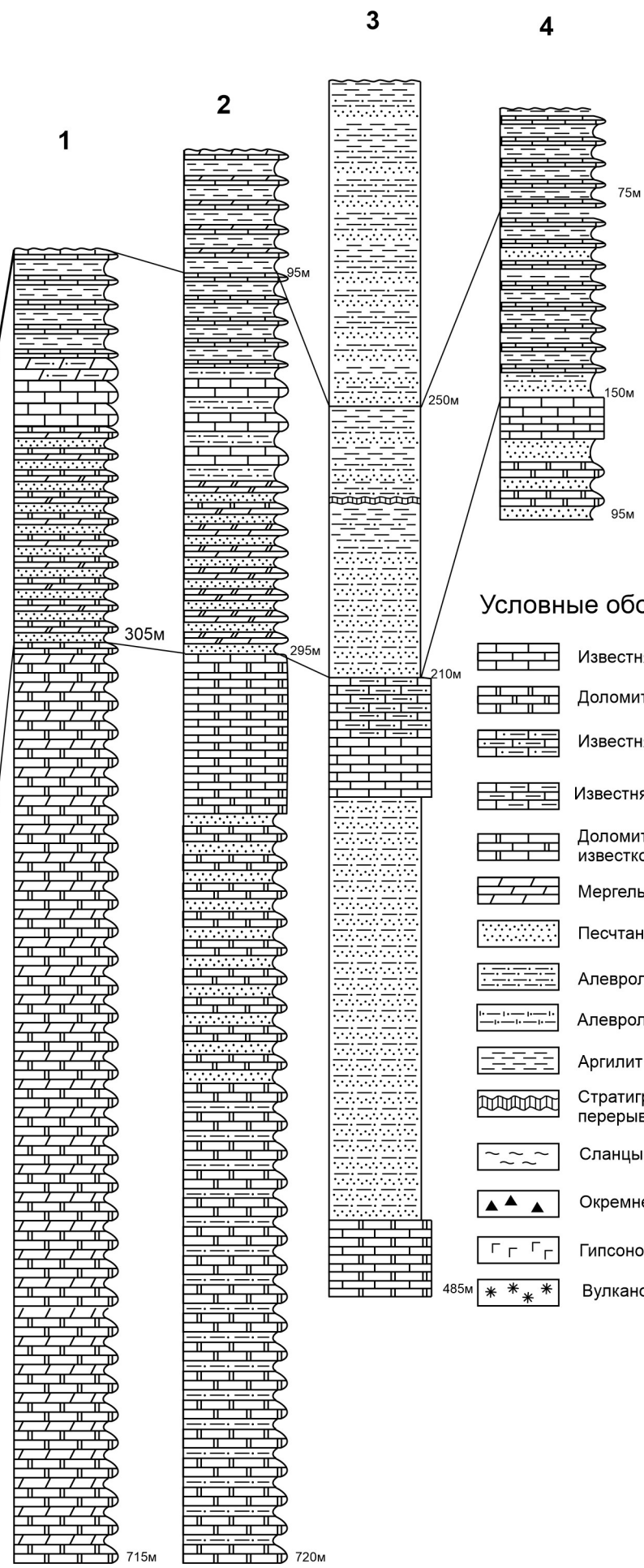
<i>Cherskiella bigibba</i>								<i>Pentagonochilina marinae</i>								
<i>Cherskiella inflata</i>								<i>Primitia perpusila</i>								
<i>Fuscinulina pectinata</i>								<i>Pseudoplanusella tricornuta</i>								
<i>Coelochilina sibirica</i>								<i>Coelochilina camptotropa</i>								
<i>Euprimitia helenae</i>								<i>Hesslandites ventritumidus</i>								
<i>Grammolomatella valdari</i>								<i>Insolitella insolita</i>								
<i>Reticulochilina dedalea</i>								<i>Coelochilina plana</i>								
<i>Sobolitella rimmae</i>								<i>Eochilina (E.) obtusa</i>								
<i>Bodenia longiscula</i>								<i>Tvaerenella clivosa</i>								
<i>Chegetella chegitunica</i>								<i>Coelochilina grumosa</i>								
<i>Coelochilina aculeata</i>								<i>Coelochilina magnifica</i>								
<i>Coelochilina patibilis</i>								<i>Egorovella (E.) parva</i>								
<i>Egorovella (E.) (E.) dorsilobata</i>								<i>Hallatina chanae</i>								
<i>Hesslandella irinae</i>								<i>Levisulculus ornatus</i>								

МСИП 2008		Система Отдел Ярус	
Гремаковский	Нижний Фосси	Средний Дарринский	Верхний Капильский
Орловская			
Гремаковский	Нижний Аргинский	Средний Длавицкий	Верхний Амгильский
ОСШ 2011		Система Отдел Ярус	
Гремаковский	Нижний Аргинский	Средний Длавицкий	Верхний Амгильский
Орловская			
Гремаковский	Нижний Аргинский	Средний Длавицкий	Верхний Амгильский
Орловская			
Гремаковский	Нижний Аргинский	Средний Длавицкий	Верхний Амгильский
Орловская			



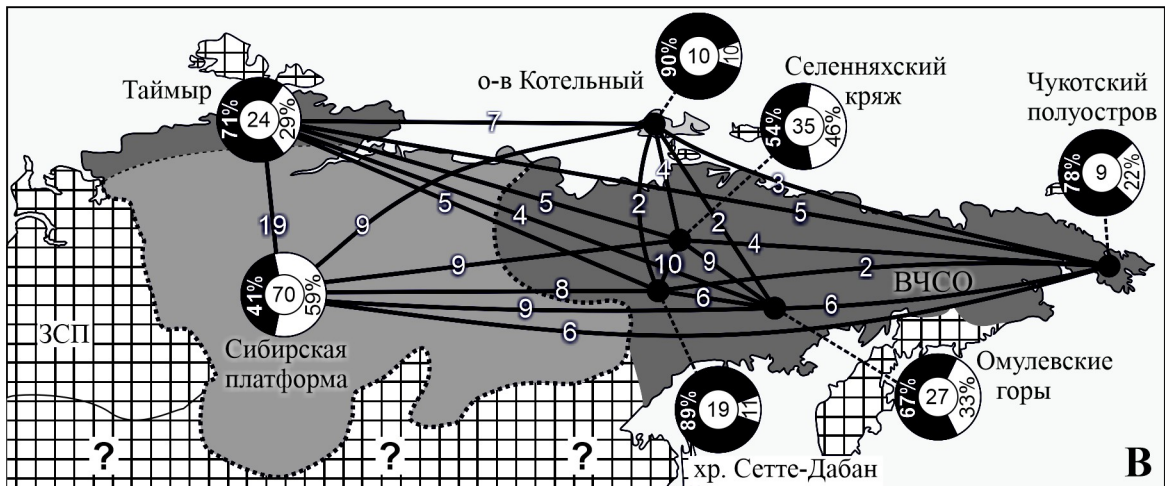
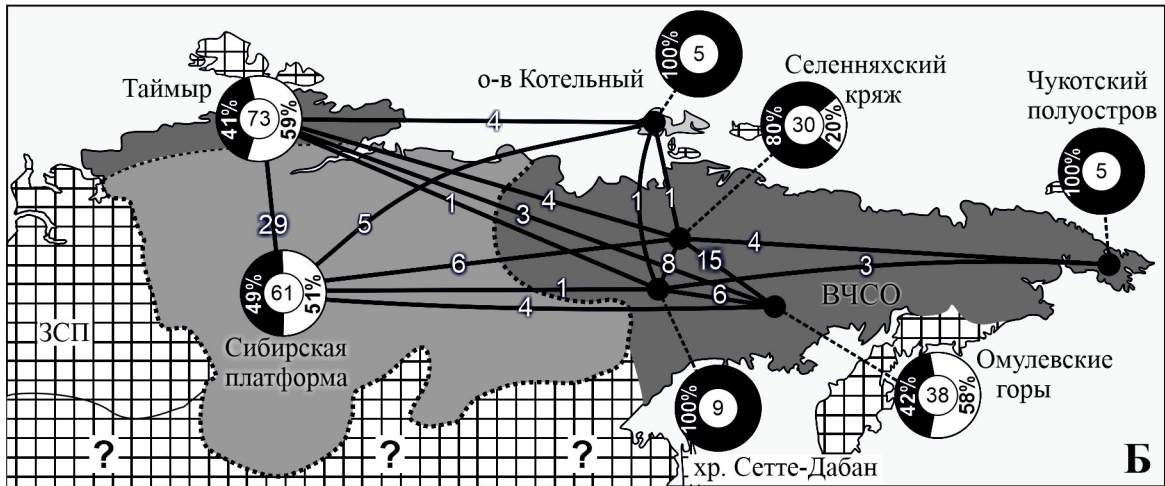
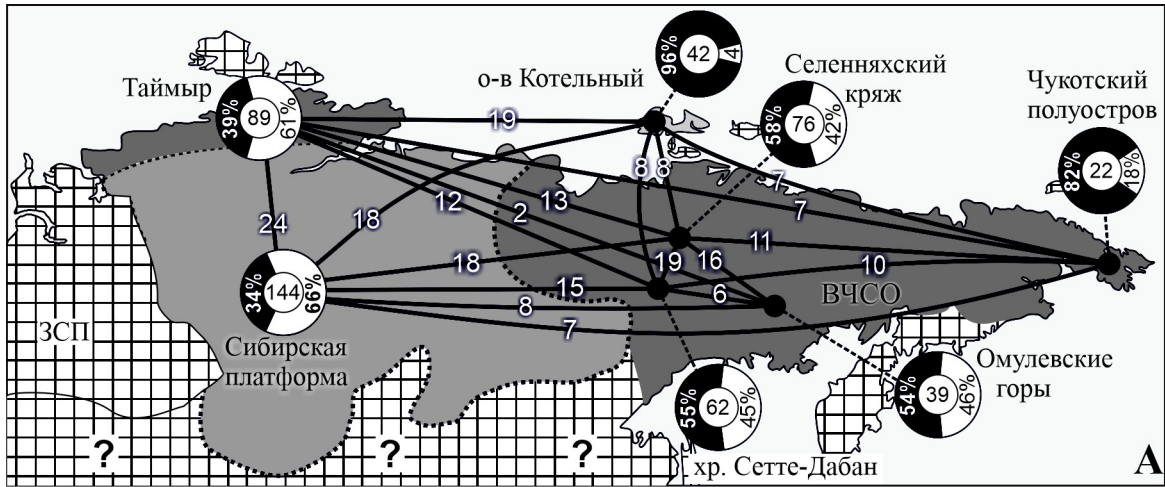


Ордовикская			Верхний		Хирнантский	МСП 2008
			Средний			
Нижний	Флоский	Дарривилеский	Дапинский			ОСП 2011
Ордовикская			Верхний		Ашгиллский	
Ордовикская			Средний			Лланвирский
Нижний	Аренитский	Карадокский			Ярус	
Тремадокский						Ярус

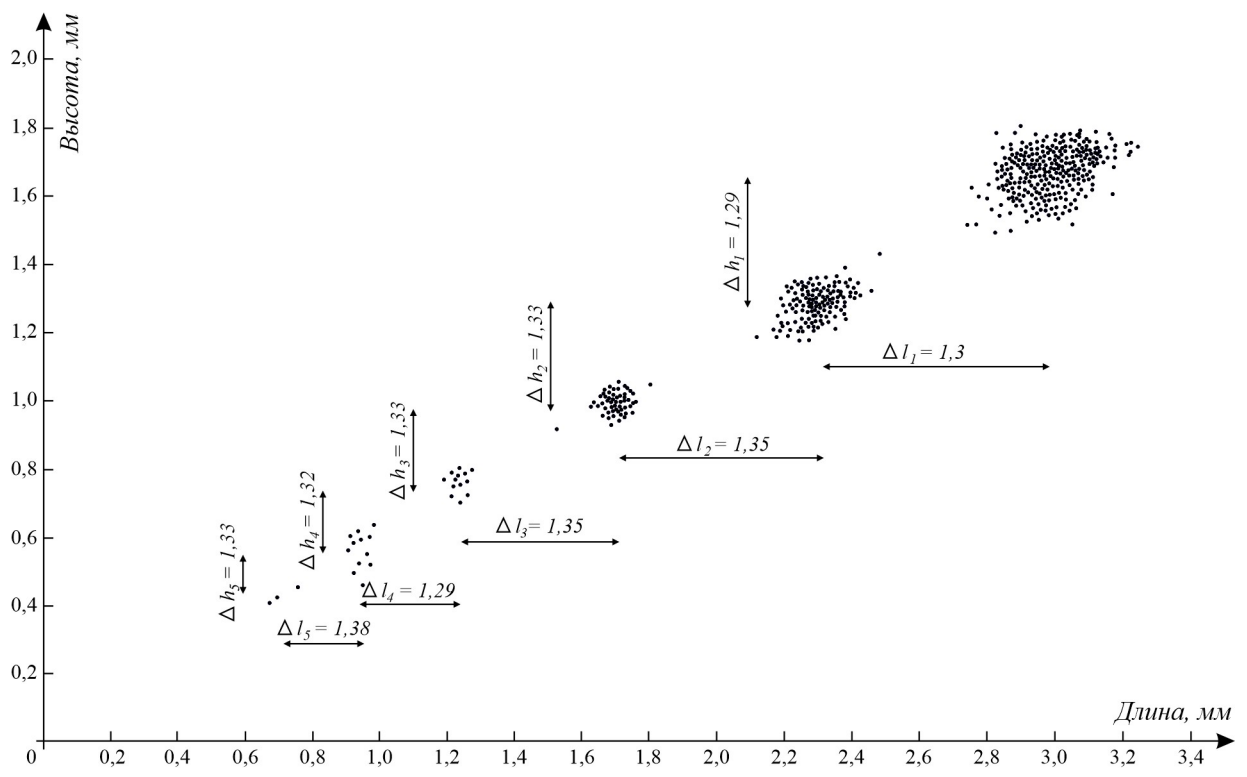


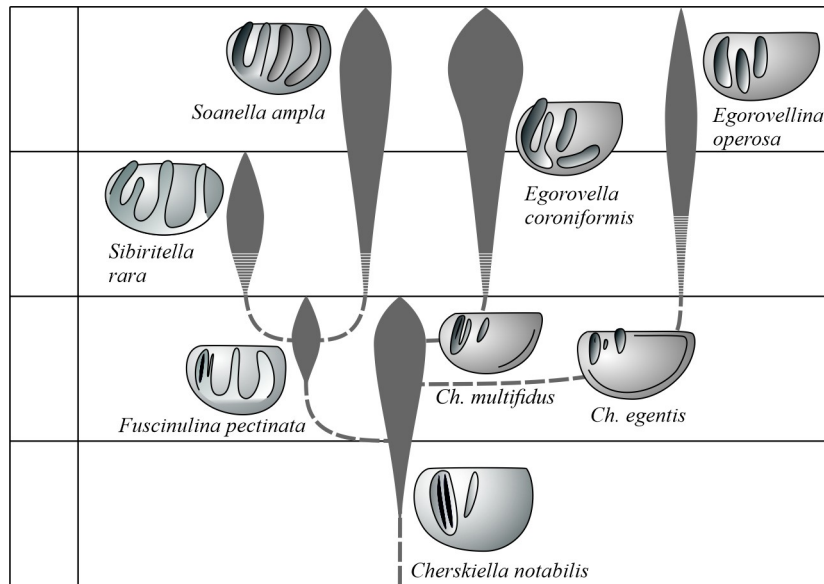
**Условные обозначения**

- Известняк
- Доломит
- Известняк алевролитистый
- Известняк глинистый
- Доломит известковистый
- Мергель
- Песчаник
- Алевролит
- Алевролит известковистый
- Аргилит
- Стратиграфический перерыв
- Сланцы
- Окремнение
- Гипсоносность
- Вулканогенные породы

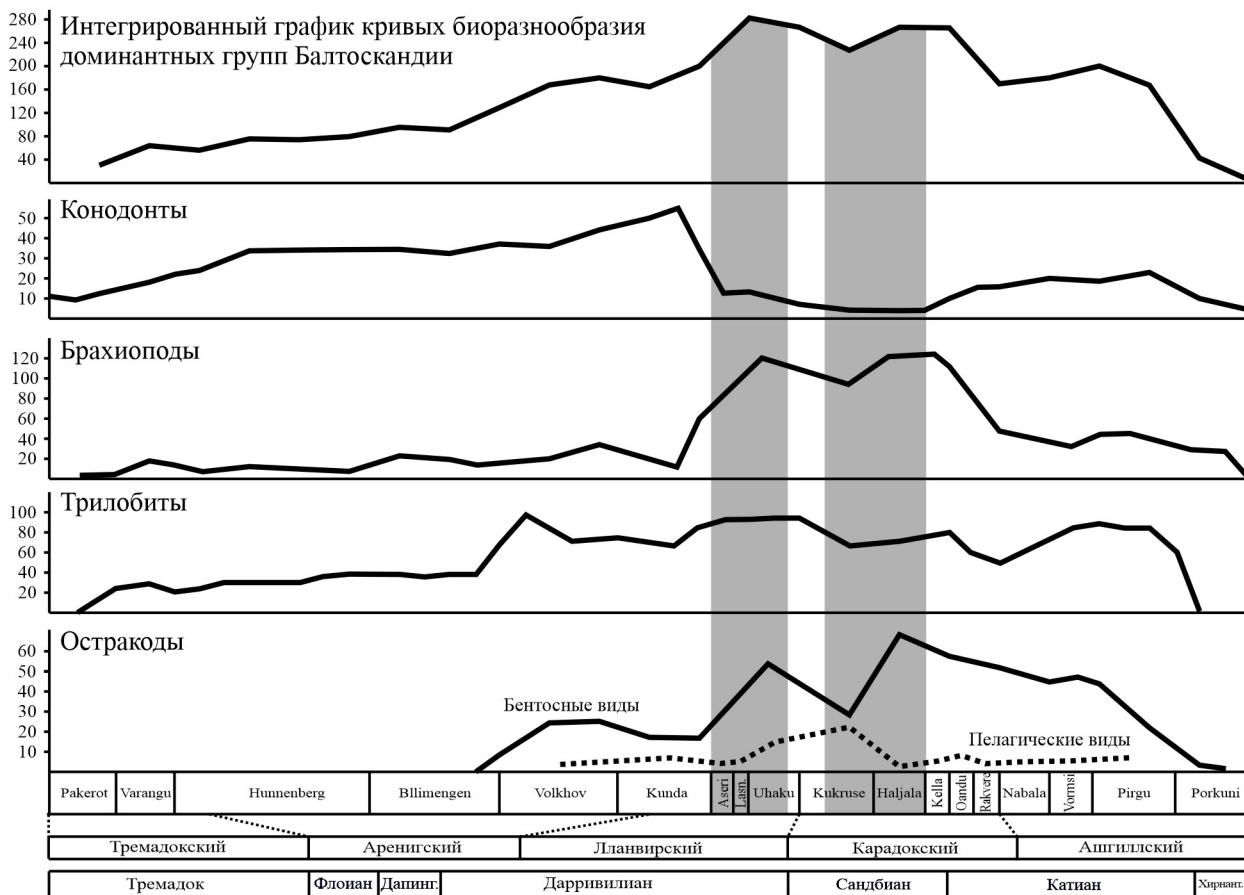








Балтоскандия (Hammer, 2003)



Сибирская платформа

