

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И КРАТОННЫХ ТЕРРЕЙНОВ ЕЕ СКЛАДЧАТОГО ОБРАМЛЕНИЯ В ПАЛЕОЗОЕ ПО ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИМ И ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

А.В. Каныгин¹, Т.В. Гонга^{1,2}, А.В. Тимохин¹

¹ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

² *Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Россия*

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-Хаяхтахский, Селенныхский, Омулевский, Омолонский, Охотский, Чукотский) и о. 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.

Орогенный пояс, террейны, палеозой, тектоника, седиментология, палеогеография, стратиграфия, хронология, Северо-Восточная Азия, Сибирский палеоконтинент.

POSITION OF THE SIBERIAN PLATFORM AND ADJACENT CRATONIC TERRANES IN THE PALEOZOIC (from paleontological and geological evidence)

A.V. Kanygin, T.V. Gonta, and A.V. Timokhin

The comprehensive chorological analyses of benthic and planktonic faunal groups, the reconstruction of paleogeography, and the delineation and correlation of the same-type biofacies and geographic ranges of the fauna suggest that the Paleozoic tectonic blocks of the Verkhoyansk–Chukotka foldbelt (Tas-Khayakhtakh, Selennyakh, Omulevka, Omolon, Okhotsk, and Chukchi inliers) and Kotel'nyi Island originated in the same epicontinental sea basin of the Siberian paleocontinent, being parts of its passive margin located at the place of the recent foldbelt. We provide a rationale for paleontological, sedimentary, and morphometric diagnostic characteristics of rift zones in complex thrust-folded structures. A rift development, with activation phases in the Ordovician and Devonian, is found to have preceded the breakup of the passive margin in the late Paleozoic.

Foldbelt, terranes, Paleozoic, tectonics, sedimentology, paleogeography, stratigraphy, chorology, Northeastern Asia, Siberian paleocontinent

ВВЕДЕНИЕ

Рассматриваемая территория в современных географических координатах охватывает четыре 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 консолидаций, континентальными или жесткими массивами, 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 мезозой (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 [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 тектоностратиграфических, 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 ЕДИНУМУ 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 про-

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, 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 ее 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 внутривассейнового расселения биоценозов.

В биогеографическом районировании основной оперативной единицей, соответствующей какому-либо конкретному седиментационному бассейну, считается провинция. Главным диагностическим признаком провинции является относительное однообразие ассоциаций фауны на видовом и родовом уровнях и степень ее 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 ее пассивной окраине и на террейнах) в сопоставлении с одним из наиболее полных разрезов на платформе (в бассейне р. Кулюмбэ). В морском бассейне, покрывавшем в это время платформу почти полностью (за исключением Анабарского щита и Енисейского кряжа), отложения представлены в основном мелководными фациями с преобладанием карбонатных. Батиметрический план бассейна определяется конфигурацией унаследованно развивающихся депрессионных структур — Тунгусской и Вилюйской синеклиз, а также Енисей-Хатангским и Предверхоанским 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 (о. Котельный) видны резкие различия в мощностях разновозрастных 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 карбо-

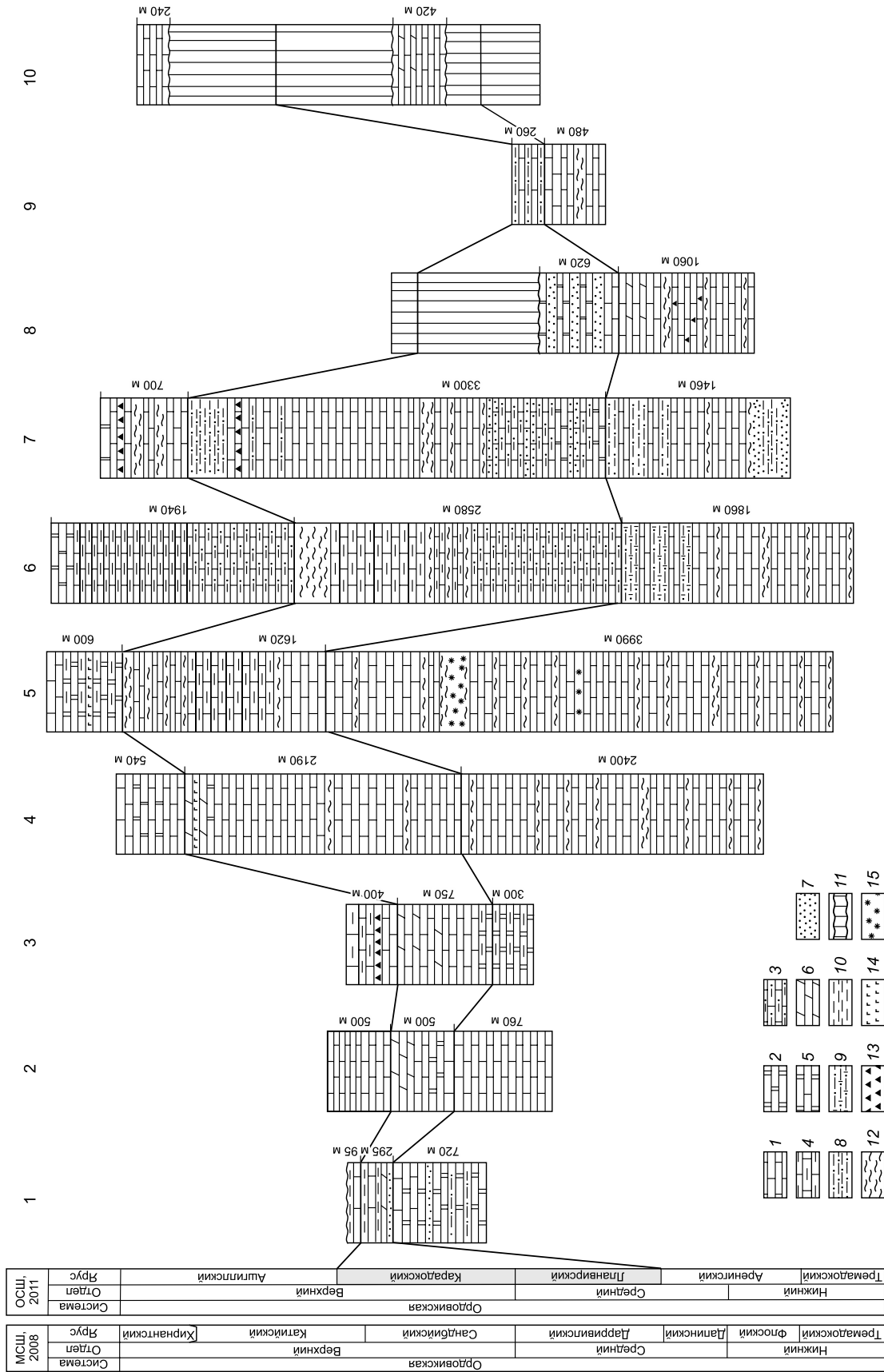


Рис. 1. Стратиграфические разрезы ордовикских отложений на Сибирской платформе (опорный разрез на р. Кулумбэ), пассивной окраине (п-ов Таймыр и хр. Сетге-Дабан) и террейнах.

1 — Сибирская платформа, 2 — п-ов Таймыр, 3 — о. Котельный, 4 — хр. Сетге-Дабан, 5 — Тах-Хаяхта, 6 — Селеняхский край, 7 — Омулеевское поднятие, 8 — Омолонский массив, 9 — Охотский массив, 10 — Чукотка. 1 — известняк, 2 — доломит, 3 — известняк алевролитистый, 4 — известняк алевролитистый, 5 — известняк известковистый, 6 — мергель, 7 — песчаник, 8 — алевролит, 9 — алевролит известковистый, 10 — аргиллит, 11 — стратиграфический перерыв, 12 — сланцы, 13 — окремнение, 14 — гипсоносность, 15 — вулканогенные породы.

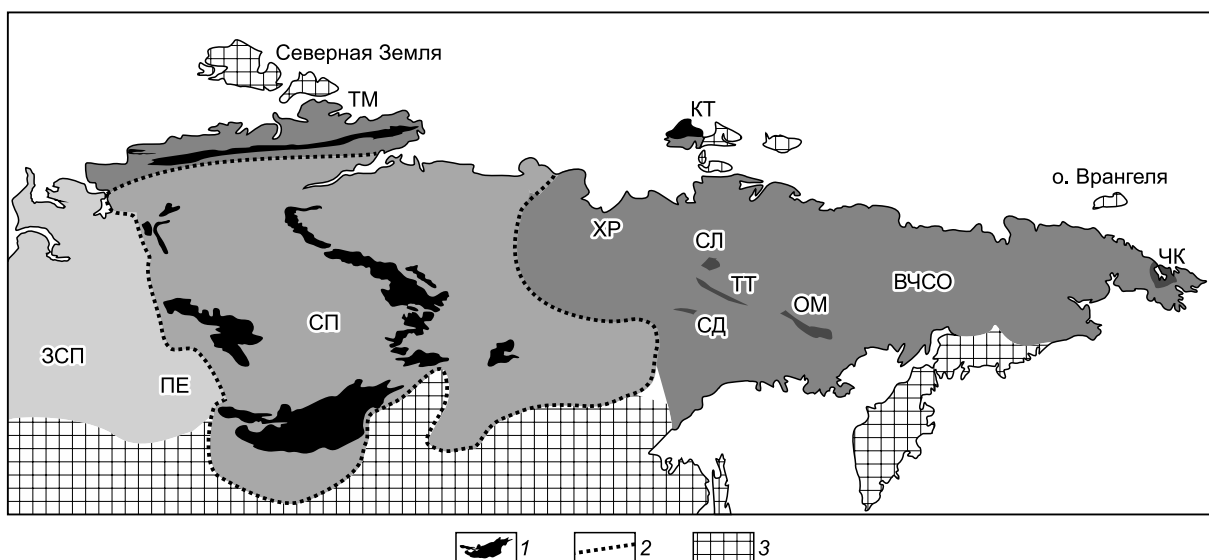


Рис. 2. Выходы ордовика на дневную поверхность на Сибирской платформе и ее складчатом обрамлении.

1 — выходы ордовикских отложений на дневную поверхность, 2 — граница Сибирской платформы, 3 — складчатое обрамление (не рассматривается в данной статье). ТТ — Тас-Хаяхта, ОМ — Омuleвские горы, СЛ — Селенняхский кряж, ХР — Хараулах, ЧК — Чукотский полуостров, ТМ — Таймырская складчатая область, КТ — о. Котельный, ВЧСО — Верхояно-Чукотская складчатая область, СП — Сибирская платформа, ЗСП — Западно-Сибирская плита, ПЕ — Предьенисейский осадочный бассейн, СД — хр. Сетте-Дабан.

натно-терригенным с осушением некоторых участков бассейна и образованием локальных зон эвапоритовой или красноцветной преимущественно терригенной седиментации.

Осадконакопление на пассивной окраине платформы (на п-ове Таймыр и хр. Сетте-Дабан) происходило в режиме непрерывного опускания дна (перикратонное погружение), поэтому мощности разновозрастных 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 то же 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 жизнедеятельности фауны большинство таксономических групп (брахиоподы, трилобиты, мшанки, криноидеи и др.) элиминировали, и 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. Котельный [Стратиграфия..., 2018], Таймыру [Атлас..., 2003], по

Ордовикская				Верхний		Средний		Нижний		МСШ, 2008
Тремадоковский	Флоский	Далинский	Дарривильский	Сандбийский	Катийский	Хирнантский		Система Отдел Ярус		

Ордовикская				Верхний		Средний		Нижний		ОСШ, 2011
Тремадоковский	Аренгский	Планвирский	Карадокский	Ашгилльский	Ярус		Система Отдел Ярус			

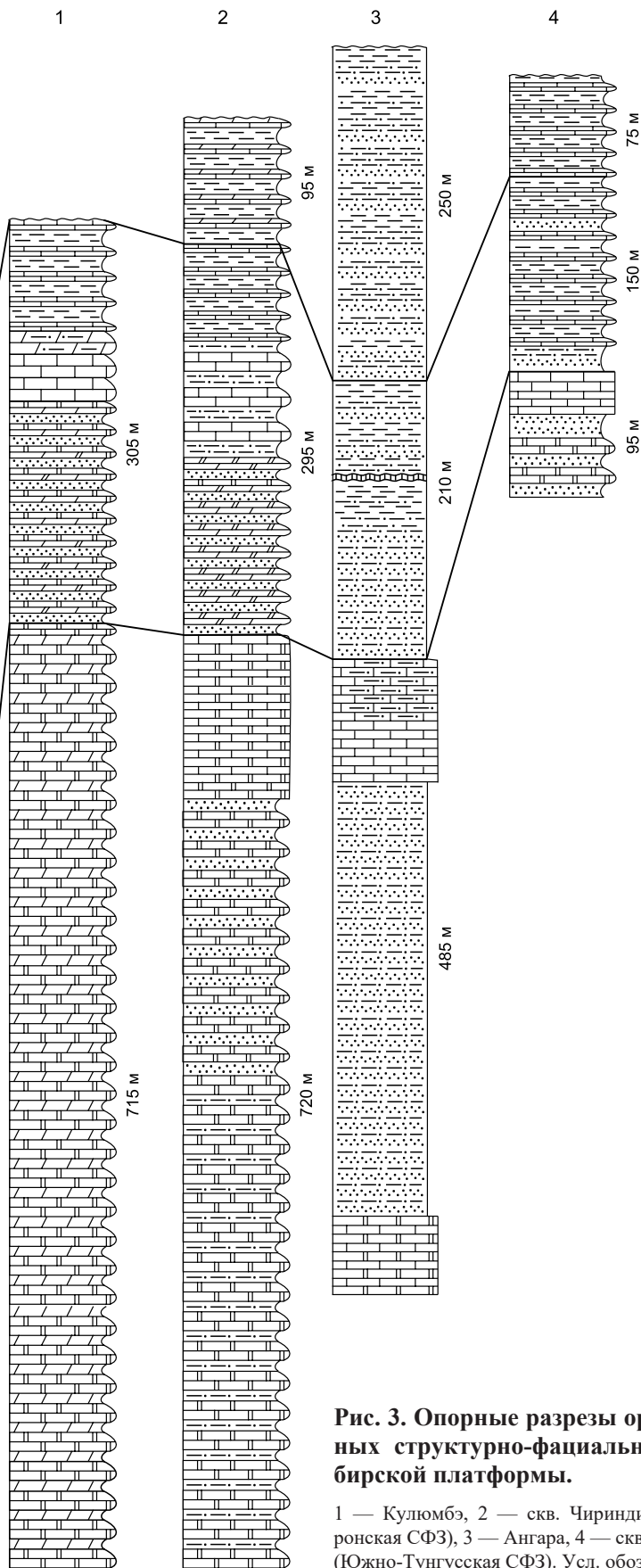


Рис. 3. Опорные разрезы ордовика разных структурно-фациальных зон Сибирской платформы.

1 — Куломбэ, 2 — скв. Чириндинская-1 (Мойеронская СФЗ), 3 — Ангара, 4 — скв. Гаиндинская-3 (Южно-Тунгусская СФЗ). Усл. обозн. см. на рис. 1.

Таблица 1. Корреляция средневерхнеордовикских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления

МСХ 2000. [Постановление, 2008]		Верхний		Средний		Ордовикская		Северо-Восток России		Северо-Восточной Азии	
Система	Отдел	Ярус	Горизонт	г-ов Таймыр	Горизонт		Свита		Свита		г-ов Чукотка
Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Барковский	хр. Сетте-Дабан	Селенянский край	о. Котельный	Терехтаская	Омулевские горы	Омулевские горы	Чегулунская
Сибирская платформа	Горизонт	Бурский (br) Переслаивание серых известняков и зеленовато-серых аргиллитов и алевролитов 5–80 м	Барковский	Изнанки серые и темно-серые микросреднезернистые и пелитоморфные, кремнисто-глинистые, углеродисто-глинистые сланцы и аргиллиты	Преимущественно известняки, в верхней части, доломитизированные с прослоями известково-глинистых сланцев	Балтикаканская	Терехтаская	Изнанки пелитоморфные, глинистые органогенно-обломочные	Доломитовые алевролиты и мергели	Доломитовые алевролиты и мергели	Чегулунская
Верхний	Система	Долборский (dl) Сероцветные известняки, алевролиты и мергели 16,5–110 м	Толмачевский	Изнанки серые и зеленовато-серые известняки и доломитизированные, с прослоями пестроцветных органогенных известняков 14,5–210 м	Доломиты, мергели, гипсы, туфопесчаники	Саячанская	Малодиринг-айанская	Изнанки пелитоморфные с прослоями органогенных известняков и известково-глинистых сланцев 190–220 м	Харкинджанская	Харкинджанская	205–240 м
Средний	Система	Чертовской (ch) Серые алевролиты и аргиллиты, переслаивающиеся с песчаниками и органогенно-обломочными известняками 3–63 м	Харкинджинский	Изнанки темно-серые, плитчатые, доломитизированные с редкими прослоями сланцев и органогенных известняков	Изнанки темно-серые, плитчатые, доломитизированные с редкими прослоями сланцев и органогенных известняков	Кальчанская	Изнанки глинистые, псевдоополитовые, органогенно-обломочные, доломитовые мергели	Черные глинистые и известково-глинистые сланцы с прослоями песчанисто-глинистых известняков	Дарпирская	Дарпирская	205–240 м
Средний	Система	Волгинский (vl) Серые и пестроцветные алевролиты, аргиллиты, мергели и известняки 1–80 м	Энгельгардовский	Серые и темно-серые известняки с прослоями глинистых, доломитизированных и органогенно-обломочных и ополитовых разновидностей	Тонкое переслаивание известняков и известково-глинистых сланцев	Волчинская	Изнанки пелитоморфные сланцы, с прослоями глинистых, органогенно-обломочных, известняков, мергелей и доломитов	Изнанки массивные, песчано-глинистые, в верхней части преимущественно тонкоплитчатые. 500–800 м	Кривунская	Кривунская	205–240 м
Средний	Система	Муктэйский (mk) Ритмичное переслаивание тонкотерригенных и карбонатных, часто детритовых пород 1,5–60 м	Толемский	Изнанки темно- и зеленовато-серые с прослоями черных углеродисто-глинистых сланцев и линзами конгломератов	Изнанки темно- и зеленовато-серые с прослоями сланцев	Тарынг-юряхская	Изнанки алевроитовые, органогенно-обломочные, в прослоях известковистые алевролиты 500–750 м	Изнанки пелитоморфные известняки и известковистые глинистые сланцы 600–750 м	Уочакская	Уочакская	430–540 м
Средний	Система	Вихоревский (vh) Пестроцветные, преимущественно терригенные отложения 5–200 м	Хитинский	Зеленовато-серые доломитовые мергели, переслаивающиеся с серыми глинистыми известняками и черными мигралитовыми сланцами 90–550 м	Изнанки серые и темно-серые алевроитовые, с прослоями обломочных известняков 400–900 м	Унгинская	Переслаивание известковистых алевролитов, аргиллитов и глинистых известняков	Изнанки серые песчанистые с малоощипными прослоями известково-глинистых и глинистых	Айанская	Айанская	430–540 м
Средний	Система	Кимайский (k) Кимайский (k) 470,0	Хитинский	Изнанки серые и темно-серые алевроитовые, с прослоями обломочных известняков 400–900 м	Изнанки серые и темно-серые алевроитовые, с прослоями обломочных известняков 400–900 м	Унгинская	Переслаивание известковистых алевролитов, аргиллитов и глинистых известняков	Изнанки серые песчанистые с малоощипными прослоями известково-глинистых и глинистых	Айанская	Айанская	430–540 м
Средний	Система	Дарпирский (dr) Дарпирский (dr) 458,4	Харкинджинский	Серые и зеленовато-серые известняки и доломитизированные, с прослоями пестроцветных органогенных известняков 14,5–210 м	Доломиты, мергели, гипсы, туфопесчаники	Саячанская	Малодиринг-айанская	Изнанки пелитоморфные с прослоями органогенных известняков и известково-глинистых сланцев 190–220 м	Харкинджанская	Харкинджанская	205–240 м
Средний	Система	Хирнантский (hr) Хирнантский (hr) 445,2	Хитинский	Изнанки серые и темно-серые микросреднезернистые и пелитоморфные, кремнисто-глинистые, углеродисто-глинистые сланцы и аргиллиты	Преимущественно известняки, в верхней части, доломитизированные с прослоями известково-глинистых сланцев	Балтикаканская	Терехтаская	Изнанки пелитоморфные, глинистые органогенно-обломочные	Доломитовые алевролиты и мергели	Доломитовые алевролиты и мергели	Чегулунская

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 [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. 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 дробных стратонів разобщенные разрезы хр. Сетте-Дабан, Селенныхского кряжа, Омудевских 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, 1965а, 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 прошлого столетия по материалам геолого-съёмочных 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 дробных стратонів — региональных горизонтов (региорусов), а также по некоторым реперным уровням с новой версией Международной стратиграфической шкалы ордовикской системы (см. 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, п-ова Таймыр, Селенныхского кряжа, Омудевских гор, хр. Сетте-Дабан, о. 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, так как 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.

Таблица 2. Список доминирующих групп фауны в среднем—верхнем ордовике северо-востока Азии

Вид	Сибирская платформа	п-ов Таймыр	Селенняхский кряж	Омулевские горы	хр. Сетте-Дабан	о. Котельный	п-ов Чукотка
1	2	3	4	5	6	7	8
Трилобиты O₂							
<i>Biologina sibirica</i>							
<i>Prodalmanitina nikolaevi</i>							
<i>Pseudomera weberi</i>							
<i>Omulovia mira</i>							
<i>Ampyx borealicus</i>							
<i>Calliops armatus</i>							
<i>Ceraurina biformis</i>							
<i>Homotelus obtusus</i>							
<i>Lichas kuckersiana</i>							
<i>Lonchodomas parvulus</i>							
<i>Remopleurides loneicostatus</i>							
<i>Eorobergia bipunctata</i>							
<i>Carolinites sibiricus</i>							
<i>Pliomers fischeri asiatica</i>							
<i>Pliomerellus jacuticus</i>							
<i>Ceraurinus</i> sp.							
<i>Iliaenus</i> sp.							
<i>Ceraurina frequens</i>							
<i>Bathurellus nonnulus</i>							
<i>Apatokephalus globosus</i>							
<i>Pliomera fischeri asiatica</i>							
<i>Calyptaulax senior</i>							
Трилобиты O₃							
<i>Isalax bifolius</i>							
<i>Isalax stricta</i>							
<i>Ceraurinus icarus</i>							
<i>Monorakos mutabilis</i>							
<i>Monorakos planiusculus</i>							
<i>Ceratevenkaspis armata</i>							
<i>Isotelus maximus sibiricus</i>							
<i>Evenkaspis sibirica</i>							
<i>Carinopyge ensifera</i>							
<i>Carinopyge spinifera</i>							
<i>Evenkaspis nikiforovae</i>							
<i>Evenkaspis tchunensis</i>							
<i>Monorakos magnus</i>							
<i>Ceratevenkaspis taymiricus</i>							
<i>Carinopyge abscisa</i>							
<i>Isotelus robustus</i>							
<i>Stenopareia avus</i>							
<i>Ceratevenkaspis parnaicus</i>							
<i>Biologina maximovae</i>							
<i>Bathurellus nordicus</i>							
<i>Monorakos consimilis</i>							
<i>Thaleops rectangularis</i>							
<i>Calliops maximovae</i>							
<i>Iliaenus</i> sp.							
<i>Ceraurina frequens</i>							

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Monorakos</i> sp.							
<i>Calyptaulax</i> aff. <i>maximovae</i>							
<i>Amphilichas</i> cf. <i>atarvus</i>							
<i>Bumastus sibiricus</i>							
<i>Evenkaspis galeata</i>							

Брахиоподы O₂

<i>Atelelasma pergrinum</i>							
<i>Hesperorthis ignicula</i>							
<i>Hesperorthis brachiophorus</i>							
<i>Sowerbiella negritus</i>							
<i>Evenkina anabarensis</i>							
<i>Platymena amara</i>							
<i>Strophomena simplex</i>							
<i>Multicostella maaki</i>							
<i>Cuparius ovalis</i>							
<i>Polytoechia russkaja</i>							
<i>Eremotoechia yasachnaensis</i>							
<i>Xenelasmella jacutensis</i>							

Брахиоподы O₃

<i>Mimella panna</i>							
<i>Evenkina convexidorsata</i>							
<i>Atelelasma carinatum</i>							
<i>Triplesia sibirica</i>							
<i>Valcourea</i> aff. <i>transversa</i>							
<i>Rostricallula raymondi nana</i>							
<i>Rostricellula transversa</i>							
<i>R. tumidula verchojanica</i>							
<i>Titanambonites planum</i>							
<i>Leptellina carinata</i>							
<i>Glyptorthis pulchra</i>							
<i>Triplesia dolborica</i>							
<i>Oepikina kalytschanica</i>							
<i>Oepikina tojoni</i>							
<i>Maakina parvuliformis</i>							
<i>Rostricellula subrostrata</i>							
<i>Hesperorthis austrlis</i>							
<i>Hesperorthis tricenaria</i>							
<i>Hesperorthis evenkiensis</i>							
<i>Boreadorthis asiatica</i>							
<i>Strophomena lethea</i>							
<i>Bellimurina paucicostata</i>							
<i>Oxoplecia asiatica</i>							
<i>Sowerbyella sladensis</i>							
<i>Ptychoglyptus bellarugosus</i>							
<i>Eospirigerina mavrae</i>							
<i>Triplesia protea</i>							
<i>Oepikina gibbosa</i>							
<i>Evenkorhynchia tenuicostata</i>							
<i>Strophomena mangazeica</i>							

1	2	3	4	5	6	7	8
Остракоды O₂							
<i>Ginella primitiformis</i>							
<i>Hallatina chanae</i>							
<i>Egorovella (E.) defecta</i>							
<i>Egorovella (E.) cuneata</i>							
<i>Sibiritella rara</i>							
<i>Primitiella parvula</i>							
<i>Bodenia longiscula</i>							
<i>Martinssonopsis multifaria</i>							
<i>Coelochilina patibilis</i>							
<i>Soanella maslovi</i>							
<i>Egorovellina operosa</i>							
<i>Egorovella (E.) captiosa</i>							
<i>Egorovella (E.) alicostata</i>							
<i>Eochilina (E.) indistincta</i>							
<i>Eochilina (E.) proxima</i>							
<i>Ungiella lituata</i>							
<i>Ungiella tumida</i>							
<i>Leperditella anteritumida</i>							
<i>Leperditella symmetrica</i>							
<i>Eochilina (Sibirichilina) tubericostata</i>							
<i>Hallatina orlovi</i>							
<i>Eochilina (E.) scrobiculata</i>							
<i>Sibiritella furcata</i>							
<i>Bolbinella lecta</i>							
<i>Cherskiella beyrichonica</i>							
<i>Egorovella (E.) ventrilobata</i>							
<i>Eochilina (E.) elata</i>							
<i>Hallatina dentata</i>							
<i>Scutumella caliginosa</i>							
<i>Sibiritella costata</i>							
Остракоды O₃							
<i>Eochilina (E.) tumefacta</i>							
<i>Aparchitella procera</i>							
<i>Dogoriella sulcata</i>							
<i>Sigmobolbina buccera</i>							
<i>Tsitrites gloriosus</i>							
<i>Bodenia remota</i>							
<i>Coelochilina formosa</i>							
<i>Egorovella (E.) captiosa</i>							
<i>Egorovella (E.) admirabilis</i>							
<i>Bolbinella cumulata</i>							
<i>Coelochilina laccochilinoides</i>							
<i>Martinssonopsis multifaria</i>							
<i>Bodenia aspera</i>							
<i>Eochilina (E.) convexa</i>							
<i>Soanella ampla</i>							
<i>Coelochilina modesta</i>							
<i>Jonesites confusus</i>							
<i>Jonesites obliquus</i>							

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Parajonesites notabilis</i>							
<i>Paraschmidtella bipunctata</i>							
<i>Planusella bicornis</i>							
<i>Aparchitella magna</i>							
<i>Aechminia subcuspidata</i>							
<i>Dolborella coalita</i>							
<i>Tergumella angulata</i>							
<i>Cherskiella bigibba</i>							
<i>Cherskiella inflata</i>							
<i>Fuscinulina pectinata</i>							
<i>Coelochilina sibirica</i>							
<i>Euprimitia helenae</i>							
<i>Grammolomatella valdari</i>							
<i>Reticulochilina dedalea</i>							
<i>Sobolitella rimmae</i>							
<i>Bodenia longiscula</i>							
<i>Chegetella chegitunica</i>							
<i>Coelochilina aculeata</i>							
<i>Coelochilina patibilis</i>							
<i>Egorovella (E.) dorsilobata</i>							
<i>Hesslandella irinae</i>							
<i>Grammolomatella mesosibirica</i>							
<i>Pentagonochilina marinae</i>							
<i>Primitia perpusila</i>							
<i>Pseudoplanusella tricornuta</i>							
<i>Coelochilina camptotropa</i>							
<i>Hesslandites ventritumidus</i>							
<i>Insolitella insolita</i>							
<i>Coelochilina plana</i>							
<i>Eochilina (E.) obtusa</i>							
<i>Tvaerenella clivosa</i>							
<i>Coelochilina grumosa</i>							
<i>Coelochilina magnifica</i>							
<i>Egorovella (E.) parva</i>							
<i>Hallatina chanae</i>							
<i>Levisulculus ornatus</i>							

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 [Benson, 1975].

Беспрепятственное расселение в ордовикской акватории однотипных ассоциаций бентосной фауны на огромной площади, соответствующей неритовой зоне морского бассейна, можно объяснить со-

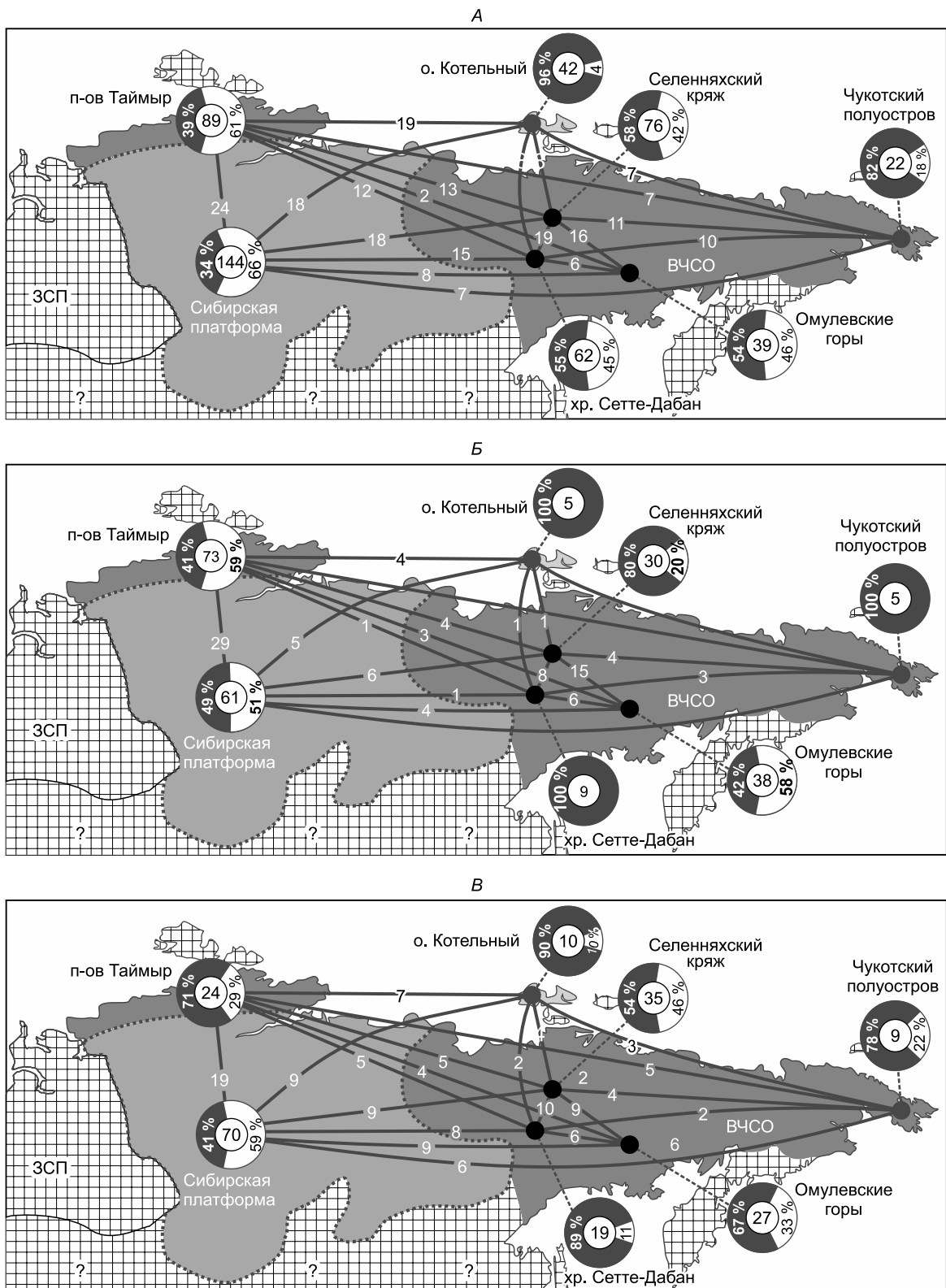


Рис. 4. Количественный состав, структура и распространение видовых ассоциаций доминирующих групп фауны Сибирской платформы.

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.

четанием трех факторов [Каныгин, 2001; Kanygin, 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 о. 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 кальцит-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

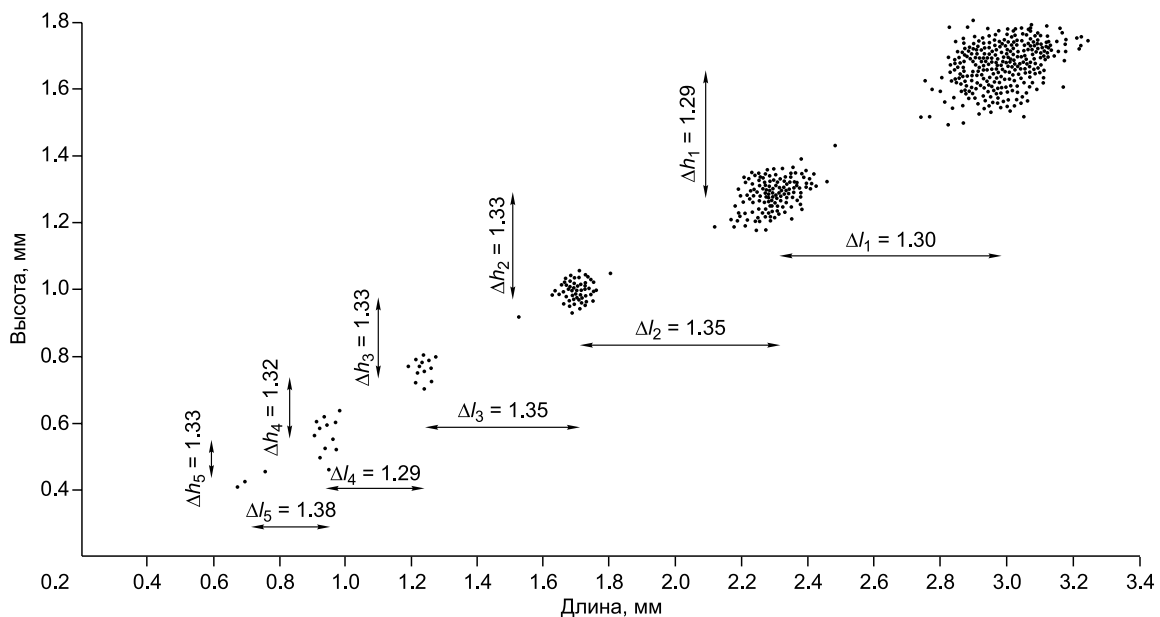
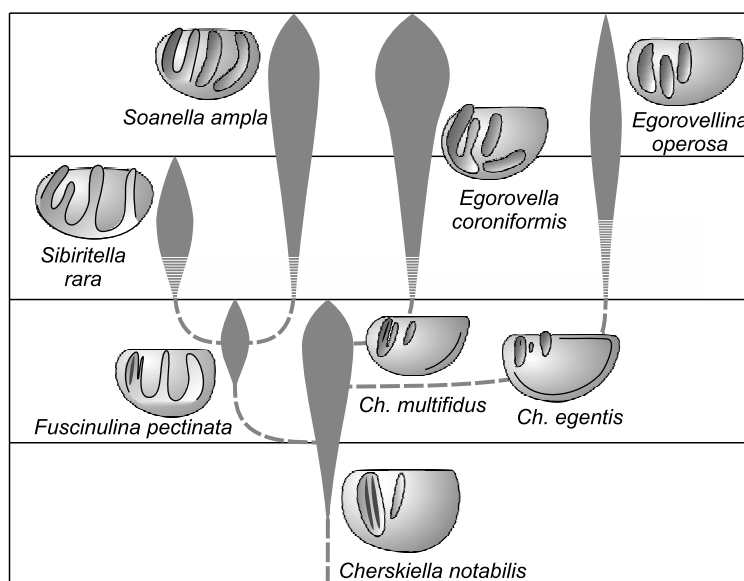


Рис. 5. Возрастная структура популяции *Egorovella dorsilobata* в автохтонном тафоценозе (колычанская свита Селеняхского кряжа).

$\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_4, \Delta l_5$ — 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, по [Каныгин, 1967].



раковины личиночных стадий (кроме ювенальных слабокальцитизированных раковин). На рисунке 5 приведен пример возрастной структуры популяций остракод в одном из местонахождений. На графиках точками обозначены измененные 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 рисунке 6 показана филогенетическая схема эндемичного семейства Cherskiellidae Kanygin, 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 данного 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 et al., 2007; Blodgett et al., 2010; Torsvik, Cocks, 2017]. Сравнительный анализ таксономического состава доминирующих групп фауны (брахиопод, трилобитов, остракод и конодонтов) ордовика Сибири и Балтоскандии 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 фанерозойско-

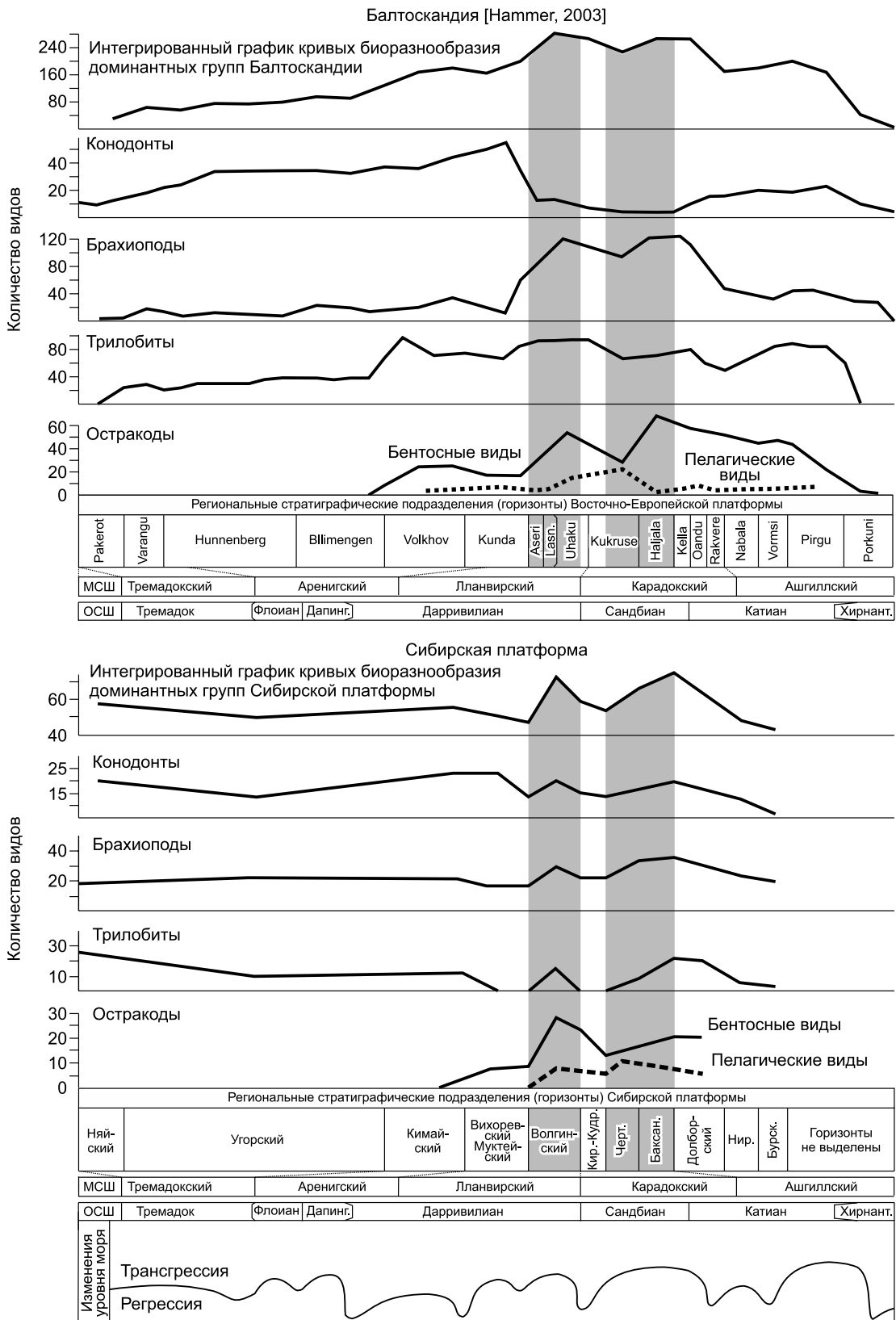


Рис. 7. Сопоставление графиков динамики биоразнообразия доминирующих групп фауны палеоконтинентов Сибири и Балтоскандии и трансгрессивно-регрессивной цикличности, по [Dronov et al., 2009].

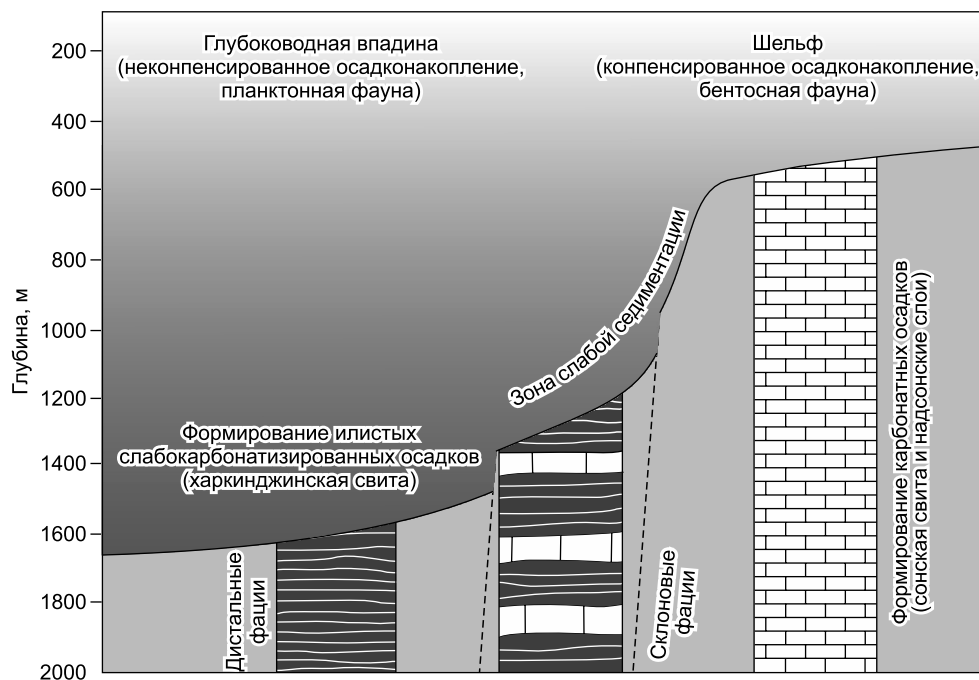


Рис. 8. Батиметрический профиль в зоне сочленения мелководной карбонатной и преимущественно терригенных глубоководных фаций (Омулевские горы, бассейн р. Харканджа), по [Каныгин, 1973] с изменениями.

го 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 Омулевских 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—5.0 км, зона растворения карбонатов (компенсационный уровень) приурочена к глубинам более 4.5—5.0 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, свидетельствуют о глубоководности таких формаций. Максимальную глубину этих впадин, которую определяли 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, алевролиты, 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 тектурным 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 эвгеосинклинального 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, посвященной происхождению палеозойских массивов мезозоид 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 ее пассивную окраину на месте современной Верхоянской складчато-надвиговой системы. Этот вывод противоречит разным вариантам палинспастических 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 Балтоскандинавского 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 согласуются с палеонтологическими данными и разные варианты палинспастических 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 палеоконтинента 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 РФФИ (грант 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 / Ред. О.В. Петров. СПб., 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. Новосибирск, 1973, с. 58—67 (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 47).
- Каныгин А.В.** Экологические типы ордовикских остракод // Среда и жизнь в геологическом прошлом: палеоэкологические проблемы. Новосибирск, Наука, 1974, с. 87—100 (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 84).
- Каныгин А.В.** Остракоды ордовика Чукотского полуострова // Стратиграфия и фауна ордовика и силура Чукотского полуострова. Новосибирск, 1977, с. 73—86 (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 351).
- Каныгин А.В.** Ордовикский феномен взрывной дивергенции органического мира Земли: причины и эволюционные последствия для биосферы // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (4), с. 631—667.
- Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В., Москаленко Т.А., Сычев О.В.** Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Ордовик Сибирской платформы. Новосибирск, Академ. 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.). СПб., ВСЕГЕИ, 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 // Тр. 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 // ДАН, 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 АН СССР, 1989, 119 с.
- Мазепова Г.Ф.** Ракушковые рачки (Ostracoda) Байкала. Новосибирск, Наука, 1990, 472 с.
- Мерзляков В.М.** Геология центральных районов Северо-Востока СССР: Автореф. дис.... д. г.-м.н. 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.** 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 (7), с. 22—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., Томуртоо 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 / З.Г. Балашов, В.А. Востокова, Р.С. Елтышева, А.М. Обут, М.М. Орадовская, Б.В. Преображенский, Х.С. Розман, Р.Ф. Соболевская, М.Н. Чугаева.** Магадан, Магадан. кн. изд-во, 1968, 285 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий / Ред. А.И. Жамойда.** СПб., ВСЕГЕИ, 2008, вып. 38, 131 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 Омуревских гор (Северо-Восток СССР) // Геология и геофизика, 1965а (3), с. 151—155.
- Сидяченко А.И., Каныгин А.В.** О стратиграфическом положении кривошунского яруса Сибирской платформы // Докл. АН СССР, 1965б, т. 161, № 1, с. 187—190.
- Соболевская Р.Ф.** Биостратиграфия среднего и верхнего ордовика окраинных поднятий Колымского массива по граптолитам: Автореф. дис.... к.г.-м.н. 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 мезозоид Северо-Востока СССР // Докл. АН 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, № 8 (1), p. 60—83.
- 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, v. 39, p. 323—339.
- Cocks L., Robin M., Torsvik T.H.** Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Palaeozoic // Earth Sci. Rev., 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 // Paleontol. J., 2009, v. 43, № 11, p. 1477—1497.
- Fujita K.** Pre-Cenozoic tectonic evolution of northern Siberia // J. Geol., 1978, v. 86, p. 159—172.
- Hammer O.** Biodiversity curves for the Ordovician of Baltoscandia // Lethaia, 2003, v. 36, № 4, p. 305—313.
- 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 // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 2010, v. 296, № 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.** Earth history and palaeogeography. Oslo, 2017, 317 p.