УДК 551.733+551.83+566/569

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРАТИГРАФИИ ОРДОВИКСКО-СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА КОТЕЛЬНЫЙ (НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА) И СОПОСТАВЛЕНИЕ С ОДНОВОЗРАСТНЫМИ РАЗРЕЗАМИ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ

© 2015 г. М. К. Данукалова*, Т. Ю. Толмачева**, П. Мянник***, А. А. Суяркова**, Н. П. Кульков****, А. Б. Кузьмичев*, Л. М. Мельникова****

*Геологический институт РАН, Москва

e-mail: DanukalovaMK@yandex.ru

**Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург

***Институт геологии Таллинского технического университета, Таллин, Эстония

****Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск

*****Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва

Поступила в редакцию 04.06.2014 г., получена после доработки 24.11.2014 г.

Значительную часть палеозоя острова Котельный (Новосибирские о-ва) слагают разнообразные карбонатные породы, которые накапливались в относительно мелководных условиях на протяжении ордовика—среднего девона. Подобные отложения широко распространены в одновозрастных разрезах разных регионов Восточной Арктики и поэтому привлекают внимание исследователей как объект для межрегиональных сопоставлений. При палеотектонических построениях о. Котельный либо включают в террейн, который в палеозое был разобщен с Сибирской платформой, либо объединяют с ней. Такие разночтения вызваны недостатком фактического материала. В статье приведены новые данные о стратиграфии, макро- и микрофауне верхнего ордовика и силура центральной части острова Котельный. Для этого интервала времени проведено сопоставление изученных разрезов со смежными территориями. На основании сходства литологических фаций и фаунистических комплексов, а также общих тенденций эволюции обстановок осадконакопления сделан вывод о том, что верхнеордовикские—силурийские отложения о. Котельный, Таймыра и Сибирской платформы накапливались в едином шельфовом бассейне, который, вероятно, протягивался также на северо-восток Чукотки.

Ключевые слова: Новосибирские острова, Арктика, о. Котельный, ордовик, силур, стратиграфия, конодонты, карбонатная платформа.

DOI: 10.7868/S0869592X15050038

ВВЕДЕНИЕ

Относительно широкая распространенность отложений нижнего-среднего палеозоя на территории Восточной Арктики позволяет проводить их сравнительный анализ для обоснования палеогеографических и палеотектонических реконструкций (Churkin, 1972; Fujita, Newberry, 1982; Dumoulin et al., 2002; Cocks, Torsvik, 2011 и др.). Однако надежность таких сопоставлений ограничивается, наряду с другими факторами, различной степенью изученности осадочных толщ в разных регионах. Основным критерием для межрегиональных корреляций является сходство или различие литологических фаций и комплексов фауны. Его значение особенно возрастает при отсутствии (или низкой надежности) прямых палеомагнитных данных о взаимном расположении континентальных блоков, а также при невозможности использования данных о детритовых цирконах: во многих разрезах ордовика-силура Восточной Арктики, включая изученные нами, полностью отсутствуют песчаники. Недавно крупное исследование, основанное на сравнении лито- и биофаций (в первую очередь, конодонтовых комплексов) кембриядевона Северной и Центральной Аляски, Северо-Востока России и Арктической Канады, проведено Дж. Думолин (Dumoulin et al., 2000, 2002). Эта работа выявила, в частности, значительное сходство разрезов нижнего палеозоя Аляски и Новосибирских островов (Котельный, Беннетта). Однако недостаток сведений о конодонтах и других группах фауны с архипелага не позволил сделать более обоснованные выводы о палеогеографических связях этих регионов (Dumoulin et al., 2002,



Рис. 1. Обзорная карта региона (а) и схема расположения участков (б). (а): прямоугольником показан остров Котельный. (б): 1 — Туор-Юрях, 2 — Казарка. Однотонной светло-серой заливкой показаны выходы ордовикских—силурийских пород на дневную поверхность. Точечным крапом закрашена Земля Бунге.

р. 309). Ввиду отсутствия надежных палеогеографических критериев многие геологи продолжают включать Новосибирские острова в обособленный террейн, который развивался в палеозое вне связи с Сибирской платформой (см. обсуждение в Данукалова и др., 2014), что, по нашему мнению, ошибочно.

В 2010 г. М.К. Данукаловой и А.Б. Кузьмичевым закартированы два участка распространения ордовикских и силурийских отложений в центральной части острова Котельный (рис. 1) и получены новые данные о строении разрезов. Результаты изучения коллекций макро- и микрофауны позволили уточнить биостратиграфическое расчленение этих отложений и сделать выводы о палеогеографических связях о. Котельный с Таймыром и Сибирской платформой.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ

Остров Котельный является наиболее хорошо изученным из островов архипелага. Первые све-

дения о его геологическом строении получены Э.В. Толлем за время трех экспедиций, предпринятых в период с 1885 по 1902 гг. В 1901–1902 гг. в этих работах участвовал К.А. Воллосович, который после гибели Толля обобщил все материалы и составил первую геологическую карту острова в масштабе 20 верст в дюйме, оставшуюся не изданной (Косько и др., 1985). Основная информация о строении о. Котельный получена во время проведения сотрудниками НИИГА государственной геологической мелкомасштабной (1 : 1000000, 1955-1956 гг.) и среднемасштабной (1: 200000, 1971-1976 гг.) съемки, а также сопутствующих тематических исследований. Именно на опубликованные результаты этих работ в первую очередь опираются различные авторы при анализе тех или иных деталей геологического строения Новосибирских островов. Однако, несмотря на огромный объем данных, полученных съемщиками, в геологии островов архипелага осталось много нерешенных вопросов.

В строении острова Котельный участвуют шесть разновозрастных комплексов пород: ниж-

СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

том 23 № 5 2015

неордовикские-среднедевонские отложения карбонатной платформы; верхнедевонскиенижнетурнейские рифтогенные карбонатно-терригенные породы; каменноугольно-пермские карбонатные отложения мелкого шельфа и терригенные осадки сопредельного трога: триасовонижнеюрские глинистые шельфовые осадки; континентальный угленосный нижний мел; континентальные отложения палеогена-неогена (Косько и др., 1985; Kuzmichev, 2009). Информация об ордовикско-среднедевонском комплексе, слагающем большую часть острова, наиболее полно суммирована в публикации М.К. Косько (1977). Эти отложения представлены почти исключительно карбонатными породами. Для позднего ордовика намечено замещение прибрежных фаций отложениями открытого шельфа в юго-западном направлении. Для силура выявлено еще более контрастное изменение фаций и выделены северо-восточная мелководная и юго-западная глубоководная зоны. В конце силура-начале девона различия между ними исчезают, и предполагается, что вся территория о. Котельный представляла собой мелководный бассейн.

Обоснование возраста раннепалеозойских свит, выделенных при геолого-съемочных работах, основано преимущественно на определении макрофауны, в первую очередь кораллов, брахиопод и для силурийской части разреза — граптолитов и остракод. Единственная информация о раннепалеозойских конодонтах о. Котельный (Соболевская, 1976) ограничивается списком видов из одного местонахождения позднего лландовери. Специальных исследований по остракодам ордовика—силура о. Котельный также ранее не проводилось (Мельникова, Данукалова, 2014).

ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗОВ

Выходы пород ордовика и силура изучены нами на двух участках в центральной части о. Котельный (рис. 1). Первый участок охватывает правобережье р. Туор-Юрях в ее среднем течении. Второй участок расположен в 40 км севернее, в верхнем течении р. Казарка и в бассейне ее левых притоков. Оба участка находятся в зоне влияния субмеридионального Туор-Юряхского разлома (Косько и др., 1985). Представительные разрезы ордовикских и силурийских отложений расположены к югу и западу от первого участка и к северу от второго (Косько и др., 1985). Тем не менее было интересно получить новые данные о малоизвестных разрезах, что дало возможность лучше охарактеризовать переходную зону между глубоководными и мелководными фациями.

Изученная территория характеризуется посредственной обнаженностью. Картирование и описание разрезов проводилось по редким коренным выходам, близкоренным развалам щебня и глыб и по смене состава аллювия. Скальные обнажения пород в основном приурочены к долинам рек Туор-Юрях и Казарка, где залегание сильно нарушено в зоне разлома.

Для извлечения конодонтов было отобрано 40 проб известняков и доломитов, однако только в 18 из них были найдены конодонтовые элементы, дающие значимую информацию о возрасте вмещающих отложений. Из макрофауны были собраны брахиоподы и граптолиты. Обе эти группы, к сожалению, редко встречались в изученных разрезах. Для выделения остракод было отобрано около 25 образцов, из которых только 7 оказались продуктивными (табл. 1).

Изученные участки относятся к юго-западной глубоководной (Туор-Юрях) и переходной (Казарка) фациальным зонам в номенклатуре М.К. Косько (1977), где для ордовика и силура разработано разное литостратиграфическое расчленение (рис. 2) (Косько и др., 1985). В юго-западной зоне выделяются айанская, малодирингайанская, терютехская, урасинская, никольская и эсэлэхская свиты; в переходной и северо-восточной зоне – айанская, малодиринг-айанская, анисинская, мурун-тасская, дьахсайарская и эсэлэхская свиты. Никольская и дьахсайарская свиты не являются полными возрастными аналогами. Стратиграфический объем никольской свиты более широк: она включает в себя также отложения нижней части лудловского яруса (рис. 2).

Участок Туор-Юрях

На участке Туор-Юрях нами изучены отложения верхнего ордовика и силура (сандбийпржидоли), которые соответствуют интервалу от верхней части малодиринг-айанской свиты до эсэлэхской свиты (рис. 3: колонка 2 на рис. 4). Разрез почти исключительно представлен карбонатными породами: известняками (преимущественно микритовыми) с бентосной фауной на ряде уровней и, в верхах силура, доломитами. В верхнем ордовике (в малодиринг-айанской свите) и в основании силура присутствуют аргиллиты, во втором случае они содержат граптолиты. Для венлока и лудлова характерны специфические битуминозные плитчатые известняки с тонкой параллельной слоистостью, близ кровли которых найден горизонт с цефалоподами и граптолитами. Примечательно, что похожие породы, известные как "фация цефалоподовых известняков", распространены в силурийских отложениях разных регионов мира (например, Gnoli, 2003). Общая мощность изученного на правобережье р. Туор-Юрях разреза превышает 1 км. Описание разреза дано ниже в соответствии с посвитным расчленением, предложенным геологами НИИГА (Косько и др., 1985). Границу урасин-

№ образца	Привязка	Тип фауны
841/3	190 м к 3 от точки с координатами N 75°18.906', Е 139°13.002'	конодонты
842/1	N 75°18.688', Е 139°12.273' (из аллювия)	брахиоподы
853/3	170 м к ЮВ от точки с координатами N 75°18.906', Е 139°13.002'	конодонты
857/1	420 м к CB от точки с координатами N 75°17.397', Е 139°12.761'	конодонты
858/1	70 м к C3 от точки с координатами N 75°17.493', Е 139°14.890'	брахиоподы
858/2	30 м к C3 от точки с координатами N 75°17.493', Е 139°14.890'	конодонты, остракоды
859/1	N 75°17.763′, E 139°15.556′	брахиоподы
859/2	N 75°17.763′, E 139°15.556′	конодонты
860/1	110 м к ЮЗ от точки с координатами N 75°18.752', Е 139°15.000'	граптолиты
861/1	20 м к Ю от точки с координатами N 75°18.594', Е 139°14.193'	брахиоподы
861/3	40 м к В от точки с координатами N 75°18.832', Е 139°13.523'	граптолиты
862/3	120 м к В от точки с координатами N 75°19.260', Е 139°11.990'	граптолиты
862/4	120 м к В от точки с координатами N 75°19.260', Е 139°11.990'	конодонты
865/1	50 м к ССВ от точки с координатами N 75°17.311', Е 139°15.342'	остракоды
866/1	N 75°17.311′, E 139°15.342′	брахиоподы, трилобит
866/2	N 75°17.311′, E 139°15.342′	конодонты, остракоды
868/1	190 м к 3 от точки с координатами N 75°16.598', Е 139°15.816'	конодонты
883/1	230 м к ВСВ от точки с координатами N 75°40.250', Е 139°07.600'	конодонты
886/5	N 75°38.096′, E 139°09.807′	конодонты
890/2	130 м к 3 от точки с координатами N 75°37.525', Е 139°16.247'	конодонты
892/1	460 м к ССЗ от точки с координатами N 75°37.525', Е 139°16.247'	граптолиты
892/2	460 м к ССЗ от точки с координатами N 75°37.525', Е 139°16.247'	конодонты
894/2	290 м к ВЮВ от точки с координатами N 75°38.224', Е 139°16.605'	конодонты
894/3	290 м к ВЮВ от точки с координатами N 75°38.224', Е 139°16.605'	остракоды
894/6	350 м к 3 от точки с координатами N 75°38.224', Е 139°16.605'	конодонты
1307/1	N 75°40.072′, E 139°13.828′	брахиоподы
1315/1	N 75°40.562′, E 139°15.382′	конодонты
1332/1	60 м к C3 от точки с координатами N 75°38.719', Е 139°22.166'	конодонты
1501/3	380 м к ЮЗ от точки с координатами N 75°36.809', Е 139°15.653'	конодонты
1501/5	240 м к ЮЮЗ от точки с координатами N 75°36.809', Е 139°15.653'	конодонты
1502/1	280 м к ВЮВ от точки с координатами N 75°36.544', Е 139°15.076'	конодонты
1516/1	N 75°42.526′, E 139°09.296′	конодонты, остракоды, брахиоподы

Таблица 1. Географическая привязка точек, в которых найдена фауна

ской и никольской свит не удалось проследить на площади из-за плохой обнаженности, поэтому на карте (рис. 3) они показаны нерасчлененными. Аналогично, малодиринг-айанская свита разделена на несколько литологических пачек, которые присутствуют в описании разреза, но закартированы совместно. Мощности пачек и свит рассчитаны путем графического построения. Верхний ордовик. Малодиринг-айанская свита. Отложения свиты обнажены в верховьях двух ручьев (в виде глыбовых развалов и единичных коренных подмывов в русле и высыпок на склонах) на юге изученного участка.

Пачка 1. В видимом основании разреза залегают коричневато-серые пелитоморфные мас-

стема	Отдел	Ярус (по состоянию ОСШ на 2013 г.)	Ярус (Стратиграф. кодекс, 2006 г.)	Юго-запад	Северо-восток
Си				Свита	
Силурийская	Пржидольский		Пржидол.	Эсэлэхская	
	Лудловский	Лудфордский Горстийский	Лудловский		
	Венлокский	Гомерский Шейнвудский	Венлокский	Никольская	Дьахсайарская
	Лландове- рийский	Теличский	Лландове- рийский	Урасинская	Мурун-тасская
		Аэронский			
		Рудданский			
Ордовикская	Верхний	Хирнантский	Ашгиллский	Терютехская	Анисинская
		Катийский			
		Сандбийский	Карадокский	Малолиринг-айанская	
	Средний	Дарривильский	Лланвирнский Аренигский	талодирит -ананская	
		Дапинский		Айанская	
	Нижний	Флоский			
		Тремадокский			

Рис. 2. Схема разделения на свиты ордовикских и силурийских отложений о. Котельный (Косько и др., 1985), сопоставленная с современным ярусным членением.

ОСШ – Общая стратиграфическая шкала.

сивные и плитчатые известняки. Мощность не менее 60 м. Из верхней части пачки выделены конодонты (обр. 868/1; табл. I): 4 элемента Panderodus sp., Phragmodus sp., Belodina sp., Drepanoistodus suberectus (Br. et M.), указывающие на позднеордовикский возраст отложений.

Пачка 2. Светлые зеленовато-серые и серокоричневые аргиллиты с прослоями (линзами?) желтовато-зеленых брахиоподовых ракушняков и серо-зеленых органогенно-обломочных известняков. В разрезе присутствуют также прослои коричневато-серых известняков, аналогичных таковым в пачке 1. Мощность около 80 м. Примерно в 25-30 м ниже кровли пачки найдена макрофауна (обр. 866/1) и выделены конодонты (обр. 866/2). Комплекс конодонтов включает около 150 элементов следующих видов: Ansella cf. robusta, Pseudobelodina? repens, Panderodus serratus, Phragmodus inflexus, Phragmodus undatus Br. et M., Panderodus gracilis (Br. et M.), Erraticodon gratus, Drepanoistodus suberectus, Basselodus cf. variabilis, Microcoelodus? tunguskaensis Mosk. s.f., Belodina sp., Staufferella sp., Plectodina sp.; а также проблематичные остатки Ptiloncodus simplex Har. Этот комплекс харак-

терен для позднесандбийско-раннекатийских (позднекарадокских) отложений. Среди макрофауны определены брахиоподы, наиболее характерные для сандбия-раннего карадока (чертовский горизонт Сибирской платформы): Mimella panna Andr., Strophomena lethea Nikif., Rostricellula transversa Coop.; а также трилобит Evenkaspis sibiricus (Schm.). В этой точке (обр. 866/2), а также вблизи кровли пачки (обр. 865/1) выделены остракоды конца среднего ордовика-позднего ордовика (изображения остракод приведены в (Мельникова, Данукалова, 2014)). Комплекс остракод в обр. 866/2 содержит следующие таксоны: Coelochilina aculeata K., C. sibirica V. Ivan., Eurychilina sp., Parajonesites notabilis V. Ivan., Jonesites obliquus V. Ivan., Euprimitia aff. helenae V. Ivan., Primitia sp., Sibiritella sp. (aff. costata (V. Ivan.)), Bollia sp. Из образца 865/1 выделены Coelochilina aculeata, Jonesites obliguus, Grammolomatella valdari V. Ivan. et Meln.

Пачка 3. Коричневато-серые пелитоморфные известняки с редкими (?) прослоями зеленовато-серых органогенно-обломочных известняков. Мощность 70–90 м. Из органогенно-обло-

Рис. 3. Геологическая карта участка Туор-Юрях (а) и разрез по линии А-Б (б).

⁽a): 1 – четвертичные отложения; 2–8 – палеозойские и мезозойские отложения достоверные (a) и предполагаемые (б): 2 – нижний мел, 3 – триас, 4 – нижний девон, 5 – пржидоли(?), 6 – лландовери–лудлов, 7 – верхний ордовик (верхний катий–хирнант), 8 – верхний ордовик (сандбий–нижний катий); 9 – точки наблюдения и их номера; 10 – точки находок фауны и номера соответствующих образцов; 11 – элементы залегания. Индексами обозначены следующие подразделения: $O_{2-3}md$ – малодиринг-айанская свита, O_3tr – терютехская свита, $S_{1-3}ur$ + nk – урасинская и никольская свиты нерасчлененные, $S_{3-4}es$ – эсэлэхская свита.

На разрезе (б) цифрами обозначены следующие картируемые подразделения (свиты): 1 – малодиринг-айанская, 2 – терютехская, 3 – урасинская + никольская, 4 – эсэлэхская.



СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ том 23 № 5 2015

мочного прослоя вблизи кровли пачки выделены остракоды и конодонты (обр. 858/2). Комплекс конодонтов включает около 25 элементов видов Scandodus anceps Mosk. s.f., Scandodus serratus s.f., Drepanodistacodus victrix, Phragmodus sp., Plectodina sp. Эти формы встречаются на Сибирской платформе от баксанского до долборского горизонтов верхов сандбийского яруса-низов катийского яруса. По остракодам возраст вмешающих отложений определен менее уверенно как конец среднего ордовика-поздний ордовик; комплекс содержит следующие виды: Parajonesites notabilis, Coelochilina sibirica, Euprimitia aff. helenae, Sibiriobolbina sp. (aff. moieroensis V. Ivan. et Meln.), ?Eoleperditia sp. В 40 м ниже по течению ручья от точки отбора пробы 858/2, в русле найдены брахиоподы (обр. 858/1): Mimella panna Andr., Strophomena lethea Nikif., Triplesia boxamica Nikif. Эти виды указывают на позднекарадокский возраст; однако не исключено, что обломок известняка с брахиоподами принесен ручьем из более низких горизонтов разреза. По-видимому, возраст пачки 3 следует считать катийским (позднекарадокскораннеашгиллским).

Пачки 1–3 по литологии и возрасту коррелируются с верхней половиной разреза малодирингайанской свиты; часть отложений пачки 3, возможно, соответствует уже низам терютехской свиты (рис. 2).

Верхний ордовик. Терютехская свита. Отложения, уверенно отнесенные к этой свите, обнажены в центральной и южной частях участка. Расчленить их на литологические пачки не удалось. Насколько можно судить при почти полном отсутствии скальных обнажений, этот интервал сложен довольно монотонной толщей массивных и плитчатых коричневато-серых и кремово-коричневых обычно пелитоморфных известняков. Иногда в них встречаются (на разных уровнях разреза) массовые скопления крупных шаровидных колоний табулят, органогенно-обломочные прослои, стяжения черного и темно-коричневого кремня. Мощность свиты может быть приблизительно оценена в 430 м. В двух точках в поле распространения свиты найдены брахиоподы ранне-

катийского (раннеашгиллского?) возраста (долборский горизонт Сибирской платформы): в нижней части пачки (обр. 859/1) – Glyptorthispulchra Wang, Oepikina sp., Sowerbyella (Rugosowerbyella) subcorrugatella (Reed), а также трилобит Stenopareiaavus (Holm.), в верхней части пачки (obp. 861/1) – Hesperorthis tricenaria (Conrad), Hesperorthis pyramidalis (Twenh.). Кроме того, вблизи точки 842 (обр. 842/1) в русле ручья найден отпечаток брюшной створки брахиоподы Hesperorthis cf. tricenaria (Con.), указывающий на то, что выше по ручью также обнажены катийские (ашгиллские) отложения. Из двух проб, отобранных в нижней части пачки, выделены конодонты катийского яруса (табл. II). В образце 857/1 определены Yaoxianognathus? tunguskaensis, Panderodus cf. panderi (Stauff.), Panderodus cf. serratus; B образце 859/2 – Aphelognathus? sp., Distacodus? sp., Belodina cf. diminutiva, Phragmodus? sp., Panderodus cf. serratus, Panderodus sp. Вид Belodina diminutiva, по данным Т.А. Москаленко (Москаленко, 1973; Тесаков и др., 2003), в сибирских разрезах встречается в отложениях баксанского горизонта (карадок); однако представители рода Belodina обитали и в ашгилле. Поскольку комплекс брахиопод из этой точки (859/1) уверенно указывает на ашгилл, мы принимаем возраст пачки 4 ашгиллским, что соответствует позднему катиюхирнанту в современной номенклатуре.

Силур, лландоверийский и лудловский отделы. Урасинская и никольская свиты.

Пачка 1. Темно-серые до черных тонкоплитчатые аргиллиты с прослоями темно-серых известняков, часто глинистых, мощностью до 0.4 м. Аргиллиты в разной степени известковистые, содержат остатки граптолитов. Вблизи подошвы пачки присутствуют черные зернистые известняки, также содержащие граптолиты. В одной точке, принадлежащей, по-видимому, основанию силура, в локальном подмыве обнажены черные сланцы с прослоями хорошо сортированных карбонатных песчаников и гравелитов. Мощность пачки 1 может быть грубо оценена в 20–30 м. Возможно, сланцевая пачка присутствует на двух уровнях разреза, разделенных массивными известняками.

Рис. 4. Стратиграфические колонки верхнеордовикских и силурийских отложений о. Котельный в юго-западной фациальной зоне (1), на участках Туор-Юрях (2) и Казарка (3), в северо-восточной фациальной зоне (4).

Колонки 1 и 4 построены по данным (Косько и др., 1985), колонки 2 и 3 — по данным авторов. Слева от колонок указаны (слева направо): ярус (для ордовика) или отдел (для силура); свита; номер пачки, опсываемой в тексте (только для колонки 2); мощность в метрах. На рисунке отражена предполагаемая по полевым наблюдениям диахронность границ силурийских свит, которая требует заверки дополнительными детальными исследованиями на всей территории о. Котельный.

^{1 –} доломиты (обычно светлые); 2 – светлые массивные известняки; 3 – массивные серые и серо-коричневые известняки, обычно пелитоморфные и тонкозернистые; 4 – серые грубоплитчатые известняки; 5 – карбонатные брекчии; 6 – отчетливо плитчатые известняки, часто с тонкой параллельной слоистостью, от серых до темно-серых; 7 – темные глинистые известняки; 8 – органогенные известняки; 9 – зеленовато-серые аргиллиты; 10 – черные аргиллиты; 11 – строматопороидеи (в породообразующем количестве); 12 – шаровидные колонии кораллов; 13 – карбонатные конкреции; 14 – стяжения кремня; 15 – номера образцов с фауной (серым цветом – если привязка к разрезу неуверенная). Образцы 1315/1 и 1501/3 на колонке не показаны.



СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ том 23 № 5 2015

Сложная структура участка и плохая обнаженность не позволяют однозначно решить этот вопрос. В лвух точках найлены относительно многочисленные определимые граптолиты. Обе точки, как казалось в поле, принадлежат основанию сланцевой пачки (судя по вывалам глыб, непосредственно ниже по разрезу залегают массивные пелитоморфные известняки, напоминающие породы терютехской свиты). Однако возраст образцов с граптолитами оказался различным. В образце 861/3 присутствуют многочисленные Normalograptus rectangularis (McCoy), единичные Atavograptus atavus (Davies) и Normalograptus ex gr. normalis (Lapw.); комплекс соответствует средней-верхней части рудданского яруса (нижний лландовери). В образце 860/1 определены Demirastrites ex gr. triangulatus (Hark.), Campograptus ex gr. communis (Lapw.), Huttagraptus sp., Normalograptus sp., Metaclimacograptus sp. indet., характеризующие зону Demirastrites triangulatus-**D.** pectinatus основания аэронского яруса (средний лландовери; рис. 5). Из слоистого плитчатого известняка вблизи кровли пачки выделены конодонты (обр. 853/3): Oulodus? sp., Ozarkodina sp. (cf. Oz. kozhimica), Ozarkodina? sp., Panderodus sp., Wurmiella cf. excavata. Комплекс, скорее всего, относится к венлоку. Таким образом, возраст отложений пачки 1 можно принять в интервале лландовери-начало венлока. Эта пачка сопоставляется с урасинской свитой.

Пачка 2. Граница пачек 1 и 2 скрыта плохообнаженным интервалом. Судя по развалу глыб (т.н. 852), между аргиллитами и вышележащими плитчатыми известняками присутствует небольшая по мощности (первые метры?) пачка массивных темных коричневато-серых известняков. Пачка 2 представлена чередованием тонко- и грубоплитчатых коричнево-серых известняков с тонкой параллельной слоистостью и запахом битума. Мощность их не менее 50 м. В нижней части разреза выделены конодонты Dapsilodus sp. В верхней части пачки в одном из разрезов встречен горизонт крупных (до 50 см в диаметре) округлых слегка уплощенных конкреций коричневато-серого темного битуминозного известняка с фауной граптолитов и головоногих (рис. 6).

Среди граптолитов определены (обр. 862/3) Saetograptus leintwardinensis (Hopk.), Saetograptus linearis (Bouček), Pseudomonoclimacis ex gr. daleiensis (Bouček). Bohemograptus tenuis (Bouček). Pristiograptus ex gr. dubius (Suess), указывающие на позднелудловский возраст вмещающих отложений (лудфордский ярус, зона Saetograptus leintwardinensis/S. linearis) (рис. 7). Заключение по конодонтам, выделенным из конкреций в той же точке (обр. 862/4), не противоречит такому выводу. Комплекс конодонтов содержит элементы Ctenognathodus? sp. и Wurmiella excavata и указывает на венлокский или более поздний возраст. Соответственно, возраст пород пачки 2 венлоклудлов. Пачка коррелируется с никольской свитой, выделенной при геологической съемке, однако по нашим наблюдениям имеет существенно меньшую (в шесть раз) мощность.

Силур, пржидольский отдел. Эсэлэхская свита. На плитчатых известняках никольской свиты залегают массивные светлые розовато-желтые и зелено-желтые доломиты. Состав этой толщи достаточно монотонный; кроме указанных доломитов выше по разрезу встречаются зеленовато-серые, коричневатые, серые известняки, часто тоже доломитизированные; окраска пород неравномерная, но всегда очень светлая, структура от пелитоморфной и сахаровидной до мелкозернистой. Есть редкие каверны и гнезда с битумом. Ни в одной из семи проб, отобранных на разных уровнях толщи, конолонтов не оказалось. Найти макрофауну злесь также не удалось. Возраст толщи условно принят пржидольским на основании ее согласного залегания на фаунистически охарактеризованных верхнелудловских отложениях и литологического сходства с верхнесилурийской эсэлэхской свитой, выделенной геологами-съемшиками (возраст свиты поздний лудлов-пржидоли). Возможно, на Туор-Юряхском участке свита также содержит самые верхи верхнего лудлова. Мощность свиты не менее 300 м.

В северо-восточной части изученной площади на светлых доломитах эсэлэхской свиты залегают серые и темно-серые до черных битуминозные известняки и доломиты с редкими фрагментами

Таблица I. Конодонты верхнего ордовика из центральной части о. Котельный (бассейны рек Туор-Юрях и Казарка). 1, 2 – Ansella cf. robusta (Ethington et Clark, 1982), обр. 1516/1: 1 – S-элемент, № 01/25112 (×96), 2 – Р-элемент, № 02/25112 (×80); 3, 4 – Pseudobelodina? repens (Moskalenko, 1973), обр. 866/2: 3 – № 03/25112 (×65), 4 – № 04/25112 (×70); 5 – Pseudobelodina sp., обр. 866/2, № 05/25112 (×88); 6, 7 – Panderodus sp., обр. 866/2: 6 – № 06/25112 (×95), 7 – № 07/25112 (×76); 8, 13, 14, 15, 26 – Erraticodon gratus Moskalenko, 1977, обр. 866/2: 8 – Sd-элемент, № 08/25112 (×45), 13 – Sа-элемент, № 09/25112 (×52), 14 – Sb-элемент, № 10/25112 (×44), 15 – Sd-элемент, № 11/25112 (×59), 26 – М-элемент, № 12/25112 (×67); 9 – Belodina cf. B. compressa (Branson et Mehl, 1933), обр. 866/2, № 13/25112 (×45); 10, 11, 12, 16 – Phragmodus inflexus Stauffer, 1935, обр. 866/2: 10 – № 21/25112 (×62), 11 – № 14/25112 (×73), 12 – № 15/25112 (×49), 16 – № 16/25112 (×65); 18, 24 – Drepanoistodus suberectus (Branson et Mehl, 1933), обр. 866/2: 18 – S-элемент, № 17/25112 (×61), 24 – № 18/25112 (×46); 19, 25 – Basselodus cf. variabilis (Weber, 1966), обр. 858/2: 19 – № 19/25112 (×78), 25 – № 20/25112 (×74); 21 – Gen. et sp. indet., № 26/25112 (×77); 23 – Phragmodus cf. Ph. flexuosus Moskalenko, 1973, обр. 866/2, M-элемент, № 22/25112 (×64); 17 – Drepanodus victrix (Moskalenko, 1973), обр. 858/2: 20 – № 23/25112 (×68), 22 – № 24/25112 (×74); 17 – Drepanodistodus victrix (Moskalenko, 1973), обр. 858/2: № 25/25112 (×81).



коралловых колоний, встречаются карбонатные брекчии. По литологическим признакам эти породы напоминают пшеницынскую свиту нижнего девона (Косько и др., 1985). Далее на северовосток и вниз по склону возвышенности палеозойские отложения перекрыты сланцами триаса.

Участок Казарка

На левобережье реки Казарка обнажены отложения, соответствующие тому же возрастному интервалу, что и на предыдущем участке: сандбийский (карадокский) ярус верхнего ордовикаверхний силур. Однако картируемых подразделений здесь больше (рис. 8: колонка 3 на рис. 4). Соотнесение этих подразделений со свитами, выделенными при государственной геологической съемке, зачастую вызывало трудности. В некоторых случаях приходилось вводить дополнительные картируемые единицы (нижняя и верхняя толщи мурун-тасской свиты; толща светлых известняков, залегающая между породами дьахсайарской и эсэлэхской свит). Коренные породы обнажены преимущественно в виде глыбовых развалов, осыпей и высыпок; характер их залегания, за редким исключением, виден только в зоне Туор-Юряхского разлома. Поэтому структура участка расшифровывалась путем картирования, и мощности выделенных пачек определялись по геологическому профилю (рис. 9), построенному с учетом данных (Косько и др., 1985). Разрез верхнего ордовика-силура в бассейне р. Казарка в целом похож на одновозрастные отложения участка Туор-Юрях: здесь также преобладают известняки, однако силурийская часть последовательности имеет существенно большую мощность и более разнообразный литологический состав. Так, в верхней половине разреза присутствуют водорослевые и светлые крупнокристаллические известняки, не имеющие аналогов на южном участке; черные аргиллиты встречены на двух уровнях: в основании силура и в лудлове. Аналогично, темные битуминозные известняки наблюдались как минимум дважды — в верхах лландовери—низах венлока и в лудлове. Ниже приведено описание разреза снизу вверх.

Верхний ордовик. Малодиринг-айанская свита. В видимом основании палеозойского разреза на изученном участке залегают зеленовато-серые и черные аргиллиты, серые глинистые известняки и брахиоподовые ракушняки (линзы?); есть массивные серые известняки, подобные вышележащим. Мошность пачки не менее 60 м. По литологическому составу и фауне эти отложения хорошо коррелируются с пачкой 2 верхней части малодирингайанской свиты на притоках р. Туор-Юрях. Из пробы 1516/1, отобранной в средней части видимого разреза, выделен комплекс конодонтов, похожий на комплекс в обр. 866/2 на участке Туор-Юрях: он содержит 13 элементов Staufferella sp., Phragmodus undatus Br. et M., Pseudobelodina? repens, Belodina sp., Panderodus sp., Plectodina sp., Ansella cf. robusta и соответствует позднему карадоку. Однако брахиоподы Mimella panna Andr., найденные в той же точке, указывают на раннекарадокский возраст вмещающих отложений. Сандбийско-раннекатийский (карадокский) возраст пачки подтверждается по остракодам (обр. 1516/1); комплекс содержит Reticulochilina dedalea V. Ivan., Eurychilina sp. 1, Jonesites obliquus, Insolitella insolita Meln., Grammolomatella sp., Hesslandella aff. irinae Meln., ?Budnianella sp., ?Tsitrites sp., Dolborellidae indet.

Таблица II. Конодонты верхнего ордовика и силура из центральной части о. Котельный (бассейны рек Туор-Юрях и Казарка). Длина масштабной линейки соответствует 0.1 мм. Коллекция конодонтов GIT 702 хранится в Институте геологии Таллинского технического университета.

^{1 –} Yaoxianognathus? tunguskaensis (Moskalenko, 1973), S-элемент?, обр. 857/1-10, экземпляр GIT 702-1, вид сбоку; 2 – Oulodus sp., Рb-элемент, обр. 894, экземпляр GIT 702-2, вид сбоку: 3 – Belodina cf. diminutiva (Branson et Mehl. 1933), белодиниформный элемент, обр. 894, экземпляр GIT 702-3, вид сбоку; 4, 8 – Ozarkodina cf. dolborica (Moskalenko, 1973): 4 – Рb-элемент?, обр. 894/2, экземпляр GIT 702-4, вид сбоку, 8 – Ра-элемент, обр. 894, экземпляр GIT 702-5, вид сбоку; 5 – Ozarkodina sp. (сf. Oz. kozhimica Melnikov, 1987), Ра-элемент, обр. 853/3-10, экземпляр GIT 702-6, вид сбоку; 6, 9, 10, 11 – Aspelundia? cf. expansa Armstrong, 1990: 6 – М- элемент, обр. 892/2-10, экземпляр GIT 702-7, вид сбоку, 9 – Saэлемент?, обр. 892/2-10, экземпляр GIT 702-8, вид сзади, 10 – Sb-элемент, обр. 857/1-10, экземпляр GIT 702-9, вид сзади, 11 – Sc-элемент, обр. 892/2-10, экземпляр GIT 702-10, вид сбоку; 7 – Panderodus cf. serratus Rexroad, 1968, аркуатиформный элемент, обр. 857/1-10, экземпляр GIT 702-11, вид сбоку; 12, 13, 15, 16 - Pterospathodus rhodesi Savаде, 1985, обр. 890/2-10: 12 – Рb2-элемент, экземпляр GIT 702-12, вид сбоку, 13 – Рс-элемент, экземпляр GIT 702-13, вид сбоку, 15 – Ра- элемент, экземпляр GIT 702-14, вид сверху, 16 – Sc1-элемент, экземпляр GIT 702-15, вид сбоку; 14 – Aulacognathus? sp., Ра-элемент, обр. 890/2-10, экземпляр GIT 702-16, вид сверху; 17, 18 - Coryssognathus sp. (cf. C. dubius (Rhodes, 1953)), обр. 883/1-10, конусовидные элементы, экземпляры GIT 702-17 (17) и GIT 702-18 (18), виды сбоку; 19, 20, 21 – Aspelundia? fluegeli (Walliser, 1964), обр. 1315/1: 19 – Sc-элемент, экземпляр GIT 702-19, вид сбоку, 20 – Pb- эле-мент?, экземпляр GIT 702-20, вид сбоку, 21 – Ра-элемент?, экземпляр GIT 702-21, вид сбоку; 22, 26, 27 – Dapsilodus sp., обр. 841/3-10: 22 – асимметричный элемент с высокой базальной частью, экземпляр GIT 702-22, вид сбоку, 26 – симметричный(?) элемент с высокой базальной частью, экземпляр GIT 702-23, вид сбоку, 27 – элемент с низкой базальной частью, экземпляр GIT 702-24, вид сбоку; 23, 24, 30 – Wurmiella excavata (Branson et Mehl, 1933), обр. 862/4-10: 23 – Ра-элемент, экземпляр GIT 702-25, вид сбоку, 24 – Sc-элемент, экземпляр GIT 702-26, вид сбоку, 30 – Рb-элемент, экземпляр GIT 702-27, вид сбоку; 28 – Walliserodus cf. curvatus (Branson et Branson, 1947), мультикостатусовый элемент, обр. 894/6-10, экземпляр GIT 702-28, вид сбоку; 25 — Belodella sp., обр. 883/1-10, экземпляр GIT 702-29, вид сбоку; 29 — Ctenognathodus sp., Ра- элемент, обр. 1502/1-10, экземпляр GIT 702-30, вид сбоку.



3 СТРАТИГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ том 23 № 5 2015





а — Normalograptus rectangularis (McCoy), рудданский ярус, урасинская свита, обр. 861/3, р. Туор-Юрях; б — Normalograptus ex gr. normalis (Lapw.), рудданский ярус, урасинская свита, обр. 861/3, р. Туор-Юрях; в — Atavograptus atavus (Davies), рудданский ярус, урасинская свита, обр. 861/3, р. Туор-Юрях; в — Atavograptus atavus (Davies), рудданский ярус, урасинская свита, обр. 861/3, р. Туор-Юрях; с — Demirastrites triangulatus—D. pectinatus, урасинская свита, обр. 860/1, р. Туор-Юрях; е — Demirastrites ex gr. triangulatus (Harkness), аэронский ярус, зона D. triangulatus—D. pectinatus, урасинская свита, обр. 860/1, р. Туор-Юрях; е — Demirastrites ex gr. triangulatus (Harkness), аэронский ярус, зона D. triangulatus—D. pectinatus, урасинская свита, обр. 860/1, р. Туор-Юрях; ж — Campograptus ex gr. communis (Lapw), аэронский ярус, зона D. triangulatus—D. pectinatus, oбр. 860/1, урасинская свита, р. Туор-Юрях; $3-\kappa$ — Stimulograptus sedgwickii (Port.), аэронский ярус, зона Stimulograptus sedgwickii, мурун-тасская свита, обр. 892/1, р. Казарка; $n-\mu$ — Torquigraptus ex gr. marri Perner, аэронский ярус, зона St. sedgwickii, мурун-тасская свита, обр. 892/1, р. Казарка.



Рис. 6. Крупные конкреции битуминозного известняка с позднелудловской фауной в верхней части никольской свиты (близ точки 862, см. рис. 3).

При построении профилей (рис. 9) общая мощность малодиринг-айанской свиты принята в 500 м по аналогии с опорным разрезом на р. Малый Диринг-Аян (Косько и др., 1985). На изученном участке обнажены только ее верхи.

Верхний ордовик. Анисинская свита. Свита сложена серыми, темно-серыми, коричневатосерыми массивными пелитоморфными и тонкозернистыми, слегка комковатыми известняками с неравномерно распределенными по разрезу крупными шаровидными колониями кораллов (первые дециметры) и стяжениями черного кремня обычно неправильной формы (до 15 см в длину), иногда весьма многочисленными. В кровле подобные известняки переполнены колониями табулят. Достоверную границу ордовика и силура удалось зафиксировать только в районе точки 894 (рис. 8); в других местах граница условная, так как там из-за плохой обнаженности верхнеордовикские и нижнесилурийские отложения литологически неразличимы. В верхних горизонтах разреза найдены остракоды (обр. 894/3) позднего ордовика (скорее всего, сандбия-раннего катия): Laccochilina sp., Grammolomatella sp., Steusloffina aff. cuneata (Steusloff), Hesslandites ventritumidus V. Ivan., ?Halvicekites aff. fissuratus. В двух точках в поле развития пачки 2 удалось выделить конодонты. В обр. 1332/1 содержатся три элемента –

Dapsilodus? sp., Drepanoistodus sp. и Panderodus sp., не позволяющие хотя бы до эпохи определить возраст вмещающих пород, но Drepanoistodus sp. vказывает на ордовик. В обр. 894/2 (тот же vpoвень, что и обр. 894/3) определены Belodina cf. diminutiva, Ozarkodina cf. dolborica и Panderodus sp. Этот комплекс является позднеордовикским; однако здесь, как и в обр. 859/2 на р. Туор-Юрях, существует проблема с ярусом: вид Belodina diminutiva характерен для карадокских отложений Сибирской платформы, тогда как по положению в разрезе описываемые породы более молодые: они залегают между фаунистически охарактеризованными сандбийскими-нижнекатийскими (верхнекарадокскими) и нижне-среднелландоверийскими отложениями и соответствуют анисинской свите, возраст которой по разным группам фауны соответствует ашгиллу (Косько и др., 1985). Поэтому условно принимаем возраст толщи позднекатийско-хирнантским (ашгиллским), хотя заключения по остракодам противоречат этому выводу. Ее нижняя часть может еще принадлежать малодиринг-айанской свите. Мощность толщи принята в 350 м, что соответствует средней мощности анисинской свиты по (Косько и др., 1985), так как нет более четких указаний на изменение мощностей последней по площади.



Рис. 7. Граптолиты из отложений никольской свиты. a, б, д – Saetograptus leintwardinensis (Hopk.); в, г – Saetograptus linearis (Bouček); е – Pseudomonoclimacis ex gr. dalejensis (Bouček); ж, и – Bohemograptus tenuis (Bouček); з – Pristiograptus ex gr. dubius (Suess). Лудфордский ярус, зона Saetograptus leintwardinensis/S. linearis, обр. 862/3, никольская свита, р. Туор-Юрях.

Рис. 8. Геологическая карта участка Казарка.

Силур, лландоверийский отдел. Мурун-тасская свита, нижняя толша. Толша отличается наличием вблизи ее подошвы черных зернистых известняков и темно-серых тонкоплитчатых глинистых известняков и аргиллитов с граптолитами. Выше залегают хорошо картируемые плитчатые известняки. Эта часть разреза описана по осыпям и близкоренным развалам между точками 890, 892, 893 и 896 (рис. 8); в других местах она достоверно не опознается. Состав толши достаточно пестрый. В ней присутствуют аргиллиты (в нижней части), а также серые и темно-серые зернистые и пелитоморфные известняки, как массивные, так и грубоплитчатые (реже) со стяжениями кремня, редкими колониями кораллов, неявными округлыми гладкими раковинами на поверхности (крупные остракоды?). Последние особенно характерны для верхней части пачки, эти раковины здесь заметны на неровных поверхностях плит серых зернистых неявнослоистых известняков. В разрезе черных аргиллитов и известняков (по-вилимому, не в самом основании толши, а несколько выше) найдены граптолиты зоны Stimulograptus sedgwickii аэрона (средний лландовери, обр. 892/1). Среди них определены: Stimulograptus sedgwickii (Port.), Torquigraptus circularis (Elles et Wood), Monograptus ex gr. marri Perner, "Monograptus" cf. gemmatus (Barr.), Pristiograptus spp., ?Metaclimacograptus sp. (рис. 5). В этой же точке отобрана проба (892/2), из которой выделены конодонты Aspelundia? cf. expansa и Walliserodus cf. curvatus, характерные для нижнего-среднего лландовери. Аналогичный комплекс конодонтов выделен из пробы 894/6, отобранной немного выше по разрезу из темно-серого известняка, залегающего над сланцами. По-видимому, обе пробы следует считать среднелландоверийскими, учитывая возраст граптолитов. Верхняя часть толщи уже относится к верхнему лландовери; здесь определены следующие конодонты (обр. 890/2): Aulacognathus? sp., Panderodus ex gr. greenlandensis Arm., Pterospathodus rhodesi, Walliserodus sp. По возрасту и наличию в основании пачки темных глинистых известняков и аргиллитов с граптолитами она коррелируется с мурун-тасской свитой. Мощность толщи вряд ли превышает 200 м (рассчитано по построению).

^{1 —} четвертичные отложения; 2 — мезозойские и третичные отложения; 3 — карбон; 4 — девон; 5—12 — отложения ордовика—силура достоверные (а) и предполагаемые (б): 5 — лудлов—пржидоли(?), 6 — лудлов(?), 7 — венлок—лудлов (нерасчлененные), 8 — венлок, 9 — верхняя часть лландовери—венлок(?), 10 — лландовери; 11 — верхний ордовик (верхний катий—хирнант), 12 — верхний ордовик (сандбий—нижний катий); 13 — черные граптолитовые сланцы в отложениях лландовери; 14 — точки наблюдения и их номера; 15 — точки находок фауны и номера соответствующих образцов; 16 — элементы залегания. Индексами обозначены следующие подразделения: $O_{2-3}md$ — малодиринг-айанская свита, O_3an — анисинская свита, $S_{1-2}mt_1$ — нижняя толща мурун-тасской свиты, $S_{1-2}mt_2$ — верхняя толща мурунтасской свиты, S_2dh — дьахсайарская свита, S_{2-3} — венлоксие —лудловские отложения нерасчлененные, S_3 ? — толща светлых известняков предположительно лудловского возраста, $S_{3-4}es$ — эсэлэхская свита. Черными жирными линиями показаны разломы (пунктиром — предполагаемые). А—Б, В—Г — линии геологических разрезов (см. рис. 9).





Рис. 9. Геологические разрезы к карте по участку Казарка.

1 – малодиринг-айанская свита, 2 – анисинская свита, 3 – нижняя толща мурун-тасской свиты, 4 – верхняя толща мурун-тасской свиты, 5 – дьахсайарская свита, 6 – толща светлых известняков предположительно лудловского возраста, 7 – эсэлэхская свита. Т – триас. Горизонтальный и вертикальный масштабы одинаковы. Над линиями разрезов вынесены точки наблюдения, попадающие на них.

Силур, верхняя часть лландоверийского отдела-венлокский(?) отдел. Мурун-тасская свита. верхняя толща. Отчетливо плитчатые темно-серые, часто тонкопараллельно-слоистые, тонкозернистые и пелитоморфные известняки без макрофауны. Эта толща достаточно уверенно прослеживается по всей площади участка за счет того, что выше и ниже нее в разрезе залегают массивные неплитчатые или очень грубоплитчатые породы. Мощность 125 м. Возраст толщи принят венлокским условно, на основании литологического сходства с никольской свитой на р. Туор-Юрях и по положению в разрезе. Возможно, нижняя часть толщи принадлежит к верхам лландовери, на что указывает находка конодонтов (обр. 886/5) в блоке плитчатых известняков в зоне Туор-Юряхского разлома, отнесенных нами по литологическим признакам к описываемой толще. Комплекс конодонтов включает: Oulodus? sp., Panderodus sp., Wurmiella? sp. [cf. W. polinclinata (Nic. et Rexr.)]. Heсмотря на то что таксон W. polinclinata (Nic. et Rexr.) определен со знаком cf., возраст вмещающих отложений следует считать позднелландоверийским. По положению в разрезе эта толща должна относиться либо к верхней части лландоверийской мурун-тасской свиты, либо к нижней части венлокской дьахсайарской свиты. Однако ни для одной из свит подобные породы не описаны. По-видимому, толщу следует относить все же к мурун-тасской свите на основании следующих признаков: (1) общая мощность мурун-тасской свиты не менее 300 м (Косько и др., 1985), а мощность от достоверной подошвы свиты (граптолитовые сланцы в низах пачки 3) до подошвы толщи плитчатых известняков по построению составляет всего 200 м; (2) мощность плитчатых известняков по построению 125 м; (3) над ними залегают отложения, похожие по описанию на венлокскую дьахсайарскую свиту и имеющие сопоставимую с ней мощность (80 и 70–130 м по данным (Косько и др., 1985)). При этом возраст мурун-тасской свиты, вероятно, следует расширить и включать в нее часть венлокского яруса.

Необходимо отметить, что в одной точке, лежащей, согласно результатам картирования, вблизи границы верхней толщи мурун-тасской свиты и перекрывающей дьахсайарской свиты, отобрана проба на конодонты (обр. 1315/1), определения которых не стыкуются с полевой картой (рис. 8). Здесь в нетипичных для этих подразделений массивных почти черных известняках обнаружены Aspelundia? cf. fluegeli, Panderodus cf. panderi (Stauff.), Panderodus sp., жившие в среднемпозднем лландовери. Не исключено, что блок черных известняков имеет тектонический контакт с более молодыми окружающими породами, но решить проблему, по-видимому, можно только путем повторного картирования этого плохообнаженного участка.

Силур, венлокский отдел. Дьахсайарская свита. Серые, реже коричневато-серые и темно-серые зернистые, иногда пелитоморфные известняки с желтоватыми корками водорослей, кораллами и стяжениями кремня. Они обычно образуют грубые неровные плиты, есть и массивные разности. Мощность пачки 80 м (это единственная хорошо обнаженная пачка на участке, мощность которой определена достаточно уверенно по интерполированным элементам залегания; см. точки 1303, 1304 на рис. 8). Близ кровли (обр. 1307/1) найдены брахиоподы вида Нуаttidina? acutisummitatus Nikif. et Mods., который на Сибирской платформе распространен в пределах венлока—нижнего лудлова.

<u>Силур, лудловский(?) отдел. Толща светлых</u> <u>известняков</u>. Очень светлые серые массивные

крупнокристаллические известняки. Они резко отличаются от всех подстилающих отложений, но, по-видимому, подобные породы присутствуют в более высоких горизонтах разреза силура. Мощность по построению не менее 70 м. Эта толща условно отнесена нами к лудлову (к его нижней части), так как она залегает над водорослевыми известняками, вероятно, венлокского возраста (см. выше) и ниже предполагаемой подошвы эсэлэхской свиты, возраст которой считается лудловско-пржидольским (Косько и др., 1985). Поскольку по литологическим признакам толща не может быть отнесена ни к дьахсайарской, ни к эсэлэхской свитам, выделенным съемщиками (Косько и др., 1985), на колонке (рис. 4) она показана как отдельное литолого-стратиграфическое подразделение.

Силур, лудловский-пржидольский(?) отделы. <u>Эсэлэхская свита</u>. Породы, завершающие на левобережье р. Казарка разрез силура, выглядят неодинаково на разных участках карты, что может быть обусловлено разной степенью обнаженности. Нижние горизонты эсэлэхской свиты хорошо представлены в осыпях и коренных выходах по левому борту р. Казарка между точками 881 и 884 (рис. 8). Они здесь сложены темно-серыми тонкозернистыми плитчатыми, иногла массивными битуминозными известняками. Их мощность по построению составляет 150-200 м. Она, возможно, сильно завышена, так как в зоне разлома разрез может быть существенно нарушен. Тем более что в других точках, где обнажаются предполагаемые низы свиты, мощность этой пачки явно меньше. Вблизи т.н. 1501, 1518 и 1533 к этому уровню разреза приурочены также черные оскольчатые аргиллиты, серые тонкоплитчатые глинистые известняки и серые зернистые известняки с крупными остракодами. Выше по разрезу встречены следующие разновидности пород: темно-серые, серые и серо-розовые известняки и доломиты, иногда слоистые, обычно пелитоморфные; светло-серые зернистые известняки. Видимая мощность свиты не менее 130–150 м. Из темно-серых известняков нижней части свиты выделены конодонты лудловского возраста (обр. 883/1): Belodella sp., Coryssognathus sp. (cf. C. dubius), Oulodus? sp., Panderodus sp., Walliserodus? sp. Проба из более высоких горизонтов разреза содержит только неинформативные фрагменты конодонтов Panderodus sp. Однако, по аналогии с разрезами эсэлэхской свиты северо-восточной фациальной зоны (Косько и др., 1985), мы предполагаем, что на левобережье р. Казарка одноименная свита охватывает стратиграфический интервал не только лудловской, но также и пржидольской эпохи.

В южной части участка отложения дьахсайарской свиты и толщи светлых известняков на нашей карте показаны нерасчлененными (рис. 8), так как установить их границу из-за плохой обнаженности оказалось невозможным. Единственное скальное обнажение встречено в районе точки 1500, где на сопке среди курума выходят плиты известняков с водорослевыми корками и редкими стяжениями кремня, отнесенные нами к дьахсайарской свите. Подошва эсэлэхской свиты также показана предположительно, потому что положение темных известняков в этой части участка осталось неясным, а характерные для верхних горизонтов силура светлые доломиты и известняки однозначно присутствуют только южнее точки 1502. Макрофауну в верхних трех подразделениях силура на юге участка найти не удалось. Конодонты также, к сожалению, не разъяснили ситуацию. Из обр. 1501/3 выделены Belodella? sp. и Ozarkodina sp., указывающие на лудловско-пржидольский возраст вмещающих пород. Остальные пробы содержат неинформативные фрагменты конодонтов: Panderodus sp. (обр. 1501/5) и Ctenognathodus? sp. (обр. 1502/1). Возможно, часть разреза, из которой отобран последний образец, относится к лудлову, так как похожие по типу конодонты Ctenognathodus на острове Готланд (Швеция) встречены в лудловских отложениях (личные наблюдения П. Мянника).

СОПОСТАВЛЕНИЕ РАЗРЕЗОВ НА ДВУХ ИЗУЧЕННЫХ УЧАСТКАХ

На обоих участках изучены толщи примерно одного стратиграфического интервала: от верхнего ордовика до пржидольского отдела силура. Хотя детальное сопоставление разрезов здесь затруднительно, их основные черты сходства и различия выявить вполне возможно (рис. 4). Отложения верхнего ордовика на реках Туор-Юрях и Казарка почти идентичны. Оба разреза содержат хорошо узнаваемую пачку зеленоватосерых аргиллитов с прослоями брахиоподовых ракушняков, уверенно датированную по фауне поздним сандбием-ранним катием (карадоком), и мощную монотонную толщу коричневато-серых и кремово-коричневых массивных пелитоморфных известняков катийско-хирнантского (ашгиллского) возраста с шаровидными колониями табулят и стяжениями кремня. Граница ордовика и силура на обоих участках маркируется черными, обычно известковистыми аргиллитами и глинистыми известняками с остатками граптолитов. Выше по разрезу отмечаются сушественные различия. В бассейне р. Туор-Юрях вышеописанная темноцветная пачка занимает интервал лландовери-низы венлока; над ней залегают плитчатые коричнево-серые битуминозные известняки (венлок-лудлов), перекрытые светлыми массивными доломитами, вероятно, пржидольского возраста. На левобережье р. Казарка строение

разреза более сложное. Черные глинистые известняки и аргиллиты слагают только нижнюю часть лландовери, выше (часть среднего и верхний лландовери) присутствует пачка массивных и грубоплитчатых известняков, в некоторой степени напоминающих ашгиллские, также со стяжениями кремня и колониями кораллов (редкими). Самые верхи лландовери и часть венлока представлены плитчатыми темно-серыми известняками, подобными тем, что слагают венлок-лудлов на р. Туор-Юрях. В верхней части венлока на северном участке распространены известняки с водорослевыми корками, кораллами и желваками кремня; в нижней части лудлова(?) – очень светлые крупнокристаллические известняки: в верхней(?) части лудлова – темные битуминозные известняки и черные аргиллиты. Более высокие горизонты силура (пржидоли?) на двух участках также выглядят по-разному, но их объединяет присутствие доломитов и доломитизированных известняков.

Кроме литологических различий, обращает на себя внимание несоответствие общей мощности лландовери, венлока и лудлова на двух участках. В бассейне р. Туор-Юрях по нашим подсчетам она составляет всего около 80 м, тогда как на р. Казарка несоизмеримо больше – более 500 м. Такая разница смущает, и мы не исключаем, что приведенные нами цифры нуждаются в корректировке. Однако, несмотря на возможные ошибки при определении мощностей конкретных подразделений, очевидно, что суммарная мощность лландоверийских-лудловских отложений на северном участке заметно больше, чем на южном. Подобная картина отмечалась и ранее, но только для лландовери: М.К. Косько с коллегами (Косько, 1977; Косько и др., 1985) полагают, что мощность этого интервала в северо-восточной и переходной фациальных зонах в 5–10 раз больше, чем на юго-запале.

Еще одно различие между разрезами силура на участках Туор-Юрях и Казарка – это частота встречаемости фаунистических остатков. Так, на первом участке макрофауна найдена в черносланцевой пачке лландовери (граптолиты) и на одном уровне в верхнем лудлове (граптолиты и головоногие в глинисто-карбонатных конкрециях). На втором участке, кроме граптолитов в низах разреза силура, присутствуют кораллы в верхней части лландовери, кораллы и брахиоподы в верхнем(?) венлоке. В шлифах из разных горизонтов среднелландоверийско-пржидольского разреза участка Казарка видны остракоды, иногда многочисленные; к сожалению, они не поддаются извлечению из породы. Конодонты или их фрагменты встречены в 13 пробах из 16 на участке Казарка (на разных стратиграфических уровнях) и только в трех пробах из 14 на южном участке (венлоклудлов).

ПОЛОЖЕНИЕ ОПИСАННЫХ РАЗРЕЗОВ В ОБЩЕЙ ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ВЕРХНЕГО ОРДОВИКА И СИЛУРА ОСТРОВА КОТЕЛЬНЫЙ

Разрезы верхнего ордовика в разных районах о. Котельный (Косько, 1977; Косько и др., 1985) (рис. 4) имеют сходное строение и представлены известняками со стяжениями кремней, органогенно-обломочными прослоями и, особенно в катийско-хирнантской части, многочисленными табулятами и другой бентосной фауной. Незначительные фациальные изменения заключаются в том, что сандбийско-нижнекатийские отложения в центральной части острова содержат пласты (до первых метров) аргиллитов с прослоями алевролитов и ракушняков, а в вышележащих отложениях из наиболее южных и западных выхолов верхнего ордовика присутствуют глинистые и строматопоровые известняки, увеличивается количество органогенно-обломочных пород.

Начиная с основания силура в отложениях северо-востока и юго-запада о. Котельный появляются резкие различия. Если в северо-восточной фациальной зоне в силуре, как и ниже по разрезу, преобладают разнообразные относительно мелководные известняки, то в юго-западной зоне существенную роль играют черные аргиллиты с граптолитовой фауной (рис. 4). Так, в лландовери они тонко переслаиваются с черными известняками и имеют кремнистый либо известковистый состав. Породы содержат карбонатно-пиритовые конкреции и, кроме граптолитов, однообразные брахиоподы и единичные трилобиты на некоторых уровнях. Выше по разрезу (венлок-нижний лудлов) аргиллиты имеют подчиненное значение по сравнению с известняками, для которых характерна тонкая параллельная слоистость; среди фауны по-прежнему преобладают остатки пелагических форм (граптолиты, отдельные цефалоподы в верхней части разреза). В нижнем лудлове отмечены линзы карбонатных брекчий. В пределах северо-восточной фациальной зоны породы, похожие на вышеописанные, присутствуют только на двух уровнях: это тонкоплитчатые тонкослоистые черные известняки в основании силура и пачка темно-серых и черных тонкослоистых известняков и аргиллитов, распространенная в нижнем лудлове на юге зоны.

Верхняя часть лудлова и пржидоли повсеместно на острове представлены в основном светлыми доломитами и известняками с обедненным комплексом фауны, отнесенными М.К. Косько (1977) к лагунным отложениям; встречены знаки волновой? ряби, трещины усыхания, горизонты карбонатных брекчий (Косько и др., 1985).

Разрезы центральной части острова на двух изученных нами участках хорошо укладываются в общую схему фациальной зональности и зани-

мают промежутное положение между юго-западной глубоководной и северо-восточной мелководной зонами. Отложения нижних трех отделов силура на участке Туор-Юрях представлены конденсированными осадками бассейновой фации. В отличие от юго-западной части острова, которая отвечает более мористым участкам палеобассейна, на р. Туор-Юрях аргиллиты распространены только в нижней части последовательности (лландовери-низы венлока), а более высокие горизонты сложены тонкослоистыми битуминозными известняками. Силурийские породы на участке Казарка, по-видимому, отвечают внешней части карбонатной платформы (рампа?). Здесь в разрезе чередуются известняки с остатками фауны, характерной для эвфотической зоны (глубина которой, по данным (Pomar, 2001), не превышает 50 м), а также более глубоководные глинистые породы. Последние присутствуют как минимум на трех уровнях разреза: нижняя часть лландовери, верхи лландовери-часть венлока, средняя? часть лудлова.

Таким образом, исследованиями геологов НИИГА (Косько, 1977), подтвержденными нашими наблюдениями, выявлен явный тренд фациальных изменений, выраженный в замещении мелководных карбонатных отложений в северовосточной части о. Котельный более глубоководными глинистыми осадками в его юго-западной части. Мы не склонны придавать таким изменениям в характере осадконакопления принципиальное значение, так как они проявлены не на всех уровнях разреза и, по-видимому, отражают распространение более прогнутых и относительно возвышенных участков в пределах единого шельфового бассейна. Аналогичная зональность, как показано ниже, наблюдается и в одновозрастных разрезах других регионов.

СОПОСТАВЛЕНИЕ С РАЗРЕЗАМИ СМЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Разрезы ордовика и силура описаны и в других районах Восточной Арктики — на Таймыре, Сибирской платформе, Чукотке, Аляске (рис. 10). Здесь они также сложены морскими, преимущественно карбонатными, породами. Во всех перечисленных регионах, кроме Чукотки, выделяются, как и на о. Котельном, мелководная карбонатная и относительно более глубоководная карбонатнотерригенная фациальные зоны (на Сибирской платформе — только для силура).

Таймыр

Нижнепалеозойские отложения, обнаженные в северной части Южно-Таймырской зоны и в Центрально-Таймырской зоне, демонстрируют переход с юга на север от мелководных шельфовых карбонатных фаций пассивной окраины

Сибирской платформы к существенно глинистым, в том числе черносланцевым, фациям, интерпретированным как бассейновые (Зоненшайн и др., 1990). На востоке Южно-Таймырской зоны мелководные разрезы верхнего ордовика сложены органогенными и органогенно-обломочными известняками с прослоями аргиллитов, алевролитов и глинистых известняков. На начало лландовери приходится стратиграфический перерыв, по-видимому указывающий на обмеление бассейна. Силурийские отложения здесь представлены кораллово-строматопоровыми известняками, присутствуют седиментационные доломиты. В разрезе верхнего ордовика-силура отмечены многочисленные стяжения и прослои кремней. На границе венлока и лудлова в более западных разрезах присутствуют прослои черных листоватых известняков и аргиллитов. В результате выраженного падения уровня моря к концу силура разрез становится более мелководным с преобладанием вторичных и седиментационных доломитов с горизонтами водорослевых известняков и практически без фауны (Атлас..., 2003; Постановление..., 2014).

В более северных районах верхний ордовик и низы силура сложены черными граптолитовыми сланцами и темными аргиллитами с прослоями известняков и кремней. Для венлока и лудлова характерно ритмичное переслаивание известняков и сланцев, присутствуют караваеобразные конкреции глинистых известняков с пиритом. Самые верхи силура (пржидоли) представлены кавернозными коричневато-серыми доломитами (Соболевская, 2011).

Таким образом, как в мелководной, так и в глубоководной фациальных зонах Таймыра наблюдается отчетливый тренд к понижению уровня моря от начала силура к прижидольской эпохе. Другие эвстатические события, в том числе выраженные колебания уровня моря на границе ордовика и силура, связанные с оледенением Гондваны (Munnecke et al., 2010), в Центрально-Таймырской зоне не фиксируются. Последнее, скорее всего, связано с недостаточной изученностью и плохой обнаженностью этого стратиграфического интервала. В Южно-Таймырской зоне можно предполагать обмеление бассейна в начале силура и последующую трансгрессию. Это подтверждается присутствием в западной части мелководной зоны в нижнем лландовери черных аргиллитов и известняков (Тесаков и др., 2000).

Сибирская платформа

Наиболее северные выходы ордовикских и силурийских отложений на Сибирской платформе более чем на 1200 км удалены от о. Котельный. В северо-восточной части платформы этот интервал выпадает из разреза. Обнаружен он только

том 23

Nº 5



Рис. 10. Схема сопоставления разрезов верхнего ордовика-силура в разных регионах Восточной Арктики.

Колонки построены по данным (Каныгин и др., 2007; Тесаков и др., 2000; Атлас..., 2003; Соболевская, 2011; Косько и др., 1985; Орадовская, Обут, 1977). Выделенные типы разрезов ("глубоководный" и "мелководный") отражают относительное соотношение глубин в областях осадконакопления. Оба типа, по нашему мнению, отвечают шельфовым обстановкам (исключение может составлять только разрез Центрального Таймыра).

1 – доломиты; 2 – известняки; 3 – глинистые известняки (более темной заливкой показаны плитчатые черные известняки); 4 – строматопоровые и кораллово-строматопоровые известняки, строматолиты; 5 – многочисленные колонии табулят; 6 – органогенные и органогенно-обломочные известняки; 7 – зеленовато-серые и серые аргиллиты; 8 – черные аргиллиты с граптолитами; 9 – карбонатные (а) и кремневые (б) конкреции; 10 – карбонатные брекчии; 11 – прослои кремней; 12 – прослои алевролита; 13 – песчаники; 14 – прослои карбонатного конгломерата; 15 – горизонты ангидрита.

в Усть-Оленекской скважине. Здесь вскрыта толща мелководных известняков и доломитов мощностью 467 м, датированная по фауне средним ордовиком—лландоверийской эпохой силура. В верхнем ордовике присутствуют также прослои алеврит-глинистых пород. Выше с размывом залегают пермские отложения (Граусман, 1994). Основное поле развития пород ордовика и силура расположено южнее. Ниже приведена обобщенная характеристика разрезов верхнего ордовика вблизи северной границы их распространения (по Каныгин и др., 2007; Постановление..., 2014). В северо-западной части Сибирской платформы в районе Норильска отложения



Рис. 11. Палеогеографическая схема рассматриваемого региона для начала силура. 1 — мелководные преимущественно карбонатные отложения; 2 — относительно глубоководные карбонатно-терригенные отложения; 3 — данные отсутствуют. Более бледной заливкой показаны области предполагаемого распространения отложений типов 1 и 2.

этого возраста представлены аргиллитами с прослоями органогенных известняков, с песчаниками в основании. В верхней части разреза фауна исчезает, развита пиритизация. Восточнее, на реке Мойеро, в верхнем ордовике распространены глинистые известняки и аргиллиты, также с прослоями органогенных известняков. В верхнем течении р. Котуй (к юго-западу от разреза на р. Мойеро) они надстраиваются темными доломитами и глинистыми доломитами, содержащими пачку граптолитовых сланцев. В восточной части Сибирской платформы (бассейн рек Марха и Моркока) для верхнего ордовика характерны пестроцветные аргиллиты, глинистые известняки и доломиты с обедненным комплексом фауны. В некоторых разрезах присутствуют прослои гипсов и ангидритов, а на крайнем востоке (в нижнем течении р. Вилюй) – горизонты полимиктовых песчаников. Во всех перечисленных районах верхнеордовикские отложения имеют крайне мелководный характер, в некоторых случаях можно предполагать прибрежно-морские и лагунные условия. В западной части платформы намечается эпизод аноксии на уровне середины-конца катийского века, что может быть связано с углублением этой части бассейна. Мощности разрезов измеряются десятками метров, иногда до 120—150 м; на верхнюю часть ордовика повсеместно приходится стратиграфический перерыв, который охватывает часть или весь хирнантский ярус, а в некоторых случаях также часть катия.

Силурийские отложения имеют сходное географическое распространение с ордовикскими (Тесаков и др., 2000; Постановление..., 2014). В этот период в северо-западной части Сибирской платформы существовала область относительно глубоководного карбонатно-глинистого осадконакопления, тогда как на остальной части платформы продолжали отлагаться преимущественно карбонатные осадки открытого мелкого шельфа (рис. 10, 11), сменявшиеся к югу и юговостоку лагунными (Тесаков и др., 2000). Упомянутыми авторами разработана достаточно сложная схема фациального районирования силурийских отложений Сибирской платформы. Ниже рассмотрена только северная часть платформы, в пределах которой мы условно выделили "глубоководную" (имея в виду более глубокую часть шельфа; район Норильска) и "мелководную"

(среднее течение р. Котуй) зоны для упрощения восприятия. Наибольшую разницу между ними демонстрируют породы лландовери. В глубоководной зоне они имеют существенно большую мощность и более глинистый состав. Наряду с комковатыми и глинистыми известняками, характерными и для более восточных разрезов лландовери, здесь значительную роль играют аргиллиты. Они содержат остатки граптолитов, в низах разреза окрашены в черный цвет. Органогенно-обломочные известняки, распространенные по всей толще нижнего отдела силура в мелководной зоне, на западе присутствуют только в его верхах; там же описаны внутриформационные брекчии. Для разрезов мелководного типа характерно обилие в их верхней части строматопороидей и табулят.

Отложения венлока повсеместно на севере Сибирской платформы представлены известняками и доломитами с кораллово-строматопоровыми постройками, мощность увеличивается в западном направлении. Выше по разрезу снова намечается различие между зонами. На востоке в лудлове—пржидоли преобладают пестроцветные в разной степени глинистые доломиты, верхняя часть разреза попадает в стратиграфический перерыв. Западнее, в глубоководной зоне, одновозрастные породы представлены доломитами и глинистыми доломитами с горизонтами черных аргиллитов, водорослевыми прослоями, телами внутриформационных брекчий; отмечены прослои ангидрита.

В пределах мелководной зоны в юго-восточном направлении (скважина Чириндинская; Постановление..., 2014) к карбонатным породам силура примешивается терригенная составляющая. Здесь на ряде уровней в интервале верхи лландовери-пржидоли в породах присутствует алевритовый материал, прослои конгломератов и гравелитов. В верхах разреза отмечены гнезда гипса и ангидрита. По-видимому, этот район располагался ближе к древней суше.

Разрезы обеих фациальных зон в северной части Сибирской платформы демонстрируют общую тенденцию развития бассейна: низкий уровень моря в позднем ордовике и обмеление в конце периода, последующая раннесилурийская трансгрессия, постепенное понижение уровня моря к лудлову—пржидоли. Можно предполагать также кратковременные(?) эвстатические колебания в катийское время, которые привели к некоторому углублению бассейна и формированию пачки граптолитовых сланцев, отмеченной в разрезе верхнего ордовика на р. Котуй.

Чукотка

Ордовикские и силурийские отложения в пределах Чукотского полуострова распространены на его крайнем северо-востоке в бассейне реки Чегитунь. Они имеют следующий состав (Орадовская, Обут, 1977; Natal'in et al., 1999). Верхний ордовик представлен темно-серыми органогенно-обломочными и рифовыми известняками со стяжениями кремня. Для лландовери—нижнего лудлова характерны более глубоководные породы: плитчатые известняки с граптолитами и черными сланцами в основании. Предполагается, что на нижнюю часть лландовери приходится стратиграфический перерыв. Верхний лудлов и пржидоли представлены светло-серыми и желтоватыми доломитами без фауны с линзами косослоистых известняков и карбонатных брекчий (рис. 10).

Северная Аляска

В пределах Северной Аляски выделено два типа разреза нижнепалеозойских отложений: глубоководный преимущественно песчано-глинистый и мелководный карбонатный (Орадовская, Обут, 1997; Dumoulin et al., 2002). Первый тип распространен в основном на самом севере Аляски и представлен турбидитами и темными аргиллитами, в которых иногда присутствуют прослои кремней. Южнее, на большей части полуострова Сьюард и хребта Брукса, маломощные разрезы верхнего ордовика и силура сложены разнообразными мелководными известняками с богатой бентосной фауной (общая мощность верхнего ордовика- среднего(?) девона 150-300 м). Для верхов ордовика характерны рифовые известняки с табулятами. Примечательно, что видовой состав табулят аналогичен таковому из одновозрастных отложений Чукотки, описанных выше. Интересно отметить, что на о. Котельный в средней части терютехской свиты (разрез на р. Хос-Терюттях) присутствуют многочисленные брахиоподы Tcherskidium unicum (Nikolaev) (Косько и др., 1975). Очень близкий представитель того же рода обнаружен в ашгилле Аляски, а также Северной Гренландии (Blodgett et al., 2002).

Черты сходства и различия разрезов в рассмотренных регионах

Приведенная выше сводка позволяет выявить основные черты сходства и различия в разрезах верхнего ордовика и силура острова Котельный и сопредельных территорий (рис. 10). Во всех рассмотренных регионах (кроме Аляски, где в обеих фациальных зонах на протяжении позднего ордовика—силура условия осадконакопления оставались стабильными (Dumoulin et al., 2000)) очевиден единый тренд в развитии бассейна и близкие рубежи смен палеогеографических обстановок: мелководное море в позднем ордовике, раннесилурийская трансгрессия, постепенное падение уровня моря начиная с венлока или второй половины лландовери. Выбивается из этой картины только Центральный Таймыр, где относительно глубоководное осадконакопление началось, по крайней мере, с позднего катия. Дополнительно выявляется обмеление бассейна на рубеже ордовика—силура: в хирнантское время на Сибирской платформе и в начале лландовери в Южно-Таймырской зоне и на Чукотке. На о. Котельный это событие не фиксируется, но не исключено, что дополнительное изучение разрезов позволит его опознать. Кроме того, можно предполагать некоторое повышение уровня моря в конце венлока лудлове, что фиксируется появлением черных известняков и сланцев в отложениях северо-востока о. Котельный, северо-запада Сибирской платфомы и западной части Южно-Таймырской зоны.

Помимо синхронности смен обстановок осадконакопления, сходство наблюдается также в литологическом составе одновозрастных отложений в разных регионах (рис. 10). Зеленые аргиллиты с прослоями органогенных известняков и характерными раковинами брахиопод Mimella panna Andr. присутствуют в нижней части верхнего ордовика о. Котельный, Южного Таймыра и севера Сибирской платформы. В первых двух регионах, а также на Чукотке и даже Аляске более высокие горизонты ордовика представлены мощной толшей известняков с табулятами и стяжениями кремня. Существенные литологические отличия от других территорий выявлены в разрезах верхнего ордовика востока Сибирской платформы. Слагающие их отложения крайне мелководны, имеют малые мощности, содержат песчаники, доломиты, гипсы. Следующий явный корреляционный уровень - темные битуминозные известняки и граптолитовые сланцы, распространенные в глубоководных разрезах лландовери о. Котельный, Таймыра, Сибирской платформы, Чукотки и в низах лландовери некоторых мелководных разрезов. Аналогичные породы слагают также значительную часть венлока-лудлова в первых трех регионах. Для венлока Сибирской платформы, мелководной фациальной зоны Таймыра и о. Котельный характерны коралловостроматопоровые известняки. Для верхней части силура свойственно повсеместное распространение практически лишенных фауны доломитов. В отличие от других регионов, на севере Сибирской платформы в них присутствуют прослои ангидритов и гипсов.

В целом наибольшее сходство литологических фаций и мощностей наблюдается между разрезами верхнего ордовика—силура о. Котельный и Таймыра, принадлежащими мелководному карбонатному типу, и, что интересно, между разрезами Чукотки и участка Туор-Юрях (они почти идентичны). Некоторые палеогеографические и тектонические следствия из проведенного сопоставления рассмотрены ниже.

БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАУНЫ

45

Конодонты

В настоящей работе представлены первые сведения по конодонтам из отложений ордовика и силура на о. Котельный. Ранее предпринятые попытки выделения конодонтов из проб, собранных здесь во время геолого-съемочных работ в 1970-е годы, показали относительно низкое общее содержание конодонтов в породе. Полученные фрагментарные данные остались неопубликованными (за исключением списка видов из одной точки; см. Соболевская, 1976), а коллекции были утеряны в начале 1990-х годов.

Относительная редкость конодонтов в породе была подтверждена и настоящими исследованиями. Вследствие небольшого количества выделенных экземпляров таксоны, представленные единичными элементами, были определены либо условно, либо в открытой номенклатуре. Более уверенно были идентифицированы только доминантные, наиболее многочисленные в коллекции формы, что, безусловно, несколько снижает достоверность сопоставления фауны Новосибирских островов с другими регионами.

Всего было обнаружено 15 таксонов, большая часть из которых, являясь видами очень широкого географического распространения, присутствует и в конодонтовых сообществах Сибирской платформы. Среди них Ansella cf. robusta, Panderodus serratus Rexr., Phragmodus inflexus, Phragmodus undatus Br. et M., Panderodus gracilis (Br. et M.), Drepanoistodus suberectus, Basselodus cf. variabilis, Yaoxianognathus? tunguskaensis (табл. I, II). Распространение вида Pseudobelodina? repens (Mosk.) ограничивается Сибирской платформой, Северо-Востоком России и Аляской (Dumoulin et al., 2002; Тарабукин, 2006), и лишь единственный таксон Erraticodon gratus известен в настоящее время только из отложений верхнего ордовика Сибири. Также к сибирским формам относится Ozarkodina cf. dolboriса, найденная в образце 894/2, однако определение этого вида достаточно условно, и теперь он известен и из разрезов Северной Аляски (определен как Plectodina? cf. P.? dolboricus (Mosk.); Dumoulin et al., 2002).

В силурийской части разреза найдены в основном конодонты космополитного распространения. В образце 890/2 (верхний лландовери– нижний венлок) присутствует вид Pterospathodus rhodesi, который первоначально был описан на юго-востоке Аляски, однако позже найден в Гренландии, Австралии и Китае. Вид Ozarkodina sp. (cf. Oz. kozhimica) в образце 853/3 (венлок?) может указывать на сходство фауны о. Котельный с фауной Северной Земли и Приполярного Урала. Вид Oz. kozhimica характерен для верхнелландоверийских-нижневенлокских отложений этих регионов. Остальные силурийские конодонты, которые удалось определить до вида, имеют широкое распространение и известны из Евразии, Австралии и Северной Америки.

В целом, несмотря на высокий уровень космополитизма ордовикских и силурийских конодонтов, на Новосибирских островах обнаружены и регионально эндемичные формы, характерные только для Сибирской платформы. Это позволяет сделать вывод о биогеографическом единстве этих двух рассматриваемых палеобассейнов, а следовательно, и об их палеогеографической близости.

Остракоды

Выделенные из ордовикских отложений острова Котельный остракоды имеют сходство с фауной Сибирской платформы, Таймыра и Северо-Востока России. Большая часть обнаруженных видов (Coelochilina aculeata, C. sibirica, Reticulochilina dedalea, Parajonesites notabilis, Jonesites obliquus, Euprimitia helenae, Grammolomatella valdari, Insolitella insolita, Hesslandella irinae) являются характерными для отложений, относящихся к чертовскому и баксанскому горизонтам Сибирской платформы. Они также известны из лабыстахской свиты (эльгенчакский и лачугский горизонты) Северо-Востока России и толмачевской свиты (толмачевский горизонт) п-ва Таймыр и, таким образом, могут свидетельствовать о сандбийско-раннекатийском (карадокском) возрасте пород, включающих остатки этих остракод. Единственный образец из катийских отложений (894/3) содержит мало таксонов, часть из которых определена только до рода, другие - как родственные (?Halvicekites aff. fissuratus, Steusloffina aff. cuneata). Вид Halvicekites fissuratus до сих пор был известен из верхнего ордовика Новой Земли (Schallreuter et al., 2001; Sobolevskaya, 2005). Вид Steusloffina cuneata является космополитным (Copeland, 1983; Атлас..., 2003). Вид Hesslandites ventritumidus известен из среднеордовикских отложений Северо-Востока России и верхнеордовикских отложений Таймыра (Атлас..., 2003).

Брахиоподы

Комплекс брахиопод, обнаруженных в верхнеордовикских отложениях о. Котельный, почти идентичен таковому Сибирской платформы и Северо-Востока России. Наиболее интересен вид Mimella panna Andr., обнаруженный в нижней части видимого разреза малодиринг-айанской свиты на обоих изученных участках (обр. 866/1, 1516/1 и 858/1). Этот вид является номинальным для одноименной зоны, охватывающей чертовский горизонт и низы баксанского горизонта мангазейского надгоризонта Сибирской платформы (Ядренкина и др., 2010; Каныгин и др., 2013; Маслова, 2013), хотя его стратиграфическое распространение несколько шире. За пределами Сибирской платформы он известен на Таймыре, Чукотке, хр. Сэттэ-Дабан, Селенняхском кряже и в Омулевских горах (Атлас..., 2003; Орадовская, 1968, 1977; Розман, 1968). Вид Strophomena lethea Nikif., найденный совместно с Mimella panna Andr. (обр. 866/1 и 858/1), также встречается в нижнем сандбии на Сибирской платформе, Таймыре и Чукотке (Ядренкина и др., 2010). Вид Rostricellula transversa Соорег (обр. 866/1) из малодиринг-айанской свиты распространен также в карадоке Таймыра, Северной Америки, карадоке–ашгилле Сибирской платформы, ашгилле Монголии (Ядренкина и др., 2010).

Брахиоподы из разреза терютехской свиты катийского (ашгиллского) возраста (обр. 859/1, 861/1, 842/1) известны из отложений долборской свиты Сибирской платформы. Это следующие виды: Glyptorthis insculpta (Hall), G. pulchra Wang., Hesperorthis pyramidalis (Twenh.). Вид Glyptorthis pulchra найден также в Северной Америке (штат Айова, ярус ричмонд – аналог ашгилла; Каныгин и др., 2007). Интересна находка в обр. 859/1 вида Sowerbyella (Rugosowerbyella) subcorrugatella (Reed), установленного в нижнем ашгилле Ирландии (Cocks, Rong Jia-Yu, 2000). Он близок к Sowerbyella (Rugosowerbyella) sp., найденному Р. Коксом и Т.Л. Модзалевской (Cocks, Modzalevskaya, 1997) в слое 4 короткинской свиты Таймыра, относимой к ашгиллскому ярусу.

Граптолиты

Граптолиты, найденные в силурийских отложениях на участках Туор-Юрях и Казарка, в основном представлены таксонами, известными в других местонахождениях в пределах острова Котельный (Koren', Sobolevskaya, 1998; Соболевская, 1976). В составе комплексов не проявлена какая-либо региональная специфика, присутствуют зональные виды и другие формы, имеющие широкое географическое распространение и известные из одновозрастных отложений других регионов мира.

"НОВОСИБИРСКАЯ КАРБОНАТНАЯ ПЛАТФОРМА": КАК ДАЛЕКО ОНА РАСПРОСТРАНЯЛАСЬ?

Название "Новосибирская карбонатная платформа" было предложено в работе Шенгера и Натальина (Şengör, Natal'in, 1996) для раннесреднепалеозойских существенно карбонатных отложений Новосибирских островов. В состав платформы предлагалось также включить северо-восток Чукотки и Северную Аляску, где были описаны сходные разрезы. На о. Котельный нами изучен фрагмент этой структуры, что позволило проследить эволюцию осадконакопления на протяжении ордовика—силура и сопоставить наблюдения с данными по смежным регионам.

Проведенные исследования подтверждают схему фациальной зональности верхнего ордовика и силура, составленную ранее для всей территории о. Котельный (Вольнов, 1975; Косько, 1977). В позднем ордовике условия осадконакопления были схожи в разных частях острова, что подтверждается почти идентичным строением разрезов на участках Туор-Юрях и Казарка. В этот период формировались мощные толщи относительно мелководных известняков с многочисленными кораллами и с горизонтами аргиллитов и брахиоподовых ракушняков в нижней части. В основании силура практически повсеместно на территории о. Котельный залегают граптолитовые сланцы и темные глинистые известняки (в северной части этому уровню соответствуют тонкослоистые черные известняки). Такой эпизод черносланцевой селиментации отмечается в разных регионах мира и является отражением глобальной раннесилурийской трансгрессии (Hallam, 2004). Более молодые толщи силура в пределах острова резко фациально изменчивы. Породы лландовери-лудлова на левобережье р. Казарка отвечают переходной зоне от мелководной карбонатной платформы, продолжавшей существовать на северо-востоке острова, к ее склону (либо к локальному прогибу в пределах платформы) с глинисто-карбонатным осадконакоплением (югозапад острова). К этой глубоководной зоне можно отнести и разрез участка Туор-Юрях, однако здесь, в отличие от более южных и западных районов, аргиллиты распространены только в нижней части рассматриваемого интервала (лландовери-низы венлока), а мощность конденсированного разреза венлока-лудлова в 6-7 раз меньше. В конце силура зональность снова нивелируется и на всей территории в условиях повышенной солености формируются мелководные доломиты, не содержащие ископаемых остатков или с обедненным комплексом фауны.

В разрезах ордовика и силура Южного и Центрального Таймыра также наблюдается фациальный переход от мелководных карбонатных отложений, похожих на одновозрастные породы северо-востока о. Котельный, к более глубоководным глинисто-карбонатным отложениям с граптолитовыми сланцами и битуминозными известняками, но в обратном направлении: с юга на север (рис. 11). Комплексы фауны в этих регионах также близки. Последнее даже в большей степени относится к разрезам Сибирской платформы и о. Котельный, однако здесь наблюдаются литологические различия. Главным образом они выражены в распространении в восточной части Сибирской платформы терригенных пород и эвапоритов в верхнем ордовике, присутствии конгломератов в венлоке-лудлове и ангидритов в верхней части силура. Литологические различия послужили причиной для Дж. Думолин с коллегами (Dumoulin et al., 2002) рассматривать Сибирскую платформу и Новосибирские о-ва как отдельные террейны при межрегиональных корреляциях. Так, эти авторы считают, что Арктическая Аляска не была частью Сибирского континента в первой половине палеозоя, отмечая при этом "интригующее" сходство разрезов Аляски и Новосибирских островов. Более того, многие исследователи (например, Natal'in et al., 1999) принимают как факт "чужеродность" Новосибирских островов по отношению к Сибирской платформе. Мы считаем подобное противопоставление необоснованным. по крайней мере для рассматриваемого в статье интервала времени. Выявленное сходство верхнеордовикских-силурийских отложений и содержащихся в них фаунистических остатков о. Котельный и Таймыра, а также общие тенденции развития бассейна указывают на то, что, скорее всего, эти территории принадлежали единому континенту. Поскольку Южный и Центральный Таймыр в ордовике и силуре уже были частью Сибири (например, Богданов и др., 1998), то последний вывод можно распространить также и на Сибирскую платформу. Отмеченные выше литологические различия, вероятно, связаны с тем, что современная территория северной части Сибирской платформы располагалась в другой зоне палеобассейна: ближе к древней суше.

47

Кроме того, некоторые геологи противопоставляют Новосибирские острова и северо-восток Чукотки в раннепалеозойской истории. Например, Р. Кокс и Т. Торсвик (Cocks, Torsvik, 2011) считают, что микроконтинент Арктическая Аляска-Чукотка, независимо существовавший с кембрия по ранний девон, не включал в свой состав Новосибирские острова, которые, по их мнению, в палеозое были частью Сибири. Однако явное сходство верхнеордовикских-силурийских разрезов юго-западной фациальной зоны о. Котельный и района р. Чегитунь на Чукотке скорее указывает на то, что слагающие их отложения формировались в пределах единого шельфового бассейна. По-видимому, то же самое можно сказать и о разрезах Северной Аляски, но для уверенных выводов необходимо детальное сопоставление литологии и фауны.

Таким образом, мы поддерживаем предложение Шенгера и Натальина (Şengör, Natal'in, 1996) рассматривать преимущественно карбонатные разрезы раннего—среднего палеозоя Новосибирских островов, северо-востока Чукотки и, возможно, Аляски как фрагменты единой ("Новосибирской") карбонатной платформы (в широком смысле этого слова; см. Ротаг, 2001). Но эта платформа не была обособлена, а представляла собой продолжение Сибирской. Присутствие смешанной сибирско-лаврентийской конодонтовой фауны на Аляске и практически полное отсутствие лаврентийских форм на Сибирской платформе и Чукотке (Dumoulin et al., 2002) может объясняться гигантской протяженностью предполагаемого морского бассейна (карбонатной платформы) и, соответственно, разными климатическими условиями в различных его частях. При этом территория современной Аляски могла располагаться существенно ближе к Лаврентии, чем сибирская часть палеоконтинента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общие тенденции эволюции обстановок осадконакопления, сходство литологических фаций и фаунистических комплексов верхнего ордовикасилура о. Котельный и востока Центрального Таймыра указывают на то, что эти территории в рассматриваемый промежуток времени принадлежали единому Сибирскому континенту, большая часть которого была залита мелководным морем. Разрезы северной части Сибирской платформы маркируют более приближенную к суше зону того же морского бассейна. Одновозрастные отложения северо-востока Чукотки формировались в близких условиях с породами юго-западной фациальной зоны о. Котельный и характеризуются общностью ископаемых остатков. Можно с большой долей уверенности предполагать, что раннесреднепалеозойский Сибирский палеобассейн, значительная часть которого представляла собой карбонатную платформу, продолжался также на Чукотку.

Благодарности. Авторы признательны рецензенту Н.В. Сенникову за тщательный анализ рукописи и ценные замечания, позволившие ее существенно улучшить, А.В. Дронову за прочтение статьи и полезные комментарии и П.О. Будяку за помощь в полевом изучении ордовикских—силурийских разрезов о. Котельный.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 13-05-01107, 13-05-00746 и 14-05-31042). Исследования П. Мянника выполнены при финансовой поддержке Эстонского научного агентства (гранты ETF8907 и PUT378).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Богданов Н.А., Хаин В.Е., Розен О.М. и др. Объяснительная записка к Тектонической карте морей Карского и Лаптевых и севера Сибири. М.: Ин-т литосферы окраинных и внутренних морей РАН, 1998. 127 с.

Вольнов Д.А. История геологического развития района Новосибирских островов // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. Л.: Изд-во НИИГА, 1975. С. 61–71. *Граусман В.В.* Стратиграфия верхнего докембрия и фанерозоя перспективных на нефть и газ территорий Западной Якутии. Автореферат дисс... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1994. 38 с.

Данукалова М.К., Кузьмичев А.Б., Аристов В.А. Обстановка формирования верхнедевонских отложений острова Бельковский (Новосибирские острова): рифтогенный прогиб или окраина континента? // Геотектоника. 2014. № 5. С. 54–80.

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

Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Ордовик Сибирской платформы. Новосибирск: Академическое изд-во "Гео", 2007. 269 с.

Каныгин А.В., Ядренкина А.Г., Тимохин А.В. и др. Биостратиграфические зоны ордовика Сибирской платформы и проблема их сопоставления с новыми ярусами Международной стратиграфической шкалы // Региональная стратиграфия позднего докембрия и палеозоя Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2013. С. 63–77.

Косько М.К. Структурно-фациальная зональность ордовик-среднедевонского карбонатного комплекса островов Анжу // Тектоника Арктики. Складчатый фундамент шельфовых седиментационных бассейнов. Л.: НИИГА, 1977. С. 55–85.

Косько М.К., Соболевская Р.Ф., Непомилуев В.Ф., Вольнов Д.А. Кембрийские-среднедевонские отложения Новосибирских островов // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. Ред. Вольнов Д.А., Иванов В.Л. Л.: НИИГА, 1975. С. 8–21.

Косько М.К., Бондаренко Н.С., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1: 200000. Листы Т-54-ХХХІ, ХХХХІІ, ХХХХІІІ; S-53-IV, V, VI, XI, XII; S-54-VII, VIII, IX, XIII, XIV, XV. Объяснительная записка. Ред. Устрицкий В.И. М.: Министерство геологии, 1985. 162 с.

Маслова О.А. О зональном расчленении верхнего ордовика Сибирской платформы по брахиоподам // Систематика организмов. Ее значение для биостратиграфии и палеобиогеографии. Материалы LIX сессии Палеонтологического общества при РАН. Санкт-Петербург, 2013. С. 78–80.

Мельникова Л.М., Данукалова М.К. Ордовикские остракоды центральной части о. Котельный (Новосибирские острова) // Палеонтол. журн. 2014. № 5. С. 23–33.

Москаленко Т.А. Конодонты среднего и верхнего ордовика Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1973. 143 с. (Труды Института геологии и геофизики. Вып. 137).

Орадовская М.М. Брахиоподы Омулевских и Эльгенчакских гор // Полевой атлас ордовикской фауны Северо-Востока СССР. Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1968. С. 30–53.

Орадовская М.М. Брахиоподы среднего ордовика Чукотского полуострова // Стратиграфия и фауна ордовика и силура Чукотского полуострова. Новосибирск: Наука, 1977. С. 87–103.

Орадовская М.М., Обут А.М. Стратиграфия, корреляция, палеогеография ордовикских и силурийских отложений на Чукотском полуострове // Стратиграфия и фауна ордовика и силура Чукотского полуострова.

Ред. Обут А.М. Новосибирск: Наука, 1977. С. 4–42 (Труды института геологии и геофизики. Вып. 351).

Орадовская М.М., Преображенский Б.В. Краткий очерк стратиграфии ордовикских отложений Северо-Востока СССР // Полевой атлас ордовикской фауны Северо-Востока СССР. Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1968. С. 5–16.

Постановление по региональным стратиграфическим схемам Сибирской платформы, Таймыра и Алтае-Саянской области // Постановление МСК. 2014. Вып. 43. С. 9–11.

Розман Х.С. Класс Brachiopoda // Полевой атлас ордовикской фауны Северо-Востока СССР. Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1968. С. 30–53.

Соболевская Р.Ф. О граптолитах ордовика и силура на Новосибирских островах // Граптолиты и стратиграфия. Ред. Кальо Д.Л., Корень Т.Н. Таллин: Изд-во Академии наук Эстонской СССР, 1976. С. 202–209.

Соболевская Р.Ф. Атлас палеозойской фауны Таймыра. Часть II. Граптолиты ордовика и силура. СПб.: Изд-во ФГУП "ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга", 2011 (Труды НИИГА–ВНИИОкеангеология. Т. 221).

Тарабукин В.П. Биостратиграфия и конодонты ордовикских отложений Северо-Востока Азии. Ред. Каныгин А.В., Елкин Е.А. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2006. 148 с.

Тесаков Ю.И., Предтеченский Н.Н., Лопушинская Т.В. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Силур Сибирской платформы. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "ГЕО", 2000. 403 с.

Тесаков Ю.И., Каныгин А.В., Ядренкина А.Г. и др. Ордовик северо-запада Сибирской платформы. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "ГЕО", 2003. 263 с.

Ядренкина А.Г., Каныгин А.В., Сычев О.В. и др. Новая версия схемы корреляции и фациального районирования ордовикских отложений Сибирской платформы: важнейшие уточнения и дополнения к прежней схеме // Региональная геология. Стратиграфия и палеонтология докембрия и нижнего палеозоя Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2010. С. 123–129.

Blodgett R.B., Rohr D.M., Boucot A.J. Paleozoic links among some Alaskan accreted terranes and Siberia based on megafossils // Tectonic evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea – Arctic margin and adjacent landmasses. Eds. Miller E.L., Grantz A., Klemperer S.L. GSA Spec. Pap. 2002. V. 360. P. 273–290.

Churkin M. Western boundary of the North American continental plate in Asia // GSA Bull. 1972. V. 83. P. 1027–1036. *Cocks L.R.M., Modzalevskaya T.L.* Late Ordovician brachiopods from Taimyr, Arctic Russia, and their palaeogeographical significance // Palaeontology. 1997. V. 40. № 4. P. 1061–1093.

Cocks L.R.M., Rong Jia-Yu. Order Strophomenida // Treatise on Invertebrate Paleontology. V. 2. Pt. H. Lawrence: Univ. Kansas Press, 2000. P. 216–299.

Cocks L.R.M., Torsvik T.H. The Palaeozoic geography of Laurentia and western Laurussia: A stable craton with mobile margins // Earth-Sci. Rev. 2011. V. 106. P. 1–51.

Copeland M.J. Steusloffina cuneata (Steusloff, 1895) from Anticosti Island, Quebec // Geol. Surv. Can. Pap. 83 (1B). 1983. P. 201–204.

49

Dumoulin J.A., Harris A.G., Bradley D.C., Freitas T.A. Facies patterns and conodont biogeography in Arctic Alaska and the Canadian Arctic Islands: Evidence against juxtaposition of these areas during Early Paleozoic time // Polarforschung. 2000. V. 68. P. 257–266.

Dumoulin J.A., Harris A.G., Gagiev M. et al. Lithostratigraphic, conodont, and other faunal links between lower Paleozoic strata in northern and central Alaska and northeastern Russia // Tectonic Evolution of the Bering Shelf– Chukchi Sea–Arctic Margin and Adjacent Landmasses. Eds. Miller E.L., Grantz A., Klemperer S.L. GSA Spec. Pap. 2002. V. 360. P. 291–312.

Fujita K., Newberry J.T. Tectonic evolution of northeastern Siberia and adjacent regions // Tectonophysics. 1982. V. 89. P. 337–357.

Gnoli M. Northern Gondwanan Siluro-Devonian palaeogeography assessed by cephalopods // Palaeontol. Electron. 2003. V. 5. № 2. P. 1–19.

http://palaeo-electronica.org/2002_2/gondwana/issue2_02.htm

Hallam T. Catastrophes and Lesser Calamities: The causes of mass extinctions. Oxford University Press, 2004. 240 p.

Koren' T.N., Sobolevskaya R.F. Silurian graptolites of Kotelnyi Island (Novosibirsk Islands): taxonomy and biostratigraphy // Proc. 6th Int. Graptolite Conference, Madrid, 1998. Eds. Gutiérrez-Marco J.C., Rábano I. Temas Geológico-Mineros ITGE. 1998. V. 23. P. 193–197.

Kuzmichev A.B. Where does the South Anyui suture go in the New Siberian islands and Laptev Sea?: Implications for the Amerasia basin origin // Tectonophysics. 2009. V. 463. P. 86–108.

Munnecke A., Calner M., Harper D.A.T., Servais T. Ordovician and Silurian sea-water chemistry, sea level, and climate: A synopsis // Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. 2010. V. 296. P. 389–413.

Natal'in B.A., Amato J.M., Toro J., Wright J.E. Paleozoic rocks of northern Chukotka Peninsula, Russian Far East: Implications for the tectonics of the Arctic region // Tectonics. 1999. V. 18. № 6. P. 977–1003.

Pomar L. Types of carbonate platforms: A genetic approach // Basin Res. 2001. V. 13. P. 313–334.

Schallreuter R., Kanygin A.V., Hinz-Schallreuter I. Ordovician ostracodes from Novaya Zemlya // J. Czech Geol. Soc. [Časopis České Geologické Společnosti]. 2001. V. 46. № 3/4. P. 199–212.

Şengör A.M.C., Natal'in B.A. Paleotectonics of Asia: Fragments of a synthesis // The tectonic evolution of Asia. Eds. Yin A., Harrison M. New York: Cambridge Univ. Press, 1996. P. 486–640.

Sobolevskaya R.F. Age refinement of ostracods from the Ordovician section in the Neblyinaya River, northeastern Novaya Zemlya // J. Czech Geol. Soc. 2005. V. 50. \mathbb{N} 1–2. P. 63–66.

Рецензенты Н.В. Сенников, Т.Б. Леонова