

УДК 551.76 (268.45)

Устрицкий В.И., Тугарова М.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового Океана имени академика И.С. Грамберга» (ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»), Санкт-Петербург, Россия, tugarova@mail.ru

УНИКАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ПЕРМИ И ТРИАСА, ВСКРЫТЫЙ СКВАЖИНОЙ АДМИРАЛТЕЙСКАЯ-1 (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

Приводится детальная характеристика осадочного разреза, вскрытого скв. Адмиралтейская-1. На основе анализа накопленного геологического материала по Адмиралтейскому поднятию и сопредельным площадям раскрываются отдельные аспекты тектонической истории поднятия, палеогеографические и литогенетические особенности формирования осадочного чехла.

Ключевые слова: литостратиграфия, палеотектоника, пермь, триас, Адмиралтейское поднятие, Баренцево море.

Адмиралтейское поднятие располагается в юго-восточной части Баренцева моря в Южно-Баренцевской впадине, в 70-80 км западнее о. Новая Земля (рис. 1). Оно имеет около 350 км в длину и 60 в ширину. Поднятие протягивается параллельно о. Новая Земля, отделяясь от неё прогибом Седова шириной 70-80 км.

В современном рельефе дна поднятие выражено слабо и оконтурено лишь при проведении сейсмических работ. Мощность чехла в северной части поднятия составляет 4 км, увеличиваясь на юге до 6-7 км.

Западная граница поднятия с Южно-Баренцевской впадиной не резкая, здесь происходит постепенное увеличение мощности чехла до 18-20 км. Восточная граница с прогибом Седова, в котором мощность чехла достигает 10-12 км, представляет собой почти вертикальный уступ (рис. 2). Не менее резкими являются южная и северная границы поднятия, на них перепад мощности чехла достигает 10-12 км (рис. 3). Границы имеют, вероятно, сдвиговую природу, т.к. располагаются на продолжении крупнейших Байдарацкого и Споро-Наволоцкого разломов, разделяющих структуры о. Новая Земля на три существенно различных блока: северный, центральный и южный [Новая Земля..., 2004; Устрицкий, Павлов, Повышева, 2010]. Естественно, что такое крупное поднятие не могло не привлечь внимания геологов-нефтяников. Оно стало одной из первых структур, на которой были пробурены две глубокие скважины: Адмиралтейская и Крестовая. Последняя, глубиной 4071 м, остановлена в отложениях нижнего триаса.

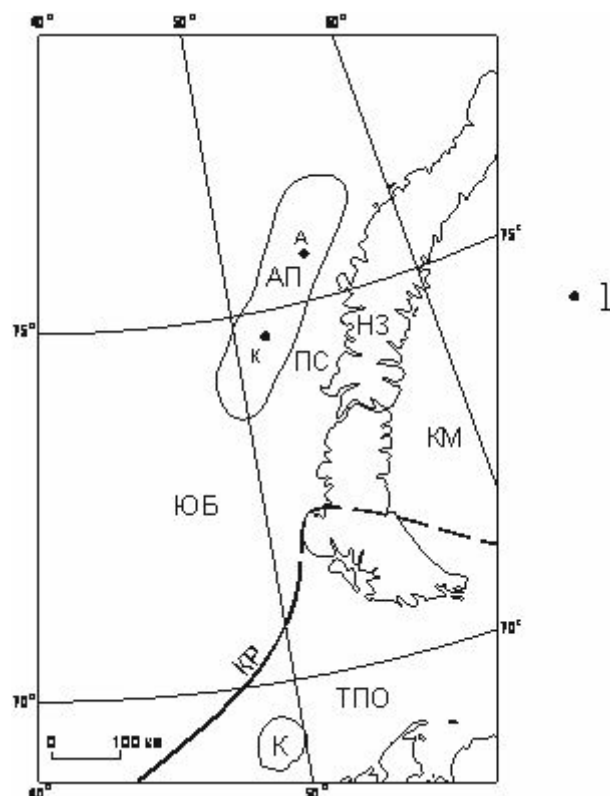


Рис. 1. Обзорная схема Южно-Баренцевого региона

1 - буровые скважины: *А* – Адмиралтейская; *К* – Крестовая. ТПО – Тимано-Печорская область и её продолжение на о. Новая Земля (пунктир); *К* – остров Колгуев; КР – Куренцовская ступень и её продолжение на о. Новая Земля; ЮБ – Южно-Баренцевская впадина; АП – Адмиралтейское поднятие; ПС – Прогиб Седова; НЗ – Новая Земля; КМ – Карское море.

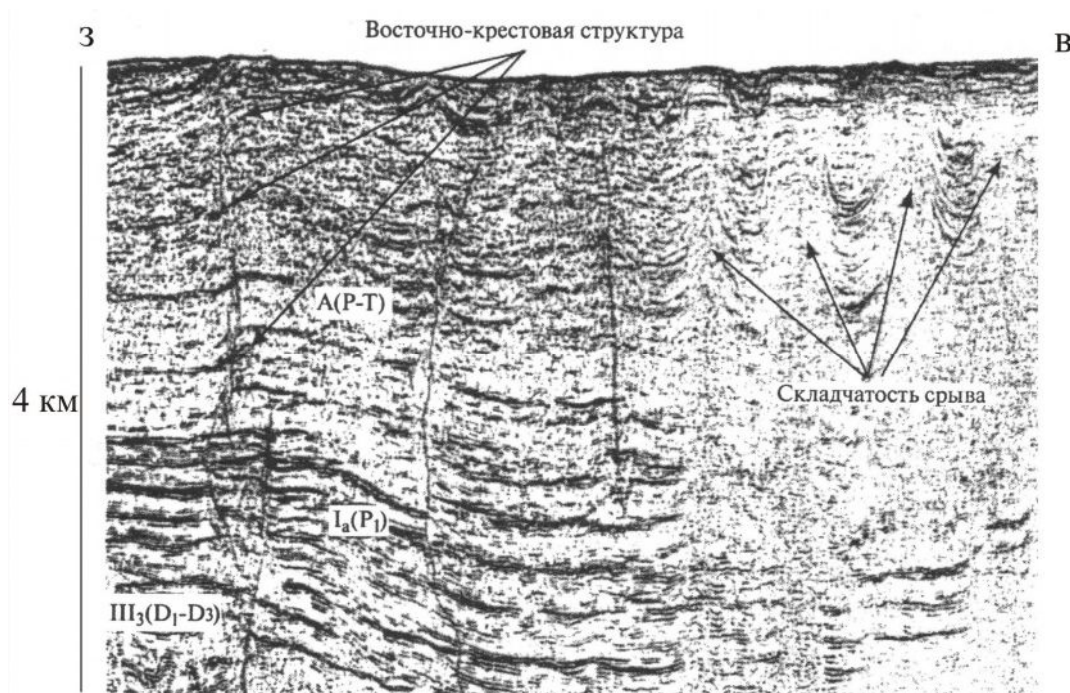


Рис. 2. Сейсмический профиль поперек Адмиралтейского поднятия
(по [Повышева, Устрицкий, 1996])

Видны вертикальная восточная граница поднятия и деформации триасовых отложений в прогибе Седова.

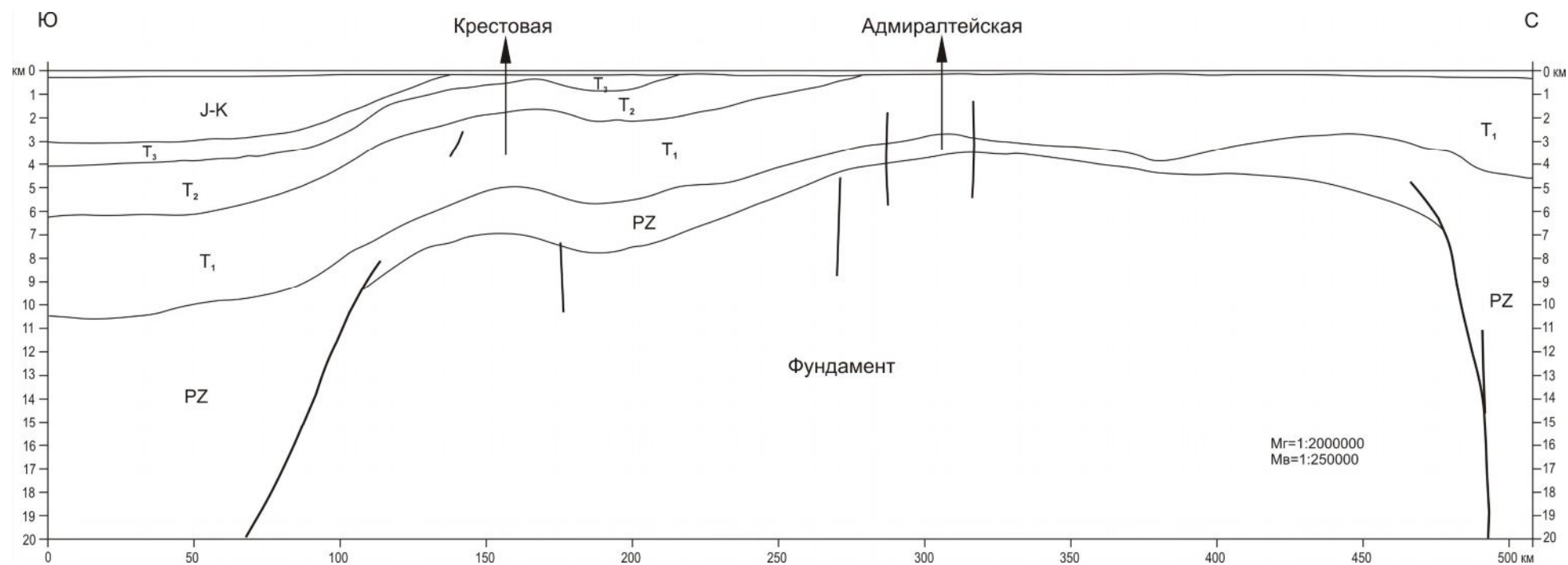


Рис. 3. Сейсмический профиль вдоль Адмиралтейского вала (по [Повышева, Устрицкий, 1996])

Возраст горизонтов немного изменен в соответствии с последними данными.

Скв. Адмиралтейская-1, пробуренная севернее, где мощность чехла меньше, при глубине 3753 м вскрыла полный разрез нижнего триаса и верхнего палеозоя и, судя по сейсмическим данным, не дошла несколько десятков метров до фундамента [Павлов, 2007].

Разрез оказался совершенно необычным, резко отличным от всех, известных в соседних регионах. Однако, до сих пор полного описания скважины в литературе нет. Впервые схематический разрез без описания был приведен в работе Э.В. Шипилова и Г.А. Тарасова [Шипилов, Тарасов, 1998]. Краткое описание с необходимыми коррективами приведено в статье В.И. Устрицкого и др. [Устрицкий, Павлов, Повышева, 2010].

Между тем, детально изученный разрез позволяет существенно изменить представление о структуре и истории развития всего юго-востока Баренцева моря. Нуждается в объяснении огромная, более 3 км, мощность нижнего триаса при отсутствии грубых терригенных пород и присутствии значительного количества кремнезёма.

Задача осложнялась незначительным количеством керна (8,3 %). В определенной степени это компенсируется детальнейшим изучением шлама, выполненным Э.Н. Преображенской и Л.Г. Повышевой.

Общая характеристика разреза, вскрытого скв. Адмиралтейская-1

По сейсмическим данным, скважина прошла почти весь осадочный чехол и не дошла до фундамента нескольких десятков метров. Самую нижнюю, вскрытую скважиной часть разреза составляют разнообразные известняки, обычно органогенные, часто окремненные или доломитизированные (рис. 4). Из органических остатков наиболее типичны неопределимые мшанки. В одном из обломков в шламе в нижней части разреза Э.Н. Преображенской был обнаружен, а О.Л. Косовой определен коралл *Multitecopora*, обычный для нижнего и среднего карбона. По аналогии с многочисленными разрезами Тимано-Печорской области, где смена преимущественно карбонатного осадконакопления терригенным происходит в артинском веке, предполагается ассельско-сакмарский возраст верхней части карбонатной пачки.

Вся остальная часть вскрытого скв. Адмиралтейская-1 разреза представляет собой довольно однообразную толщу темно-серых или черных кремнисто-алевролитоглинистых пород. Во всей этой мощнейшей толще не обнаружено ни одного остатка бентосной фауны. Вначале предполагалось, что вся она относится к триасу, однако, в керне на глубине 3610 м, в 85 м от забоя Э.Н. Преображенской были обнаружены несколько молодых, размером не более 1 см, раковин аммоноидей. М.Ф. Богословской установлено, что они относятся к семейству *Ksenodiscidae* и обычны в верхней перми.

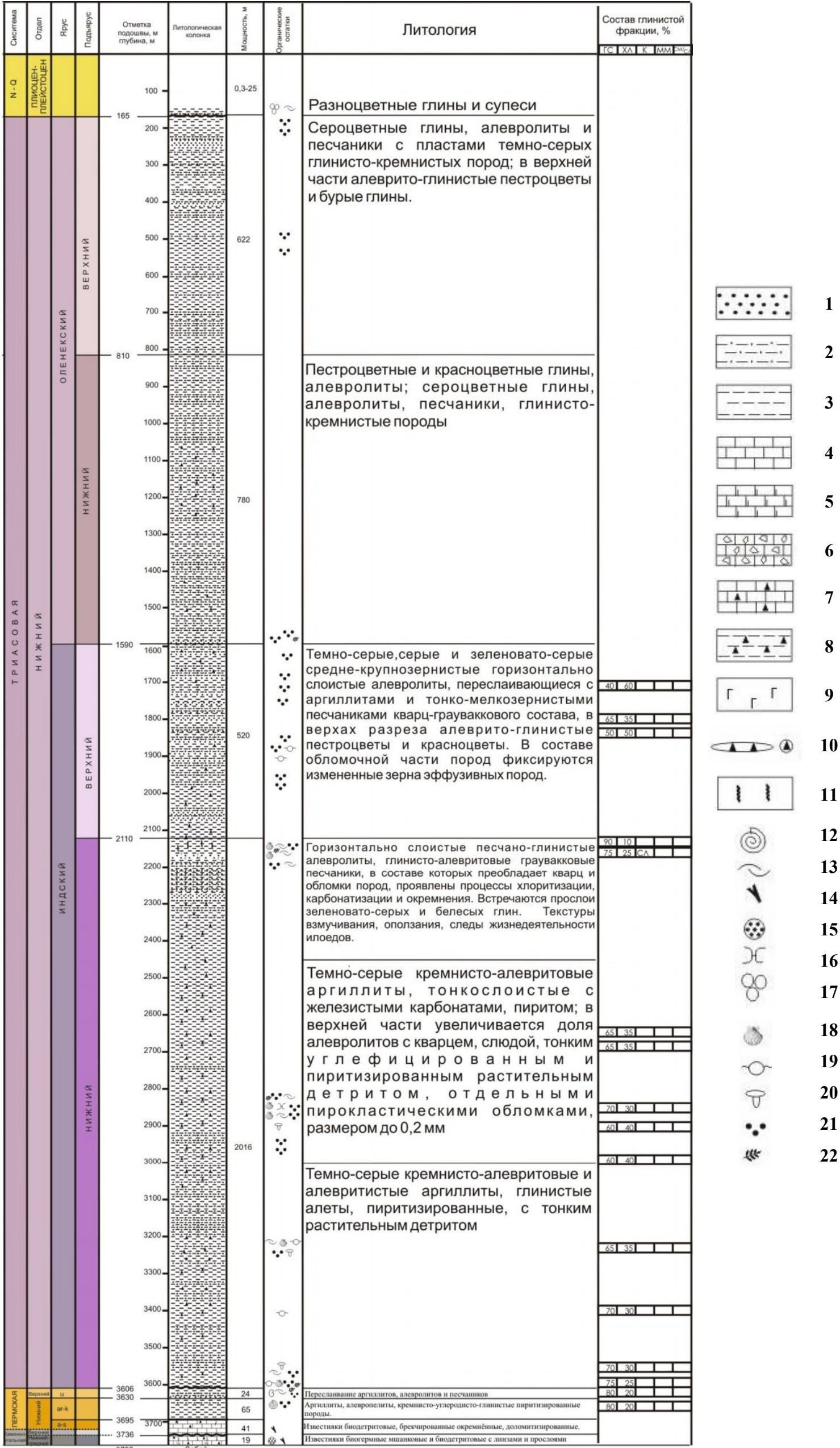


Рис. 4. Литостратиграфическая колонка по скв. Адмиралтейская-1
1 – песчаники; 2 - алевролиты, алевроиты; 3 - аргиллиты, глины; 4 - известняки биодетритовые; 5 - известняки доломитизированные; 6 - известняки брекчированные; 7 - известняки окремненные; 8 - кремнисто-глинистые породы; 9 – туфогенность; 10 - линзы и стяжения кремня; 11 - следы илюедов; 12-22 - органические остатки: 12 – аммоноидеи, 13 – пелецподы, 14 – мшанки, 15 – табуляты, 16 – конхостраки, 17 – фораминиферы, 18 - двустворчатые моллюски, 19 – водоросли, 20 - грибы грифов, 21 - споры и пыльца, 22 - растительный детрит; состав глинистой фракции: ГС – гидрослюда, ХЛ – хлорит, К – каолинит, ММ – монтмориллонит, СМ/СЛ – смешанослойные минералы.

На этой же глубине в скв. Адмиралтейская-1 Л.А. Фефиловой был определен типичный для низов индского яруса Тимано-Печорской области комплекс спор и пыльцы [Фефилова, 1999]. Учитывая, что аммоноидеи являются архистратиграфической группой фауны, этот прослой отнесен еще к перми. Соответственно к артинскому – татарским ярусам отнесены нижняя часть толщи, мощностью не более 85 м. Вся остальная часть разреза, мощностью несколько более 3500 (!) м, является нижнетриасовой.

Описание разреза

Породы, вскрытые скв. Адмиралтейская-1, имеют мощность более 3700 м (см. рис. 4). Отложения инда составляют около 2500 м, мощность оленекских отложений - 1400 м. В целом, разрез триаса представлен тонкозернистыми терригенными отложениями с примесью минеральных фаз кремнезема и в некоторых интервалах - карбонатных.

На основе анализа каротажа и описания керна (Л.Г. Повышева, Э.Н. Преображенская) и более детальной аналитической информации в разрезе триаса скв. Адмиралтейская-1 можно наметить интервалы разреза, обладающие своими особенностями, которые мы условно называем пачками.

Пачка I охватывает интервал разреза от кровли карбонатов до глубины 3000 м. Породы, вскрытые в этом интервале, представлены кремнисто-алевритистыми, интенсивно пиритизированными аргиллитами, массивными алевритистыми аргиллитами с тонким растительным детритом, тонко-горизонтально слоистыми алевритистыми аргиллитами с проявленными вторичными изменениями, выражающимися в слюдизации, окремнении. Модальный размер частиц не превышает 0,05 мм.

Растительный детрит иногда переполняет слойки породы. Он имеет такой вид, как будто бы древесину пропустили через мясорубку; ни одного обломочка более 2 мм не встречено во всем разрезе.

В ряде прослоев (глубина 3603, 3234 м) довольно много мелких, до 3 мм раковин, определенных М.М. Астафьевой как *Posidonia permica Newell*, обычных для пермских отложений о. Новая Земля, но в скважине встречающихся выше слоя с индским комплексом спор и пыльцы. На глубинах 3685 и 3640 м в шламе были найдены единичные миоспоры, характерные для перми, и несколько большее количество миоспор, п для нижнего триаса.

Исключительно интересным оказался богатейший спорово-пыльцевой комплекс из керна с глубины 3603-3614 м, т.е. в тех же слоях, что и пермские аммоноидеи. До 40% палиноспектра составляют переотложенные миоспоры карбона и перми, но доминируют характерные элементы раннетриасовых комплексов (*Cyclotriletes* spp., *Polycingulatisporites*

spp., *Retirtiletes* spp., *Microreticulatisporites* sp., *Azonaletes* sp., *Triadispora* sp., *Cycadopites* sp), обычные для индских отложений Тимано-Печорской области (ТПО) и адмиралтейской свиты о. Новая Земля [Фефилова, 1999]. Последняя вся считалась нижнетриасовой [Устрицкий, 1991], но, судя по палеомагнитным данным [Повышева, Устрицкий, 1996; Черкесов, Касаткина, 1984], по крайней мере, часть ее является еще пермской. В настоящее время вопрос о границе перми и триаса в Арктике едва ли может быть решен однозначно. Вероятно, пачка I включает как отложения верхов перми, так и низов индского яруса.

Тяжелая минеральная фракция в породах с глубины 3605,7 м представлена практически только аутигенными минералами – 72,5 % - пирит и 22,6 % - железисто-карбонатные фазы.

Интервал (3403-3415 м) сложен породами, схожими по составу с нижезалегающими, но с некоторым увеличением модального размера зерен (M_{01} -0,02 мм; M_{02} -0,1 мм).

Электронно-микроскопические исследования показали широкое развитие в породах аутигенного хлорита. Породы характеризуются настолько высокой степенью катагенетической переработки, что даже при увеличении электронного микроскопа бывает затруднительно разделить отдельные обломочные компоненты, выявить обособленные глинистые минералы и т.д.

Состав аллотигенной тяжелой минеральной фракции в породах на глубине 3234 м характеризуется высоким содержанием черных рудных - 42 %, минералов группы эпидота-цоизита - 21,7 %, граната - 33,3 % и турмалина - 6,6 %.

Состав глинистой фракции пород нижней части этого интервала - хлорит-гидрослюдистый (содержание гидрослюдов 70-80 %). С глубины 3240 м резко увеличивается содержание хлорита (от 35 до 58 %). По данным электронной микроскопии хлорит имеет аутигенное происхождение. Этот же интервал в целом характеризуется наибольшим содержанием криптокристаллических минеральных фаз вторичного генезиса.

Геохимические модули - модуль Страхова ((Fe+Mn)/Ti) и модуль Бострема (Al/(Al+Fe+Mn)), рассчитанные по данным спектрального анализа для пород нижней части разреза инда, указывают на участие эксгальвативного материала в осадконакоплении.

Содержание $C_{орг}$ в породах этой части инда наибольшее (до 2,8 %), генетический тип органического вещества (ОВ) затушеван катагенетическими процессами.

Пачка II (3000-2450 м). Породы схожи с нижезалегающими и представлены темно-серыми кремнисто-алевритистыми аргиллитами. Горизонтальная слоистость иногда подчеркнута скоплениями двустворок (посидоний), среди которых единичные – до 2-3 мм и, как исключение – до 5 мм. С глубины 2645 м в разрезе увеличивается доля алевролитов, в

которых обломочные зерна представлены кварцем, слюдой, тонким углефицированным и пиритизированным растительным детритом, встречаются измененные пирокластические обломки, размером до 0,2 мм. Из вторичных присутствуют глинистые минералы и карбонаты. При большом увеличении в составе матрикса породы диагностируется аморфный кремнезем.

Состав аллотигенной тяжелой минеральной фракции непостоянен. В породах на глубине 2860,3 м он характеризуется высоким содержанием черных рудных – 46,5 %, минералов группы хромшпинелидов – 18,4 %, в аутигенной минеральной фракции доминирует пирит – 84 %.

На глубине 2638,1 м в составе тяжелой аллотигенной фракции содержание минералов группы эпидота-цоизита составляет 22,7 %, черных рудных – 22,7 %, гранатов – 6,4 %. В составе аутигенной тяжелой фракции отмечается высокое содержание Ti – минералов – 30,9 % и железисто-карбонатных агрегатов – 43,8 %.

Состав глинистой фракции пород нижней части этого интервала – хлорит-гидрослюдистый (содержание гидрослюд 65-70 %). В ряде горизонтов установлен типичный для инда спорово-пыльцевой комплекс.

Пачка III (2450-2100 м). Породы представлены преимущественно горизонтально слоистыми кремнисто-песчано-глинистыми алевролитами и впервые появляющимися в значительном количестве глинисто-алевритовыми граувакковыми песчаниками. Появляются следы взмучивания и оползания осадка и косослоистые прослои. Модальность песчаной фракции 0,12-0,15 мм, алевритовой – 0,02-0,05 мм, отдельные обломочные зерна – до 0,25 мм. В составе песчаной фракции преобладает кварц и обломки пород, проявлены процессы хлоритизации, карбонатизации и окремнения. На глубине 2153,2 м микронзондовым анализом в матриксе породы зафиксировано содержание кремнезема более 47 %. Глинистая фракция – иллитовая (содержание иллита 75-90 %).

По органо-геохимическим данным (В.И. Петрова, ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»), интервал разреза 2145+8,6 м характеризуется повышенным содержанием в породе карбонатов (27 %), хлороформенного битумоида (0,0133 %), углеводородов (0,008 %), масел в составе Ахл (63 %), а также битумоида и углеводородов в групповом составе ОВ (соответственно 1,4 и 0,90 %). Различия с ближайшим горизонтом 2145+2,8 м отмечаются по всем органо-геохимическим характеристикам, но наиболее значительны они по составу битумоидов (содержание масел 63 % против 49 %) и углеводородов (Me-Nf/Ar 7,3 против 3,3).

По всему разрезу присутствуют типичные для инда миоспоры, детально охарактеризованные в работе Л.А. Фефиловой [Фефилова, 1999].

Пачка IV охватывает верхнюю часть разреза, выше 2100 м. Породы интервала представлены средне-крупнозернистыми алевролитами, переслаивающимися с аргиллитами и тонко-мелкозернистыми песчаниками, количество которых заметно увеличивается. Появляется довольно много красных и зеленых пород; есть прослои красных глин. В шламе встречается крошка каменного угля. Слоистость меняется от горизонтальной до косой (слабо наклоненные слойки с углами наклона менее 10°). Встречен слой (10 см) с текстурой оползания.

Преобладают горизонтально-слоистые песчанисто-алевритово-кремнистые аргиллиты с модальными размерами зерен 0,08-0,12 и 0,02-0,03 мм. В обломочной части преобладают кварц, слюды, есть плагиоклазы, обломки пород, единичные зерна глауконита, хлорита, микритовые зерна карбонатов, фосфатов. В составе обломочной части фиксируются сильно измененные зерна эффузивных пород (размер до 0,1 мм). На глубине 1847,5 м методами электронной микроскопии и микрозондового анализа выявлены обособленные компоненты – сферолиты, размером около 5 μm , углеродного состава и хлопьевидные агрегаты аморфного кремнезема, размером около 10 μm .

На глубине 1850,6 м в тяжелой аллотигенной фракции содержание моноклинных пироксенов 38 %, апатита – 17,9 %. Среди аутигенных фаз титан–содержащие неопределимые минералы составляют от 33 до 56 %, железисто-карбонатные агрегаты – до 25 %. В глинистой фракции присутствует до 40-50 % хлоритов.

В низах пачки до глубины 1585 м еще присутствует комплекс миоспор, характерных для инда. На глубине 500 м и выше обильны уже оленекские миоспоры.

В бóльшей средней части пачки органических остатков не обнаружено, поэтому граница индского и оленекского ярусов остается неясной. Условно она проводится на глубине 1500 м, выше последнего горизонта с индскими миоспорами.

Разрез в целом имеет четко проявленный регрессивный характер. Темная окраска пород, отсутствие грубообломочного материала, тончайшая горизонтальная слоистость (или отсутствие таковой), пиритизация пород, отсутствие бентосной фауны – все это свидетельствует о формировании осадков на значительной глубине в восстановительных условиях. Появление в верхней части разреза значительного количества мелкозернистых песчаников, слоев с косой и волнистой слоистостью, пестрых, преимущественно розовых и красных пород, свидетельствует о постепенном заполнении и обмелении бассейна

осадконакопления. Соответственно со сменой восстановительной обстановки на окислительную, происходит и постепенное уменьшение количества кремнезема в осадке. Если в низах разреза оно колеблется от 15 до 40 %, то в верхах не превышает 20 %, часто сокращаясь до 5 %.

История формирования Адмиралтейского поднятия

Поскольку во всех окружающих Южно-Баренцевскую впадину регионах (о. Новая Земля, Тимано-Печорская область, включая п-ов Канин) триасовые отложения являются континентальными (грубообломочными и песчаными), очевидно, что впадина является депоцентром осадконакопления. Мощность пермо-триасового комплекса в ней достигает 12 км [Геология..., 2004]. В то же время грубообломочных пород в нижнетриасовых отложениях Адмиралтейского поднятия, несмотря на огромную мощность, нет вообще. Эти особенности разреза могут быть удовлетворительно объяснены лишь при рассмотрении истории поднятия всего региона в палеозое – раннем мезозое.

В истории Адмиралтейского поднятия и его осадочного чехла четко выделяются три этапа: докаменноугольный, позднепалеозойский и раннетриасовый.

На протяжении первого этапа, продолжавшегося от ордовика (кембрия ?) до конца позднего девона, поднятие являлось частью Центрального блока о. Новая Земля и представляло собой горную страну с активно действовавшими вулканами. Об этом свидетельствует присутствие в самых западных разрезах на о. Новая Земля мощных, до 60 м пачек валунных конгломератов, в составе которых много валунов гранитов и кислых туфов. Эти конгломераты, присутствующие в отложениях от ордовика до девона (рис. 5), исчезают уже в 20-30 км восточнее берега о. Новая Земля, замещаясь песчаниками и алевролитами. Кислый состав изверженных пород и длительность магматической деятельности позволяют предполагать, что Адмиралтейское поднятие в это время являлось активной окраиной Восточно-Баренцевского остаточного океанического бассейна [Аплонов, Шмелев, Краснов, 1996; Богданов, 2004], напоминающего современное Черное море.

Второй этап охватывает карбон и пермь. К началу карбона ороген на Адмиралтейском поднятии размывается и на нем начинается карбонатное осадконакопление. Именно в это время, т.е. в начале карбона, в разрезах на о. Новая Земля исчезает терригенный материал, поступавший сюда с Адмиралтейского поднятия, и отлагается мощная, более 1000 м толща чистых известняков милинской свиты [Новая Земля..., 2004]. Карбонатная пачка этого возраста на Адмиралтейском поднятии не превышает 50 м.

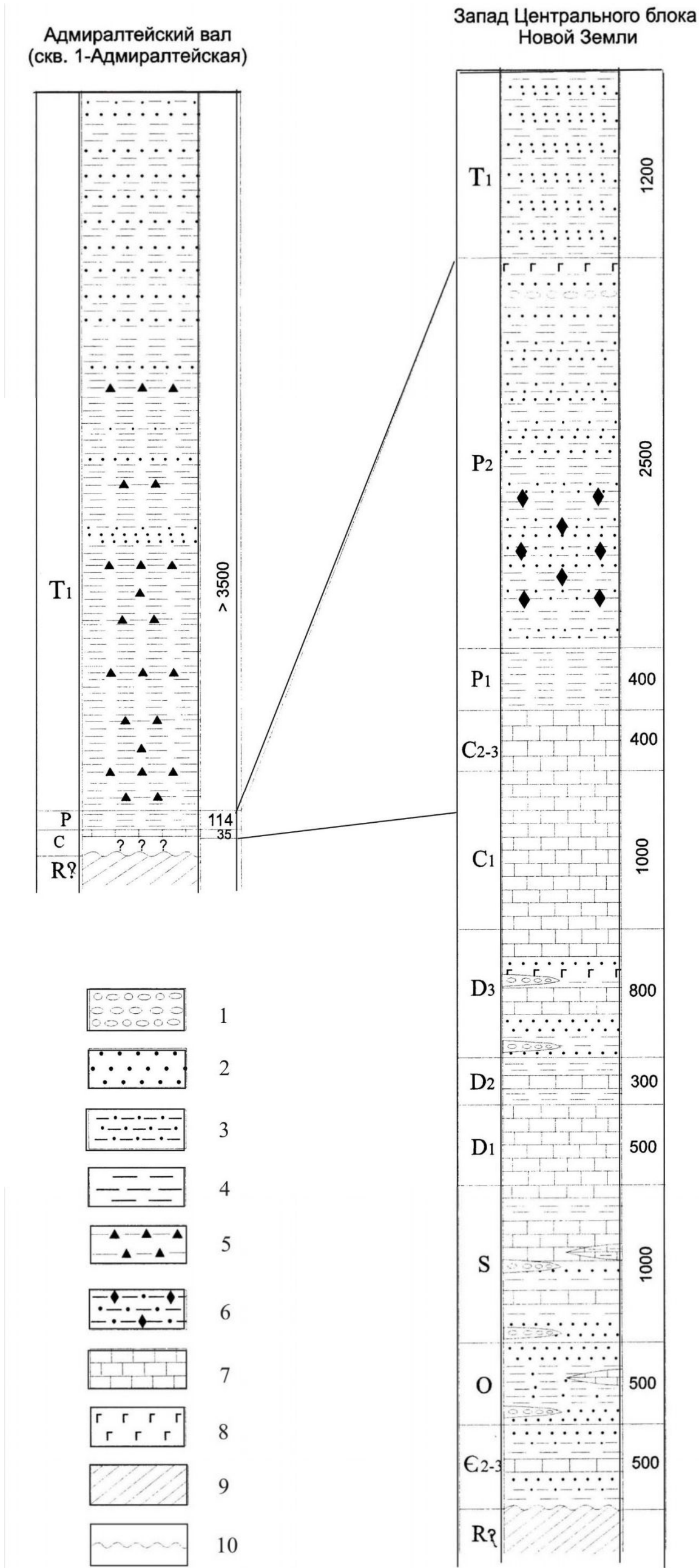


Рис. 5. Сопоставление разрезов палеозоя и нижнего триаса Адмиралтейского поднятия и западного побережья Центрального блока о. Новая Земля

1 – конгломераты; 2 – песчаники; 3 – алевриты; 4 – аргиллиты; 5 – кремнисто-глинистые породы; 6 – оолитостромы; 7 – известняки, доломиты; 8 – туфы базальтов; 9 – фундамент рифейского возраста; 10 – перерывы в осадконакоплении

Резкая смена кремнистых известняков терригенными, преимущественно кремнисто-глинистыми породами происходит, по-видимому, как и на Тимано-Печорской плите, в конце артинского века. Однако мощность пермских, преимущественно верхнепермских, отложений (около 100 м) остается ничтожной по сравнению с о. Новая Земля, где она достигает 3000 м, и ТПО, где мощность колеблется от 1,5 до 3 км. В примыкающей к поднятию с запада Южно-Баренцевской впадине мощность нерасчлененного пермо-триасового комплекса определяется в 10-12 км.

В целом, разрез карбона и перми, вскрытой скв. Адмиралтейская-1, очень напоминает разрезы этого возраста в ТПО и на о. Новая Земля (например, на западном побережье Центрального блока), сокращенные в 20-30 раз (!). В обоих регионах, как и в Адмиралтейском, разрезы являются двучленными. В нижней, каменноугольной – сакмарской части разрезов доминируют карбонаты. Начиная с артинского века, когда сюда начинает поступать терригенный материал с Уральского орогена, карбонатное осадконакопление постепенно подавляется терригенным.

Очевидно, что отсутствие песчаников и двадцатикратное сокращение мощности каменноугольно-пермских отложений свидетельствуют об их формировании на унаследованном от среднего палеозоя поднятии, располагавшемся среди более глубокого моря. В то же время тонкая параллельная слойчатость и полное отсутствие бентосной фауны обычны для пород, отлагавшихся ниже базиса волновой эрозии (см. рис. 5).

Третий этап охватывает весь ранний триас. В это время сформировалась описанная выше однородная мощнейшая, более 3500 м, кремнисто-тонкотерригенная толща. Большая часть ее отлагалась в глубоком море, о чем свидетельствуют отсутствие бентоса, тонкая горизонтальная слоистость и другие перечисленные выше признаки.

Глубина бассейна, по-видимому, измерялась километрами. М.Л. Верба [Верба, 1988], анализируя характер сейсмической записи на границе ТПО и Южно-Баренцевской впадины, на Куренцовской ступени, отметил, что здесь в раннем триасе происходит резкая смена континентальных отложений глубоководными морскими. На крутом склоне наблюдается серия подводных каньонов (рис. 6), опускающихся более чем на 3,5 км, что сопоставимо с мощностью нижнего триаса на Адмиралтейском поднятии. К концу раннего триаса морской бассейн постепенно заполняется. В отложениях оленекского яруса появляются косослоистые прослои – следы воздействия волн. Резко возрастает количество пестроцветных, в основном, красных пород – результат смены характерной для инда восстановительной обстановки окислительной.

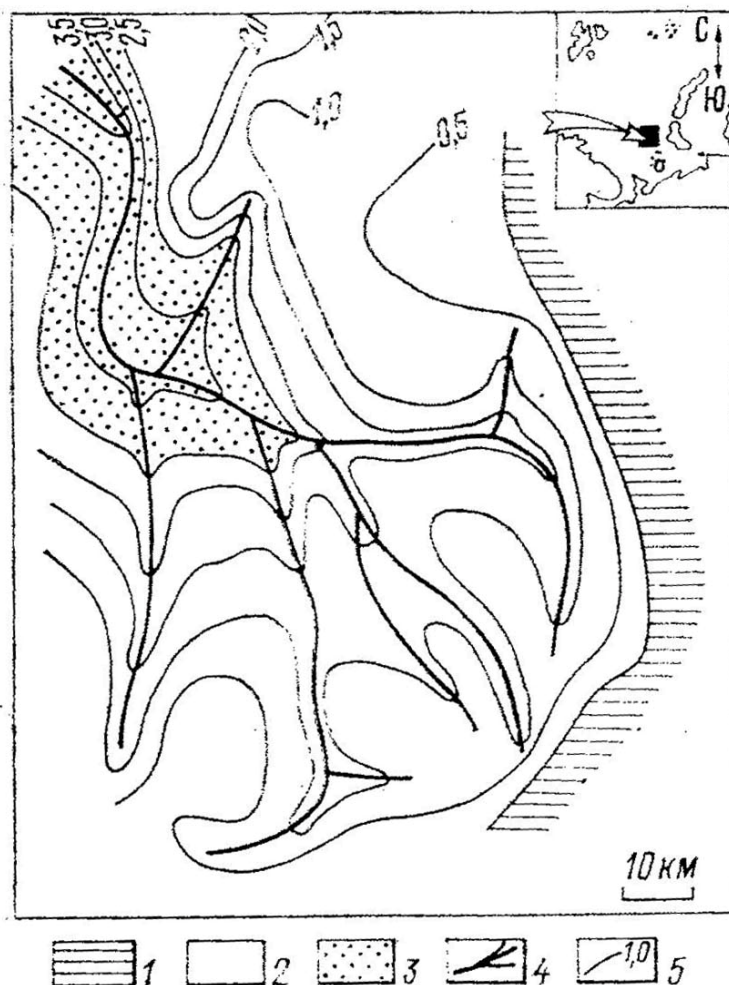


Рис. 6. Деталь строения Куренцовской ступени (по [Верба, 1988])

1 – шельф; 2 – континентальный склон; 3 – подножие; 4 – русла подводных каньонов; 5 – обобщенные изобаты.

Палеогеография Южно-Баренцевского региона в перми и триасе

Большая часть Южно-Баренцевского региона занята Южно-Баренцевской впадиной с мощностью чехла до 20 км. На юго-востоке она ограничена Куренцовской ступенью, отделяющей впадину от ТПО, мощность чехла на которой не превышает 6-8 км (рис. 7). На о. Новая Земля на продолжении Куренцовской ступени происходит смена типичных для ТПО маломощных верхнепермских мелководных отложений мощными, до 2,5 км, олистостромами [Повышева, Устрицкий, 1996].

Генезис впадины и строение нижне-среднепалеозойского чехла являются предметом дискуссии. Большинство связывает ее формирование с девонским рифтогенезом [Арктические моря, 2004; Шипилов, Тарасов, 1998]. Другие считают ее остатком древнего, ранне - или допалеозойского океана [Аплонов, Шмелев, Краснов, 1996; Богданов, 2004; Устрицкий, Павлов, Повышева, 2010]. Соответственно, различаются и представления о

характере осадков. Первые предполагают наличие во впадине палеозойского мелководного карбонатного комплекса, аналогичного известным на ТПО и перекрытого таким же мелководным терригенным пермотриасовым. Вторые прогнозируют распространение во впадине глубоководных отложений вплоть до конца индского века.

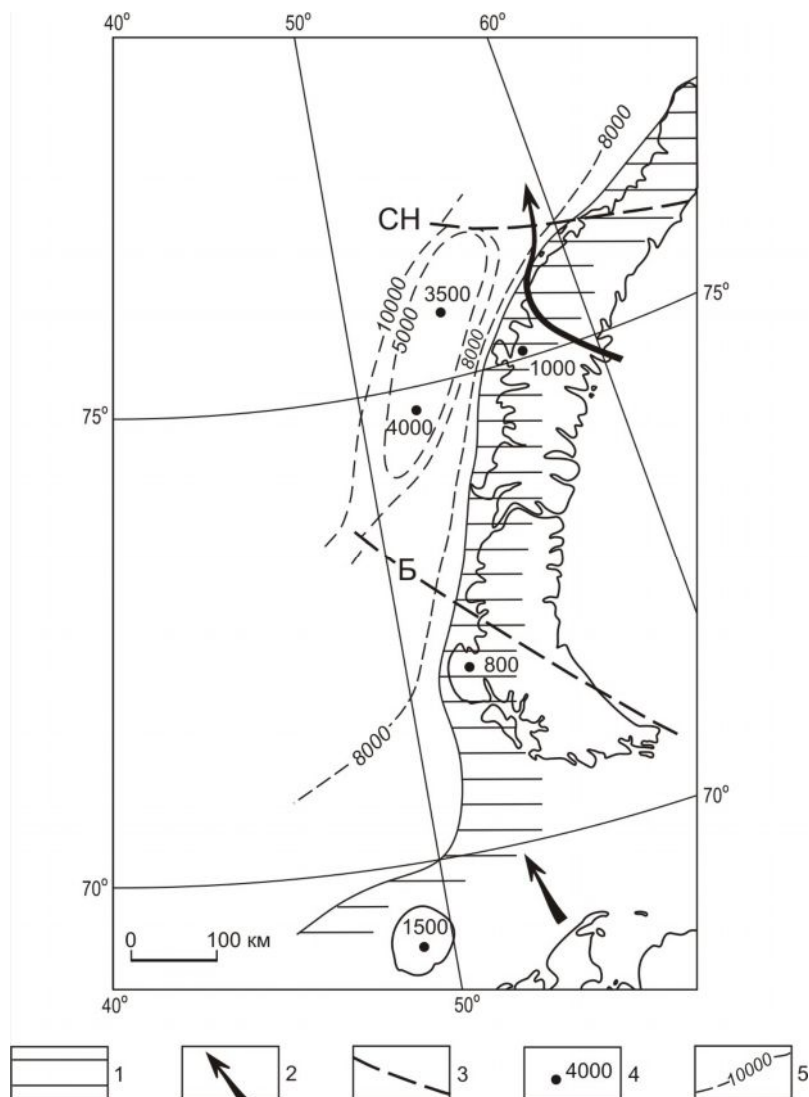


Рис. 7. Палеотектоническая схема Южно-Баренцевского региона в раннетриасовое время
1 – суша; 2 – направление сноса обломочного материала; 3 – основные сдвиги; Б – Байдарацкий; СН – Споро-Наволоцкий; 4 – мощность нижнего триаса по обнажениям и скважинам; то же по сейсмическим данным.

Прямых данных, которые бы позволили однозначно решить вопрос, до сих пор нет. Многочисленные сейсмические профили, пересекающие Куренцовскую ступень, интерпретируются недостаточно надежно, без учета неизбежно возникающих на границах принципиально различных структур фациальных изменений.

Ни одна из многочисленных скважин, пробуренных в Южно-Баренцевской впадине, кроме Адмиралтейской, не прошла нижний триас. Таким образом, лишь она может дать прямые данные о глубине бассейна и особенностях его развития.

В карбоне и части ранней перми Адмиралтейское поднятие располагалось в пределах мелководного бассейна Центрального блока о. Новая Земля, его наиболее стабильной области, о чем свидетельствует малая мощность карбонатов.

С артинского века начинается принос терригенного, пока еще глинистого материала с Урала и одновременное погружение Адмиралтейского блока, который, тем не менее, остается поднятием среди более глубокого моря.

Особенно четко это проявляется в уфимском веке, когда огромное количество грубого терригенного материала с Урала впервые доносится до границы ТПО – бровки шельфа, Куренцовской ступени. На Южном острове Новая Земля, на продолжении Куренцовской ступени в это время отлагается мощнейшая, не менее 2000-2500 м толща олистостромов, представляющая собой чередование несортированных, со следами оползания мутьевых потоков мощностью до 20-100 м каждый и пачек песчаников до 60 м мощности [Повышева, Устрицкий, 1996].

Ничего похожего на Адмиралтейском поднятии нет; этой толще, по-видимому, соответствует 16-метровая пачка глинистых алевролитов, залегающих среди кремнисто-глинистых пород. Очевидно, что это может быть возможным лишь в том случае, когда между Куренцовской ступенью и Адмиралтейским поднятием существовал значительно более глубокий бассейн, являвшийся ловушкой для грубого терригенного материала. На само поднятие поступает только тонкий материал из взвеси, поднимающейся при сползании мутьевых потоков. Учитывая, что ситуация не изменилась после накопления 2 км олистостромов, очевидно, что глубина позднепермского моря превышала эту цифру.

В конце перми – начале триаса в регионе происходят весьма существенные события. До самого конца перми море спорадически проникало на окраину ТПО, достигая Куренцовской ступени, о чем свидетельствуют находки характерной для татарского яруса морской фауны в скважинах на о. Колгуев и восточнее его. В конце перми море оставляет всю ТПО и индские отложения не содержат морских прослоев. В связи с этим резко возрастает количество терригенного материала, поступающего в Южно-Баренцевский глубокий морской бассейн. Характер верхнепермских и индских отложений весьма сходен. Отсутствие песчаных прослоев и преобладание кремнисто-глинистых пород на Адмиралтейском поднятии, осаждавшихся из взвеси, свидетельствует о том, что поднятие по-прежнему возвышалось над

дном бассейна (мелководные осадки появляются только в оленекском веке). В то же время резкое, почти двадцатикратное увеличение мощности (при сходстве фаций) индских осадков по сравнению с пермскими является показателем резкого увеличения приноса терригенного материала. Вероятно, большая часть терригенного комплекса в Южно-Баренцевской впадине, традиционно называемого пермотриасовым, относится к нижнему триасу.

Другое важнейшее событие произошло в конце перми – начале триаса около о. Новая Земля. В это время Адмиралтейское поднятие отделилось от нее, превратилось в самостоятельную структуру [Устрицкий, Павлов, Повышева, 2010]. Между ними возник рифтогенный прогиб Седова, глубокий, как и всякий рифтогенный прогиб. Рифтогенный характер прогиба подтверждается присутствием на западном берегу о. Новая Земля, на полуострове Адмиралтейства пачек спекшихся туфов, т.е. отлагавшихся непосредственно около очага извержения [Устрицкий, 1981]. Прослой пепловых туфов в низах триаса в скв. Адмиралтейская-1 отмечались Э.В. Шипиловым [Шипилов, 1998].

В начале индского века на о. Новая Земля, как и на юге Карского моря, морской режим осадконакопления сменился континентальным. Вынос колоссального количества терригенного материала происходил с востока, с эпигерцинских орогенов Таймыра и Западной Сибири через регион современной Южно-Карской впадины. Этот материал заполнял прогиб Седова и частично выносился в обход Адмиралтейского поднятия в Южно-Баренцевскую впадину. В составе обломочного материала здесь отмечается значительно большее количество кварца, свидетельствующее о размыве зрелой континентальной коры. Изучение состава микроэлементов показало, что в области размыва значительную роль играют островные дуги.

Можно полагать, что это обусловило существенное увеличение количества SiO_2 , поступающего в Южно-Баренцевскую впадину. За ее пределами в триасе Баренцевоморского региона пород, содержащих повышенное количество кремнезема, практически нет. Любопытно, что на Шпицбергене верхнепермские кремнистые породы, обычно называемые спиккулитами, распространены довольно широко, а в триасе доминируют обычные алевроито-глинистые породы, без повышенного содержания кремнезема.

Если присутствие в Южно-Баренцевской впадине огромного количества кремнезема может быть более или менее удовлетворительно объяснено, то способ его осаждения остается неясным. Известно, что подавляющее большинство кремнистых пород представляют осадки органогенные, образованные за счет планктона (радиоляриты, диатомиты). Реже в них встречается бентос (спиккулиты).

Однако, во всем трехкилометровом разрезе ни в обычных шлифах, ни под электронным микроскопом не удалось обнаружить никаких следов биоморфных компонентов (кроме мельчайших обломков растений и филлопод). Хотя породы довольно существенно изменены – до стадии МК₄, едва ли есть основания считать, что кремневые скелеты нацело, без остатка перекристаллизованы в процессе эпигенеза. Тем более, что ни в одной из многочисленных скважин, вскрывших триас на Баренцевом море, массовых скоплений планктона нет.

Маловероятным представляется и процесс замещения первичного карбонатного материала кремнистым в процессе эпигенеза. В палеозое ряда регионов Арктики (верхнепермская селандерская свита Шпицбергена, средне-верхнекаменноугольные отложения островов Врангеля и Жохова) такое замещение имеет место. Однако, при этом в сливном кремне, из которого состоят не только раковины, но и вмещающая порода, сохраняются мельчайшие детали не только скульптуры, но и внутреннего строения ископаемых (брахиоподы, фузулиниды), первичный карбонатный состав раковин которых не может вызывать сомнения.

Способ осаждения кремнезема остается неясным и, естественно, не может быть решен на ограниченном материале одной скважины. В настоящее время наиболее вероятным источником кремнезема представляется эксгальтивный материал, наличие которого в составе пород подтверждается аналитическими данными.

Нижнетриасовые отложения в южной части поднятия перекрываются средне- и верхнетриасовыми, вскрытыми Крестовой скважиной. По сейсмическим данным, локально присутствуют юрские породы. Интенсивные катагенетические изменения пород, достигающие стадии МК₄, позволяют предположить, что верхняя часть чехла была довольно мощной, но размыва в процессе кайнозойского апплифта.

Выводы

1. В одном пласте образце керна с глубины 3610 м обнаружены пермские аммоноидеи и богатый комплекс спор и пыльцы, который все специалисты считают раннетриасовым, индским. Вероятно, элементы индского яруса появляются еще в верхах яруса татарского. Это подтверждается и данными по о. Новая Земля. Здесь «триасовые» миоспоры появляются с основания Адмиралтейской свиты [Фефилова, 1999], нижняя часть которой по палеомагнитным данным уверенно относится еще к перми [Гуревич, Слауцитайс, 1984].

2. Нижнетриасовые отложения Адмиралтейского поднятия представляют собой типичный регрессивный ряд, от индских глубоководных до оленекских мелководных. Преобладание тонкотерригенно-кремнистых пород при полном отсутствии в индских

отложениях песчаного материала свидетельствует о том, что поднятие было таковым и в начале триаса. Грубый терригенный материал, в огромном количестве поступающий в Южно-Баренцевскую впадину с Урала и Южно-Карского региона, оседал в глубочайших прогибах, окружавших поднятие, т.е. в Южно-Баренцевской впадине и прогибе Седова. Глубина бассейна достигала здесь 3-4 км.

3. Восстановительный характер вод бассейна в индском веке, надежно установленный на Адмиралтейском поднятии, несомненно, был таковым и в окружающих поднятие впадинах. Очевидно, мощнейшие индские отложения Южно-Баренцевской впадины можно рассматривать как нефтематеринские, что повышает перспективы бортов впадины, куда углеводороды неизбежно должны были бы мигрировать по мере погружения региона.

Литература

Аглонов С.В., Шмелев Г.Б., Краснов Д.К. Геодинамика Баренцево-Карского шельфа (по геофизическим данным) // Геотектоника. – 1996. - № 4. - С. 58-76.

Богданов Н.А. Тектоника Арктического океана // Геотектоника. – 2004. - № 3. - С. 13-30.

Верба М.Л. Баренцевская шельфовая плита. – Л.: Недра. - 1988. - Т. 196. - 263 с.

Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря. – СПб.: ВСЕГЕИ. - 2004. - 468 с.

Гуревич Е.А., Слауцитайс И.П. Палеомагнитный разрез верхнепермских и триасовых отложений о. Новая Земля // Изв. АН СССР, сер. Геол. – 1984. - № 10. - С. 42-50.

Новая Земля и остров Вайгач. Геологическое строение и металлогения // Труды НИИГА – ВНИИОкеангеология. – 2004. - Т. 205. - 174 с.

Павлов С.П. Нефтегазоносный потенциал триасовых и верхнемеловых отложений южной периклинали Адмиралтейского вала // Разведка и охрана недр. – 2007. - № 9. - С. 52-55.

Повышева Л.Г., Устрицкий В.И. Пермские отложения Новой Земли // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1996. - Т. 4. - № 5. - С. 25-34.

Устрицкий В.И. Триасовые и верхнепермские отложения полуострова Адмиралтейства (Новая Земля) // Литология и палеогеография Баренцева и Карского морей. - Л.: НИИГА. – 1981. - С. 55-65.

Устрицкий В.И., Павлов С.П., Повышева Л.Г. История формирования современной структуры Новой Земли и Адмиралтейского поднятия // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. – СПб. – 2010. - Вып. 7. - С. 48-55.

Фефилова Л.А. Палиннофлора на границе перми и триаса Западной Арктики России // Докл. межд. симпозиума «Верхнепермские стратотипы Поволжья». - М.: ГЕОС. – 1999. - С. 116-125.

Черкесов О.В., Касаткина Е.А. Граница между пермью и триасом на Новой Земле // Новая Земля на ранних этапах геологического развития. - Л.: ПГО «Севморгеология». – 1984. - С. 122-126.

Шипилов Э.В., Тарасов Г.А. Региональная геология нефтегазоносных осадочных бассейнов Западно-Арктического шельфа России. - Апатиты, КНЦ РАН. – 1998. - 306 с.

Ustritskiy V.I., Tugarova M.A.

I.S. Gramberg All-Russia Research Institute for Geology and Mineral Resources of the World Ocean (VNIIOkeangeologiya), St. Petersburg, Russia, tugarova@mail.ru

BARENTS SEA - PERMIAN AND TRIASSIC REFERENCE SECTION, ENCOUNTERED BY THE WELL ADMIRALTEYSKAYA-1

A detailed description of the sedimentary section encountered by well Admiralteyskaya-1 is presented. Some aspects of the tectonic history of the uplift, paleogeographic and lithogenetic features of the formation of sedimentary cover are provided on the basis of analysis of corroborated geological data on Admiralteyskoe uplift and adjacent areas.

Key words: litho-stratigraphy, paleotectonics, Permian, Triassic, Admiralteyskoe uplift, the Barents Sea.

References

Aplonov S.V., Shmelev G.B., Krasnov D.K. *Geodinamika Barentsevo-Karskogo shel'fa (po geofizicheskim dannym)* [Geodynamics of the Barents-Kara shelf (based on geophysical data)]. Geotektonika, 1996, no. 4, p. 58-76.

Bogdanov N.A. *Tektonika Arkticheskogo okeana* [Tectonics of the Arctic Ocean]. Geotektonika, 2004, no. 3, p. 13-30.

Cherkesov O.V., Kasatkina E.A. *Granitsa mezhdru perm'yu i triasom na Novoy Zemle* [The boundary between the Permian and Triassic on Novaya Zemlya Island]. Novaya Zemlya na rannikh etapakh geologicheskogo razvitiya. Leningrad: Sevmorgeologiya, 1984, p. 122-126.

Fefilova L.A. *Palinnoflora na granitse permii i triasy Zapadnoy Arktiki Rossii* [Paline-flora at the Permian-Triassic boundary of the Western Arctic Russia]. Report on international simposium «Verkhnepermiskie stratotipy Povolzh'ya». Moscow: GEOS, 1999, p. 116-125.

Geologiya i poleznye iskopaemye Rossii. V shesti tomakh. T. 5. Arkticheskie i dal'nevostochnye morya. Kn. 1. Arkticheskie morya [Geology and Mineral Resources of Russia. In six volumes. Vol. 5. Arctic and Far Eastern seas. Book 1. Arctic Sea]. Saint Petersburg: VSEGEI, 2004, 468 p.

Gurevich E.A., Slautsitays I.P. *Paleomagnetnyy razrez verkhnepermiskikh i triasovykh otlozheniy o. Novaya Zemlya* [Paleomagnetic section of the Upper Permian and Triassic sediments of Novaya Zemlya Island]. Izv. AN SSSR, ser. Geol., 1984, no. 10, p. 42-50.

Novaya Zemlya i ostrov Vaygach. Geologicheskoe stroenie i metallogeniya [Novaya Zemlya Island and Vaygach Island. Geology and metallogeny]. Trudy NIIGA – VNIIOkeangeologiya, 2004, vol. 205, 174 p.

Pavlov S.P. *Neftegazonosnyy potentsial triasovykh i verkhnelovovykh otlozheniy yuzhnoy periklinali Admiralteyskogo vala* [Oil and gas potential of the Triassic and Upper Cretaceous sediments of southern Admiralteysky shaft]. Razvedka i okhrana neдр, 2007, no. 9, p. 52-55.

Povyshcheva L.G., Ustritskiy V.I. *Permskie otlozheniya Novoy Zemli* [Permian deposits of Novaya Zemlya Island]. Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya, 1996, vol. 4, no. 5, p. 25-34.

Shipilov E.V., Tarasov G.A. *Regional'naya geologiya neftegazonosnykh osadochnykh basseynov Zapadno-Arkticheskogo shel'fa Rossii* [Regional geology of oil and gas bearing sedimentary basins in the Western Arctic shelf of Russia]. Apatity, KNTs RAN, 1998, 306 p.

Ustritskiy V.I. *Triasovye i verkhnepermiskie otlozheniya poluostrova Admiralteystva (Novaya Zemlya)* [Upper Permian and Triassic sediments of the peninsula Admiralteystva (Novaya Zemlya Island)]. Litologiya i paleogeografiya Barentseva i Karskogo morey. Leningrad: NIIGA, 1981, p. 55-65.

Ustritskiy V.I., Pavlov S.P., Povyshcheva L.G. *Istoriya formirovaniya sovremennoy struktury Novoy Zemli i Admiralteyskogo podnyatiya* [The history of the modern structure formation of Novaya Zemlya Island and Admiralteysky shaft]. Geologo-geofizicheskie kharakteristiki litosfery Arkticheskogo regiona. Saint Petersburg, 2010, issue 7, p. 48-55.

Verba M.L. *Barentsevsкая shel'fovaya plita* [Barents shelf plate]. Leningrad: Nedra, 1988, vol. 196, 263 p.

© Устрицкий В.И., Тугарова М.А., 2013