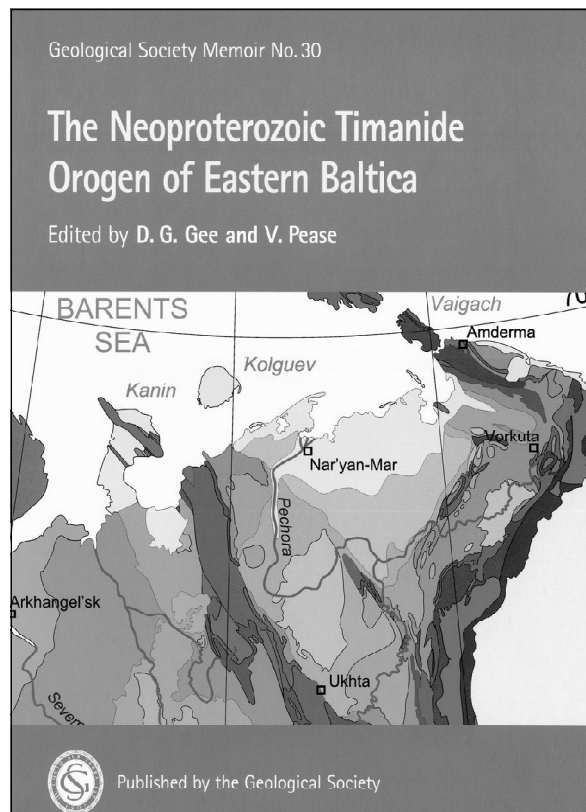


В МИРЕ КНИГ
IN THE BOOK WORLD

НОВАЯ КРУПНАЯ РАБОТА В ОБЛАСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОТЕКТОНИКИ

В самом конце 2004 г. в серии ученых записок Лондонского геологического общества увидела свет крупная монография¹, посвященная анализу строения и особенностей формирования Тиманского неопротерозойского орогена на восточной периферии палеоконтинента Балтика. Книга, объемом более 250 страниц, объединяет 17 статей ведущих российских и западноевропейских специалистов, сгруппированные в 5 разделов. Как указывают во введении редакторы книги Д. Джи и В. Пиз, она была задумана во время исследований по программе ЕВРОПРОБА, направленных на реконструкцию особенностей эволюции уральского орогена и его взаимоотношений со структурами Арктики.

В связи с этим уместно сделать некоторые пояснения, касающиеся программы ЕВРОПРОБА. Программа возникла в середине 1980-х гг. (стартовой точкой считается 27 Международный Геологический Конгресс в Москве), но существенный импульс к развитию получила в начале следующего десятилетия, в рамках более крупной программы Литосфера, будучи поддержана Европейским Научным Фондом (ESF). С начала 1992 г. ЕВРОПРОБА курировала 4 главных международных проекта по геологии Европы, и среди них «Уралиды и Варисциды». Последний вскоре стал как бы надпроектом, разделившись на самостоятельные проекты, в том числе, Уралиды. В течение 10 лет действия Проекта (1992-2001 гг.) на Урале работало большое количество интернациональных групп исследователей, в которые входили, наряду с российскими, ученые из Германии, Англии, Франции, Швеции, США и др., получавшие финансовую поддержку от целого ряда национальных спонсирующих организаций. Были задействованы значительные ресурсы западных ис-



следовательских лабораторий, особенно в части изотопного анализа, геохимии и геофизики. В конечном итоге достигнут существенный прогресс в понимании глубинного строения, петрологии вулканогенных и плутонических пород, метаморфизма, геохимии, металлогении и геодинамики Урала. Опубликовано три монографических сборника научных трудов по Уралидам², а также большое количество (намного более сотни) статей в ведущих российских и зарубежных журналах. Направляя основные усилия на разработку проблем структуры и геологической истории Уральского орогена, исследователи, тем не менее, не могли обойти и вопросы, касаю-

¹ The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica / D.G. Gee, V. Pease (eds). Geol. Soc. Memoir. № 30. London, 2004. 248 p.

² EUROPROBE'S Uralides Project // Tectonophysics. 1997. V. 276. № 1-4; The understanding of the orogenic evolution of the Southern Urals / F.M. Meyer, A.F.M. Kisters (eds). Geol. Rundsch. 1999. V. 87. P. 467-632; Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present / D. Brown, C. Juhlin, V. Puchkov (eds). AGU Geophys. Monograph Ser. 2002. V. 132. 288 p.

щиеся предыстории доуралид. Новый материал все более убеждал в правоте тех геологов, которые давно уже говорили о том, что уральскому орогену предшествовал доуральский (доуралиды, байкалиды, тиманиды), возникший в конце неопротерозоя. Наконец, в октябре 2000 г. под эгидой ИНТАС и ЕВРОПРОБы в Санкт-Петербурге состоялось объединенное рабочее совещание по двум «родственным», отчасти комплементарным проектам: Уралиды и ТИМПЕБАР (Тиман-Печора-Баренция). Проект Уралиды был уже почти завершен, в то время как новый проект, ТИМПЕБАР, наоборот, только начинался, несмотря на близящееся прекращение деятельности ЕВРОПРОБы в целом. Через год в Москве состоялось заключительное заседание ЕВРОПРОБы, проект же ТИМПЕБАР, напротив, набирал силы, будучи поддержан грантами. Рецензируемая монография подводит итог исследованиям по этому проекту.

Типовая область развития тиманид расположена в пределах Тиманского кряжа на северо-западе России; она отделяет Восточно-Европейский кратон от Печорского бассейна и Полярного Урала. Однако Тиманский ороген *sensu lato* значительно обширнее: современный Тиманский кряж отвечает лишь части его форланда; сам же ороген прослеживается на расстояние, по крайней мере, 3000 км от южной части Урала на границе с Казахстаном до Варангерского п-ова северного окончания Норвегии, образуя восточную границу древнего кратона. От Тиманского кряжа он прослеживается также и вкрест простирания, далеко на северо-восток, под мощными фанерозойскими последовательностями Печорского бассейна и шельфа Баренцева моря. Слагающие его комплексы появляются на дневной поверхности на Урале и севернее – в отдельных антиклинальных структурах Пай-Хоя и Новой Земли. Таким образом, тиманская орогения затронула обширную часть северо-запада России. Фанерозойский чехол, области арктического шельфа и деформации уралид существенно маскируют важность тиманского орогенного события для понимания геодинамической эволюции Европы.

Тиманский ороген назывался по-разному. Н.П. Херасковым в свое время было предложено выделять на Урале «доуралиды»; однако наиболее часто использовался термин

«байкалиды». Термин «байкальская орогения», с типовой областью вдоль южной границы Сибирского кратона, был введен Я.С. Эйдельштейном (1923) и активно использован Н.С. Шатским (с 1932). Последний является автором термина «тиманиды», в применении к древним складчатым структурам Тимана, прослеживающимся на Южный Урал (Шатский, 1946), однако позже он посчитал, что термин «байкальская орогения» является более универсальным. Иерархия этих терминов была обозначена следующим образом: «В Европейской части Советского Союза к байкалидам относятся тиманиды» (Шатский, 1957). В классической трактовке Н.С. Шатского, начало байкальской орогении уходит довольно глубоко в поздний докембрий, а завершение произошло в раннем палеозое. Другие авторы, например В.В. Хоментовский (2002), предпочитают ограничивать байкальские события неопротерозоем, исключая венд (интервал времени 850–650 Ma). Для того чтобы избежать путаницы, мы используем термин «тиманская» орогения для описания поздне-неопротерозойских тектонических событий, документируемых вдоль восточной границы Восточно-Европейского кратона, так как они лучше всего проявлены в Тимано-Печорском регионе. Использование значительно более широкого по времени и менее определенного термина «байкалиды» предпочтительно для тектонических событий в Сибири.

На протяжении большей части конца XX в. доминирующей гипотезой эволюции северо-восточной Европы было объяснение тиманской тектоно-термальной активности в терминах инверсии в развитии рифтового бассейна (авлакогена). Было показано, что мощные неопротерозойские и, частью, мезопротерозойские осадочные последовательности залегают на блоках более древней докембрийской коры, которые ранее являлись частью архейского и палеопротерозойского ядра Европы. Новейшие данные подтверждают это. Вместе с тем, надо иметь в виду, что представление об авлакогене исходит из сведений (оказавшихся неверными) о древней жесткой глыбе Пыткова Камня в Большеземельской тундре, отклонившей к востоку складчатые структуры Урала (А.П. Карпинский). Развивая эту традиционную точку зрения, Н. Штилле (1958) предполагал, что тиманиды являлись результатом деформаций

между Фенноскандийским кратоном и другим возможным континентом, который он назвал Баренцией. Последующие геофизические исследования, в частности, изучение потенциальных полей, а также и сейсмические работы, позволили считать, что рассматриваемый регион характеризуется более сложным строением. В работах Р.А. Гафарова, В.С. Журавлева, В.Н. Пучкова было показано, что структуры фундамента Тимано-Печорской провинции, отражающиеся в магнитных аномалиях, прекрасно увязываются со структурами Центрально-Уральской зоны, несмотря на искажения, вызванные наложенными структурами уралид (в этой связи приходится высказать сожаление, что в рецензируемой книге не нашлось места для цветной схемы магнитного поля Восточно-Европейской платформы и Урала, где очень наглядно можно было бы показать эти взаимоотношения и избежать некоторых неточностей в определении границ и простираций частных структурных зон Большеземельской тундры).

Большое значение для выработки современных представлений о тектонике Тимана имели работы В.Г. Оловянишникова (1998 и более ранние, опубликованные в 1970-80-е гг.). В.Н. Пучковым (1975) впервые обоснована идея о фациальной зональности докембрийских толщ Тимана и описана вендская моласса в Лаптопайском межгорном прогибе северо-западного простираения на Приполярном Урале. Глубокое бурение (примерно до 5 км) в пределах Печорского бассейна дало убедительные доказательства (Белякова, Степаненко, 1991) того, что преимущественно турбидитовые последовательности Тиманского кряжа ограничены с северо-востока широким поясом изверженных пород. Было показано, что позднепротерозойские вулканиты и граниты прослеживаются в сторону хинтерланда, вплоть до Полярного Урала. Позднепротерозойские офиолиты, хотя и в заметной степени фрагментированные, были описаны на Полярном Урале (Душин, 1997; Язева, 1997). Было также продемонстрировано (Пучков, 1997), что во всей восточной части Башкирского антиклинория, в отличие от западной,

палеозойские отложения залегают на протерозойских с угловым несогласием, и, таким образом, здесь несомненно прослеживаются не только реликты форланда доуральского орогена, но и граница их с платформой. Отмеченное В.Н. Пучковым близкое сходство тиманид с кадомидами послужило одним из оснований для того, чтобы отказаться от выделения здесь байкальской складчатости. Затем, в результате совместных работ с немецкими геологами по проекту «Уралиды» (Glasmacher et al., 1999, 2001; Giese et al., 1999; Willner et al., 2001, и др.), появились новые изотопно-геохронологические и минералогические данные, давшие этим представлениям дальнейшее подтверждение. Таким образом, несмотря на возражения скептиков (Иванов, Русин, 2000), еще до начала проекта ТИМПЕБАР, а частично, уже в ходе выполнения проекта ЕВРОПРОБА, были получены новые материалы, которые свидетельствовали в пользу существования тиманского аккреционного орогена, на эродированных корнях которого накапливались впоследствии ранне- и среднепалеозойские формации платформенного, рифтового и пассивно-окраинного типа, ограничивающие Уральский палеоокеан.

Приведенные в рецензируемом томе сведения о результатах изучения тиманид организованы таким образом, чтобы дать полный и последовательный обзор орогена. Первые три статьи, сгруппированные в раздел «**Доорогенные последовательности и форландовые бассейны**», посвящены анализу строения и особенностей развития дотиманской рифтогенной окраины Восточно-Европейского кратона. Д. Робертс с соавторами³ анализируют здесь неопротерозойские глубоководные склоново-бассейновые осадочные последовательности, обнаженные на значительной части территории Тиманского кряжа, северо-восточнее маркированной крупным разломом границы бассейновой и перикратонной областей. Установлено, что глубоководные седиментационные системы п-ова Канин (микулкинская, тархановская и табуевская серии) и Тимана (румяничная, малочернореченская и ямбозерская свиты барминской серии; быст-

³ Roberts D., Siedlecka A., Olovyanishnikov V.G. Neoproterozoic, passive-margin, sedimentary systems of the Kanim Peninsula, and northern and central Timan, NW Russia // The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica. Geol. Soc. Memoir. № 30. London, 2004. p. 5-17.

ринская и вымская серии) имеют сходную структурную позицию и достигают значительной (до 10000 м) мощности. Однако, несмотря на то, что эти осадочные последовательности накапливались вдоль относительно стабильной пассивной окраины Балтики, они имеют значительные вариации в осадочных фациях от района к району. Это дает авторам основание предполагать, что накопление названных последовательностей, даже в рядом расположенных районах (например, на п-ове Канин и в Северном Тимане), не было синхронным. В канинском сегменте пассивной окраины осадконакопление контролировалось разломами, тогда как в северотиманском сегменте седиментация осуществлялась в заметно более стабильных условиях на фоне более или менее равномерного прогибания. Сравнение глубоководных неопротерозойских седиментационных систем, реконструированных на северо-западе Тиманско-Варангерского пояса, п-ове Канин и северном Тимане, позволило авторам прийти к выводу о значительных вариациях топографии и стилей развития различных сегментов северо-восточной пассивной окраины Балтики, общая протяженность которой достигает почти 1800 км.

Статья А.В. Маслова⁴ посвящена обзору строения и состава рифейских и вендских осадочных последовательностей Волго-Уральской области, Южного, Среднего, Северного и Полярного Урала, Полюдова кряжа, а также Тимано-Печорской области. Анализ лито-фациальной зональности отложений позволил автору сделать вывод о накоплении мезопротерозойских отложений в сравнительно небольших эпикратонных рифтогенно-депрессивных бассейнах, тогда как архитектура осадочных образований неопротерозоя позволяет предполагать их накопление в перикратонных обстановках. В позднем рифее на востоке Восточно-Европейского кратона реконструируются две крупные области осадконакопления: на Южном и Среднем Урале, а также Полюдовом кряже формировались преимущественно мелководно-морские терригенные и карбонатные последовательности, а севернее, в Тимано-Печорской области, наряду

с ними были развиты глубоководные турбидитовые разрезы (см. статью Д. Робертса и др.). Вендские отложения западного склона Урала представлены преимущественно осадками внутреннего шельфа, а в некоторых регионах – и грубообломочными отложениями предгорных конусов выноса, источниками кластики для которых выступали расположенные на востоке поднятия.

Д.В. Гражданкин⁵ рассматривает особенности эволюции процессов поздневендской седиментации в Мезенском бассейне. Показано, что все наблюдаемые на северо-востоке Восточно-Европейского кратона особенности накопления вендских осадочных последовательностей наиболее логично могут быть объяснены на основе достаточно хорошо известных закономерностей седиментации в дистальных частях форландовых бассейнов. Установленная автором архитектура вендских отложений указывает на приуроченность зон с высокими темпами седиментации и прогибания к северо-восточному краю Мезенского бассейна, располагавшемуся перед фронтом Тимано-Уральского орогена. Минимальные скорости осадконакопления были характерны в это время для северных и центральных районов Московской синеклизы. На основе детального седиментологического изучения силикокластических последовательностей венда в юго-восточном Беломорье автором показано присутствие в них широкого спектра литофаций, последовательность которых демонстрирует постепенную смену осадков низкоэнергетического илистого шельфа отложениями обширной дельтовой равнины. Относительно простая геометрия седиментационных тел и отсутствие каких-либо сложных структурных форм позволяет предполагать, что вендские осадочные последовательности Мезенского бассейна образованы продуктами эрозии выведенного к дневной поверхности постколлизийного тиманского хинтерланда. Время этих событий датировано возрастом поздне- и постколлизийных гранитов, слагающих фундамент хинтерланда (550-560 млн. лет) и временем проявления раннего диагенеза погружения (~ 560 млн. лет), что хорошо совпадает

⁴ Maslov A.V. Riphean and Vendian sedimentary sequences of the Timanides and Uralides, the eastern periphery of the East European Craton // Ibid, p. 19-35.

⁵ Grazhdankin D. Late Neoproterozoic sedimentation in the Timan foreland // Ibid, p. 37-46.

с U–Pb датировками (558 ± 1 и $555,3 \pm 0,3$ млн. лет) цирконов из вулканических туфов, пролои которых присутствуют в разрезе венда юго-восточного Беломорья. Важно и то, что автором установлена ориентировка индикаторов палеотечений в отложениях продельты, приустьевых дельтовых баров и дельтовой равнины, указывающая на привнос кластики в Мезенский бассейн с северо-востока.

В разделе «Складчато-надвиговый пояс тиманид» проанализированы структурные и тектонические особенности развития тиманского орогена, приведены новые данные о высокометаморфизованных комплексах п-ва Канин и возрасте щелочных магматитов северного Тимана. В статье Д. Робертса и В.Г. Оловянишникова⁶ показано, что северо-восточная окраина Восточно-Европейского кратона развивалась с конца мезопротерозоя до конца неопротерозоя в пассивном режиме растяжения. Растягивающие усилия способствовали появлению множества глубоких разломов северо-западной ориентировки. Один из таких разломов функционировал как структура, разделявшая примерно с начала среднего рифея области платформенной и глубоко-водной седиментации – две принципиально различные области северо-восточной пассивной окраины Восточно-Европейского кратона. В фундаменте расположенного северо-восточнее Печорского бассейна глубокими скважинами вскрыты позднерифейские магматические островодужные и бимодальные вулканогенные комплексы. Это дает основание считать, что в позднем рифее на рассматриваемой территории функционировала достаточно зрелая субдукционная система. Сведения о присутствующих в тех же скважинах поздневендских известково-щелочных гранитах и диоритах указывают на изменение полярности субдукции, которая приобрела падение под континент, что знаменовало смену пассивных обстановок активными и привело к тиманской орогении. Фрагменты связанных с островодужными комплексами офиолитов позднего рифея (670 ± 5 млн. лет, U–Pb метод по цирконам) известны здесь только в хр. Енганэ-Пэ на Полярном Урале, однако большинство исследователей предпола-

гают, что океанические спрединговые ассоциации существовали примерно в это же время в современной Варандей-Адзвинской зоне, где по геофизическим данным присутствуют значительные объемы основных и ультраосновных пород. Возможно, эта зона прослеживалась и до южной оконечности Новой Земли. Пик тектоно-термальных событий в Тимано-Варангерском поясе, как это следует из данных изотопного датирования, пришелся на период 600–570 млн. лет. По мнению авторов статьи, возрастные рамки тиманской орогении сходны с авалонско-кадомскими событиями на востоке Северной Америки, в западной и центральной Европе.

На большей обнаженной на дневной поверхности части Тиманского орогена степень метаморфических преобразований не превышает зеленосланцевой фации. И только на полуострове Канин и самой северной части Тимана, а также в керне скважин, вскрывших фундамент Печорского бассейна, известны породы, претерпевшие метаморфические изменения на уровне амфиболитовой фации.

В статье Х. Лоренца с соавторами⁷ даны новые оценки P–T условий метаморфизма на основе гранат-биотитовой геотермометрии и GASP геобарометрии по высокометаморфизованным породам п-ова Канин, а также обсуждается новая модель структурной эволюции на юго-востоке п-ва Канин. По данным авторов, последняя включает две стадии. Установлено, что изоклиальная складчатость тесно связана с метаморфизмом высоких ступеней и образованием покровных структур, таких как, например, Миккулкинская антиформа, образованных во время напользания аллохтонов на континентальную окраину. Пиковые рамки метаморфических событий в юго-восточной части п-ва Канин оцениваются примерно в 0,72 ГПа и $\sim 610^\circ\text{C}$, что указывает на глубины, по крайней мере, в 25 км, достигнутые в результате суммирования надвиговых дислокаций (вертикальной аккреции) во время орогении. Полученные в результате исследований новые данные свидетельствуют, что высокobarический региональный метаморфизм не ограничен только Канино-Тиманской

⁶ Roberts D., Olovyanishnikov V. Structural and tectonic development of the Timanide orogen // Ibid, p. 47-57.

⁷ Lorenz H., Pystin A.M., Olovyanishnikov V.G., Gee D.G. Neoproterozoic high-grade metamorphism of the Kanin Peninsula, Timanide Orogen, northern Russia // Ibid, p. 59-68.

зоной, и этот вывод имеет принципиальное значение при интерпретации геофизических материалов по Печорскому бассейну и акватории Баренцева моря, так как высокоскоростные комплексы, часто интерпретируемые здесь как дорифейский фундамент, могут быть сложены неопротерозойскими и мезопротерозойскими породами. Добавим, что при прослеживании докембрийских метаморфических комплексов вдоль простирания тиманид на Урал обнаруживаются другие обнаженные области высокоградного докембрийского метаморфизма – Кваркушский, описанный, в частности, М. Бекхольмен и Й. Глодни в данной монографии¹², Златоустовский и Белорецкий комплексы. Принадлежность последнего тиманидам доказана работами З.М. Ротару (по результатам съемки м-ба 1 : 50 000), А.А. Алексеева, U. Glasmacher et al. и др.

Предположительно неопротерозойские турбидитовые последовательности, обнажающиеся на тиманском побережье Баренцева моря, прорваны доорогенными долеритами и крупными телами габбро, гранитов и сиенитов, в том числе нефелиновых. Датирование цирконов из этих массивов, выполненное А.Н. Ларионовым с соавторами⁸, позволило получить методически надежные возраста, локализованные в весьма узком интервале (617-613 млн. лет). Отчетливо выраженный щелочной характер рассматриваемых образований позволил авторам предполагать, что они связаны с финальной фазой процессов растяжения коры, имевшей место непосредственно перед началом тиманских деформаций (сходные по составу вендские щелочные габброиды известны также и на западном склоне Среднего и Южного Урала). Суммирование всех известных в настоящее время изотопных датировок позволило авторам предложить более сложную, нежели ранее, модель эволюции, в которой ранневендский метаморфизм отделен от тиманской орогении, начавшейся 610 млн. лет назад (или немного позже), северотиманским эпизодом растяжения. Привлечение изотопных данных по поздней и посторогенным гранитам из фундамента Пе-

чорского бассейна позволило сделать вывод, что главная фаза тиманской орогении имела место примерно 610-560 млн. лет назад.

Раздел «Тиманский хинтерланд» включает статьи, посвященные анализу поздне-неопротерозойского магматизма в фундаменте Печорской плиты, островодужных ассоциаций Полярного Урала, возрасту протолита эклогитов марун-кеуского комплекса и общим вопросам до- и раннеуральской эволюции северо-восточной континентальной окраины Европы, а также голубосланцевому метаморфизму Кваркушского плато. Впрочем, вряд ли Кваркуш следует относить к хинтерланду, скорее уж – к форланду: на его территории не выделяется глубоководных отложений; все они характеризуются сравнительно слабым вулканизмом рифтового характера и могут рассматриваться как перикратонные (ср. со статьей А.В. Маслова).

Изучение уникальной коллекции керна глубоких (до 4,5 км) скважин, расположенных в Печорской впадине, позволило В. Пиз с соавторами⁹ показать, что докембрийский фундамент представлен здесь преимущественно неопротерозойскими метаосадочными и магматическими комплексами, подвергшимися различным деформациям и метаморфизму. Эти комплексы прорваны гранитоидами с возрастом 557±6 млн. лет, которые также обнаруживают признаки деформаций. Петро- и геохимические особенности пород, а также полученные авторами новые Sm-Nd и Rb-Sr изотопные данные, позволяют рассматривать эти гранитоиды как продукты островодужного магматизма. Авторы полагают, что изученные ими гранитоиды были генерированы в процессе функционирования в конце неопротерозоя падавшей на запад зоны субдукции. В процессе формирования гранитоидов, наряду с деплетированным надсубдукционным мантийным клином, участвовала континентальная кора, о чем свидетельствует наличие мезопротерозойских ксеногенных цирконов и особенности геохимии гранитоидов. Процесс субдукции продолжался вплоть до конца тиманской орогении, а уже в кембрии имели место

⁸ Larionov A.N., Andreichev V.A. & Gee D.G. The Vendian alkaline igneous suite of northern Timan: ion microprobe U-Pb zircon ages of gabbros and syenite // Ibid, 69–74.

⁹ Pease V., Dovshikova E., Beliakova L. & Gee D.G. Late Neoproterozoic granitoid magmatism in the Pechora Basin basement, NW Russia: geochemical constraints indicate westward subduction beneath NE Baltica // Ibid, 75–85.

поднятие территории, размыв слагающих ее комплексов пород и возврат к обстановкам пассивной окраины, фиксируемый повсеместно проявленным на Тимане и в прилежащих регионах предкембрийско(?)–ордовикским угловым несогласием (см. статью О.К. Боголеповой и Д. Джи). Впрочем, этот тезис требует уточнения: размыв орогена начался уже в поздне-венде (см. статью Д.В. Гражданкина).

В статье Й. Глодни с соавторами¹⁰ на основании U-Pb (SHRIMP и Pb-*evaporation*) датировок единичных цирконов, в совокупности с Sm-Nd изотопными и геохимическими данными, предложена модель до- и раннеуральской эволюции марункеуского эклогитового комплекса Полярного Урала. Основные этапы формирования комплекса представляются авторам статьи в следующем виде: 670-550 млн. лет назад – образование ранне-тиманской ювенильной коры, возможно, в интраокеанических островодужных обстановках; ~ 550 млн. лет назад тиманская орогения формирует «современный» коллизионный пояс; происходит аккреция тиманских террейнов к Восточно-Европейскому кратону; ~ 490 млн. лет назад имел место ранее не выделявшийся импульс гранитного магматизма (он зафиксирован в цирконах из метагранитов). Это событие маркирует начало процессов рифтогенеза, приведших к открытию восточнее современного марункеуского комплекса протоуральского океанического бассейна; 355-360 млн. лет назад – метаморфизм эклогитовой фации в процессе направленной на восток субдукции пассивной окраины Балтики во время уральской коллизии островная дуга – континент. В этой связи не мешало бы, однако, упомянуть недавно обобщенные данные российских исследователей (Андреичев, 2003), указывающие на значительно более древний возраст протолита полярноуральских эклогитов (1,7-1,4 млрд. лет).

Статья Д.Н. Ремизова и В. Пиз¹¹ посвящена характеристике неопротерозойского комплекса Дзеля, локализованного в зоне Глав-

ного уральского разлома в южной части Полярного Урала (р. Дзеля-ю). Комплекс Дзеля объединяет ультраосновные и основные породы, рассматриваемые авторами как ресит, продукты выплавки из океанической литосферы и базальты морского дна. Отчетливые негативные Eu аномалии в ультрамафитах свидетельствуют о формировании их в связи с выплавлением базальтов. Входящие в состав комплекса Дзеля базальты метаморфизованы в условиях зелено- и голубосланцевой фаций и принадлежат, по данным авторов, к двум группам. Базальты первой группы характеризуются спектрами REE, сходными с N-MORB, но более деплетированы. Базальты второй группы имеют несколько более высокие (по сравнению с N-MORB) отношения LREE/HREE; для них характерны и более высокие содержания высокочarged элементов. Формирование их имело место в обстановках интраокеанической зоны субдукции. Датирование цирконов из кварцсодержащих габбро-норитов позволило впервые установить возраст кристаллизации пород комплекса: 578±8 млн. лет. Авторы рассматривают комплекс Дзеля как фрагмент островодужной ассоциации, аккрезированной к северо-восточной окраине Балтики (*sensu lato*) во время тиманской орогении. Фиксируемые по цирконам собственно уральские события (~ 350 млн. лет), возможно, были обусловлены процессами HP/LT метаморфизма. Отметим, что комплекс Дзеля расположен непосредственно к северу от неркаюского и парусшорского высокобарических эклогит-глаукофансланцевых комплексов, содержащих апокремнистые черные сланцы и гипербазиты. Возраст их (за исключением каменноугольного, ~ 350 млн. лет, Ar/Ar возраста метаморфизма, такого же, как и в комплексе Дзеля) не определен, однако не исключено, что они, вместе с комплексом Дзеля, маркируют океаническую (сутурную?) зону тиманид.

М. Бекхолмен и Й. Глодни¹² приводят новые данные о доордовикских отложениях

¹⁰ Glodny J., Pease V.L., Montero P., Austrheim H., Rusin A.I. Protolith ages of eclogites, Marun-Keu Complex, Polar Urals, Russia: implications for the pre- and early Uralian evolution of the northeastern European continental margin // Ibid, p. 87-105.

¹¹ Remizov D., Pease V.L. The Dzela complex, Polar Urals, Russia: a Neoproterozoic island arc // Ibid, p. 107-123.

¹² Beckholmen M., Glodny J. Timanian blueschist-facies metamorphism in the Kvarakush metamorphic basement, Northern Urals, Russia // Ibid, p. 125-134.

центральной части Кваркушского антиклинария (Северный Урал), подвергшихся неоднократным деформациям и голубосланцевому метаморфизму. Параметры этого метаморфизма авторы оценивают в 350-400°C и 7-8 кбар. По Rb-Sr минеральной изохроне завершение процессов голубосланцевого метаморфизма датируется М. Бекхолмен и Й. Глодди примерно в 536 млн. лет. Кроме того, метаморфические породы Кваркушского комплекса секутся мафическими дайками с возрастом 398±37 млн. лет (Sm-Nd метод, минеральные изохроны). Наиболее вероятным сценарием формирования голубых сланцев плато Кваркуш авторы считают направленную на восток субдукцию восточно-европейской континентальной окраины во время тиманской орогении (ср. со статьей В. Пиз и др., где предполагается субдукция на запад).

В разделе «**Пост-тиманские палеозойские платформенные последовательности**» приведено описание докембрийских отложений Новой Земли, рассмотрено значение регионального раннепалеозойского несогласия, прослеживающегося через весь Тиман, и обсуждается максимальный возрастной предел пост-тиманских осадочных последовательностей. В статье Е.А. Кораго с соавторами¹³ приведена характеристика неопротерозойских и, возможно, более древних метаморфических и изверженных пород архипелага Новая Земля, а также выполнено сравнение с геологическим строением Тимана, п-ова Канин, Шпицбергена и Пай-Хоя. Авторы делают вывод о том, что дорифейский кристаллический фундамент Кольского п-ова и Восточно-Европейского кратона сменяется в северном направлении широким гетерогенным поясом северо-западного простирания, образованным неопротерозойскими мобильными зонами, ограниченными разломами и разделенными мезопротерозойскими массивами. В направлении Шпицбергена этот пояс срезается шовной зоной каледонид. Входящие в состав указанного пояса неопротерозойские формации подверглись складчатости и метаморфизму во время тиманской (байкальской) орогении.

Вскрывающиеся в южной части Южного острова Новой Земли метатерригенные формации, датируемые по акритархам поздним рифеям-вендом, являются типичными представителями этого подвижного пояса. Северовосточнее Байдарацкой зоны разломов располагается обширная область более древнего фундамента, включающая центральный и северный домены Новой Земли и, возможно, архипелага Земли Франца-Иосифа.

В статье О.К. Боголеповой и Д. Джи¹⁴ описаны нижнепалеозойские последовательности, несогласно перекрывающие комплексы тиманид на Тимане, Печорском бассейне, Пай-Хое, Вайгаче, Новой Земле, Полярном, Северном, Среднем и Южном Урале и дана стратиграфическая, седиментологическая, структурная и биогеографическая интерпретация этого феномена, являющегося несомненным доказательством орогенических процессов, имевших место вдоль северной и восточной границ Восточно-Европейского кратона в самом конце докембрия.

М. Мочадловская с соавторами¹⁵ приводят результаты датирования осадочных последовательностей, вскрытых скважинами Бугрино 1 и Северо-Западная 202 на о-ве Колгуев, где они перекрывают складчатый неопротерозойский фундамент. В керне этих скважин обнаружены диагностические комплексы акритарх и раковинная фауна. Сопоставление их с таксонами, известными на Восточно-Европейской платформе, в Авалонии и Гондване, позволило авторам статьи выделить в изученных ими скважинах верхнекембрийские отложения, эквивалентные отложениям трилобитовых зон *Peltura* и *Acerocare* Балтики. В верхах вскрытой скважинами осадочной последовательности описаны также брахиоподы, филлокариды и моллюски, типичные для тремадока и аренига. Так как скважины не вскрыли тиманское несогласие, высказано предположение, что в основании палеозойского разреза могут быть встречены и более древние уровни кембрия. Выполненный авторами анализ биостратиграфических и седиментологических данных показывает, что верхнекемб-

¹³ Korago E.A., Kovaleva G.N., Lopatin B.G., Orgo V.V. The Precambrian rocks of Novaya Zemlya // Ibid, p. 135-143.

¹⁴ Bogolepova O.K., Gee D.G. Early Palaeozoic unconformity across the Timanides, NW Russia // Ibid, p. 145-157.

¹⁵ Moczydlowska M., Stockfors M., Popov L. Late Cambrian relative age constraints by acritarchs on the post-Timani-an deposition on Kolguev Island, Arctic Russia // Ibid, p. 159-168.

рийские отложения могли быть широко распространены вдоль всей северо-восточной окраины Балтики, как это характерно для северо-западных районов Восточно-Европейского кратона и Балтоскандии.

Раздел «**Региональные взаимоотношения и корреляции**» включает четыре статьи. А. Сидлецкая с соавторами¹⁶ проанализировали историю формирования осадочных последовательностей на Тимане и в Балтоскандии – двух ортогонально ориентированных окраинах Балтики, – и показали, что она характеризуется как рядом важных различий, так и некоторым сходством. Обе окраины начали формироваться в среднем (?) или позднем рифее вследствие проявления растягивающих усилий, сопровождавших распад Родинии. Предполагается, что они являлись составными частями тройного сочленения, центр которого располагался в нескольких сотнях километров к северо-западу от современного Финмаркена. Обе эти достаточно долго остававшиеся пассивными границы в конце концов (но в разное время) были трансформированы в активные, с доминированием обстановок сжатия и транспрессии. Тиманская окраина в неопротерозое являлась ареной накопления терригенных осадочных последовательностей, фациальная зональность которых была ориентирована примерно параллельно зоне разломов, разделявшей мелководную перикратонную и глубоководную «бассейновую» области. Магматические породы в обнаженной части тиманского орогена сравнительно редки, но имеют несравненно более широкое распространение под осадочными образованиями, выполняющими Печорскую впадину. Преобразование ее в границу активного типа произошло в самом конце неопротерозоя. Процессы субдукции обусловили развитие аккреции и приращение к окраине разнообразных микроконтинентов, известных в настоящее время на обширной территории Тимано-Печорско-Полярноуральско-Новоземельского региона. В противоположность этому, Балтоскандийская окраина оставалась пассивной до середины или конца кембрия. Известные здесь рой мафических даек, сформированные во вре-

мя главной фазы рифтогенеза, непосредственно перед раскрытием океана Япетус, имеют вендские изотопные датировки, тогда как в это же самое время тиманская окраина испытала сжатие и аккрецию. Такое сочетание одновременных тектонических режимов вдоль двух ортогональных окраин достаточно хорошо соотносится с развитием крупных структур в рамках плейт-тектоники. Обращаясь к анализу общих особенностей эволюции процессов осадконакопления в течение позднего рифея, венда и раннего кембрия, авторы прослеживают присущие обеим окраинам общие закономерности континентальной денудации и климата, обусловленные сменой теплого и/или семиаридного климата гляциальными обстановками. При этом обращается внимание на отсутствие гляциальных отложений в рассмотренной части тиманид, предположительно связанное с поднятием этой территории в венде. Особо подчеркнуто, что мощные постварангерские «венчающие карбонаты» на обеих окраинах отсутствуют, что резко контрастирует с представлениями о «snowball Earth».

Д. Джи и А.М. Тебеньков¹⁷ провели ревизию всей имеющейся информации по строению и особенностям формирования фрагментов каледонид, известных на Шпицбергене, Восточной и Северной Гренландии и о-ве Элсмир. Это позволило авторам подтвердить ранее сделанные предположения о принадлежности архипелага Шпицберген к Лаврентии. Значительную роль в этом сыграли полученные в последние 10 лет новые результаты структурных и изотопно-геохронологических исследований. Показано, что до открытия Норвежско-Гренландского бассейна шпицбергенские каледониды были составной частью лаврентийской окраины, что следует не только из сходства раннепалеозойских обстановок осадконакопления и фауны, но также из характера палеопротерозойского фундамента, мезо- и неопротерозойского чехла и проявлений позднегренвильской тектоно-термальной активности. Сходными являются структурный стиль каледонид обоих указанных регионов и гранитный магматизм. Присутствие мощных слабо сортированных толщ Old Red Sandstone

¹⁶ Siedlecka A., Roberts D., Nystuen J.P., Olovyanishnikov V.G. Northeastern and northwestern margins of Baltica in Neoproterozoic time: evidence from the Timanian and Caledonian Orogens // *Ibid*, p. 169-190.

¹⁷ Gee D.G., Teben'kov A.M. Svalbard: a fragment of the Laurentian margin // *Ibid*, p. 191-206.

подкрепляет приведенные выше аргументы. Картирование Восточной Гренландии позволило установить, что аллохтоны хинтерланда пересекают под очень острым углом структуры континентального шельфа. Авторами статьи высказано предположение, что они прослеживаются до края гренландского шельфа и что большая часть Шпицбергенского террейна была северным продолжением восточногренландских каледонид. Несомненное сходство в развитии шпицбергенских и гренландских (лаврентийских) каледонид резко контрастирует с эволюцией северо-восточной части Балтики во время тиманской орогении. Это подтверждает ранее сделанные предположения о том, что каледонская шовная зона должна прослеживаться под акваторией Баренцева моря, отделяя лаврентийский домен от тиманид.

А. Йоханссон с соавторами¹⁸ рассматривают проявления гренвильской и каледонской тектоно-магматической активизации на крайнем северо-востоке Шпицбергена. Ими показано, что на данной территории присутствуют фрагменты позднегренвильской (~ 950 млн. лет) континентальной коры, образованной, возможно, путем переплавления более ранних мезопротерозойских метаосадочных пород. В позднем неопротерозое (примерно 600-700 млн. лет назад), в связи с открытием океана Япетус, гренвильская кора подверглась рифтогенезу сопровождавшемуся внедрением массивов габбро. Позднее в северо-восточной части Шпицбергена имела место позднеордовикская мигматизация, а также становление массивов гранитов и сиенитов. Мигматиты, серые граниты, аплитовые дайки и сиениты (валуны) характеризуются U-Pb возрастными, попадающими в интервал 430-450 млн. лет; расположенные западнее их каледонские граниты имеют возраст 410-420 млн. лет. Изотопно-геохимические данные показывают, что каледонские граниты и мигматиты образованы главным образом за счет переплавления гренвильской коры. Суммируя все приведенные в статье новые данные, авторы делают вывод о том, что на Восточном Шпицбергене нет свидетельств

поздненеопротерозойской орогенной активности, аналогичной той, что реконструируется в тиманидах. Все это, по мнению авторов, указывает на принадлежность Восточного Шпицбергена (Баренции) Лаврентии и расположение его в неопротерозое на значительном расстоянии от северной оконечности Балтики.

Наконец, В.А. Верниковский с соавторами¹⁹ анализируют особенности проявления неопротерозойской орогении вдоль границ Сибирского кратона. Последний, как известно, ограничен со всех сторон складчато-надвиговыми поясами, включающими неопротерозойские и (локально) мезопротерозойские комплексы. Синтез ранее опубликованных и новых геохронологических данных показывает, что в позднем мезопротерозое и раннем неопротерозое вокруг большей части Сибирского кратона существовали пассивные континентальные границы. Примерно между 850 и 760 млн. лет назад, южная, западная и северная границы Сибирского кратона были трансформированы в окраины активного типа. Вдоль этих окраин в интервале 750-650 млн. лет были сформированы островные дуги и офиолитовые пояса. Впоследствии, около 600 млн. лет тому назад (т.е. до поздневендского осадконакопления и до тиманско-кадомской орогении), они были обдуцированы на окраины кратона. Из сказанного можно сделать вывод, что в неопротерозое, по крайней мере, на севере, западе и юге, Сибирский кратон был окружен океаническими областями, аккреция которых к кратону произошла незадолго до начала палеозоя, но асинхронно по отношению к тиманидам.

Подводя итог, следует отметить, что в книге удачно синтезированы как принципиально новые материалы, так и многие неизвестные ранее англоязычным читателям результаты работ русских геологов. Шероховатости, противоречия и умолчания, на некоторые из которых мы указали, не портят в целом хорошего впечатления от монографии. Впрочем, и они легко могли бы быть устранены в случае привлечения российских специалистов к редактированию книги.

В.Н. Пучков, А.В. Маслов

¹⁸ Johansson A., Larionov A.N., Gee D.G., Ohta Y. Grenvillian and Caledonian tectono-magmatic activity in north-easternmost Svalbard // Ibid, p. 207-232.

¹⁹ Vernikovskiy V.A., Vernikovskaya A.E., Pease V.L., Gee D.G. Neoproterozoic Orogeny along the margins of Siberia // Ibid. p. 233-248.