

УДК 55(234.851+470.1)

КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОС- ТОКА И СЕВЕРА УРАЛА

А.М. ПЫСТИН

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
pystin@geo.komisc.ru

Приведены общие сведения о геологическом строении крупного Арктического региона и смежных с ним территорий, включающего северную часть Урала, Пай-Хой, Тиманскую гряду и Печорскую низменность. Выделены ключевые вопросы геологии региона, от решения которых зависит не только существенное продвижение в познании геологического строения и истории развития рассматриваемой территории, но и Урала в целом, а также прилегающих к нему районов Европейской платформы. Среди них вопросы глубинного строения Печорской плиты, возрастных рубежей докембрийских образований и особенно нижней возрастной границы тимано-североуральского рифея, времени формирования коллизионного орогена Протоуралид-Тиманид и заложения Палеоуральского океана, природы высокобарических метаморфических комплексов в зоне Главного Уральского разлома и времени проявления высокобарического метаморфизма.

Ключевые слова: север Урала, европейский Северо-Восток, глубинное строение, докембрий, высокобарический метаморфизм, оphiлиты

A.M. PYSTIN. KEY ISSUES OF GEOLOGY OF THE EUROPEAN NORTHEAST AND NORTH OF THE URALS

The paper presents an overview of the geological structure of the large Arctic region and the adjacent areas, including the northern Urals, Pai-Khoi, Timan ridge and Pechora lowland. The key geological issues are highlighted, on solution of which depends not only significant progress in the knowledge of the geological structure and history of development of the territory, but also the Urals as a whole, as well as the surrounding areas of the European platform. Among these are the issues of the deep structure of the Pechora plate, age boundaries of Precambrian formations and especially the lower age boundary of the Riphean deposits, time of formation of collisional orogen Pre Uralides-Timanides and laying of Paleouralian ocean, nature of high-pressure metamorphic complexes in the zone of the Main Uralian Fault and time of high-pressure metamorphism display. The modern situation in the study of these issues is revealed. New information on the deep structure of the territory was obtained through the research and analysis of the consolidated volumetrical density models of the Earth's crust and upper mantle tops. Some new previously unknown outputs of the lower Precambrian are fixed. It is shown that in the Upper Precambrian section of the region, in contrast to the southern regions of the Urals, there are no Lower Riphean deposits. This leads to the conclusion that within the territory under consideration the inception of the basin (or basins) of sedimentation in the Late Precambrian was not until the Middle Riphean. It is shown that the upper age limit of the Timan conflict is limited by the late Vendian or the early Cambrian. The substantiation of Ordovician formation of ophiolite massifs is given, which marks the beginning of the development of oceanic spreading and formation of Paleouralian ocean. The problem of the origin and age of high-pressure metamorphic complexes in the zone of the Main Uralian Fault is discussed. Basing on the results of comprehensive studies of high-pressure metamorphic complexes of the north of the Urals (Marunkeu and Hordyu in the Polar Urals and Nerkayu in the Subpolar Urals) the notion that they are fragments of a heterogeneous Low Precambrian crystalline basement involved in the structure of Timanides and Uralides is substantiated.

Keywords: North of the Urals, European Northeast, deep structure, Precambrian, high pressure metamorphism, ophiolites

Введение

По особенностям геологического строения территория европейского Северо-Востока и севера Урала подразделяется на две неравные части.

Западная – наибольшая часть территории – принадлежит северо-восточной окраине Европейской платформы и включает Тиман и Печорскую плиту. В соответствии с тектоническим районированием, предложенным В. Г. Оловянишниковым [1], Тиман и юго-западная часть Печорской плиты до Припечорского глубинного разлома включительно относятся к области перикратонного опускания с архейско-нижнепротерозойским фундаментом и мощным комплексом слабодислоцированных верхнедокембрийских терригенно-карбонатных отложений. К северо-востоку от Припечорского глубинного разлома, по мнению многих исследователей, фундамент – позднедокембрийский. В его составе, наряду с верхнедокембрийскими образованиями, присутствуют и архейско-нижнепротерозойские комплексы. О роли дорифейских комплексов в строении фундамента высказываются различные точки зрения, вплоть до альтернативных представлений: от утверждения, что в фундаменте плиты развиты исключительно структурно-вещественные комплексы верхнедокембрийской складчатой области, до отрицания процессов позднедокембрийского орогенеза в формировании фундамента Печорской плиты, включая ее северо-восточную (Большеземельскую) часть. Наиболее предпочтительным, на наш взгляд, является представление о существовании в фундаменте северо-восточной части Печорской плиты структурно-вещественных комплексов верхнедокембрийского подвижного пояса с большой долей в различной степени переработанных массивов с архейско-нижнепротерозойской континентальной корой [1–3 и др.].

Восточная – меньшая часть территории в геологическом отношении представлена структурами Уральского и Пайхойско-Новоземельского складчатых областей. В пределах Уральской палеозойской складчатой области выделяются две крупнейшие тектонические зоны: Западная – палеоконтинентальная и Восточная – палеоокеаническая. Они разделены между собой Главным Уральским разломом (ГУР). В свою очередь, западная тектоническая зона, переходящая на западе в структуры платформенного чехла Печорской плиты, подразделяется на две структурно-формационные зоны (СФЗ): западную – Елецкую и восточную – Лемвинскую, разделенные разломами глубокого заложения. Елецкая СФЗ сложена карбонатными шельфовыми комплексами, Лемвинская – сланцевыми комплексами континентального склона и подножья [4]. В локальных поднятиях на Приполярном и Полярном Урале обнажаются ниже- и верхнедокембрийские комплексы пород, которые после работы Н.П.Хераскова [5] традиционно выделяются как «доуралиты». Пай-Хой на востоке контактирует со структурами Полярного Урала по крупноамплитудному Главному Западно-Уральскому надвигу. Палеозойские отложения Пай-Хоя, относящиеся к двум раз-

личным структурно-формационным зонам, имеют много общего с Елецкой и Лемвинской СФЗ севера Урала [6].

Ключевые вопросы геологии региона

Глубинное строение. Вопросы глубинного строения территории, связанные с проблемой возраста, структуры и состава фундамента Печорской плиты и Западной тектонической зоны севера Урала, имеют важнейшее значение, так как от их решения во многом зависит корректность разрабатываемых моделей геодинамической эволюции северо-восточной окраины Европейского континента в докембрии. Кроме того, строение консолидированного основания является одним из факторов формирования платформенного чехла и, в том числе структур, благоприятных для нефтегазоаккумуляции.

Силами геофизической обсерватории «Сыктывкар» Института геологии Коми НЦ УрО РАН на основе интерпретации данных сейсморазведочных работ и бурения, а также гравитационного и магнитного полей выполнено тектоническое районирование кристаллического фундамента [7–9 и др.]. Построены объемные модели гравиметрического поля для разных глубинных срезов. На объемной модели для глубины 20 км, отражающей особенности строения верхней части консолидированной коры, отчетливо фиксируются две системы структурных неоднородностей: северо-западная (тиманская) и северо-восточная (уральская). Плотностные неоднородности «уральской» ориентировки секут на этих глубинах Пайхойскую зону плотностных неоднородностей. Это может указывать на унаследованный (от доуральских структур) характер пайхойд. На глубинах 10–20 км отмечаются разрывы в поле плотностных неоднородностей на Полярном Урале в районе Собского поперечного поднятия и на Приполярном Урале северо-восточнее Кожимского поперечного поднятия, что может быть связано с наличием глубинных корней, принадлежащих гнейсово-мигматитовым комплексам, обнажающимся на дневной поверхности в этих районах. На объемной модели для глубины 50 км, иллюстрирующей дифференциацию по плотностным параметрам низов консолидированной коры и верхов верхней мантии, видно, что плотностные неоднородности, связанные с базит-гипербазитовыми комплексами уралит, оказываются смещенными на восток, что подтверждает тезис о восточном падении Уральской сутуры.

Нижняя возрастная граница докембрия. Докембрийские образования в пределах рассматриваемой территории известны на Тимане и п-ове Канин, где ими сложены поднятия, часто называемые камнями (Четласский Камень, Цилемский Камень, Канин Камень и др.). На севере Урала основные области распространения докембрия связаны с крупными поперечными поднятиями: Собским на Полярном Урале и Кожимским на Приполярном Урале. В пределах закрытой территории Печорской плиты допалеозойские образования вскрыты несколькими десятками скважин.

В отличие от южных районов Урала, где известен стратотип рифея и достоверно установлены древнейшие комплексы пород с нижней возрастной границей 3.5 млрд. лет, на Тимане и севере Урала нет полной ясности в отношении возрастного объема докембрия и его нижнего возрастного рубежа. Не всеми исследователями признается даже сам факт наличия здесь нижнедокембрийских образований.

Тем не менее, на сегодняшний день имеется целый ряд предпосылок широкого распространения нижнедокембрийских комплексов на севере Урала и Тимано-Канинской гряде (геологические взаимоотношения, структурные, петрологические и минералогические критерии и др.). Имеются также геохронологические данные, однозначно указывающие на проявление здесь процессов эндогенного порообразования в раннем докембрии [10–12 и др.]. Установлены новые, ранее неизвестные выходы нижнего докембрия на п-ове Канин [13]. Однако для корректного выделения основных возрастных рубежей в раннедокембрийской истории развития рассматриваемой территории необходимы дополнительные изотопно-геохронологические исследования. Первоочередными объектами для решения этих вопросов являются наиболее хорошо изученный няртинский гнейсо-мигматитовый комплекс Приполярного Урала (PR₁?) и малькский гранулит-метабазитовый комплекс Полярного Урала, где установлены признаки наличия архейской континентальной коры [14].

Нижняя возрастная граница верхнедокембрийских образований. Решение этого вопроса необходимо для оценки времени заложения бассейна (или бассейнов) осадконакопления в рифейское время. В официально утвержденных стратиграфических схемах [15, 16] в основании разреза верхнего докембрия европейского Северо-Востока и севера Урала, как и в стратотипе рифея в Башкирском мегантиклинории на Южном Урале, выделяются нижнерифейские отложения. Они описаны на п-ове Канин (микулкинская серия) и Приполярном Урале (маньхобеинская и цокуринская свиты). Нашими работами было показано, что и микулкинская [13], и маньхобеинская, и цокуринская свиты [17] относятся к нижнепротерозойским образованиям и, следовательно, нижнерифейские отложения на рассматриваемой территории отсутствуют. В последние годы были предприняты попытки установить возраст рифейских отложений из некоторых стратонев Тимана и п-ова Канин методом локального U–Pb датирования детритовых цирконов [18, 19]. Минимальные возрасты цирконов около 1 млрд. лет, рассматриваемые как нижний временной предел формирования осадков, дают основание датировать стратиграфические подразделения поздним рифеем. Нужно отметить, что детритовые цирконы из базальных отложений верхнего докембрия пока не исследованы. На п-ове Канин к ним относятся кварцево-сланцевая толща тархановской серии, Северном Тимане – румяничная свита барминской серии, а Среднем Тимане – светлинская свита четласской серии, на Приполяр-

ном Урале – ошизская толща пуйвинской свиты, на Полярном Урале – верхнехарьбейская свита няровейской серии. Тем не менее, приведенные данные свидетельствуют о том, что в пределах данной территории заложение бассейна (или бассейнов) осадконакопления в позднем докембрии произошло не раньше среднего рифея, а, возможно, и в позднем рифее, как предполагал В.Г. Оловянишников [1, 20].

Время формирования коллизионного орогена Протоуралид-Тиманид. Как отмечалось выше, не все исследователи признают проявление процессов позднедокембрийского орогенеза в формировании фундамента Печорской плиты, включая ее северо-восточную (Большеземельскую) часть. Наиболее последовательно представление о платформенном, рифтогенном типе процессов в позднем докембрии в Тимано-Уральском сегменте земной коры, включая рассматриваемую нами территорию, отстаивал С.Н. Иванов [21]. И в настоящее время у него имеется немало последователей. Тем не менее, в отличие от других регионов проявления позднедокембрийской (кадомской и байкальской) складчатости на европейском Северо-Востоке процессы орогенеза выражены слабее [20], они все же фиксируются вполне однозначно в виде складчатости и метаморфизма, почти полным отсутствием кембрия, наличия рифейских офиолитов, надсубдукционных комплексов и моласс [22]. Оценка времени закрытия позднедокембрийского (Печорского) океана и проявления тиманской коллизии являются предметом острых дискуссий. По Н.Б. Кузнецову и Т.В. Романюк [23] на основании U–Pb провенанс-датирования обломочных цирконов из верхнедокембрийских толщ различных районов северо-восточной и восточной окраин Европейской платформы начало становления коллизионного орогена тиманид определяется интервалом 540–510 млн. лет. Эти цифры не согласуются с тем, что молассы во всех тиманидах имеют поздневендский возраст, возможно, с выходом только в самые низы кембрия [22]. Остаются вопросы в оценке возраста гранитоидов и интерпретации их геодинамической природы. Время проявления тиманской коллизии, по видимому, наиболее точно отражают поздневендские датировки, полученные по гранитоидам фундамента Печорской плиты [12, 24, 25], согласующиеся с U–Pb возрастом (SHRIMP-II, ВСЕГЕИ) цирконов из гранитов Сальнеро-Маньхамбовского комплекса Приполярного Урала [26]. Более молодые возрасты цирконов в гранитоидах могут быть связаны, с одной стороны, с «омолаживающим» влиянием более поздних процессов метаморфизма и, с другой, проявлением эпиконтинентального рифтогенного магматизма, предшествовавшего раскрытию Палеоуральского океана.

Проблематичным также является вопрос о местоположении сутуры тиманид. На наш взгляд, наиболее обоснованной сутурной зоной является Манюкуйская, фрагменты которой установлены на Енгаю-Пэ [27, 28]. Выделение в качестве наиболее важной сутуры тиманид зоны Припечорского разлома [1, 29, 30 и др.] выглядит менее убедительным, так как она неизбежно должна была бы про-

явиться на Урале, чего на самом деле нет. Не исключен, конечно, вариант, что это может быть криптосутура [22].

Время заложения Палеоуральского океана. В настоящее время практически нет противников доминирующей концепции о развитии Уральской складчатой области на месте океанического бассейна. Однако вопрос о времени его заложения остается спорным. Полученные в последние 15 лет докембрийские датировки пород габбро-гипербазитовых комплексов Урала зародили сомнения в традиционные представления о палеозойском возрасте офиолитов и привели к концепции об унаследованном развитии Палеоуральского океана, начиная с позднего докембрия [31, 32 и др.]. Критика этой концепции дана В.Н. Пучковым [22]. Среди главных аргументов, доказывающих палеозойский возраст заложения Палеоуральского океана, В.Н. Пучков приводит следующие: 1) наличие азимутальных несогласий между уралидами и доуралидами; 2) наличие ордовикских рифтовых формаций как на западном склоне Урала, так и в его восточных районах; 3) практическое отсутствие фаунистически доказанного кембрия на Урале; 4) присутствие докембрийских офиолитов или их следов на Урале лишь как элементов доуральского тектонического цикла. Принимая как более обоснованную концепцию о палеозойском возрасте заложения Палеоуральского океана, отметим, что она требует дополнительного обоснования в части возрастных ограничений. Верхний возрастной предел уральских офиолитов определяют многочисленные изотопные датировки около 400 млн. лет, полученные разными методами. В частности, по дунитам и гарцбургитам Райзского массива на Полярном Урале установлен Sm-Nd возраст – 409 ± 26 млн. лет [33]. В целом же, комплекс геолого-геохронологических данных, скорее всего, свидетельствует об ордовикском времени образования офиолитовых массивов, связанного с процессом ордовикского рифтогенеза и океанического спрединга [22].

Природа высокобарических метаморфических комплексов в зоне ГУР. Вопрос о природе высокобарических метаморфических комплексов и времени их формирования остается чрезвычайно актуальным. На Урале они образуют так называемый высокобарический пояс, который прослеживается почти непрерывной полосой вдоль ГУР от р.Щурья на севере до р. Урал на юге на расстоянии 2 тыс. км. В пределах этого пояса возрастные датировки, полученные по высокобарическим метаморфитам, в основном укладываются в интервал 390–240 млн. лет. Учитывая четкий структурный контроль высокобарического метаморфизма (приуроченность к ГУР) и преобладающие возрастные цифры, многие исследователи ограничивают указанным выше интервалом время формирования высокобарических породных ассоциаций, начиная с процессов кристаллизации высокобарических парагенезисов в глубинных зонах и заканчивая эксгумацией метаморфитов в коллизионный и постколлизионный этапы развития Уральской складчатой области. Вместе с тем, давно известны более древ-

ние цифры изотопных возрастов для уральских высокобарических метаморфитов, вплоть до раннепротерозойских. Оценка имеющихся изотопных датировок высокобарического метаморфизма для североуральских объектов привела Г.А. Петрова и его соавторов [34] к выводу о проявлении двух высокобарических метаморфических событий: на рубеже венда и кембрия и в позднепермское время. На основе результатов Rb-Sr и Nd-Sm изотопного датирования эклогитов и ассоциирующих с ними ультрабазитов марункеуского комплекса Полярного Урала В.Л. Андреичев с соавторами [35] высказали предположение, что установленные ранее позднепермские возрасты в породах этого комплекса [36, 37 и др.] отражают время проявления процессов мусковитизации, тогда как наиболее вероятное время первичной кристаллизации марункеуских эклогитов происходило на рубеже раннего и позднего протерозоя. При этом последние не исключают также вероятность совмещения разновозрастных эклогитов.

На основе результатов комплексных исследований высокобарических метаморфических комплексов севера Урала (марункеуского и хордьюского на Полярном Урале и неркаюского на Приполярном Урале) мы давно пришли к идее о том, что они являются фрагментами гетерогенного нижнедокембрийского кристаллического основания, вовлеченного в структуры тиманид и уралид [38 и ссылки в этой работе]. По-видимому, наиболее реалистично отражает время метаморфизма эклогитовой фации в породах марункеуского комплекса конкордантный U-Pb возраст циркона из эклогитов, равный 1.86 млрд. лет [39]. Более молодые возрасты могут указывать на время проявления последующих этапов метаморфического преобразования эклогитов. С ними же может быть связана кристаллизация низкотемпературных высокобарических пород – глаукофановых сланцев, преобладающих в составе Уральского высокобарического пояса.

Признавая наиболее вероятным раннедокембрийский (скорее всего, раннепротерозойский) возраст проявления ранних этапов высокобарического метаморфизма, достигавшего уровня эклогитовой фации, все же отметим, что для обоснования этой точки зрения необходимо проведение большого объема специализированных геологических и изотопно-геохронологических исследований.

Заключение

Приведенные в статье материалы, конечно, не охватывают все узловые вопросы геологии европейского Северо-Востока и севера Урала и выделены автором в силу своего опыта и знания геологии региона. Однако нет сомнения в том, что все они относятся к важнейшим проблемам, от решения которых зависит не только существенное продвижение в познании геологического строения и истории развития региона, но и Урала в целом, а также прилегающих к нему районов Европейской платформы. Важно, что именно геологические объекты, расположенные на европейском Северо-Востоке и севере Урала, являются наиболее благо-

приятными для решения этих спорных вопросов, значение которых распространяется далеко за пределы рассматриваемой территории.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН №15-18-5-17.

Литература

1. Оловянишников В.Г. Верхний докембрий Тимана и полуострова Канин. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 164 с.
2. Запорожцева И.В., Пыстин А.М. Строение дофанерозойской литосферы европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука, 1994. 112 с.
3. Костюченко С.Л., Морозов А.Ф., Кременицкий А.А. Тиман-Урало-Пайхойская коллизионная область. Результаты комплексных геолого-геофизических исследований. М.: Геокарт-ГЕОС, 2012. 210 с.
4. Пучков В.Н. Бативальные комплексы пассивных окраин геосинклинальных областей. М.: Наука, 1979. 260 с.
5. Херасков Н.П. Тектоника и формации. Избранные труды. М.: Наука, 1967. 404 с.
6. Тимонин Н.И., Юдин В.В., Беляев А.А. Палеогеодинамика Пай-Хоя. Екатеринбург, 2004. 226 с.
7. Конанова Н.В., Удоратин В.В. Районирование кристаллического фундамента Тимано-Североуральского сегмента литосферы и сопредельных территорий по геофизическим данным // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 6. С. 7–12.
8. Удоратин В.В. Тектоническое районирование кристаллического фундамента Кировско-Кажимского авлакогена и прилегающих территорий // Литосфера. 2014. № 3. С. 32–40.
9. *Актуальные проблемы геологии Тимано-Североуральского региона*/А.М.Пыстин, Л.Н.Андреичева, А.И. Антошкина и др. //Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2014. Т. III. С. 43–54.
10. Краснобаев А.А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 152 с.
11. Пыстина Ю.И., Пыстин А.М. Цирконовая летопись уральского докембрия. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 168 с.
12. Андреичев В.Л. Эволюция фундамента Печорской плиты по изотопно-геохронологическим данным: Автореф. дис.... доктора геол.-минер. наук. Екатеринбург, 2010. 46 с.
13. Пыстин А.М., Пыстина Ю.И. Структура, метаморфизм и возраст докембрийских образований полуострова Канин и Северного Тимана // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 176–194.
14. Душин В.А., Бурмако П.Л., Ронкин Ю.Л. и др. Состав и новые возрастные датировки метабазоидов малькского комплекса на Полярном Урале // Структурно-вещественные комплексы и проблемы геодинамики докембрия фанерозойских орогенов: Материалы Международной научной конференции. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 27–29.
15. *Рифей и венд европейского Севера СССР* / Под ред. В.А. Дедеева, В.Г. Гецен. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1987. 124 с.
16. *Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой)*. Екатеринбург, 1994.
17. Пыстин А.М., Пыстина Ю.И. Базальные отложения верхнего докембрия в Тимано-Североуральском регионе // Литосфера. 2014. №3. С. 41–50.
18. Кузнецов Н.Б., Натанов Л.М., Белоусова Е.А. и др. Первые результаты U/Pb-датирования и изотопно-геохимического изучения детритовых цирконов из позднедокембрийских песчаников Южного Тимана (увал Джемджимпарма) // Докл. РАН. 2010. Т. 435. №6. С. 798–805.
19. Андреичев В.Л., Соболева А.А., Герелс Дж. U-Pb – возраст детритовых цирконов из верхнедокембрийских терригенных отложений Северного Тимана // Докл. РАН. 2013. Т. 450. № 5. С. 562–567.
20. Оловянишников В.Г. Геологическое развитие полуострова Канин и Северного Тимана. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 80 с.
21. Иванов С.Н. О байкалидах Урала и природе метаморфических толщ в обрамлении эвгеосинклиналей. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. 77 с.
22. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
23. Кузнецов Н.Б., Романюк Т.В. Уточнение времени формирования коллизионного орогена протоуралид-тиманид: 540–510 млн. лет: Материалы XLVI Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2014. Т. 1. С. 219–224.
24. Gee D.G., Beliakova L., Pease V. et al. New Single Zircon (Pb-Evaporation) Ages from Vendian Intrusions in the Basement beneath the Pechora Basin, Northeastern Baltica // Polarforschung. 1998. P. 161 – 170.
25. Pease V., Dovzhikova E., Beliakova L., Gee D.G. Late Neoproterozoic magmatism in the Pechora Basin basement to, NW Russia: geochemical constraints indicate westward subduction beneath EN Baltica // The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica / D. G. Gee, V. Pease (eds). Geological Society, London, Memoirs, 2004. N 30. P. 75–85.
26. Пыстин А.М., Пыстина Ю.И. Метаморфизм и гранитообразование в протерозойско-раннепалеозойской истории формирования Приполярноуральского сегмента земной коры // Литосфера. 2008. № 6. С.25–38.
27. Хаин Е.В., Бибилова Е.В., Душин В.А., Федотов А.А. О возможных связях между Палеоазиатским и Палеоатлантическим океанами в вендское и раннепалеозойское время // Тектоника, геодинамика: общие и регио-

- нальные аспекты. М.: ГЕОС, 1998. Т. 2. С. 244–246.
28. *Scarrow J.H., Pease V., Fleutelot C., Dushin V.* The Late Neoproterozoic Enganepe ophiolite, Polar Urals: an extension of the Cadomian arc? // *Prec. Res.* 2001. 110. P. 255–275.
 29. *Кузнецов Н.Б., Соболева А.А., Удоратина О.В. и др.* Доордовикские гранитоиды Тимано-Уральского региона и эволюция протоуралид-тиманид. Сыктывкар: Геопринт, 2005. 100 с.
 30. *Фундамент Тимано-Печорского нефтегазозносного бассейна / Л.Т. Белякова, В. И. Богацкий, Б.П. Богданов и др.* Киров: ОАО “Кировская областная типография”, 2008. 288 с.
 31. *Самыгин С.Г., Руженцев С.В.* Уральский палеоокеан: модель унаследованного развития // Докл. РАН. 2003. Т. 392. № 2. С. 226–229.
 32. *Ремизов Д.Н.* Островодужная система Полярного Урала (петрология и эволюция глубинных зон). Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 221 с.
 33. *Ронкин Ю.Л., Прямососов А.П., Телегина Т.В., Лепихина О.П.* Дунит-гарцбургитовый и дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый комплексы Полярного Урала: REE и Sm-Nb ограничения // Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты. М.: ИГЕМ РАН, 2000. С.302–305.
 34. *Петров Г.А., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П. и др.* Высокобарический метаморфизм Урала – две стадии? // Ежегодник – 2004 ИГТ УрО РАН. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2005. С. 97–102.
 35. *Андреичев В.Л., Ронкин Ю.Л., Серов П.А., Лепихина, О., Литвиненко А.Ф.* Новые данные о докембрийском возрасте эклогитов Марункеу (Полярный Урал) // Докл. РАН. 2007. Т. 413. № 4. С. 503–506.
 36. *Шацкий В.С., Симонов В.А., Ягоуц Э.И. и др.* Новые данные о возрасте эклогитов Полярного Урала // Докл. РАН, 2000. Т. 371. № 4. С. 519–523.
 37. *Glodny, J., Pease, V., Montero, P., Austrhiem, H., and Rusin, A.* Protolith ages of eclogites, Marun Keu Complex, Polar Urals, Russia: Implications for the pre- and early Uralian evolution of the NE European continental margin // *The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica.* Geological Society, London, Memoirs, 2004. Vol. 30. P. 87–105.
 38. *Пыстин А.М., Пыстина Ю.И.* Архейско-палеопротерозойская история метаморфизма пород Уральского сегмента земной коры // Труды Карельского научного центра РАН, Серия Геология докембрия. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2015. № 7. С. 3–18.
 39. *Андреичев В.Л., Родионов Н.В., Ронкин Ю.Л.* U–Pb и Sm–Nd датирование эклогитов Марункеуского блока Полярного Урала: новые данные // Метаморфизм, космические, экспериментальные и общие проблемы петрологии: Материалы Междунар. петрогр. совещ. Апатиты: Кольский НЦ РАН, 2005. Т.4. С. 17–19.
- ### References
1. *Olovyanishnikov V.G.* Verkhnij dokembrij Timana i poluostrova Kanin [The Upper Precambrian of the Timan and Kanin peninsula]. Екатеринбург: Ural Branch, RAS, 1998. 164 p.
 2. *Zaporozhtseva I.V., Pystin A.M.* Stroenie dofanerozojskoj litosfery evropejskokogo Severo-Vostoka Rossii [Pre-Phanerozoic lithosphere structure of the European North-East of Russia. St.-Petersburg: Nauka, 1994. 112 p.
 3. *Kostyucheko S.L., Morozov A.F., Kremenitsky A.A.* Timan-Uralo-Pajxoskaya kollizionnaya obulast. Rezultaty kompleksnyx geologo-geofizicheskix issledovanij [Timan-Urals-Paikhoi collisional region: structure, evolution, geodynamics. The results of complex geological-geophysical study]. Moscow: Geokart-GEOS, 2012. 210 p.
 4. *Puchkov V.N.* Batialnye komplekсы passivnyx okrain geosinklinalnyx oblastej [Bathyal complexes of passive margins of geosynclinal regions]. Moscow: Nauka, 1979. 260 p.
 5. *Kheraskov N.P.* Tektonika i formacii: izbrannye trudy [Tectonics and formation: selected works]. Moscow: Nauka, 1967. 404 p.
 6. *Timonin N.I., Yudin V.V., Belyaev A.A.* Paleogeodinamika Paj-Xoya [Paleogeodynamic of Pai-Khoi]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2004. 226 p.
 7. *Konanova N.V., Udoratin V.V.* Rajonirovanie kristallicheskogo fundamenta Timano-Severouralskogo segmenta litosfery i sopredelnyx territorij po geofizicheskim dannym [Zoning of the crystalline basement of the Timan-North Urals segment of lithosphere and adjoining territories (according to geophysical data)] // Bull. of Inst. of Geology, 2014. № 6. P. 7–12.
 8. *Udoratin V.V.* Tektonicheskoe rajonirovanie kristallicheskogo fundamenta Kirovsko-Kazhimskogo avlakogena i prilgayushhix territorij [Tectonic zoning of crystalline basement of the Kirov-Kazhim aulakogene and adjoining territories] // Lithosphere, № 3. 2014. P. 32–40.
 9. *Pystin A.M., Andreicheva L.N., Antoshkina A.I. et al.* Aktualnye problemy geologii Timano-Severo-uralskogo regiona [Actual problems of geology of Timan-North Urals region] // Mater. of XVI Geological Congr. of the Komi Republic. Vol. III. Syktyvkar: Geoprint, 2014. P. 43–54.
 10. *Krasnobaev A.A.* Cirkon kak indikator geologicheskix processov [Zircon as an indicator of geological processes]. Moscow: Nauka, 1986. 152 p.
 11. *Pystina Yu.I., Pystin A.M.* Cirkonovaya letopis Uralskogo dokembriya [Zircon chronicle of the Ural Precambrian]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2002. 168 p.

12. *Andreichev V.L.* Evolyuciya fundamenta Pechorskoj plity po izotopno-geoxronologicheskim dannym [Evolution of basement of the Pechora plate for isotope-geochronological data]: Thesis of Diss... Dr. Sci. (Geology&Mineralogy) Ekaterinburg, 2010. 46 p.
13. *Pystin A.M., Pystina Yu.I.* Struktura, metamorfizm i vozrast dokembrijskix obrazovaniy poluostrova Ranin i Severnogo Timana [Structure, metamorphism and age of the Precambrian formations of the Kanin Peninsula and the northern Timan] // Problems of Geology and Mineralogy. Syktyvkar: Geoprint, 2006. P. 176–194.
14. *Dushin V.A., Burmako P.L., Ronkin Yu.L. et al.* Sostav i novye vozrastnye datirovki metagabbroidov malykskogo kompleksa na Polyarnom Urale [The composition and newly-obtained ages of metagabbroids of the Malyk complex in the Polar Urals] // Structural-material complexes and problems of geodynamics of the Precambrian of Phanerozoic orogens. Proc. of Intern. Sci. conf. Ekaterinburg: IGG Ural Branch, RAS, 2008. P. 27–29.
15. *Rifej i vend evropejskogo severa SSSR* [Riphean and Vendian of the European North of the USSR] / Eds: V.A. Dedeev, V.G. Getsen. Syktyvkar, Komi Branch, USSR Ac. Sci., 1987. 124 p.
16. *Stratigraficheskie shemy Urala (dokembrij, paleozoj)* [Stratigraphic charts of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Ekaterinburg, 1994.
17. *Pystin A.M., Pystina Yu.I.* Bazalnye otlozheniya verxnego dokembriya v Timano-Severouralskom regione [Basal deposits of the Upper Precambrian in the Timan-North Urals region] // Lithosphere, № 3. 2014. P. 41–50.
18. *Kuznetsov N.B., Natapov L.M., Belousova E.A. et al.* Pervye rezultaty U/Pb-datirovaniya i izotopno-geoximicheskogo izucheniya detritovykh cirkonov iz pozdnedokembrijskix peschanirov Yuzhnogo Timana (uval Dzhezdzhimparma) [The first results of U/Pb-dating and isotope-geochemical study of detrital zircons from sandstones of Late Precambrian formations of the South Timan ridge (Uval Dzhezdzhimparma)] // Reports of the Russian Academy of Sciences, 2010. Vol. 435. № 6. P. 798–805.
19. *Andreichev V.L., Soboleva A.A., Gerels D.* U-Pb – vozrast detritovykh cirkonov iz verxnedokembrijskix terrigenykh otlozhenij Severnogo Timana [U-Pb detrital zircons from Upper Precambrian clastic sediments of the Northern Timan] // Reports of the Russian Academy of Sciences, 2013. Vol. 450. № 5. P. 562–567.
20. *Olovyanishnikov V.G.* Geologicheskoe razvitiye poluostrova knin i Severnogo Timana [Geological development of the Kanin Peninsula and the Northern Timan]. Syktyvkar: Geoprint, 2004. 80 p.
21. *Ivanov S.N.* O bajkalidax Urala i prirode metamorficheskix tolshh v obramlenii evgeosinklinalej [About Baikalides of the Urals and the nature of metamorphic rocks framed by eugeosynclines]. Sverdlovsk: Ural Sci. Centre, USSR Ac. Sci., 1979. 77 p.
22. *Puchkov V.N.* Geologiya Urala i Priuralya (aktualnye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and Pre-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)]. Ufa: Desingn Poligraph Service, 2010. 280 p.
23. *Kuznetsov N.B., Romanyuk T.V.* Utochnenie vremeni formirovaniya kollizionnogo orogena Protouralid-Timanid: 540–510 mln let [Clarification of the time of formation of collisional orogen Pre-Uralides-Timanides: 540-510 Ma]. Materials of XLVI Tectonic Conf. Moscow: GEOS, 2014. Vol. 1. P. 219–224.
24. *Gee D.G., Beliakova L., Pease V. et al.* New Single Zircon (Pb-Evaporation) Ages from Vendian Intrusions in the Basement beneath the Pechora Basin, Northeastern Baltica // Polarforschung, 1998. P. 161 – 170.
25. *Pease V., Dovzhikova E., Beliakova L., Gee D.G.* Late Neoproterozoic magmatism in the Pechora Basin basement to, NW Russia: geochemical constraints indicate westward subduction beneath EN Baltica // The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica / D. G. Gee, V. Pease (eds). Geological Society, London, Memoirs, No. 30. 2004. P. 75–85.
26. *Pystin A.M., Pystina Yu.I.* Metamorfizm i granitobrazovanie v proterozojsko-rannepaleozojskoj istorii formirovaniya Pripolyarnouralskogo segmenta zemnoj kory [Metamorphism and Granit Formation in the Proterozoic-Early Paleozoic history of the Subpolar Urals segment of the Earth's Crust] // Lithosphere, № 3. 2008. P.25–38.
27. *Khain E.V., Bibikova E.V., Dushin V.A., Fedotov A.A.* O vozmozhnykh svyazyax mezhdru Paleoaziatskim i Paleoatlanticheskimi okeanami v vendskoe i rannepaleozojskoe vremya [On the possible links between the Paleo and Paleatlantic oceans in Vendian and Early Paleozoic time] // Materials XXXI Tectonic Conference. Moscow: GEOS, 1998. Vol. 2. P. 244–246.
29. *Kuznetsov N.B., Soboleva A.A., Udoratina O.V. et al.* Doordovikskie granitoidy Timano-Uralskogo regiona i evoluciy Protouralid-Timanid. [Pre-Ordovician granitoids of Timan-Urals region and the evolution of Pre-Uralides-Timanides] Syktyvkar: Geoprint, 2005. 100 p.
30. *Fundament Timano-Pechorskogo neftegazonosnogo bassejna* [The basement of the Timan-Pechora oil and gas basin] / L.T. Belyakova, V.I. Bogatsky, B.P. Bogdanov et al. Kirov: Kirov Regional Printing House, 2008. 288 p.
31. *Samygin S.G., Ruzhentsev S.V.* Uralskij paleocean: model unasledovannogo razvitiya [Ural paleocean: model of inherited development]// Reports of the Russian Academy of Sciences, 2003. Vol. 392. № 2. P. 226–229.
32. *Remizov D.N.* Ostrovoduzhnaya sistema polyarnogo urala (petrologiya i evolyuciya glubinnyx zon) [The island arc system of the Polar Urals (petrology and evolution of deep zones)]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2004. 221 p.
33. *Ronkin Yu.L., Pryamososov A.P., Telegina T.V., Lepikhina O.P.* Dunit-garcburgitovyj i dunit-

- verlit-klinopiroksenit-gabbrovyy kompleksy Polyarnogo Urala: REE i Sm-Nb ogranicheniya [Dunite-harzburgite and dunite-wehrlite-clinopyroxenite-gabbro complexes of the Polar Urals: of REE and Sm-Nb restrictions] // Isotopic dating of geological processes: new methods and results. Moscow: IGEM RAS, 2000. P. 302–305.
34. *Petrov G.A., Ronkin Yu.L., Lepikhina O.P., Popova O.Yu.* Vysokobaricheskiy metamorfizm Urala – dve stadii? [High-pressure metamorphism of the Urals – the two stages?] // Yearbook – 2004 IGG Ural Branch RAS. Ekaterinburg: IGG Ural Branch RAS, 2005. P. 97–102.
 35. *Andreichev V.L., Ronkin Yu.L., Serov P.A., Lepikhina, O.P., Litvinenko A.F.* Novye dannye o dokembrijskom vozraste eklogitov Marunkeu (Polyarnyj Ural) [New data on the Precambrian age of the Marunkeu eclogites (Polar Urals)] // Reports of the Russian Academy of Sciences, Vol. 413, № 4, P. 503–506.
 36. *Shatsky V.S., Simonov V.A., Yagouts E.I. et al.* Novye dannye o vozraste eklogitov Polyarnogo Urala [New data on the age of eclogites of the Polar Urals] // Reports of the Russian Academy of Sciences, 2000. Vol.371. №4. P.519–523.
 37. *Glodny, J., Pease, V., Montero, P., Austrhiem, H., and Rusin, A.* Protolith ages of eclogites, Marun Keu Complex, Polar Urals, Russia: Implications for the pre- and early Uralian evolution of the NE European continental margin // The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica. Geological Society, London, Memoirs, 2004. Vol. 30. P. 87–105.
 38. *Pystin A. M., Pystina Yu. I.* Arxejsko-paleoproterozojskaya istoriya metamorfizma porod Uralskogo segmenta zemnoj kory [Archean and Paleoproterozoic history of rock metamorphism in the Urals crustal segment] // Proc. of Karelian Research Centre, RAS. Precambrian Geology Series, 2015. № 7. P. 3–18.
 39. *Andreichev V. L., Rodionov N. V., Ronkin Yu. L.* U–Pb i Sm–Nd datirovanie eklogitov Marunkeuskogo bloka Polyarnogo Urala: novye dannye [U–Pb and Sm–Nd dating of eclogites from the Marunkeu block in the Polar Urals: new data] // Metamorphism, cosmic, experimental and general problems of petrology. Proc. of the Intern. petrographic conf. Vol. 4. Apatity: Kola Sci. Centre, RAS, 2005. P. 17–19.