

службы, возникает много вопросов об обновлении оборудования, проведении специализированных практик и т. д. И хотелось бы этой публикацией побудить коллег к активной работе. Ниже приводимый перечень литературных источников не претендует на полноту. Автор только хотел указать на примеры решения предлагаемых задач [1-8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боговалянская О. В. Уральские палеонтологические кораллисты // Изв. УГТТУ. Вып. 19. Сер.: Геология и геофизика, 2004. С. 42-52.
2. Боговалянская О. В., Лобанов Е. Ю., Глебов А. Р. Указатель гидронидных и некоторых коралловых полипов (гелиолитонидей, табуляты) ордовика, сидура и девона Урала. Екатеринбург, 1990. - Деп. в ВИНТИ 26.11.90, № 5894-В90, С. 101.
3. Боговалянская О. В., Наседкина В. А. Палеонтолого-стратиграфические исследования на Урале: Краткие итоги и опасения // 85 лет геологической службе Урала: Материалы конференции. Екате-

ринбург: Уралнедра МПР Свердловской обл., УрО РАН, УГТТУ, УКСОГ ЕН, 2005. С. 135.

4. Боговалянская О. В., Храмых В. Г. Указатель родов и видов строматопорат. М.: Наука, 1985. С. 3-103.

5. Озерский В. П., Мецнер А. Н. Геологическое картирование вчера, сегодня, завтра // 85 лет геологической службе Урала: Материалы конференции. Екатеринбург: Уралнедра МПР Свердловской обл., УрО РАН, УГТТУ, УКСОГ ЕН, 2005. С. 130-134.

6. Плюшкин К. П. Основные принципы структурной геохронологии: Методические рекомендации. Екатеринбург: Уральский региональный геологический комитет, УГСЭ, Уральский горный институт, 1992. С. 3-137.

7. Сапельников В. П., Мизенс Л. И. Брахиоподы шажне- и среднедевонских отложений западного склона Урала / УрО РАН. Екатеринбург, 2000. С. 3-275.

8. Flügel E., Flügel-Kähler E. Stromatoporoidea (Hydrozoa paleozoica) // Fossilium Catalogus, p. 115-116, Amsterdam, 1969. S. 3-416; s. 417-680.

УДК 550.4+551.72(470.11)

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТОНКОЗЕРНИСТЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД ВЕРХНЕГО ВЕНДА БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО - ИНДИКАТОРЫ СОСТАВА ПАЛЕОВОДОСБОРОВ

А. В. Маслов, Д. В. Гражданкин, В. Н. Подковыров, Ю. Л. Ровкин

В статье на основе прецизионных данных о геохимических особенностях тонкозернистых терригенных пород (глин и аргиллитов) верхнего венда Беломорско-Кулойского плато реконструирован состав источников сноса для бассейна осадконакопления, располагавшегося на северо-западе Мезенской синеклизы. Наличие в проанализированных породах ясно выраженной отрицательной Eu аномалии и характер спектров РЗЭ позволяют предполагать, что породы архейского возраста на палеоводосборах существенной роли не играли. Величины отношений $DPZЭ/TPZЭ$ и La_N/Yb_N в тонкозернистых терригенных породах свидетельствуют, что на всем протяжении пошного венда в областях размыва преобладали породы среднего состава. Снизу вверх по разрезу в составе аргиллитов и глин постепенно растет роль рециклированного компонента. Это позволяет предполагать, что в качестве одного из источников кластичности в рассматриваемое время выступали также осадочно-метаморфические породы Варангер-Канино-Тиманского складчато-надвигового пояса.

Ключевые слова: верхний венд, Беломорско-Кулойское плато, тонкозернистые терригенные породы, геохимия, состав палеоводосборов.

Source provenance rock composition of the Upper Vendian shales and argillites of the White Sea-Kuloi Plateau, Northwest Mezen Basin, has been reconstructed based on the precision data on their geochemistry. The presence of a marked negative Eu anomaly in the analyzed samples, together with the REE spectrum features, suggest a diminished role of Archean-age rocks in the paleowatershed area. Instead, the Late Vendian source rocks were consistently dominated by the rocks of intermediate composition, as evident from the LREE/HREE and La_N/Yb_N ratios in fine-grained siliciclastic sediments. In addition, there is a vertical increase in percentage of recycled components in the stratigraphic record of shales and argillites. All this suggests that the sedimentary-metamorphic rocks of the Varanger-Kanin-Timan Thrust-Folded Belt could provide a source for clastic material in the Late Vendian Northwest Mezen Basin.

Key words: Upper Vendian, White Sea-Kuloi Plateau, fine-grained terrigenous rocks, geochemistry, source provenance rock composition.

Состав палеоводосборов, выступавших в качестве источников обломочного материала для поздневендского бассейна, существовавшего на севере Восточно-Европейской платформы, в пределах Мезенской синеклизы, до настоящего времени является предметом дискуссии.

Так, А. Н. Петровская с соавторами [4] считали, что питание обломочным материалом этого бассейна на протяжении всего позднего венда осуществлялось за счет размыва основных изверженных пород. Э. А. Пиррус [5] отмечал, что в составе питающих провинций значительную роль играли хлоритсодержащие сланцы*. Среди песчаников верхней части верхневендской последовательности (ергинский и падунский уровни) достаточно велика доля аркозовых и субаркозовых разностей [3], что может указывать на снос кластики с Балтийского щита. Вместе с тем анализ особенностей строения и обстановок накопления верхневендских отложений Юго-Восточного Беломорья показывает, что они были сформированы в подводнодельтовых обстановках, надводные же части дельты располагались, по всей видимости, северо-восточнее рассматриваемой нами территории – в области Варангер-Канино-Тиманского складчато-надвигового пояса [1, 3]. На привнос обломочного материала с северо-востока указывает и ярко выраженный одномодальный характер распределения индикаторов палеотечений, установленный по замерам падения косых слоев и простирания слепков промоян [1].

Для разрешения указанных выше противоречий мы использовали геохимические дан-

ные. Материалом для исследований послужил керн скважины 770 Чидвия, пробуренной в верховьях р. Зимней Золотицы в 1980-х гг. (рис. 1) экспедицией 17 ПГО «Невскгеология», а также ряд образцов глины, отобранных из обнажения Зимние Горы и скв. С18 Агма, пробуренной в 1996 г. Новодвинской экспедицией.

Определение содержаний рассеянных, редких и редкоземельных элементов выполнено с помощью высокочувствительного масс-спектрометра высокого разрешения с индуктивно-связанной плазмой для элементного анализа и изотопного скрининга (метод ICP-MS) в ИГГ УрО РАН (аналитики О. П. Лепихина и О. Ю. Попова). Точность анализа определялась величиной концентрации того или иного элемента и составляла от 3 до 20-50 отн. % (для очень низких, на уровне предела обнаружения, содержаний). Достоверность полученных данных подтверждена также анализом дубликатов, отобранных случайным образом.

Беломорско-Кулойское плато располагается на северо-западном борту Мезенской синеклизы. В основании осадочного чехла здесь залегает туфогенно-терригенная последовательность поздневендского возраста, представленная прибрежно-морскими, флювиально-морскими и аллювиальными отложениями [1, 3, 6]. Мощность ее ~ 1000 м. В настоящее время верхневендские отложения в Юго-Восточном Беломорье расчленены на лямичскую, верховскую, зимнегорскую и ергинскую свиты [1]. Условно в состав верхнего венда помещается также падунская свита.

Осадочная последовательность лямичской и верховской свит (400 м) сложена циклическим чередованием интервалов тонкослоистых глин с пачками переслаивания мелкозернистых

* Т. е. по сути дела также породы основного состава (А. М. и др.).



Рис. 1. Положение скв. 770 в пределах Беломорско-Кулойского плато

песчаников, алевролитов и глин. Каждый такой цикл в основании сложен трансгрессивными тонкослоистыми глинами, которые сменяет конденсированная толща переслаивания алевролитов и глин с карбонатными прослойками, соответствующая пику трансгрессии, а завершается шквалом регрессивной паккой переслаивания алевролитов и глин с прослоями штормовых песчаников. В наиболее мощных интервалах тонкослоистых глин в основании лямницкой и верховской свит залегают тонкие прослои вулканических пеплов. Перечисленные особенности строения лямницко-верховского подкомплекса позволяют интерпретировать эту последовательность как результат продвижения и периодического отступления прибрежных обстановок со штормовым режимом седиментации в область подводных илистых равнин с относительно спокойной седиментацией в условиях мелководного эпиплатформенного бассейна. Лямницко-верховская последовательность отвечает наиболее продолжительной морской фазе развития бассейна.

Строение зимнегорской свиты ярко отражает особенности соответствующего этапа развития бассейна. Осадочная последователь-

ность свиты установлена только на северо-востоке Беломорья, что свидетельствует о резком сокращении бассейна седиментации в предзимнегорское время, благодаря чему на большей части Беломорско-Кулойского плато отложения свиты не накапливались. Смена фаций на границе верховской и зимнегорской свит, отвечающая замещению мелководно-морских обстановок на флювиально-морские, также указывает на сокращение бассейна. Кроме того, в направлении к северо-востоку в строении разрезов свиты увеличивается роль алевролитов и глин, при этом мощность суммарного разреза свиты также возрастает до 200 м в скв. Торожма. С другой стороны, в наиболее южных разрезах (Зимние Горы) в основании свиты выявлено несколько поверхностей размыва, пакеты кварцевых песчаников, гравелиты и конгломераты, что свидетельствует о существенной роли процессов подводной эрозии и близости палеоберега. Следовательно, современные границы распространения зимнегорской свиты на территории Беломорско-Кулойского плато приблизительно отвечают границам палеобассейна. В целом на зимнегорский этап развития приходится максимально низкое стояние уровня моря.

Рассматривая особенности ергинского этапа осадконакопления, важно отметить выраженный трансгрессивный характер нижней границы ергинского подкомплекса. Во-первых, к началу подкомплекса приурочена резкая смена морфологии мелких циклитов с регрессивной на прогрессивную, что отражает перелом в развитии осадочной системы [1]. Во-вторых, наряду с признаками размыва мы видим резкую смену фаций: в разрезе Зимних Гор нижняя граница подкомплекса разделяет преимущественно флювиально-морские отложения подводных песков и каналов, характеризующих обстановки песчаных отмелей, от вышележащих мелководно-морских отложений прибойных микроделфт. В-третьих, отложения ергинской свиты в более южных разрезах трансгрессивно налегают на поверхность отложений верховской свиты. Кроме того, в основании ергинской свиты присутствуют локальные размывы в виде карманов, заполненных песчаниками с галькой.

Черепитчатый характер залегания гальки в относительно мелкозернистом песчаном

матрице, следы волочения гальки и тонкая «триховка» на ее поверхности указывают на многократный переувлажнение. Нижняя граница ергинской свиты, таким образом, отвечает событию максимального затопления бассейна Мезенской синеклизы. При такой интерпретации нижняя часть ергинского подкомплекса соответствует высокому положению уровня моря. В кровле зимнегорской последовательности наблюдаются разрывы и врезанная долина с перепадом рельефа до 29 м, заполненным отложениями «ергинских слоев» в схеме А. Ф. Станковского [6]. После заполнения долины, на территории Беломорско-Кулойского плато установилась обстановки типа «подводной дельтовой равнины». Мощность отложений ергинской свиты превышает 120 м [11].

Падунская свита, мощность которой превышает 250 м, сложена средне- и крупнозернистыми красноцветными песчаниками, в то время как алевродиты и глины имеют подчиненное значение. В нижней части свиты, мощностью около 70 м, основную роль играют песчаники с мульдобразной косою и грубой горизонтальной слоистостью, которые характеризуют отложения многочисленных рукавов (русел) подводной дельтовой распределительной системы. В средней части свиты выделяется толща мощностью до 100 м, сложенная песчаниками с фазерной слоистостью, формирование которых происходило в обстановках приливного мелководья. Верхние 80 м свиты сложены ритмичным чередованием песчаников и алевродитов, что свидетельствует о трансгрессивном характере осадконакопления. В целом падунский комплекс отложений отвечает условиям постепенного прогибания бассейна. При сопоставлении разрезов Беломорско-Кулойского плато установлено, что на северо-востоке рассматриваемой территории наблюдается залегание падунских отложений на более молодых горизонтах ергинской свиты. Эта особенность строения не только указывает на эрозионный характер нижней границы падунской свиты, но и позволяет предположить, что область наиболее интенсивного прогибания бассейна располагалась на северо-востоке, в более проксимальной его части по отношению к предполагаемым источникам сноса алюмосиликокластики.

В скв. 770 нижняя граница верхневендских отложений проводится на глубине 855 м по по-

доше пачки пестроцветных тонкослоистых глин с прослоями вулканических пеплов, залегающей на красноцветных слюдистых полевошпатов-кварцевых песчаниках чидвийской свиты верхнего рифея [8]. Отложения зимнегорской свиты в данной скважине отсутствуют; ергинская свита на глубине 456 м залегает непосредственно на верховской. На глубине 44 м на породы венда с размывом ложатся четвертичные образования. Нижняя граница падунской свиты проходит на глубине 243 м, нижняя граница верховской — на глубине 652 м.

Для реконструкции состава пород водосборов и их мониторинга нами проведен анализ нормированных на хондрит спектров распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) и рассмотрены соотношения элементов-примесей, типичных для пород кислого и основного состава в более чем 25 пробах аргиллитов из всех литостратиграфических подразделений разреза.

Реконструкция состава источников сноса по спектрам РЗЭ основана на том, что магматические породы основного состава характеризуются низкими отношениями легких редкоземельных элементов к тяжелым ($LPZЭ/TPZЭ$) и не имеют достаточно выраженной отрицательной Eu аномалии, тогда как кислым породам свойственны высокие отношения $LPZЭ/TPZЭ$ и отчетливая отрицательная (менее 0,9) аномалия Eu [7]. Соотношение кислых и основных пород в источниках сноса может быть оценено и по общему виду спектра распределения РЗЭ. Значения отношения $La_N/Yb_N < 4$ и пологий общий облик спектра ($Gd_N/Yb_N < 1,5$) позволяют предполагать существенную роль в источниках сноса магматических пород основного состава, тогда как при величине $La_N/Yb_N > 8$ (и, соответственно, крутом наклоне спектра) можно сделать вывод о преобладании в областях питания кислых магматических образований. Высокие значения отношения $La_N/Yb_N (\geq 20)$ указывают на доминирование на палеоводосборах гранитоидов [12]. Европейская аномалия (Eu/Eu^*) в аргиллитах также является показателем состава размывавшихся на палеоводосборах пород. В случае, когда величина европейской аномалии относительно невелика ($\sim 0,95-0,90$), можно сделать вывод о преобладании в областях размыва раннедокембрийских (архейских?) кристаллических пород или пород, сфор-

мированных за счет ювенильного материала, не претерпевшего существенного преобразования в континентальной коре. При величии $Eu/Eu^* < 0,90$ можно предполагать, что породы в источниках сноса претерпели определенную внутрикоровую трансформацию [7]. Так как большинство малых элементов переносятся из областей сноса в области осадконакопления без существенной дифференциации на путях переноса, а их содержания и соотношения в различных типах магматических образований различны, то по величине ряда геохимических коэффициентов в аргиллитах можно сделать вывод о составе областей размыта. Например, для кислых магматических образований (граниты, гранодиориты) характерны на один-два порядка более высокие, нежели для базитов, значения отношений Th/Sc , La/Sc , La/Co , Th/Co , Th/Cr , V/Ni , и, наоборот, основные магматические породы имеют на один-два порядка более высокие значения отношений Cr/Zr , Cr/V и др. На доминирование в источниках сноса мафит-ультрамафитовых комплексов указывают высокие отношения Ni/Co и Cr/V , а также низкая величина V/Ni .

Рассмотрим теперь кратко особенности изменения ряда из указанных параметров снизу вверх по разрезу верхнего венда Беломорско-Кулойского плато.

Отношение $LP3Э/TP3Э$. В глинах основания лямичской свиты рассматриваемое отношение имеет значение $\sim 7,4$ (рис. 2). В глинистых породах верховской свиты медианное значение данного отношения возрастает до 9,7. Глины зимнегорского уровня характеризуются еще большей величиной $LP3Э/TP3Э$ (10,6). Почти столь же большая величина рассматриваемого параметра характерна и для глинистых пород ергинского уровня (10,1). Глины падунской свиты имеют величину $LP3Э/TP3Э \sim 8,6$, а у самой кровли этого литостратиграфического подразделения данный параметр меньше его значения в глинах основания лямичской свиты. Таким образом, максимальные величины отношения $LP3Э/TP3Э$ наблюдаются в тонкозернистой алюмосиликокластике средней части разреза верхнего венда, у основания его и кровли рассматриваемый параметр имеет заметно меньшие значения.

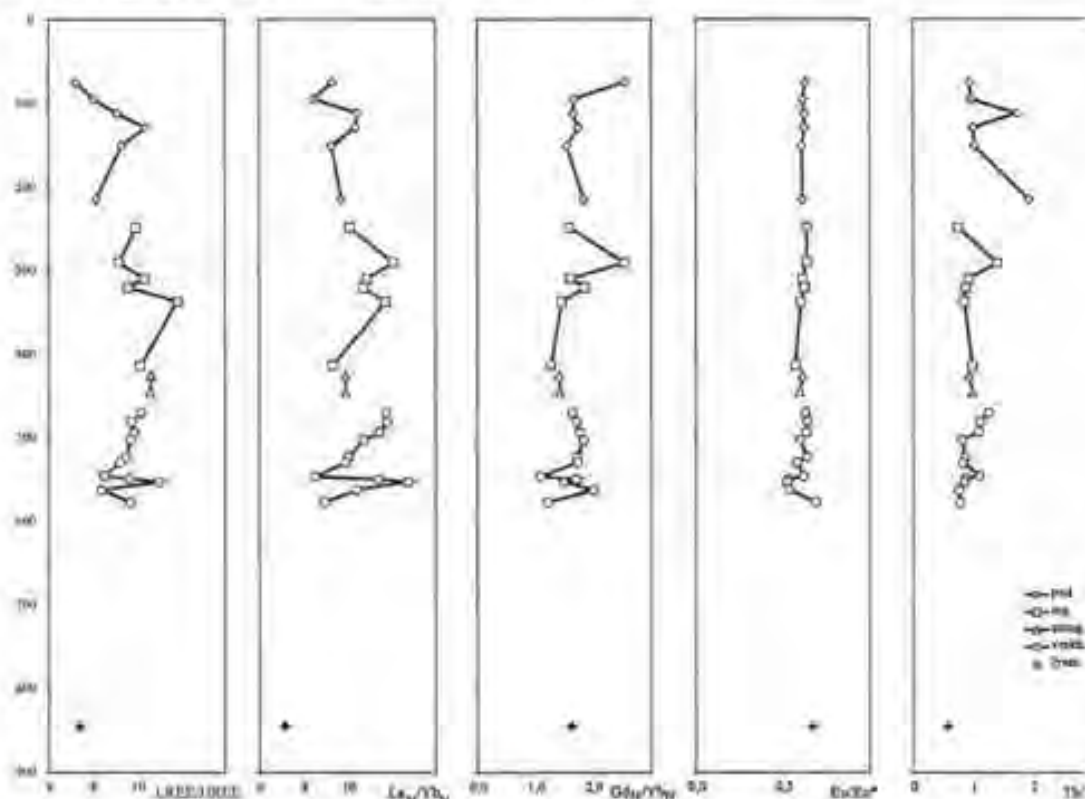


Рис. 2. Вариации значений $LP3Э/TP3Э$, La_n/Yb_n , Gd_n/Yb_n , Eu/Eu^* и Th/Sc в аргиллитах и глинах верхневендской последовательности Беломорско-Кулойского плато:

Свиты: *lam* – лямичская; *verkh* – верховская; *zimng* – зимнегорская; *erg* – ергинская; *pad* – падунская

Отношение La_N/Yb_N . Особенности изменения данного параметра снизу вверх по разрезу верхнего венда Беломорско-Кулойского плато достаточно схожи с характером изменения величины отношения $LP3Э/TP3Э$. Глины нижней части лямичской свиты характеризуются минимальным значением данного параметра (-7,18). В глинах и аргиллитах верховской, зимнегорской и ергинской свит наблюдается тенденция к росту названного отношения, тогда как в глинистых породах падунского уровня величина La_N/Yb_N имеет промежуточное между типичными для аргиллитов верховской и лямичской свит значение. Так же как и величина $LP3Э/TP3Э$, рассматриваемое отношение характеризуется существенными вариациями внутри каждого литостратиграфического подразделения, за исключением лямичской и зимнегорской свит.

Величина *отношения Gd_N/Yb_N* в целом по разрезу верхнего венда не выходит за рамки 1,0-2,0, что указывает на отсутствие какого-либо существенного деплетирования тяжелых РЗЭ. Только в двух пробах аргиллитов из верхних частей ергинской (рт-8) и падунской (рт-1) свит данный параметр составляет 2,53-2,54, и это позволяет предполагать, что в составе указанных проб присутствует некоторая доля архейского компонента.

Eu аномалия (Eu/Eu^)* демонстрирует во всем разрезе верхнего венда удивительную стабильность. Ее медианное значение составляет 0,62, что всего лишь на несколько сотых меньше, чем значение Eu/Eu^* в среднем австралийском постархейском глинистом сланце (РААС) [7]. Только в средней части верховской свиты, в интервале 549-565 м, в трех пробах аргиллитов величина европиевой аномалии увеличивается до 0,52-0,54.

Отношение Th/Sc . Аргиллиты основания лямичской свиты характеризуются весьма низкой величиной данного отношения (0,57), сопоставимой со значениями Th/Sc в породах ряда диорит - гранодиорит. В глинистых породах верховской свиты медианное значение данного параметра составляет 0,86, а в целом по разрезу свиты мы видим рост отношения Th/Sc от 0,78 до 1,25. Медианные значения Th/Sc в глинистых породах трех верхних подразделений разреза достаточно сходны и составляют соответственно 0,96, 0,89 и 1,01.

Основываясь на приведенных значениях и общем характере изменения величины отношения Th/Sc снизу вверх по разрезу, мы можем предполагать, что в начале поздневендского этапа осадконакопления (лямичское время) в областях сноса доминировали породы среднего состава, а позднее (верховско-падуновское время) состав размывавшегося субстрата стал более кислым. Примечательно, что в глинах и аргиллитах кровли верховской и зимнегорской свит, а также зимнегорской и подошвы ергинской свит значения отношения Th/Sc весьма близки, указывая тем самым на отсутствие сколько-нибудь существенных изменений в составе областей питания в течение всего лямичско(?)-ергинского этапа. Иная ситуация наблюдается на границе ергинской и падунской свит. Глины в кровле ергинской свиты характеризуются величиной отношения $Th/Sc \sim 0,7$, тогда как глины из основания падунской свиты имеют значение рассматриваемого параметра 1,93.

На диаграмме $La-Th$ точки составов аргиллитов и глин всех литостратиграфических единиц разреза слагают весьма компактное поле (рис. 3); исключение составляет точка глин лямичской свиты, имеющая заметно меньшие содержания как Th , так и La , нежели все остальные пробы. Высокие значения отношения La/Th (2,5-3,5) указывают на размыв в областях сноса преимущественно пород кислого состава.

Нормированные на хондрит спектры распределения РЗЭ в аргиллитах и глинах всех литостратиграфических уровней верхнего венда достаточно однообразны и имеют форму, характерную для подавляющего большинства постархейских глинистых пород (рис. 4).

Все сказанное выше позволяет сделать следующие выводы. Наличие в аргиллитах и глинах верхнего венда Беломорско-Кулойского плато ясно выраженной отрицательной европиевой аномалии и типичная для большинства постархейских глинистых пород форма спектров РЗЭ позволяют предполагать, что породы архейского возраста на палеоводосборах практически не были представлены. Характерные для глин и аргиллитов верхнего венда величины отношений $LP3Э/TP3Э$ и La_N/Yb_N свидетельствуют, что на всем протяжении позднего венда в областях размыва преобладали породы среднего состава (диориты, гранодиориты

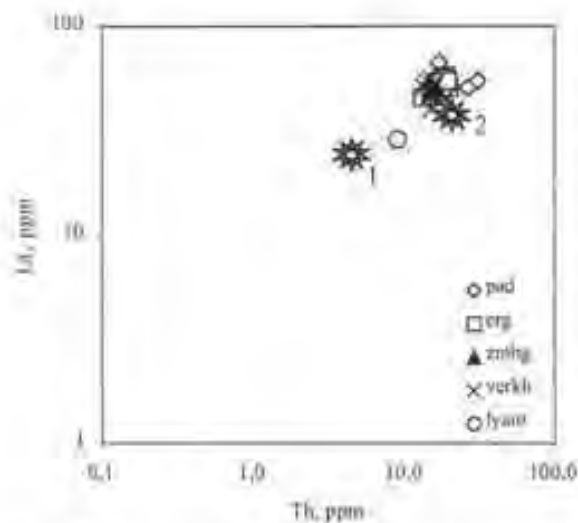


Рис. 3. Положение фигуративных точек состава аргиллитов и глин верхнего венда на диаграмме La–Th.

Свиты: *lyam* – зимницкая; *verkh* – верховская; *zimng* – зимнегорская; *erg* – ергинская; *pad* – падуновская. 1 – средний архейский аргиллит; 2 – PAAS [7]

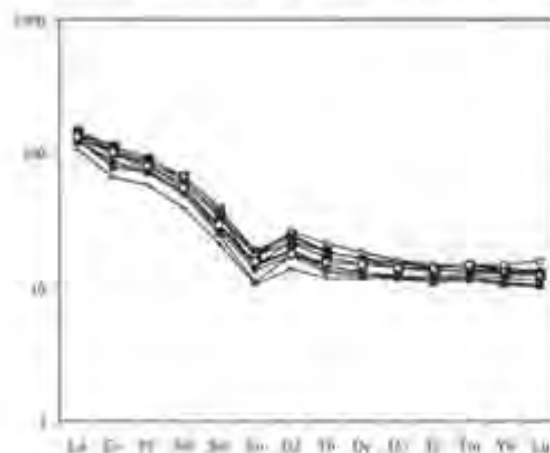


Рис. 4. Нормализованные по хондриту спектры распределения РЗЭ в глинах верховской свиты

и т. д.). Максимально высокие значения указанных отношений наблюдаются на ергинском уровне. Существенного изменения состава областей размыва на границах верховской и зимнегорской, а также зимнегорской и ергинской свит, по всей видимости, не происходило. Только для границы ергинской и падуновской свит, исходя из резкого повышения величины отношения Th/Sc в глинах основания падуновской свиты по сравнению с глинами кровли ергинской свиты, можно предполагать появление в области сноса пород более кислого состава.

Исходя из геохимических особенностей глинистых пород верхневендской последова-

тельности Беломорско-Кулойского плато, очевидно, что в источниках сноса доминировали породы среднего состава при подчиненной роли гранитоидов. Наличие в аргиллитах и глинах всего разреза хорошо выраженной отрицательной европиевой аномалии указывает на размыв пород, претерпевших заметную дифференциацию в континентальной коре и минимальную роль среди них субстратов архейского возраста (однако на то, что подобные субстраты на палеоводосборах все же присутствовали, указывают, на наш взгляд, высокие (~2,5) величины отношения Gd_N/Yb_N в нескольких пробах глин падуновского и ергинского уровней). По приведенным данным нельзя, однако, сделать вывод о присутствии в области размыва осадочных или осадочно-метаморфических образований.

В то же время по ряду лито- и геохимических критериев можно попытаться оценить степень рециклирования слагающей верхневендскую последовательность тонкозернистой алюмосиликокластики. Известно, что для рециклированных тонкозернистых терригенных образований характерна величина отношения $K_2O/Al_2O_3 < 0,3$ (в «first cycle» породах этот параметр $> 0,4$) [9, 10]. Формирующиеся при длительном переотложении тонкой алюмосиликокластики (или, что то же самое, многократном переотложении осадочных пород) осадочные последовательности обнаруживают некоторое увеличение с течением времени содержаний слабо растворимых компонентов, таких, как, например, Th и Y. Параллельно вверх по разрезу происходит снижение содержаний относительно хорошо растворимых элементов (U, Sr и др.). Процессы рециклинга ведут также к постепенному увеличению отношения $LPЗЭ/TPЗЭ$, однако, в отличие от той ситуации, когда подобный тренд определяется сменой в источниках сноса основных пород кислыми, при многократном переотложении не происходит фракционирования Eu, и, следовательно, величина Eu/Eu^* остается неизменной, и, наоборот, в последовательностях, сложенных породами «first cycle» типа, значения отношений $LPЗЭ/TPЗЭ$ и Eu/Eu^* симбатно растут вверх по разрезу.

Как же ведут себя указанные лито- и геохимические отношения в разрезе верхнего вен-

да Беломорско-Кулойского плато? Медиана отношения K_2O/Al_2O_3 в аригиллитах и глинах верховской свиты составляет 0,25, глины пробы ГРД-1, отобранной у подошвы лямичской свиты, имеют величину данного отношения также 0,25. В глинах ергинской свиты медианное значение отношения K_2O/Al_2O_3 составляет $0,29 \pm 0,02$. Медиана K_2O/Al_2O_3 в глинах падуновской свиты составляет 0,28. Содержания Th и Y в глинистых породах снизу вверх по разрезу несколько растут, содержание U практически не меняется, а содержания Sr если и увеличиваются, то весьма незначительно. Величина ЛРЗЭ/ГРЗЭ в интервале от подошвы лямичской свиты до кровли ергинской свиты растет, а европиевая аномалия практически не меняется (~ 0,62, см. рис. 2). На таком же уровне она остается и в глинах падуновской свиты.

Таким образом, основываясь на критериях, предложенных в работах [9, 10 и др.], можно констатировать, что снизу вверх по разрезу верхнего венда Беломорско-Кулойского плато роль рециклированного тонкозернистого терригенного материала растет, а это, в свою очередь, не противоречит предположению, что в качестве одного из источников кластики в рассматриваемое время выступали также осадочно-метаморфические породы Варангер-Канино-Тиманского складчато-надвигового пояса, как это следует из анализа индикаторов палеотечений [1].

Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект 03-05-64121), Программы 25 Президиума РАН «Происхождение и эволюция биосферы» и гранта NER/A/2001/01049.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гражданкин Д. В. Строение и условия осадконакопления вендского комплекса в Юго-Восточном Беломорье // Стратиграфия. Геол. корреляция, 2003. Т. 11. № 4. С. 3–34.
2. Гражданкин Д. В., Бронников А. А. Новое местонахождение остатков поздненендских мягкотелых организмов на Онежском полуострове // Докл. РАН, 1997. Т. 357, № 6, С. 792–796.
3. Гражданкин Д. В., Подковыров В. Н., Мизлов А. В. Палеоклиматические обстановки формирования верхненендских отложений Беломорско-Кулойского плато (Юго-Восточное Беломорье) // Литология и полезные ископаемые. 2005. № 2. С. 267–280.
4. Петровская А. Н., Воловикова А. И., Володченко А. И. К вопросу об условиях осадконакопления в верхнедокембрийское и кембрийское время на юге центральной части Московской синеклыты // Литология и палеогеография палеозойских отложений Русской платформы. М.: Наука, 1972. С. 47–57.
5. Пиррус Э. А. Глинистые минералы в вендских и кембрийских породах и их значение для палеогеографии и стратиграфии // Палеогеография и литология венда и кембрия запада Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1980. С. 97–104.
6. Станковский А. Ф., Веричев Е. М., Добейко Н. П. Венд Юго-Восточного Беломорья // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. М.: Наука, 1985. С. 67–76.
7. Тейлор С. Р., МакЛеннан С. М. Континентальная юра: ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 384 с.
8. Якобсон К. Э., Кузнецова М. Ю., Станковский А. Ф. и др. Рифей Зимнего Берега Белого моря // Сов. геология. 1991. № 11. С. 44–48.
9. Cox R., Lowe D. A conceptual review of regional-scale controls on the composition of clastic sediment and the co-evolution of continental blocks and their sedimentary cover // J. Sed. Res. 1995. V. A65. P. 1–12.
10. Cox R., Lowe D. R., Cullers R. L. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States // Geochim. Cosmochim. Acta. 1995. V. 59. P. 2919–2940.
11. Gruzhdankin D. Late Neoproterozoic sedimentation in the Timan foreland // Gee, D. G. & Pease, V. L. (eds) 2004. The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica. Geological Society, London, Memoirs. 2004. V 30. P. 37–46.
12. Wronkiewicz D. J., Condie K. C. Geochemistry and mineralogy of sediments from the Ventersdorp and Transvaal Supergroups, South Africa: cratonic evolution during the early Proterozoic // Geochim. Cosmochim. Acta. 1990. V. 54. P. 343–354.