

## ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ РЯДА ИНДИКАТОРНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ТОНКОЗЕРНИСТЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОДАХ СЫЛВИЦКОЙ СЕРИИ ВЕРХНЕГО ВЕНДА СРЕДНЕГО УРАЛА

А. В. Маслов, Д. В. Гражданкин

Сылвицкая серия верхнего венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория (западный склон Среднего Урала) с размывом залегает на нижневендских карбонатно-терригенных породах серебрянской серии и несогласно перекрывается песчаниками такатинской свиты раннедевонского возраста. Входящие в состав серии осадочные образования изучены нами в долинах правых притоков р. Чусовая (реки Межевая Утка, Сылвица, Вильва, Усьва и др.). На основании характерного состава пород и циклического строения сылвицкая серия расчленяется традиционно на четыре свиты (снизу вверх): старопечнинскую, перевалокскую, чернокаменскую и усть-сылвицкую.

В основании *старопечнинской свиты* залегает толща диамиктитов, в которую вклиниваются пласты крупнозернистых песчаников. В южной части Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория (бассейны рек Серебрянка и Сылвица) мощность диамиктитов изменяется в пределах 3–20 м, а в северных разрезах (р. Кусья) возрастает до 95 м [1]. В северном направлении также возрастает и общая мощность свиты (до 525 м). Диамиктиты постепенно переходят в мощную (100 м) толщу зеленовато-серых тонкослоистых алевролитов, на которой залегает толща тонкослоистых аргиллитов (80 м), окраска которых меняется от фишашково-зеленой в нижней части до вишнево-красной. Толща вишнево-красных аргиллитов содержит несколько прослоев туфов.

Осадочная последовательность *перевалокской свиты* представляет тонкое пологоволнистое переслаивание темно-серых аргиллитов, слюдястых алевролитов и желтовато-серых мелкозернистых песчаников, и имеет выраженное регрессивное строение. В нижней ее части преобладают алевролиты и аргиллиты, тогда как в верхней части широко распространены прослои (2–7 см) тонкослоистых алевролитов и мелкозернистых песчаников ( $n \times 1\text{--}20$  мм) с тонкой волнистой слоистостью [3]. На подстилающих отложениях свита залегает с постепенным переходом. Для отложений перевалокской свиты в целом характерны тонкие линзовидные прослои и конкреции фосфоритов и тончайшие черные пленки углефицированного органического вещества, подчеркивающие слоистость [1]. Мощность свиты ~300 м.

*Чернокаменная свита* представлена сложным чередованием преимущественно зеленовато-серых

аргиллитов, алевролитов и песчаников полевошпат-кварцевого и полимиктового состава; в верхней части отложения свиты имеют пеструю окраску. Предыдущими исследователями свита по преобладающей окраске пород расчленялась на две неравнозначные по мощности подсвиты. Проведенные нами исследования выявили более сложное строение и выраженную фациальную изменчивость осадочной последовательности свиты как в разрезе, так и по латерали. Во всех разрезах она распадается на ряд толщ (вилухинская, шурышская, черемуховская, синемаменная, коноваловская, крутихинская и кобылоостровская), различающихся между собой набором литотипов и характером цикличности; эти толщи рассматриваются нами в ранге подсвит [2]. Мощность чернокаменной свиты по данным Б.Д. Аблизина с соавторами [1] достигает 1700 м. По нашим наблюдениям, она составляет около 1300 м.

*Вилухинская подсвита* сложена чередованием пачек (10–70 м) зеленовато-серых песчаников и интервалов (10–50 м) фишашково-зеленых и вишнево-красных тонкослоистых алевроаргиллитов. Пачки песчаников, в свою очередь, состоят из пакетов песчаников, разделенных пластинами алевроаргиллитов. Мощность вилухинской подсвиты достигает 250 м.

Породы вышележащей *шурышской подсвиты* установлены только на юге Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория в бассейне рек Сылвица, Серебряная и Межевая Утка. Подсвита сложена тонким переслаиванием алевролитов, алевроаргиллитов и песчаников. Мощность шурышской подсвиты достигает 200 м.

*Черемуховская подсвита* установлена только в северной части Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория и сложена среднезернистыми песчаниками. В нижней части подсвиты преобладают песчаники с тонкой горизонтальной слоистостью и пласты без видимой слоистости, выполняющие пологие эрозионные врезы, иногда с локально проявленной крупной однонаправленной пологой косой слоистостью. В средней части распространены песчаники с грубой горизонтальной слоистостью. Верхняя часть подсвиты сложена преимущественно песчаниками с крупной мульдобразной косой слоистостью. Видимая мощность подсвиты составляет 35 м.

Типовое обнажение *синекаменской подсвиты* расположено на р. Чусовой у скалы Синий Камень ниже по течению от дер. Нижняя Ослянка. Здесь на базальных песчаниках залегает маркирующий горизонт тонкослоистых аргиллитов с прослоями косоволнистослоистых песчаников, а выше обнажена регрессивно построенная осадочная последовательность мощностью 120 м, в которой закономерное чередование пакетов песчаников и алевроаргиллитов позволяет выделять 10 прогрессивных циклитов мощностью 8.8–17.1 м.

В основании *коноваловской подсвиты* залегает мощная (60 м) толща тонкослоистых алевролитов, вмещающая многочисленные пласты песчаников с косоволнистой слоистостью. Выше следует толща (50–60 м) переслаивания алевролитов и аргиллитов с пластами косоволнистослоистых песчаников. Завершает последовательность пачка (30 м) тонкого переслаивания алевролитов и аргиллитов. Мощность подсвиты достигает 140–150 м.

*Крутихинская подсвита* представляет регрессивно построенную осадочную последовательность мощностью 400 м. Благодаря характерным литологическим особенностям подсвиты уверенно прослеживается в пределах всего Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория. Она представлена ритмичным чередованием интервалов, сложенных зеленовато-серым, местами с бурым оттенком, тонким волнистым и линзовидным переслаиванием песчаников и аргиллитов, и пластов голубовато-серых и красно-коричневых тонкослоистых аргиллитов. Нижняя часть подсвиты вмещает несколько мощных (до 16 м) пачек тонкого волнистого переслаивания песчаников и аргиллитов. Верхняя часть представляет ритмичное чередование пластов, сложенных пятнистым, зеленовато- и вишнево-серым переслаиванием алевролитов и аргиллитов, темно-серыми и зеленовато-серыми тонкослоистыми алевролитами и пластов коричнево-серых песчаников без видимой слоистости, либо с косоволнистой слоистостью.

*Кобылоостровская подсвита* сложена переслаивающимися зеленовато-серыми алевролитами и аргиллитами, вмещающими пачки (8–10 м) серых и темно-серых мелко-, средне- и крупнозернистых песчаников с тонкой волнистой, косоволнистой и линзовидной слоистостью и скоплениями плоской аргиллитовой гальки. Мощность подсвиты в разрезе по р. Усьва выше о-ва Кобылий достигает 100 м.

На правом берегу р. Чусовая ниже по течению от устья р. Сыльвица в ряде небольших изолированных обнажений вскрыты мелко- и среднезернистые песчаники без видимой слоистости, с грубой горизонтальной слоистостью, а также с мелкой и крупной мульдобразной косою слоистостью, относящиеся, по данным Б.Д. Аблизина с соавторами [1], к *усть-сыльвицкой свите*. Окраска пород красновато-бурая, сиренево-коричневая и зеленовато-серая.

Мощность усть-сыльвицкой свиты в стратотипической местности достигает 350 м. Мощность же всей сыльвицкой серии достигает, по нашим представлениям, 1800 м.

В настоящем сообщении рассматриваются результаты анализа особенностей изменения снизу вверх по разрезу сыльвицкой серии ряда индикаторных отношений основных петрогенных оксидов и элементов-примесей. Анализ проведен с целью получения количественной информации об основных параметрах накопления поздневендских отложений на территории современного западного склона Среднего Урала. Для этого нами использовано более 140 образцов тонкозернистых терригенных пород (глинистых сланцев и аргиллитов), отобранных случайным образом из всех охарактеризованных выше литостратиграфических подразделений. Определение содержаний в них петрогенных оксидов выполнено в ИГГ УрО РАН (аналитики Н.П. Горбунова, В.П. Власов, Л.А. Татарина, Г.С. Неупокоева, Е.С. Шагалов и И.И. Неустроева) на рентгеновском спектрометре СРМ-18. Определение содержаний элементов-примесей в тонкозернистых терригенных породах (ТТП) выполнено там же методом ICP-MS (руководитель работ – Ю.Л. Ронкин, аналитики О.П. Лепихина, Г.А. Лепихина).

**Степень зрелости тонкой алюмосиликокластики и вклад в процессы седиментации эксталятивных компонентов.** Значения величины гидролизатного модуля (ГМ) снизу вверх по разрезу сыльвицкой серии находятся в основном в коридоре 0.37–0.50; для ряда же проанализированных образцов можно видеть как несколько более высокие, так и несколько более низкие значения (рис. 1а). Какая-либо определенная тенденция в изменении ГМ снизу вверх в разрезе сыльвицкой серии не наблюдается. Только в верхней части вилухинской подсвиты в ряде частных образцов значения ГМ достигают 0.50–0.55, а для крутихинско-кобылоостровско-усть-сыльвицкого интервала можно предполагать наличие весьма слабо выраженной тенденции к снижению величины ГМ вверх по разрезу. Медианное значение ГМ для ТТП старопечнинской свиты – уровня, в составе нижних горизонтов которого описаны марино-гляциальные образования [6] – составляет 0.47. Практически такая же медианная величина ГМ характерна и для ТТП вышележащей первалокской свиты (0.45). Тонкозернистые терригенные породы вилухинской, шурьшской, синекаменской, коноваловской, крутихинской и кобылоостровской подсвит чернокаменской свиты имеют несколько меньшие медианные значения ГМ (соответственно 0.43, 0.42, 0.42, 0.41, 0.44 и 0.41), но и они отвечают нормосиллитам, по классификации Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис [7], т.е. представлены продуктами достаточно выраженных процессов химического выветривания на палеоводосборах. Ар-

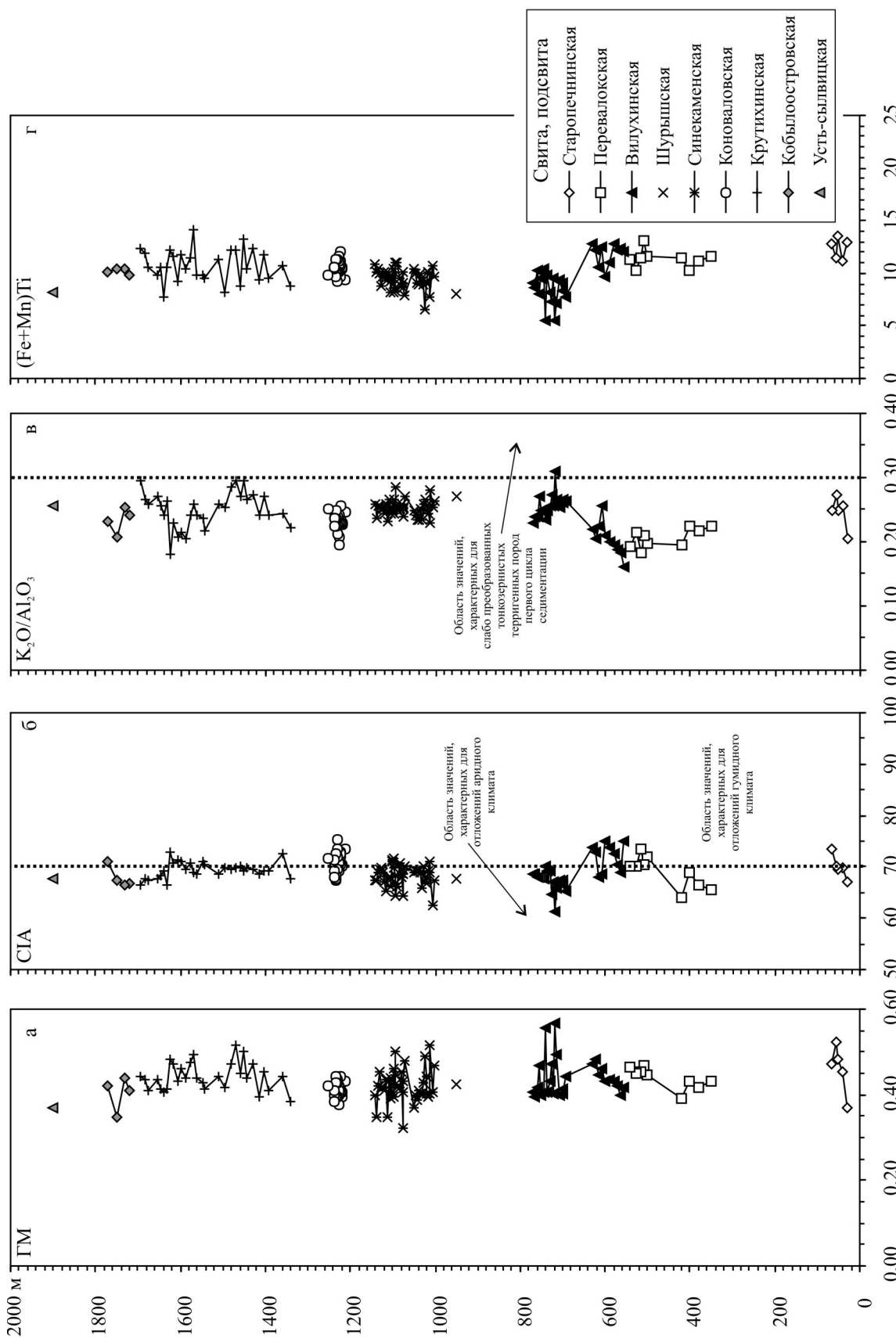


Рис. 1. Вариации в сводном разрезе сыльцкой серии значений гидролизного модуля (а), химического индекса изменения (б), отношения  $K_2O/Al_2O_3$  (в) и  $(Fe+Mn)/Ti$  (г) (построено по данным анализа частных образцов ГТП).

гиллиты усть-сылвицкой свиты имеют величину ГМ, равную 0.37 – это также нормосиллиты.

В распределении снизу вверх по разрезу сылвицкой серии значений химического индекса изменения (СИА) в ТТП, так же как и для ГМ, не просматривается какая-либо определенная тенденция (рис. 1б). Единственное исключение здесь – перевалокско-вилухинский уровень, для которого можно видеть несколько мелких флуктуаций СИА. Менее отчетливо это выражено и выше – для крутихинско-кобылоостровского уровня. Медианная величина СИА для алевроаргиллитов старопечнинской свиты, непосредственно перекрывающих тиллитоподобные образования, составляет ~70, что характерно, по данным приведенным в работах [10, 11], для пород, не содержащих существенной доли малоустойчивых к процессам выветривания алюмосиликатов, таких, как, например, полевые шпаты. Таким образом, рассматривать эти ТТП как постгляциальные образования, по всей видимости, нельзя. Тонкозернистые терригенные породы перевалокской свиты характеризуются сходными значениями СИА (64–73.5, медианное значение 70). ТТП различных подсвит чернокаменной свиты имеют медианные значения СИА от 67 до 71, что, в целом, указывает на формирование их в обстановках семиаридного/семигумидного климата. Примерно такая же величина СИА наблюдается в ТТП усть-сылвицкого уровня.

Медианные значения отношения  $K_2O/Al_2O_3$  ни для одного из рассматриваемых нами литостратиграфических подразделений сылвицкой серии не превышают 0.30 – порогового значения, разделяющего, по представлениям [9], породы первого и последующих циклов седиментации. Вместе с тем, в особенностях распределения значений  $K_2O/Al_2O_3$  в частных образцах алевроаргиллитов и аргиллитов есть ряд интересных моментов (рис. 1в). Так, для ТТП старопечнинского уровня значения данного параметра варьируют в основном от 0.25 до 0.27 (медиана 0.25). ТТП перевалокской свиты имеют несколько меньшее медианное значение  $K_2O/Al_2O_3$  (0.21) и соответственно коридор величин рассматриваемого параметра здесь несколько иной – 0.18–0.22. Вилухинская подсвита демонстрирует рост значений  $K_2O/Al_2O_3$  снизу вверх по разрезу – от преобладающих 0.17–0.22 в нижней части до 0.23–0.27 в верхней. В последних рамках находятся и значения отношения  $K_2O/Al_2O_3$  в ТТП шурышской, синекаменной и коноваловской подсвит, хотя, как указывалось выше, синекаменная подсвита представлена рядом циклически построенных пакетов, маркирующих достаточно хорошо распознаваемые и достаточно быстрые фациальные изменения обстановок седиментации. Для крутихинской подсвиты, напротив, вырисовывается вначале некоторый рост значений  $K_2O/Al_2O_3$ , затем спад, после которого вновь следует рост значений анализируемого нами параметра. ТТП кобылоостровской под-

свиты, значения  $K_2O/Al_2O_3$  в которых вновь снижается, могут представлять собой завершение второго достаточно хорошо выраженного геохимического цикла в крутихинско-кобылоостровской последовательности. В целом же кривую изменения значений  $K_2O/Al_2O_3$  в разрезе всей сылвицкой серии можно более-менее условно разбить на три интервала. Для первого (перевалокско-вилухинского) и третьего (крутихинско-кобылоостровско-?усть-сылвицкого) характерны относительно хорошо выраженные мелкие флуктуации значений исследуемого параметра, тогда как для второго интервала, примерно отвечающего шурышско-коноваловскому уровню, такие флуктуации не характерны.

Наконец, основываясь на присутствии ТТП сылвицкой серии значениях отношения  $(Fe+Mn)/Ti$  (преимущественно в коридоре от 7–8 до 12–13, рис. 1г), можно сделать вполне определенный вывод об отсутствии на всем протяжении позднего венда влияния на состав осадков эксгальтивных компонентов, что было сделано ранее на несколько менее полной базе данных [4].

**Окислительно-восстановительные обстановки в придонном слое воды.** Индикатором присутствия/отсутствия свободного кислорода в придонных слоях воды в бассейне седиментации является т.н. “коэффициент стагнации” – отношение  $Mo/Mn$  [5]. В бассейнах с сероводородным заражением величина отношения  $Mo/Mn$  варьирует от 0.0*n* до 0.*n*, тогда как в хорошо аэрируемых водоемах она составляет менее 0.00*n*. В рассматриваемой нами ситуации минимальное медианное значение отношения  $Mo/Mn$  составляет 0.004 (ТТП перевалокской свиты), а максимальное – 0.0035 (кобылоостровская подсвита чернокаменной свиты). При анализе же значений  $Mo/Mn$  в частных образцах снизу вверх по разрезу серии вырисовывается увеличение частоты присутствия в выборках ТТП с  $Mo/Mn > 0.001$  (рис. 2а) (причем, происходит это, по всей видимости, в течение двух циклов – старопечнинско-вилухинского и шурышско-кобылоостровского), что позволяет предполагать появление в бассейне к концу позднего венда субокисных/дисокисных обстановок.

**Состав пород в источниках сноса.** Индикаторами состава пород в источниках сноса в нашем случае выступают отношения  $Th/Cr$  и  $Th/Sc$  (рис. 2б, в). Так, по данным К. Конди [8], величина отношения  $Th/Cr$  в позднеархейских и среднепротерозойских базальтах составляет, соответственно, 0.002 и 0.016, а в гранитах архей и протерозоя – 0.93 и 1.0. Значения отношения  $Th/Sc$  в названных выше породах-возможных источниках сноса составляют 0.03, 0.07, 3.75 и 3.6, соответственно. Из сказанного очевидно, что источниками основной массы тонкой алюмосиликокластики для располагавшегося на территории современного западного склона Среднего Урала в позднем венде сегмента форландово-

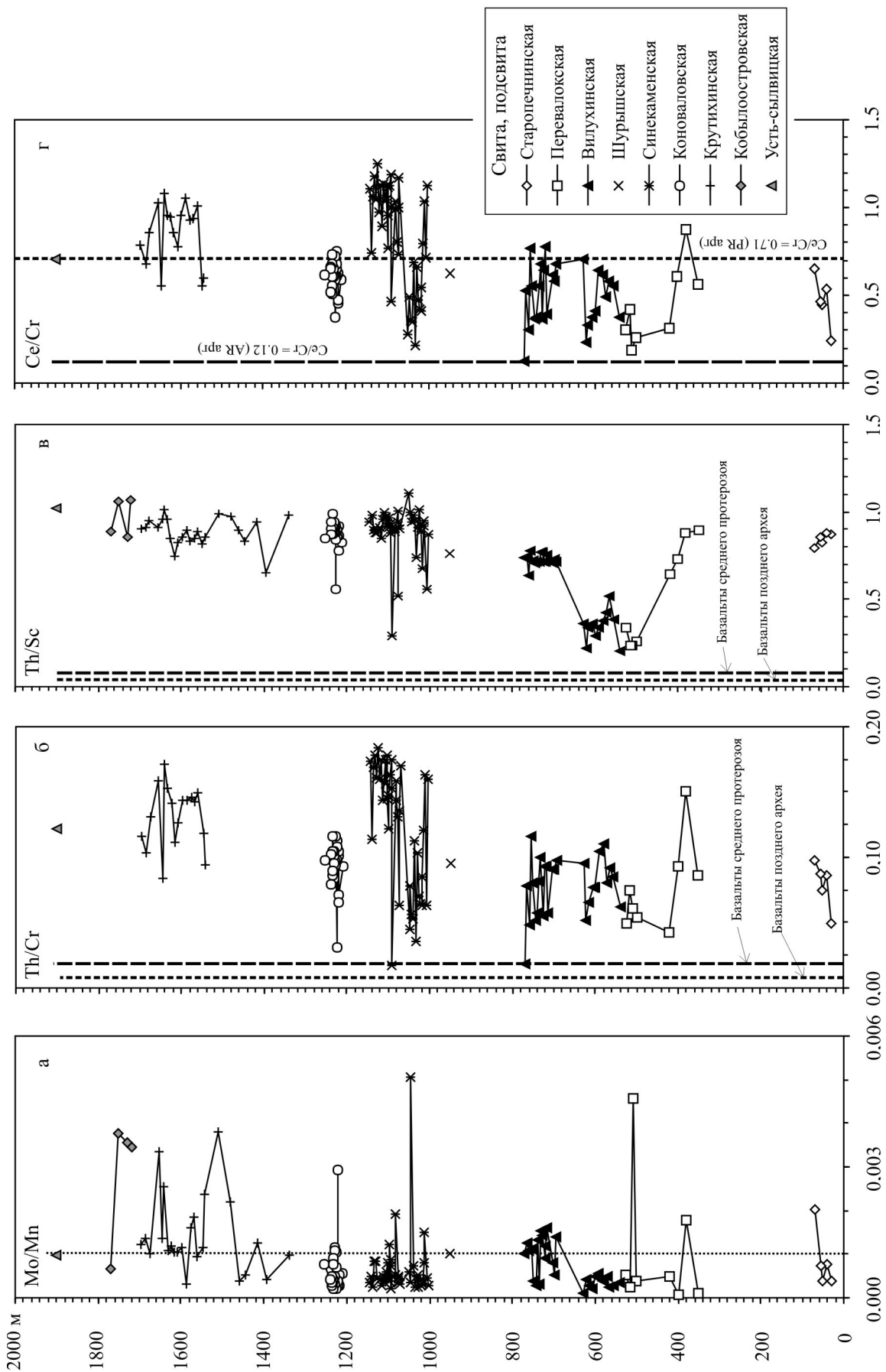


Рис. 2. Вариации в сводном разрезе сыльвицкой серии значений коэффициента стагнации (а), отношений Th/Cr (б), Th/Sc (в) и Ce/Cr (г) (построено по данным анализа частных образцов ТПП).

го бассейна были преимущественно породы кислого состава, и только в отдельные моменты в область седиментации попадала более основная тонкая терригенная взвесь. Наконец, по величине отношения  $Ce/Cr$  можно в какой-то степени судить об интегральном возрасте пород на палеоводосборах (для среднего архейского и протерозойского аргиллита эта величина, по данным работы [8], составляет, соответственно, 0.12 и 0.71). В частных образцах ТТП старопечнинской свиты отношение  $Ce/Cr$  варьирует от 0.24 до 0.65 (медиана 0.46) (рис. 2г). В породах перевалокской свиты данный параметр отчетливо снижается снизу вверх по разрезу от 0.56–0.88 до 0.18–0.31 (медиана 0.37). Примерно в том же коридоре, т.е. между значениями, характерными для архейского и протерозойского средних аргиллитов, меняются значения  $Ce/Cr$  в ТТП вилухинской и шурышской подсвит чернокаменской свиты (медианы 0.55 и 0.62). Разрез вышележащей синекаменской подсвиты чернокаменской свиты начинается с ТТП, имеющих существенно более высокое значение  $Ce/Cr$  (0.59). Вверх по разрезу названной подсвиты рассматриваемый параметр вначале снижается до 0.22, затем растет до 1.18–1.25. Медианное значение отношения  $Ce/Cr$  в ТТП синекаменской подсвиты составляет 0.97, что указывает на размыв весьма зрелых блоков континентальной коры, в составе которых в данный период времени практически не было примитивных архейских субстратов. ТТП коноваловской подсвиты по величине отношения  $Ce/Cr$  (медиана 0.61) сопоставимы с аналогичными по гранулометрии породами вилухинского уровня (медиана 0.55), тогда как ТТП крутихинской подсвиты (медиана 0.93) тяготеют к ТТП верхней части синекаменской подсвиты.

Если же рассматривать особенности изменения значений отношений  $Th/Cr$  и  $Th/Sc$  в целом в разрезе всей сыльвицкой серии, то мы увидим, что для ряда ее интервалов симбатное изменение названных параметров в ТТП не наблюдается. Особенно хорошо это выражено для перевалокско-вилухинского и синекаменского уровней. Изменения же значений  $Th/Cr$  и  $Ce/Cr$  в сводном разрезе серии почти в точности повторяются.

**РЗЭ-систематика ТТП сыльвицкой серии.** Величина отношения  $La_N/Yb_N$  в ТТП породах старопечнинской серии варьирует от ~6.7 до 16.4 (рис. 3а) при медианном значении 12.88. ТТП перевалокской свиты характеризуются заметно меньшим медианным значением указанного отношения (9.30), тогда как в частных образцах величина  $La_N/Yb_N$  здесь составляет 5.07–9.52. Показательно, что в верхней трети разреза данного литостратиграфического подразделения значения  $La_N/Yb_N$  существенно ниже, чем в подстилающих и перекрывающих образованиях. ТТП вилухинской подсвиты чернокаменской свиты имеют медианное значение  $La_N/Yb_N \sim 10.2$ , в частных образцах кори-

дор значений рассматриваемого параметра составляет 7.19–13.8. Какая-либо определенная тенденция в изменении значений данного параметра снизу вверх по разрезу подсвиты отсутствует, однако, в целом для перевалокско-вилухинского интервала можно видеть ряд мелких флуктуаций. ТТП шурышской подсвиты по величине  $La_N/Yb_N$  (9.20) близки к ТТП перевалокской свиты. Примерно такое же медианное значение  $La_N/Yb_N$  (9.40) характерно для глинистых сланцев и аргиллитов синекаменской подсвиты. При этом здесь на фоне преобладания значений в коридоре 8–11, наблюдается достаточно много образцов ТТП с заметно меньшими величинами указанного отношения, что позволяет предполагать присутствие в тонкозернистой матрице пород продуктов разрушения магматических образований основного состава. ТТП вышележащей коноваловской подсвиты имеют заметно более высокую медианную величину  $La_N/Yb_N$  (~11.7) при весьма небольшом разбросе значений указанного параметра. ТТП завершающих разрез чернокаменской свиты крутихинской и кобылоостровской подсвит имеют достаточно близкие медианные величины  $La_N/Yb_N$  (соответственно, 10.08 и 10.60); экскурсы в область относительно низких значений здесь наблюдаются заметно реже, чем в разрезе синекаменской подсвиты.

Медианные значения отношения  $Gd_N/Yb_N$  в ТТП всей сыльвицкой серии не выходят за пределы стандартных для подавляющего большинства постархейских тонкозернистых алюмосиликокластических образований (1.0–2.0) (рис. 3б). При этом, наиболее высокие медианные значения данного параметра характерны для ТТП старопечнинской свиты (1.91), а минимальные (1.15) – для аргиллитов усть-сылвицкой свиты. В шурышско-усть-сылвицком интервале можно видеть вначале некоторое постепенное увеличение значений  $Gd_N/Yb_N$  в частных образцах, а потом спад.

Величина отрицательной европиевой аномалии снизу вверх по разрезу сыльвицкой серии также не испытывает существенных изменений (рис. 3в). Это же присуще и цериевой аномалии, медианные значения которой в ТТП различных литостратиграфических подразделений серии составляют 0.95–1.02 (рис. 3г).

Суммируя все сказанное выше, можно сделать вывод о том, что на всем протяжении позднего венда в область седиментации поступала относительно зрелая тонкая алюмосиликокластическая, а климат на палеоводоразделах характеризовался значительной стабильностью и имел параметры, позволяющие позиционировать его как семиаридный/семигумидный. Основываясь на достаточно низких значениях величины отношения  $K_2O/Al_2O_3$  в ТТП всего разреза сыльвицкой серии можно считать, что в их составе присутствует существенная или значительная доля алюмосиликокластической, прошедшей несколь-

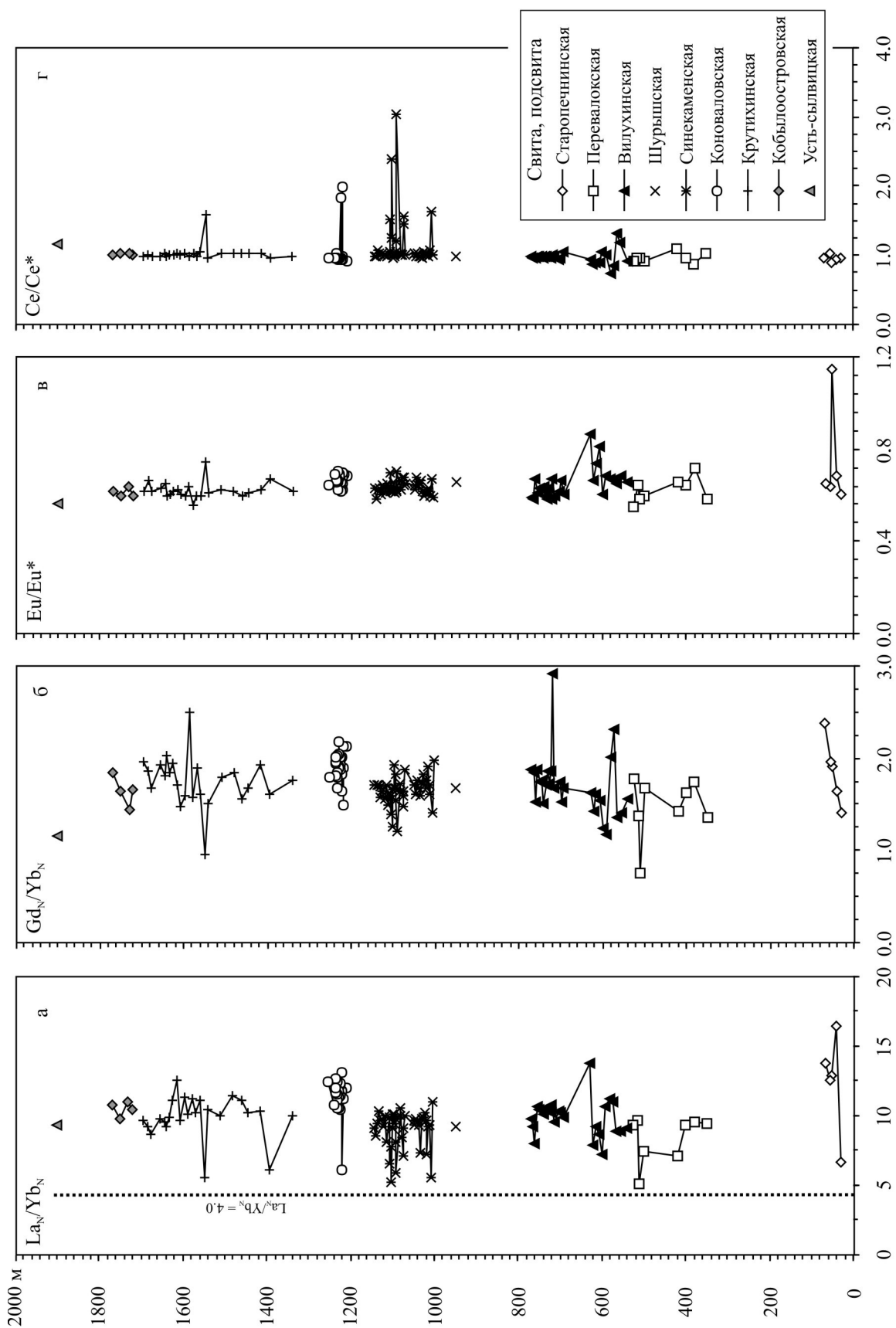


Рис. 3. Вариации в сводном разрезе сыльвицкой серии значений отношений  $La_N/Yb_N$  (а),  $Gd_N/Yb_N$  (б),  $Eu/Eu^*$  (в) и  $Ce/Ce^*$  (г) (построено по данным анализа частных образцов ТТШ).

ко циклов седиментации. Низкие величины модуля Страхова в ТТП всего разреза не позволяют предполагать какого-либо участия в процессах осадконакопления эксгальвативных компонентов. Установлено также, что подавляющая часть частых образцов алевроаргиллитов и аргиллитов в составе сыльвицкой серии характеризуется весьма небольшими значениями коэффициента стагнации, что указывает на доминирование в придонных слоях воды в бассейне окислительных обстановок. Вместе с тем, вверх по разрезу серии несколько возрастает частота встречаемости ТТП с  $Mo/Mn > 0.001$ , что, возможно, указывает проявление к концу позднего венда в рассматриваемом нами сегменте бассейна стагнационных явлений. Анализ медианных значений отношений  $Th/Cr$  и  $Th/Sc$ , и значений этих же индикаторов в частных образцах ТТП показывает, что формирование осадочного выполнения среднеуральского сегмента поздневендского бассейна происходило за счет смешения как кислой, так и основной алюмосиликокластики, однако доля последней была в целом, по всей видимости, относительно небольшой. Этот же вывод следует и из анализа РЗЭ-систематики ТТП. В то же время, для времени накопления отложений верхней части перевалокской свиты и нижней части вилухинской свиты, исходя из заметно меньших, чем в выше- и нижележащих ТТП, значений обоих указанных индикаторных отношений, можно предполагать усиление поступления продуктов разрушения пород основного состава. Для конца перевалокского, начала и конца вилухинского, а также конца первой половины синекаменского времени на основании сравнительно низких значений величины отношения  $Se/Cr$  можно предполагать значительную роль блоков пород архейского возраста в источниках сноса. Обращает на себя внимание стабильность величины цериевой аномалии в ТТП снизу вверх по всему изученному нами разрезу. Наряду с данными фациальных реконструкций [2], это свидетельствует в пользу существования на рассматриваемой территории в позднем венде стабильного мелководного бассейна со слабо проницаемой жесткой корой.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (грант 06-05-64223) и Программы Президиума РАН № 18.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аблизин Б.Д., Ключина М.Л., Курбацкая Ф.А., Курбацкий А.М.* Верхний рифей и венд западного склона Среднего Урала. М.: Наука, 1982. 140 с.
2. *Гражданкин Д.В., Маслов А.В., Крупенин М.Т.* Строение и этапы формирования вендских отложений сыльвицкой серии западного склона Среднего Урала // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. В печати.
3. *Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Крупенин М.Т., Корнилова А.Ю.* Строение разрезов и фациальные особенности отложений венда в бассейне р. Межевая Утка (западный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2004. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. С. 73–87.
4. *Маслов А.В., Крупенин М.Т., Петров Г.А. и др.* Некоторые геохимические особенности и условия образования тонкозернистых терригенных пород серебрянской и сыльвицкой серий Среднего Урала // Литосфера. 2007. № 2. С. 3–28.
5. *Холодов В.Н., Недумов Р.И.* О геохимических критериях появления сероводородного заражения в водах древних водоемов // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 12. С. 74–82.
6. *Чумаков Н.М., Сергеев В.Н.* Проблема климатической зональности в позднем докембрии. Климат и биосферные события // Климат в эпохи крупных биосферных перестроек. М.: Наука, 2004. С. 271–289.
7. *Юдович Я.Э., Кемпис М.П.* Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
8. *Condie K.C.* Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales // Chem. Geol. 1993. V. 104. P. 1–37.
9. *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.
10. *Young G.M., Nesbitt H.W.* Geochemical investigation of the paleoclimatology and provenance of the Paleoproterozoic Gowganda Formation, Ontario, Canada // Geol. Soc. Am. Bull. 1999. V. 111. P. 264–274.
11. *Young G.M., Minter W.E.L., Theron J.N.* Geochemistry and palaeogeography of upper Ordovician glaciogenic sedimentary rocks in the Table Mountain Group, South Africa // Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology. 2004. V. 214. P. 323–345.