

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПОРОД ОБОЯНСКОГО КОМПЛЕКСА

Е.Е. Белявцева

Воронежский государственный университет

В статье рассматриваются проблемы поведения петрогенных окислов, особенностей микроэлементного состава и распределения редкоземельных элементов в метаморфических породах докембрия. Во время исследования были изучены образцы пород в шлифах, их микроэлементный состав и петрохимические анализы. Данное исследование посвящено изучению вещественного состава и геохимических особенностей пород обоянского комплекса с целью уточнения их генезиса. На основании результатов изучения пород обоянского комплекса делается вывод о том, что первичные породы были представлены как полимиктовыми образованиями, так и породами, в составе которых преобладали темноцветные минералы.

Раннедокембрийские образования вызывают особый интерес, так как до настоящего времени являются наименее изученными. Наиболее распространенными и эффективными методами восстановления первичного состава метаморфических пород считаются методы, основанные на петрохимических данных. В данной работе помимо интерпретации петрохимических данных были проанализированы особенности микроэлементного состава и распределения редкоземельных элементов.

МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенные исследования включали изучение образцов в шлифах и их геохимических особенностей (рассмотрение петрогенных окислов, микроэлементов и редкоземельных элементов). Характер поведения петрогенных окислов рассмотрен на диаграммах ФАК А.А. Предовского [7] и ФАС А. Нематова [4]. Данные диаграммы применены для уточнения первичного состава исследуемых пород. Особенности микроэлементного состава рассмотрены на графиках распределения микроэлементов и на диаграммах в координатах Cr/V, Zr/Ti [5]. Возможность применения редкоземельных элементов для уточнения первичного состава исследуемых пород обусловлена их инертным поведением на стадии диагенеза и на ранних стадиях метаморфизма.

ОБЪЕКТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом изучения является обоянский гнейсо-мигматитовый комплекс раннего архея, в формационном отношении представленный брянской,

донской и росошанской ассоциациями. Исследование включало: изучение пород в шлифах, микроэлементного состава образцов, определенного методом ICP, петрохимических анализов (по литературным данным [9]).

Обоянский комплекс представлен породами различного состава: гнейсами (биотит-плагиоклазовыми, гранат-биотит-плагиоклазовыми, амфибол-биотит-плагиоклазовыми), содержащими иногда подчиненные пачки амфиболитов и реже пластовые интрузивные тела серпентинитов; маломощными пачками железистых кварцитов. Гнейсы в большинстве случаев интенсивно мигматизированы, превращены в мигматиты серых и розовых гранитов [3].

Гнейсы широко распространены; слагают вместе с мигматитами обширные межаномальные зоны, соответствующие антиклинальным структурам в докембрии. Одна из таких наиболее широких зон охватывает значительную площадь центральной части ВКМ, ограниченную с юго-запада и северо-востока полосами интенсивных магнитных аномалий. Эта широкая зона преимущественного развития гнейсов и связанных с ними мигматитов представляет собой наиболее крупную антиклинальную структуру в докембрии ВКМ.

Другой, значительной по размерам зоной развития архейских гнейсов и мигматитов, является полоса, находящаяся в северо-западной части ВКМ, многими скважинами были встречены гнейсы, гранитизированные в меньшей степени, чем на других участках [3].

В неизменном виде (сравнительно слабо затронутые мигматизацией и гранитизацией) гнейсы представляют собой мелко- и среднезернистые

темно-серые породы с хорошо выраженной кристаллизационно-сланцеватой текстурой. Полевые шпаты в них представлены исключительно плагиоклазом, калиевый полевой шпат встречается лишь как наложенное образование в связи с мигматизацией. Также в составе участвуют кварц (20—25%), биотит (25—30%), иногда роговая обманка (15—20%), гранат, магнетит (3—5%), эпидот, хлорит. Акцессорные минералы представлены титанитом, апатитом, цирконом.

Железистые кварциты, связанные в своем развитии с гнейсами, имеют в докембрии ВКМ довольно значительное распространение. Однако их принадлежность к архейскому гнейсовому комплексу, равно как и самих гнейсов, включающих железистые кварциты, в последнее время все более и более нуждается в доказательствах [3].

Не очень убедительными для суждения о возрасте железистых кварцитов, находящихся среди гнейсов, являются также данные по определению абсолютного возраста последних. Поскольку они могут рассматриваться лишь как значения времени метаморфизма пород, проявлявшегося в различные этапы тектономагматического развития докембрия ВКМ. Использование же в целях геохронологии свинцово-изотопного метода не представляется в этом случае возможным, поскольку в породах гнейсо-мигматитового комплекса не установлены минералы, содержащие уран или торий.

В центральной части ВКМ находятся основные железорудные районы, выделенные на основании железистых кварцитов протерозойского возраста, бассейна — Курско-Орловский, Белгородский, Старооскольский и Новооскольский [3].

В формационном отношении субстрат обоянского гнейсово-мигматитового комплекса представляет собой метабазит-гранулит-гнейсовый формационную группу, в составе которой на данной стадии изученности представляется возможным различать железисто-кальцифир-кондалитовый формационный ряд (кальцифирная, железисто-кремнисто-гнейсовая, графит-кондалитовая формации), выделяемый в качестве брянской ассоциации; метаграувакковую ритмитовую серогнейсовую — росошанскую ассоциацию и метаграувакковую грубообломочную гранодиоритгнейсовую — донскую ассоциацию [9].

БРЯНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ

Породы брянской ассоциации наиболее развиты в пределах Брянского блока, в центральной части мегаблока КМА. В геофизических полях они

выделяются по относительно повышенным значениям вертикальной составляющей силы тяжести. Положение перечисленных участков позволяет предполагать, что это наиболее глубоко эродированные участки докембрия ВКМ, характеризующиеся наличием наиболее высокотемпературных минеральных парагенезисов регионального метаморфизма, соответствующих условиям биотит-гиперстен-ортоклазовой субфации фации двупироксеновых гнейсов.

К особенностям внутреннего строения разрезов пород брянской ассоциации относится грубое (редко частое) чередование контрастных по составу парапород — глиноземистых (биотит-силлиманитовых, гранат-кордиеритовых и т.п.) гнейсов и кварцитовидных гнейсов. Мощность слоев определенного состава достигает 10—40 и более метров. Не менее показательна ассоциация с метапироксенитами, метагабброидами, выделенными В.Д.Полищуком в ранг самостоятельной бесединской толщи. Пространственно и генетически с ними связаны характерные железистые породы — эвлизиты [9].

РОССОШАНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ

Горные породы росошанской ассоциации наиболее широко распространены в пределах мегаблока КМА, составляя здесь характерный облик пород субстрата в пределах Курско-Корочанской зоны, Росошанского, Белгородско-Сумского блоков. В ее составе наблюдается ограниченный разнообразиями парагенезис пород: биотитовые, амфибол-биотитовые, биотит-амфиболовые, реже гранат-амфиболовые гнейсы, редко амфиболиты, очень редко маломощные (доли метра) прослои амфибол-магнетитовых железистых пород. Повсеместно развиты плагиомигматиты по перечисленным породам. Плагиомигматиты, как правило, обладают ясной полосатой текстурой с ритмичным чередованием биотитовых, амфибол-биотитовых и биотит-амфиболовых разностей пород субстрата. Характерно их частое флишеподобное чередование с видимой мощностью отдельных «слоев» 3—15 см. В биотитовых разностях характерно довольно высокое (до 45 %) содержание кварца, их лейкократовость (содержание биотита 10—12 %, часто меньше). Биотит-амфиболовые гнейсы чаще мезократовые при существенном преобладании плагиоклаза над кварцем. Амфибол — роговая обманка салатно-зеленой окраски с заметной примесью актинолитового минерала [9].

В образцах гнейсы росошанской ассоциации представляют собой темно-серые, мелко- и сред-

незернистые слегка рассланцованные (разгнейсованные) породы массивной или полосчатой текстуры. Основными породообразующими минералами (шлифы К-15/1 и К-1419/1) гнейсов являются биотит (5—10%), плагиоклаз (35—45 %) и кварц (40—65 %). Структура пород лепидогранобластовая. Породы состоят из зерен относительно изометричной формы плагиоклаза (0,02—1,3 мм), кварца (0,08—1,3 мм), подчиненного количества однонаправленных пластинок биотита, размером от 0,08 до 0,2 мм, микроклина. Размер зерен и характер взаимоотношения очень разнообразны. Наиболее часто встречаются зигзагообразные и волнообразные границы агрегатов. Вокруг крупных зерен плагиоклаза, размером 1,2 мм, обособляются более мелкие агрегаты (от 0,04 мм) того же минерала. Нередко плагиоклаз по контакту зерен и трещинкам спайности незначительно серецитизирован. В его зернах отмечаются пойкиловростки кварца, размером 0,04 мм. Кварцевые зерна характеризуются волнистым, мозаичным погасанием. Биотит по площади шлифа распределен относительно равномерно, однонаправлен, определяя неясную полосчатость породы. Пластины биотита ориентированы более или менее взаимопараллельно, но встречаются отдельные агрегаты, ориентировка которых не совпадает. Биотит плеохроирует от болотно-бурого до почти бесцветного. В биотите сосредоточены рудные включения, единичные зерна пироксена, крупные зерна апатита, размером от 0,04 до 0,08 мм. Кроме пластинок биотита ту же ориентировку имеют кристаллы роговой обманки, плеохроирующие в изумрудно-зеленых тонах. Комочки сфена в породе распределены неравномерно и тяготеют к биотиту.

ДОНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ

Горные породы донской ассоциации наиболее широко развиты в восточной части геоблока КМА, протягиваясь полосой шириной от 23 до 80 км от широты п. Касторное на севере до Кантемировка на юге (более 300 км). На геологических картах докембрия ВКМ они обычно относились к нерасчлененному комплексу пород обоянского и михайловского комплексов, хотя Б.И. Епифанов ещё в 1959 году предложил выделять эти образования в самостоятельную донскую серию. Обращает внимание выдержанность минералого-петрографического состава пород субстрата — преобладают довольно однородные среднезернистые биотит-роговообманковые гнейсы — гранодиоритогнейсы. В виде единичных тел — прослоев мощностью до

200 м присутствуют серые мелкозернистые биотитовые гнейсы. Довольно часто в разрезах скважин присутствуют тела мелкозернистых амфиболитов, часть которых обнаруживает секущие гнейсоватость контакты. Не менее значительная часть маломощных (доли метра, первые метры) тел, амфиболитов представлена пластообразными телами, залегающими согласно с ориентировкой гнейсоватости гранодиоритогнейсов. Можно также наблюдать в разрезах скважин обломочные формы амфиболитов, амфиболизированных пироксенитов, плагиоклазовых ортопород среднего состава. Размер обломков 0,5—15 см, редко больше, контакты с вмещающим матриксом кварц-биотит амфиболитового состава достаточно четкие. В шлифах таких обломков достаточно отчетливо видны реликты магматических структур пород, химический состав которых отражен в таблице 1 (по опубликованным материалам [9]). В ряде разрезов скважин наблюдалось довольно частое, но не ритмичное переслаивание биотит-амфиболовых гнейсов различной зернистости и различного содержания главных породообразующих минералов — биотита, роговой обманки, плагиоклаза и кварца

Гнейсы донской ассоциации в исследуемых шлифах (шлифы К-310/1; К-280/1) имеют лепидогранобластовую структуру и массивную текстуру. Минералы представлены плагиоклазом (60 %); амфиболом (15 %); микроклином (10 %); кварцем (10 %); биотитом (5 %), серицитом (2 %) и единичными зернами карбоната. Порода преимущественно состоит из крупных зерен плагиоклаза, решетчатого микроклина. Местами эти зерна погружены в мелкозернистый агрегат, зерна которого имеют неправильную форму и представлены преимущественно кварцем (шл. К-310/1 — мелкозернистым биотитом, кварцем). Плагиоклаз до 1,7 мм. Биотит плеохроирует от зелено-бурых до светлых тонов, амфибол — в болотно-зеленых тонах и представлен роговой обманкой. Комочки сфена, размером 0,01 мм, образуют скопления и по площади шлифа, распределены неравномерно. Среди вторичных минералов развит карбонат, серицит.

Обоянский комплекс пород содержит подчиненные пачки амфиболитов. Амфиболиты представляют собой роговообманково-плагиоклазовые породы с содержанием амфибола не менее 35—40 %. В составе обоянского гнейсово-мигматитового комплекса ВКМ они встречены повсеместно, чаще всего в виде маломощных тел (0,2—5 м). Соотношения их с вмещающими породами зачастую неопределенные, т.к. по керну скважин не

всегда можно отличить реликтовое тело от секущей дайки. Широко бытует представление о преобразовании амфиболитов в биотит-амфиболовые гнейсы, затем в мигматиты и гранитоиды в ходе процессов ультраметаморфизма, однако отсутствие постепенных переходов амфиболитов в гранитоиды противоречит этому. Как правило, амфиболиты имеют четкие резкие переходы к мигматитам и ультраметаморфическим гранитоидам.

Образцы амфиболитов обоянского комплекса характеризуются тонкогранобластовой и гранобластовой структурой и сланцевой текстурой. Помимо роговой обманки (70 %), в состав амфиболитов входят биотит (5-7 %), эпидот и цоизит (10 %), кальцит (до 5 %) апатит (1 %), рудный минерал. Роговая обманка образует шестоватые, ксеноморфные зерна, размером от 0,3-0,7 до 1,5 мм, которые плеохроируют от голубовато-зеленоватого до желтовато-буроватого цвета. Эпидот и цоизит встречаются преимущественно в виде бурых агрегатов, образуют часто идиоморфные кристаллы, а также грязные в параллельном свете ксеноморфные агрегаты иногда до буровато-зеленой массы. Кварц

и плагиоклаз в породе образуют зерна, по размеру в 3-4 раза мельче роговой обманки. Плагиоклаз может образовывать идиоморфные кристаллы. Кварц метаморфогенный, плагиоклаз с двупреломлением ниже кварца. Биотит представлен ксеноморфными мелкими чешуйками желто-бурого цвета, ориентированными по сланцеватости. Часто развит по роговой обманке, вероятно из-за этого некоторые зерна имеют погасание очень близкое к прямому. Карбонаты образуют обособленные редкие линзовидные выделения, размером до 1—2 мм, расположенные по сланцеватости. Кальцит ассоциирует с роговой обманкой, реже эпидотом. Апатит образует четкие кристаллы с высоким рельефом, размер их (0,01 мм) превосходит размер кварца.

Среди пород обоянского комплекса изучены граниты (шлифы 264/1,264/2). Структура пород большей частью лепидогранобластовая с элементами порфиробластовой, текстура неяснополосчатая. В составе гранитов под микроскопом устанавливаются: кварц (60—40 %), серицит (35—60 %), измененный биотит (5 %).

Таблица 1

Химический состав (масс %) архейских протолитов (1-8) и вмещающих гнейсов (9,10) Воронежского кристаллического массива (по материалам В.И.Сиротина, И.П.Лебедева, 2004).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скв.	К-146	К-170	К-173	К-217	К-250	К-210	К-931	К-174	К-489-1	К-604-1
SiO ₂	50,71	49,91	54,31	46,2	46,61	42,7	52,09	48,65	69,71	58,27
TiO ₂	1,01	1,47	1,82	1,52	2,43	3,13	0,9	2,45	0,54	0,76
Al ₂ O ₃	18,96	13,82	14,3	7,9	13,36	8,21	17,01	12,66	10,31	13,28
Fe ₂ O ₃	2,72	2,05	4,21	4,75	7,18	5,1	2,67	5,03	1,57	1,76
FeO	6,25	10,52	7,9	10,01	8,83	11,64	6,29	11,96	7,3	5,32
MnO	0,16	0,17	0,3	0,26	0,3	0,29	0,2	0,31	0,08	0,12
MgO	5,45	6,63	4,28	18,62	6,04	12,44	5,45	4,2	3,15	6,3
CaO	6,45	3,44	6,21	6,25	8,78	11,93	7,17	7,08	0,46	3,36
Na ₂ O	4,52	1,91	3,32	1,4	3,36	1	4,32	2,91	1,46	1,36
K ₂ O	2,3	1,32	1,28	0,65	0,88	1,4	1,8	1,69	2,9	6,45
P ₂ O ₅	0,28	0,23	0,35	0,08	0,63	0,3	0,3	0,5	0,08	0,63
П.п.п.	1,61	8,28	1,75	2,94	1,92	2,5	1,66	2,04	2,4	2,06
Σ	100,4	99,77	100	100,6	100,3	100,6	99,86	99,48	99,96	99,67

ХАРАКТЕР ПОВЕДЕНИЯ ПЕТРОГЕННЫХ ОКИСЛОВ

В данной работе рассматриваются диаграмма ФАК А.А. Предовского[8] и диаграмма А.Нематова[4].

Точки состава амфиболитов донской ассоциации нанесены на диаграмму ФАК А.А.Предовского в координатах $F=(FeO+Fe_2O_3+MgO)/SiO_2$; $A=Al_2O_3-$

$(CaO*+K_2O+Na_2O)$, где $CaO*+CaO-CO_2$; $K=K_2O-Na_2O$; которая применяется для разделения пара- и ортопород (рис. 1).

На диаграмме ФАК все точки составов пород донской ассоциации попадают в поле изверженных пород. При этом большинство фигуративных точек амфиболитов сосредоточено между полями базитов и ультрабазитов и лишь незначительная их часть

немного удалена от этой зоны. Единичные точки расположены в поле смешанных продуктов глубокого выветривания основных и ультраосновных пород.

Точки состава амфиболитов донской ассоциации нанесены на диаграмму А. Нематова, которая применяется для разделения пара- и ортопород (рис. 2).

На диаграмме А. Нематова в координатах $A=Al_2O_3$; $C=2CaO+K_2O+Na_2O$; $F=MgO+FeO+Fe_2O_3$ преобладающее большинство точек составов пород донской ассоциации проецируется в поле ортопород, то есть первично магматических образований. Лишь одна точка попала в поле развития парапород, но она приближена к границе с областью развития ортопород.

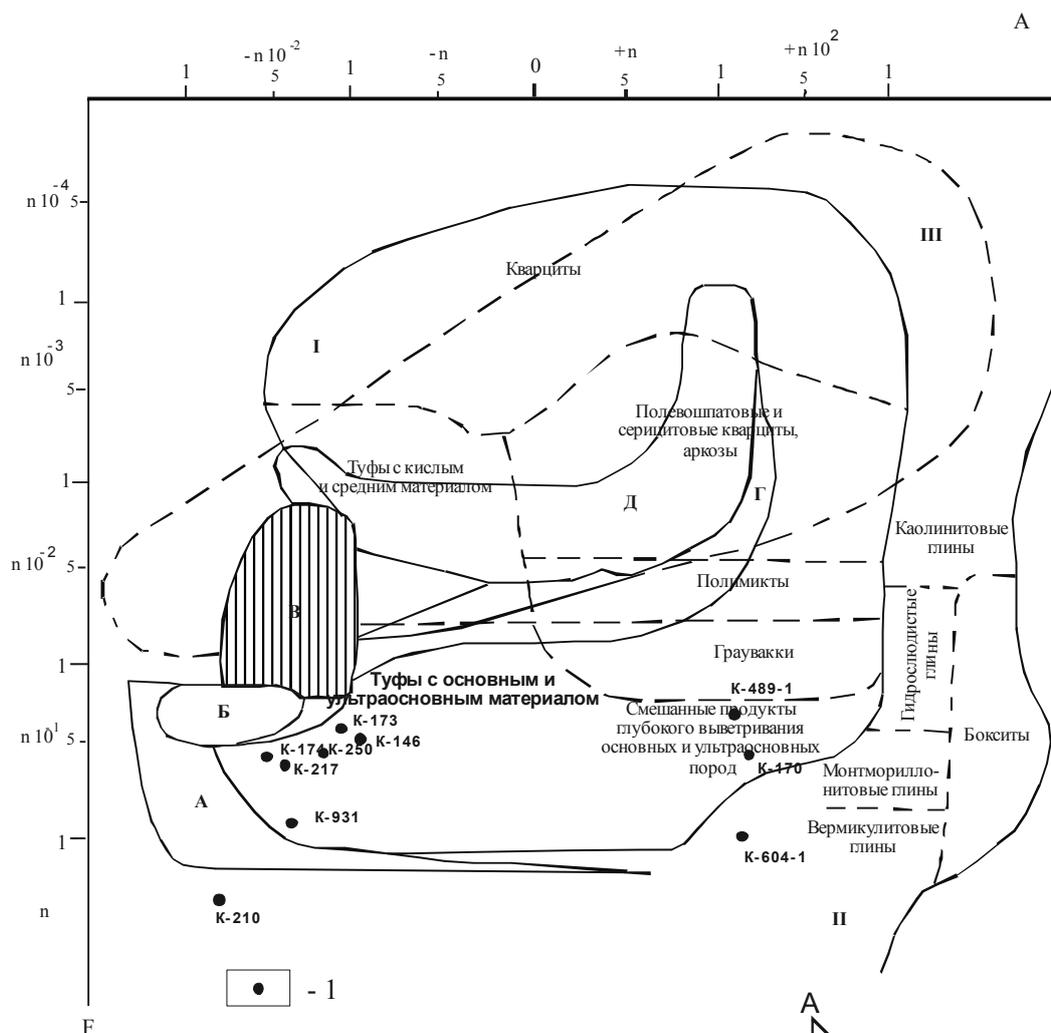
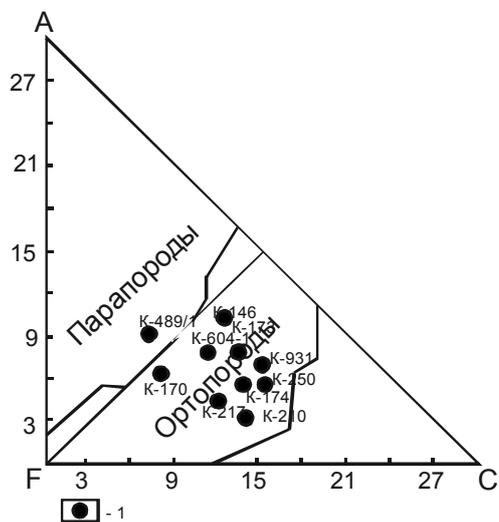


Рис. 1. Диаграмма ФАК для реконструкции и сопоставления первичного состава силикатных вулканогенных, вулканогенно-осадочных и терригенно-осадочных пород:

1 — точки составов амфиболитов, развитых среди пород обоянского комплекса

Рис. 2. Диаграмма А. Нематова для разделения пара- и ортопород:

1 — амфиболиты, развитых среди пород обоянского комплекса



ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА

Среднее содержание Sr в гнейсах донской ассоциации составляет 810,92 г/т, а в гнейсах брянской и росошанской ассоциаций — 923,6 и 640,16 г/т соответственно. При этом средние значения Sr в породах росошанской ассоциации ниже, чем в гнейсах донской и брянской ассоциаций. Среднее содержание Sr в амфиболитах составляет 90,58 г/т. В гранитах средние значения Sr незначительны.

Средние значения V в гнейсах донской ассоциации составляют 141,6г/т, а в гнейсах брянской и росошанской ассоциаций 73,88 и 22,16 г/т соответственно. Эти значения примерно соответствуют содержанию V в осадочных породах. При этом средние значения V в породах донской ассоциации выше, чем в гнейсах брянской и росошанской ассоциаций и незначительно ниже содержания V в магматических породах. Среднее содержание Sr в амфиболитах составляет 180 г/т, что соответствует содержанию Sr в магматических породах. Средние значения Sr в гранитах составляют 52,95 г/т.

На диаграмме соотношения Sr и V в породах обоянского комплекса точки состава гнейсов брянской ассоциации образуют поле в центральной части диаграммы. Часть фигуративных точек состава пород росошанской ассоциации попадает в поле развития гнейсов брянской ассоциации, а

часть смещена немного ниже. Точки состава гнейсов донской ассоциации тоже частично попадают область развития пород брянской ассоциации, но в большинстве своем смещены относительно нее вверх. Поле развития амфиболитов донской расположено еще выше. Оно находится на незначительном расстоянии от области развития гнейсов донской ассоциации.

Sr и Ba важные индикативные элементы [5]. Их поведение различается в магматическом и осадочном процессах. В зоне экзогенеза поведение этих элементов различны: Sr в бассейны поступает в растворенном состоянии, а Ba, главным образом, с терригенной составляющей. Это, они приурочены к одной зоне осаждения — прибрежным частям водоема.

Концентрация Sr в гнейсах донской ассоциации составляет в среднем 738,25 г/т, а в гнейсах брянской и росошанской ассоциаций 47,42 и 261,6 г/т соответственно. Содержания Sr в магматических и осадочных породах практически не отличаются. При этом среднее содержание Sr в гнейсах брянской и росошанской ассоциаций ниже кларков, а в породах донской ассоциации выше. Концентрация Sr в амфиболитах составляет в среднем 870,2 г/т (выше средних содержаний по Виноградову [2]). Концентрация Sr в гранитах составляет в среднем 270,5 г/т (ниже средних содержаний по Виноградову [2]).

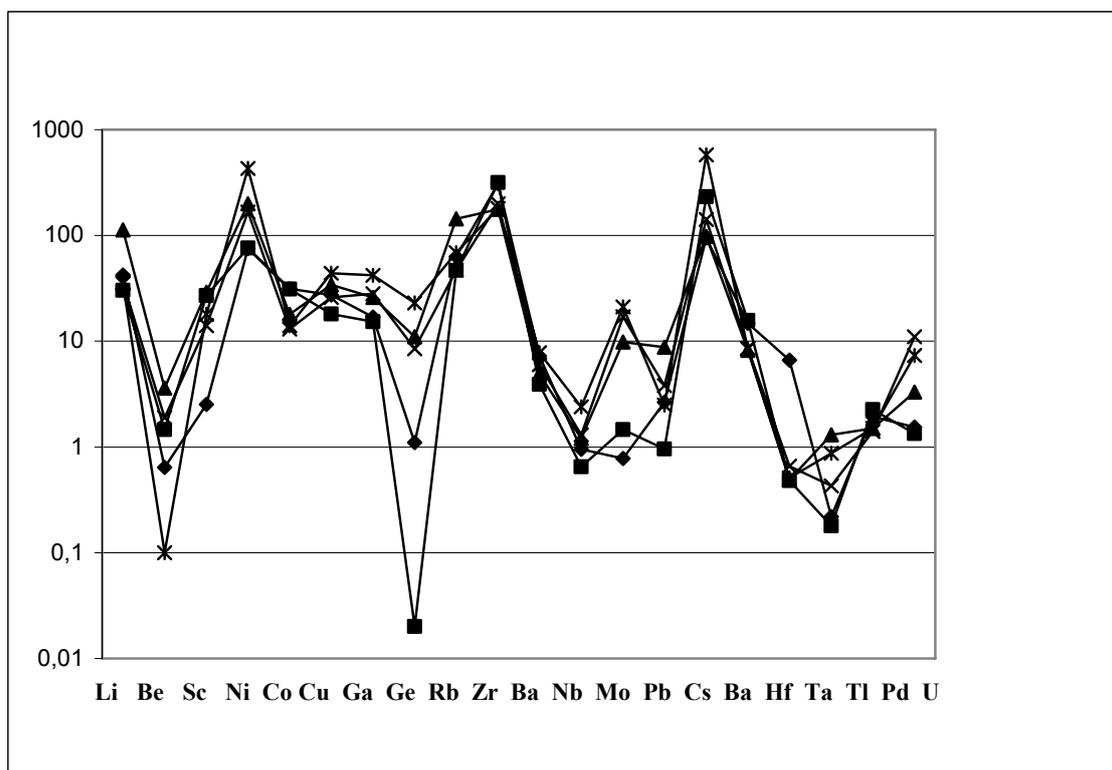


Рис. 3. Распределение микроэлементов в гнейсах брянской ассоциации

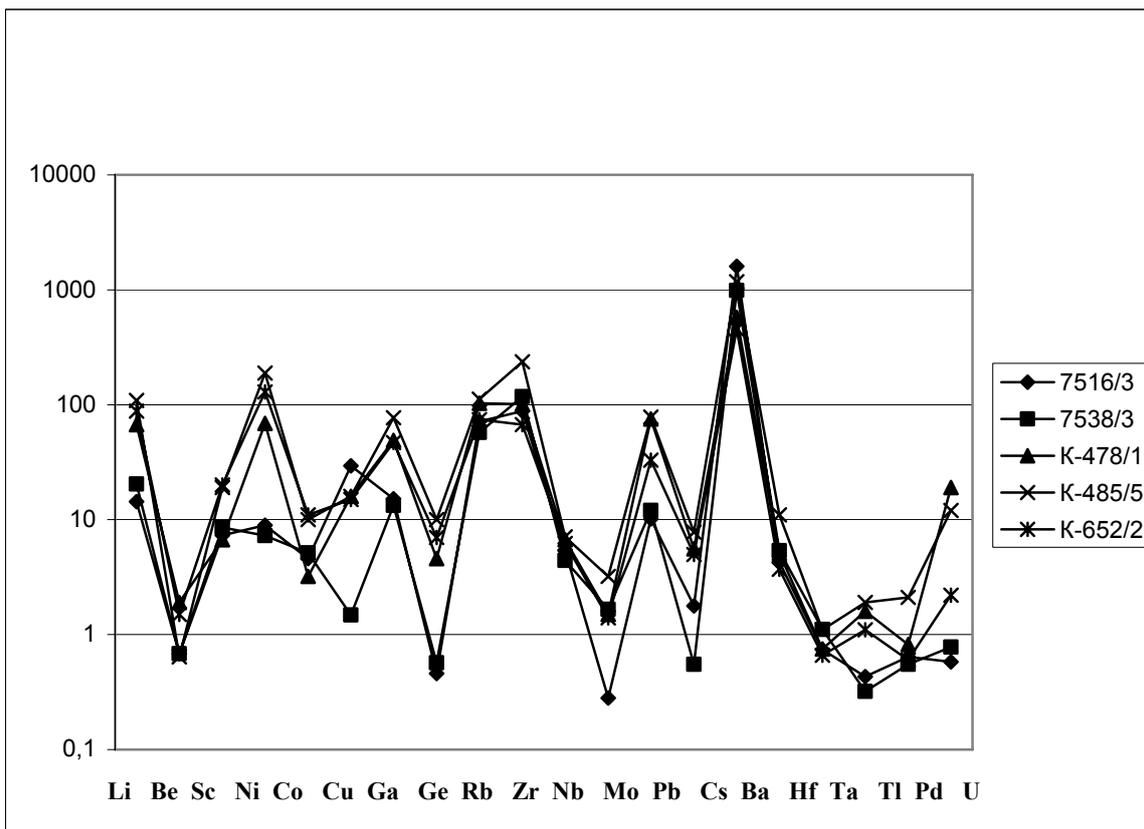


Рис. 4. Распределение микроэлементов в гнейсах росошанской ассоциации

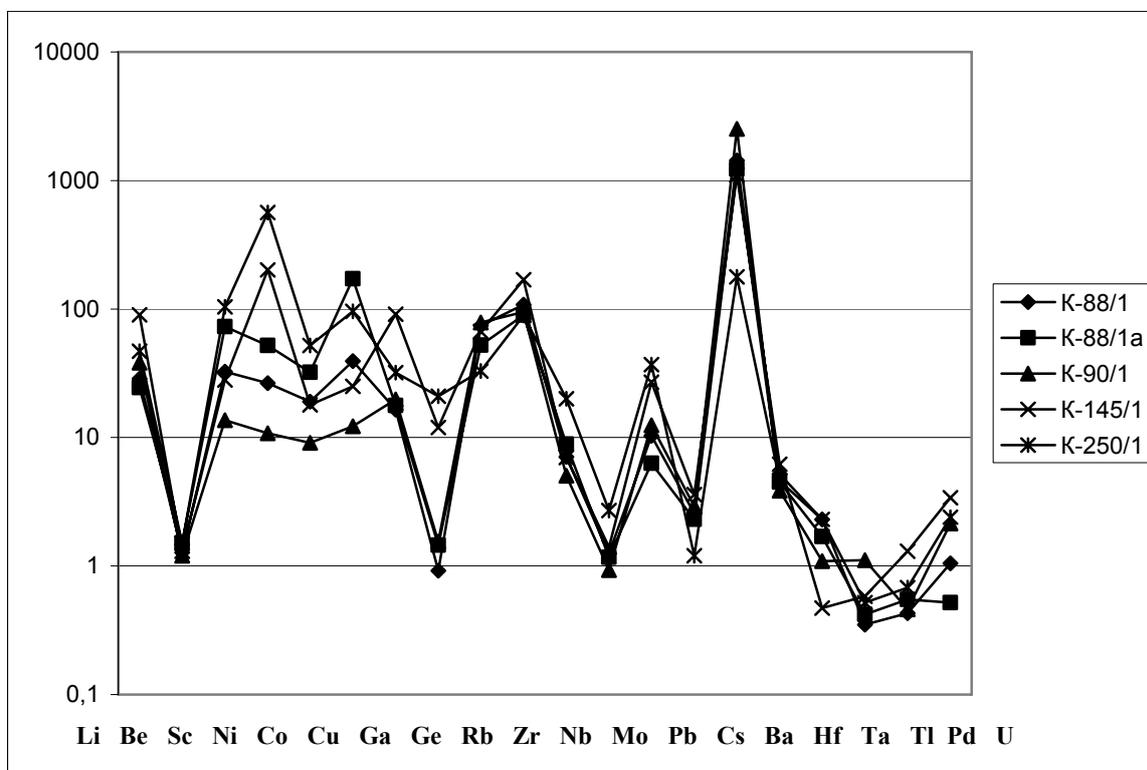


Рис. 5. Распределение микроэлементов в гнейсах донской ассоциации

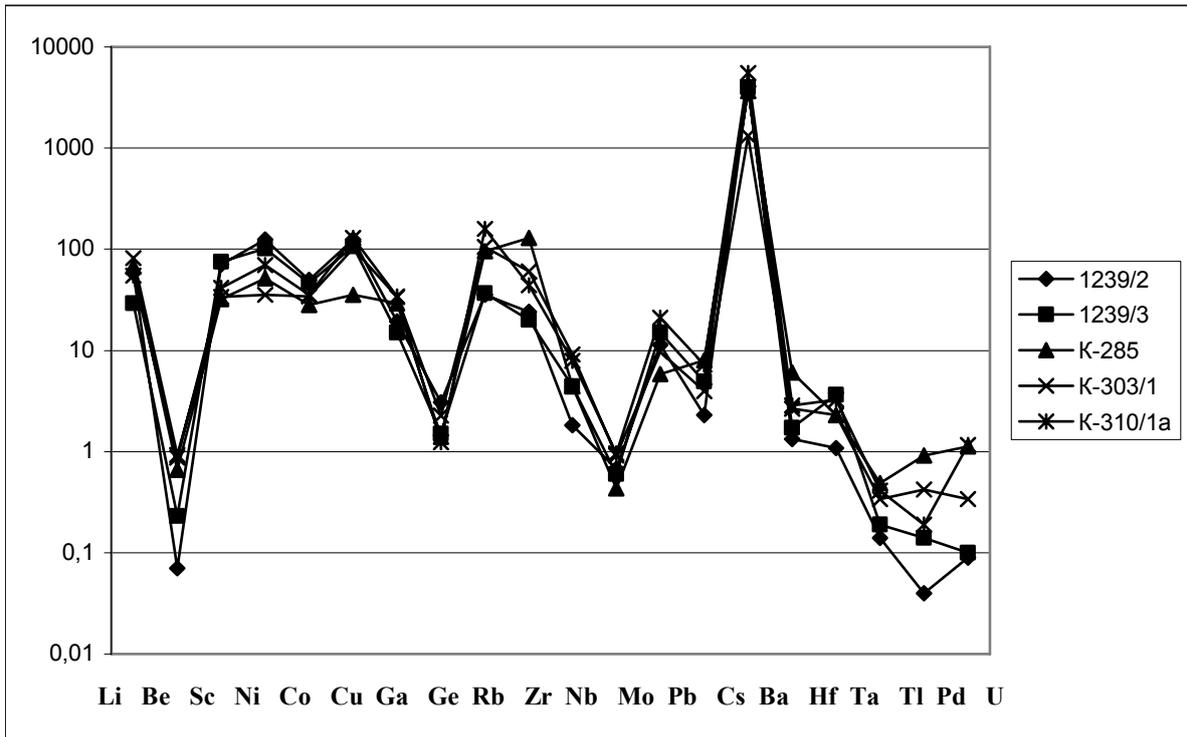


Рис. 6. Распределение микроэлементов в амфиболитах

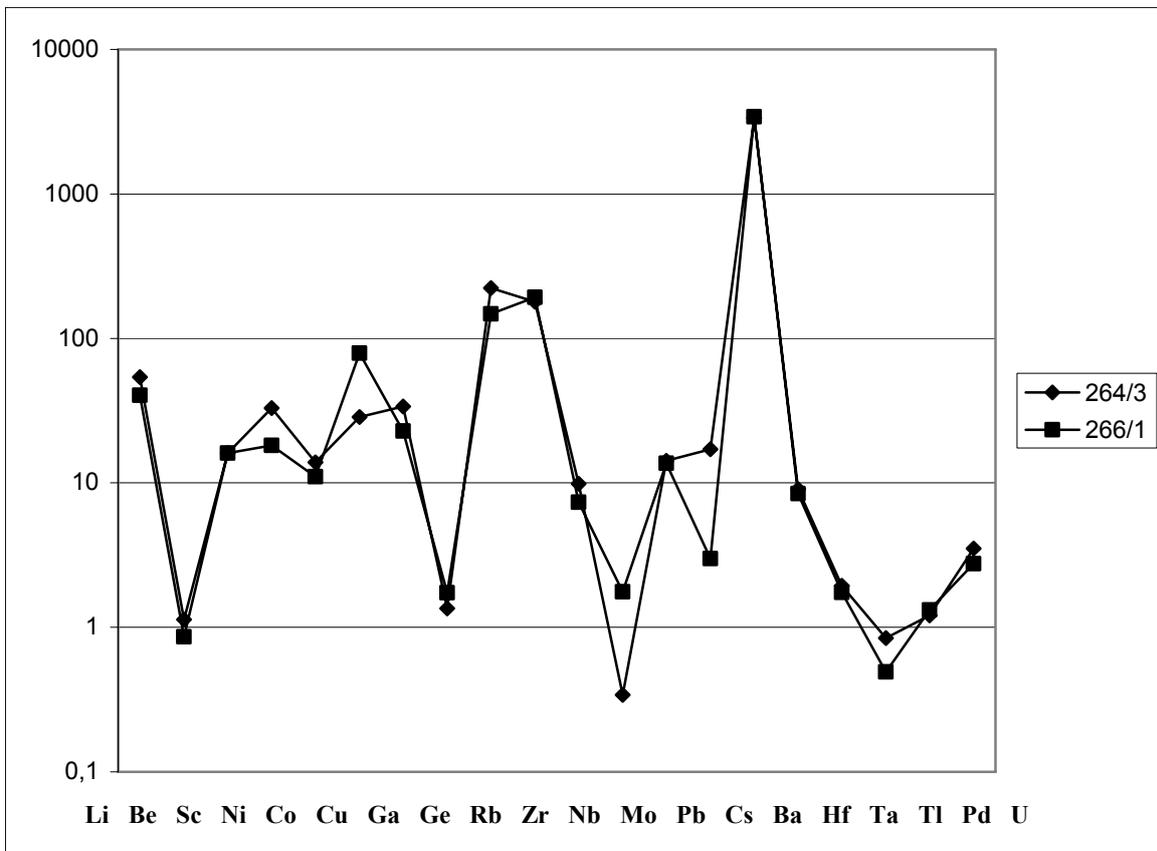


Рис. 7. Распределение микроэлементов в гранитах

Концентрация Ва в гнейсах донской ассоциации составляет в среднем 1292 г/т, а в гнейсах брянской и росошанской ассоциаций 228,74 и 958,8 г/т соответственно. Средние значения Ва в гнейсах брянской ассоциации примерно соответствуют содержанию Ва в магматических породах, а в гнейсах росошанской и донской ассоциаций выше содержания Ва в осадочных породах. При этом средние значения Ва в породах донской ассоциации выше, чем в гнейсах брянской и росошанской ассоциаций. Концентрация Ва в амфиболитах и гранитах составляет в среднем 3710,8 и 3391 г/т соответственно, что значительно выше содержания Ва в осадочных породах.

На диаграмме соотношения Sr и Ва в породах обоянской серии точки состава гнейсов росошанской ассоциации образуют поле в центральной части диаграммы. Поле развития пород брянской ассоциации расположено немного ниже и левее. А фигуративные точки состава гнейсов донской ассоциации смещены относительно поля гнейсов росошанской ассоциации вправо. Поля развития ам-

фиболитов и гранитов смещены относительно поля развития пород росошанской ассоциации вверх и пересекаются. При этом поля развития амфиболитов и гнейсов донской ассоциации пересекаются.

При рассмотрении особенностей магматических и метаморфических пород широко используется диаграмма в координатах: Zr/Ti — Nb/Y [6]. Анализ диаграммы (рис. 10) показывает отличие полей развития гнейсов донской ассоциации от пород росошанской и брянской, близость полей амфиболитов и гнейсов донской ассоциации.

Фигуративные точки гранитов и плагиигранитов располагаются в центральной части диаграммы.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

При изучении распределения лантаноидов рассмотрены графики распределения (рис. 11, 12, 13, 14, 15), нормированные к глинам платформ [1], а так же ряд геохимических отношений.

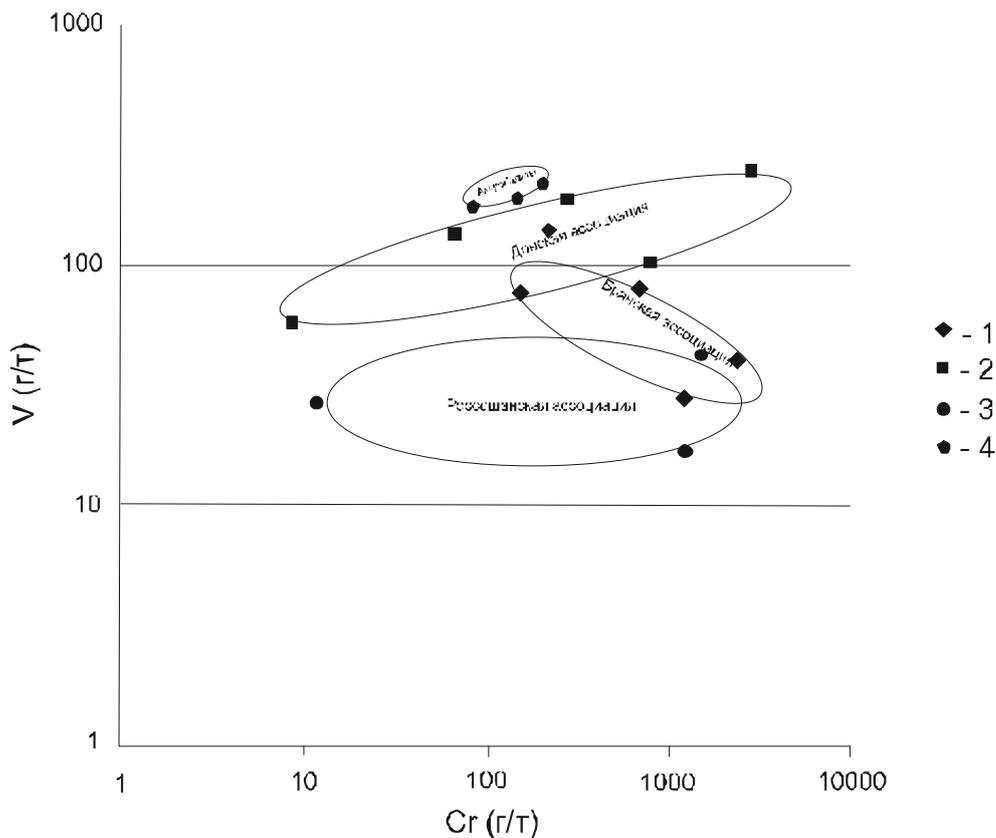


Рис. 8. Соотношение Sr и V в породах обоянского комплекса

1 — гнейсы брянской ассоциации; 2 — гнейсы донской ассоциации; 3 — гнейсы росошанской ассоциации; 4 — амфиболиты

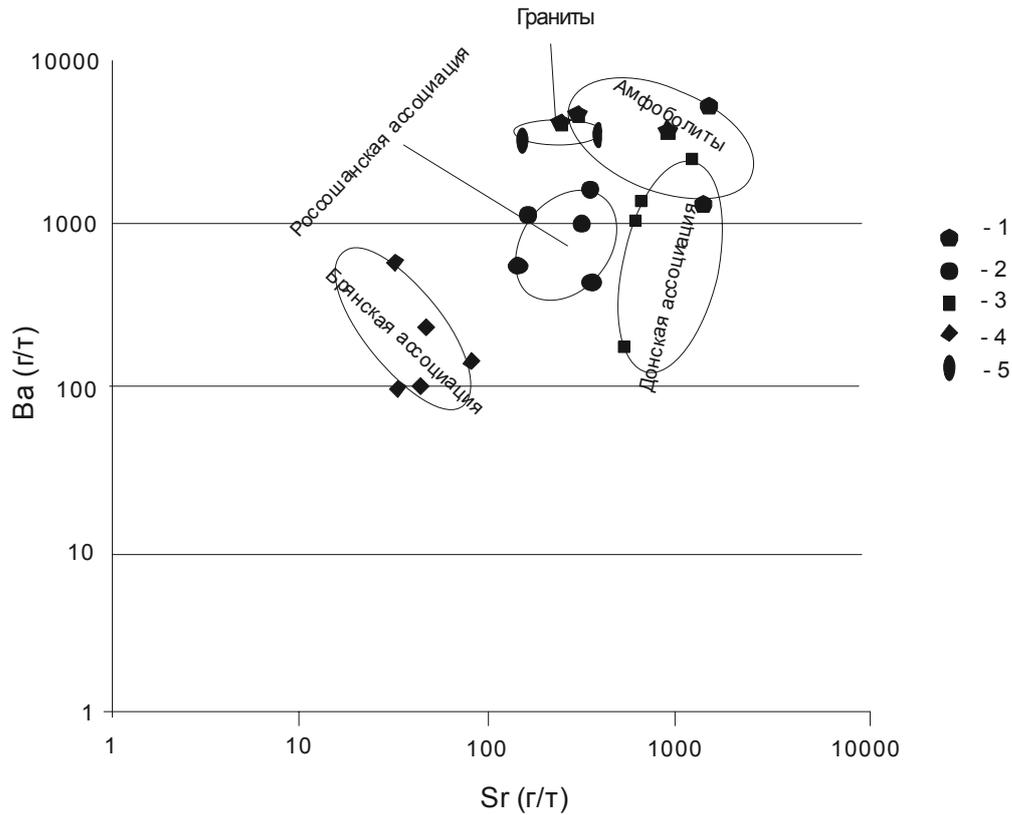


Рис. 9. Соотношение Sr и Ba в породах обоянского комплекса:
 1 — амфиболиты; 2 — гнейсы росошанской ассоциации; 3 — гнейсы донской ассоциации; 4 — гнейсы брянской ассоциации; 5 — граниты.

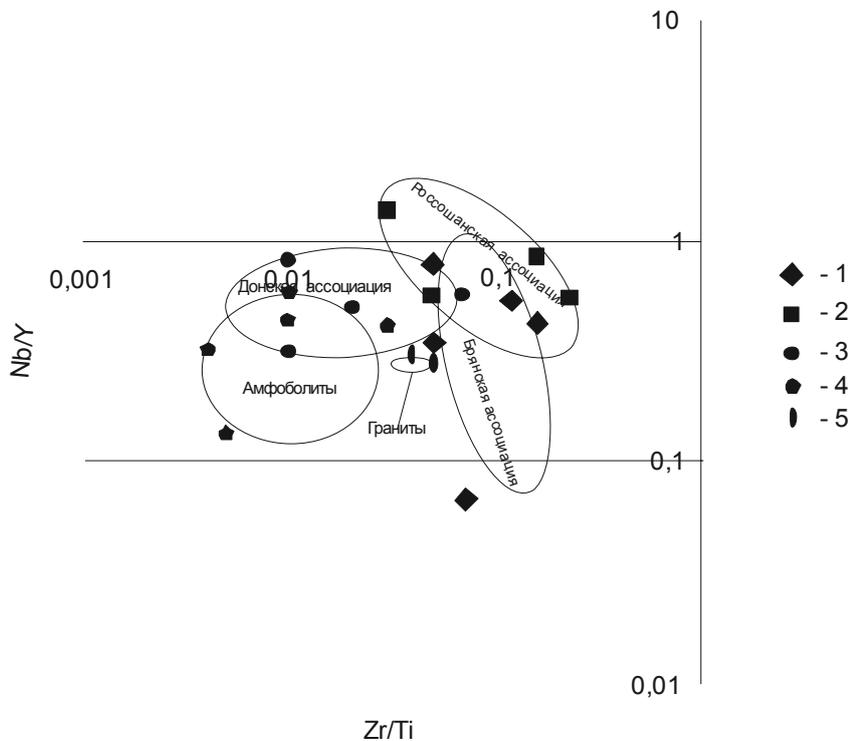


Рис. 10. Соотношение Zr и Ti в породах обоянского комплекса:
 1 — амфиболиты; 2 — гнейсы росошанской ассоциации; 3 — гнейсы донской ассоциации; 4 — гнейсы брянской ассоциации; 5 — граниты.

Характер распределения микроэлементов в гнейсах характеризуется близкими спектрами для пород росошанской и брянской ассоциаций (избыток легких и средних лантаноидов при дефиците тяжелых), при этом для пород росошанской ассоциации проявлен положительный европиевый максимум, для пород брянской ассоциации — европиевый минимум. Породы донской ассоциации характеризуются ярко выраженным избытком средних при дефиците легких и тяжелых редких

земель при отчетливо выраженной европиевой аномалии. Необходимо отметить, что аналогичный спектр распределения имеют и амфиболиты донской ассоциации, широко развиты среди пород обоянского комплекса. Спектры гранитов и плагиогранитов обоянского комплекса характеризуются распределением, аналогичным породам росошанской и брянской ассоциаций (избыток легких и средних лантаноидов при дефиците тяжелых).

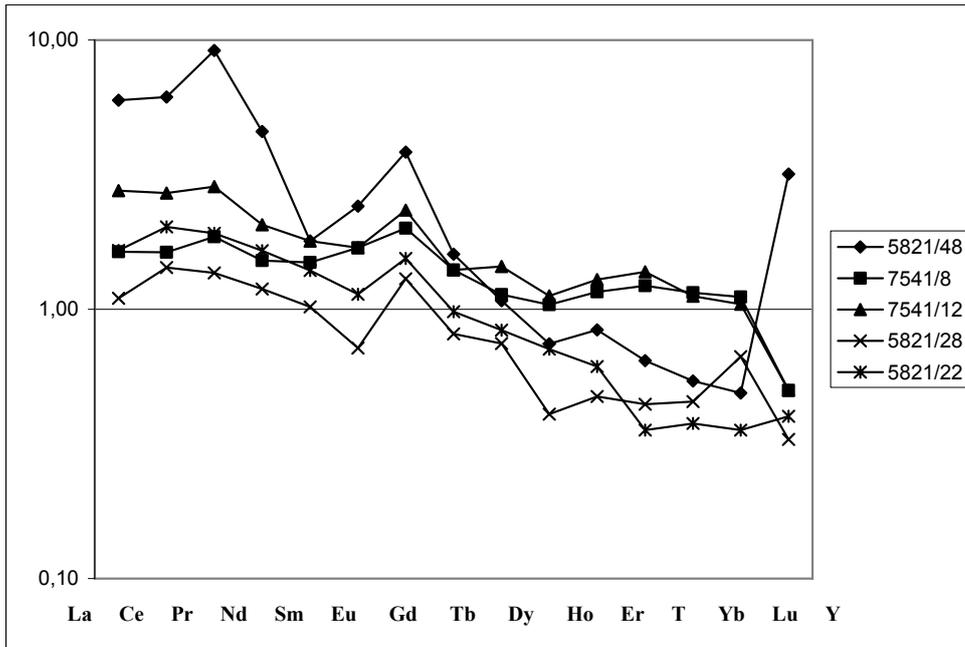


Рис. 11. Распределение РЗЭ в гнейсах брянской ассоциации

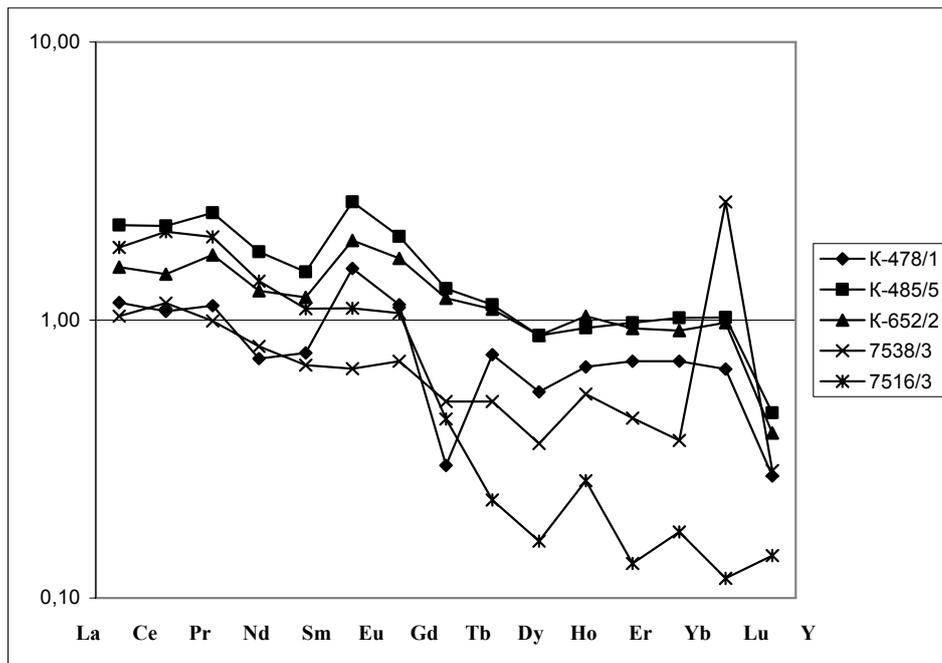


Рис. 12. Распределение РЗЭ в гнейсах росошанской ассоциации

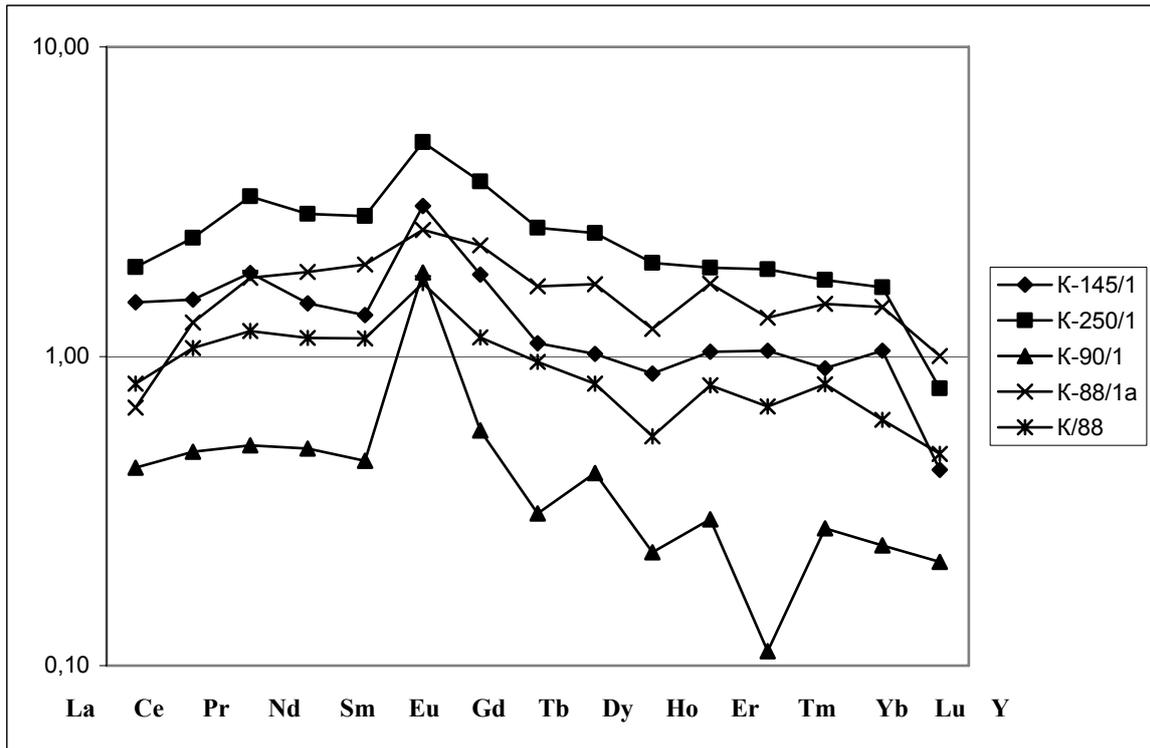


Рис. 13. Распределение РЗЭ в гнейсах донской ассоциации

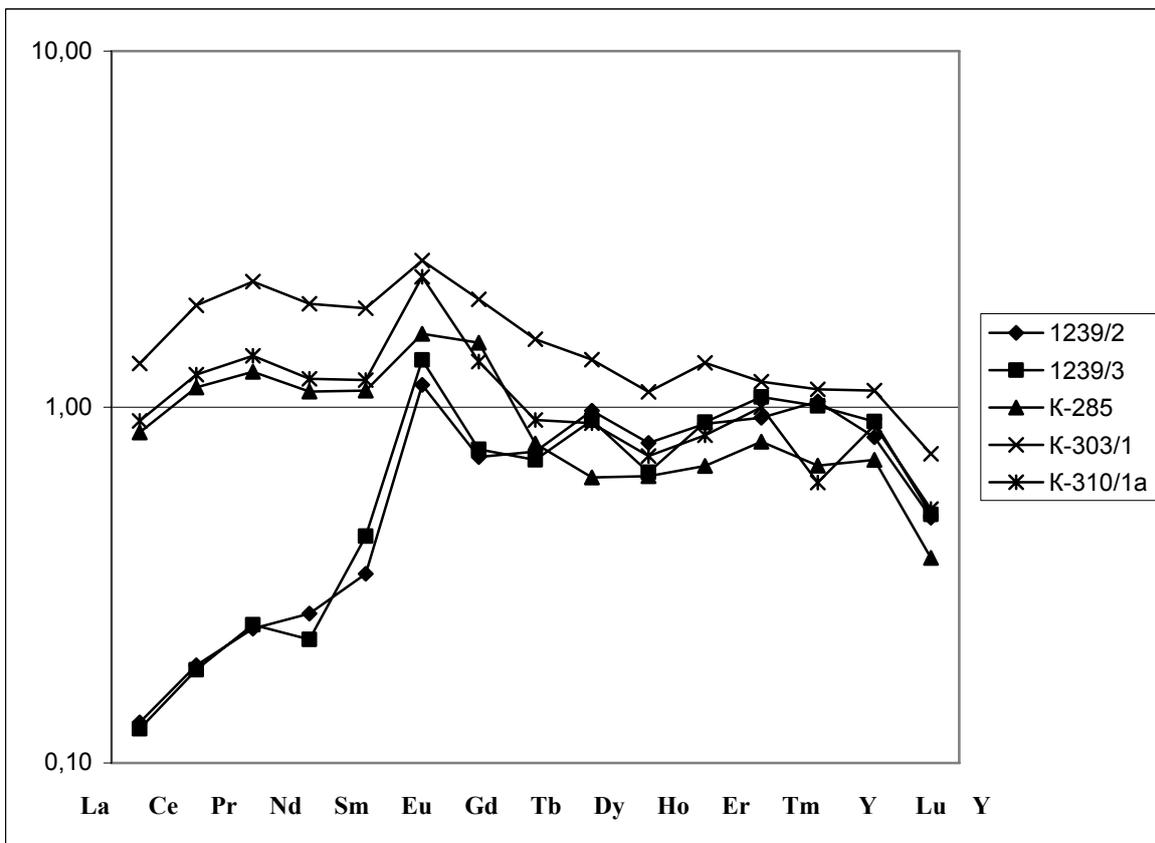


Рис. 14 Распределение РЗЭ в амфиболитах

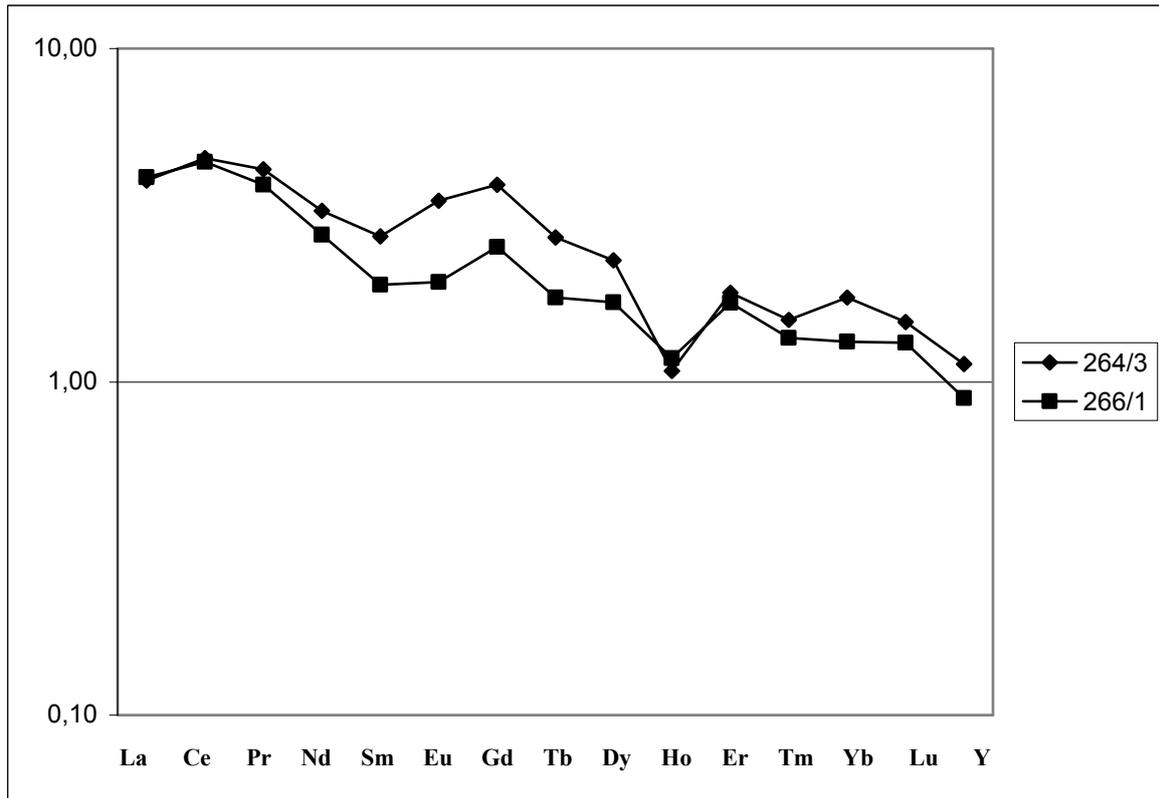


Рис. 15 Распределение РЗЭ в гранитах

Средние значения геохимических отношений приведены в таблице 2. Анализ отношений показывает, что для гнейсов донской ассоциации хорошо выражен положительный европиевый макси-

мум, а также низкое отношение La/Yb показывает высокое содержание тяжелых лантаноидов. Отмечается высокое значение S(REE+Y) для пород брянской ассоциации.

Таблица 2

Средние значения геохимических отношений

Средние значения	Ассоциация		
	Россошанская	Брянская	Донская
SREE+Y	248,3 г/т	442,2 г/т	251,7 г/т
La/Yb	45,3	52,3	13,9
Eu/Sm	0,27	0,18	0,4
Eu/Eu*	0,78	0,49	1,17

Таким образом, на основании распределения микроэлементов и редкоземельных элементов, геохимических коэффициентов и диаграмм, можно сделать вывод о близости первичного состава и генезиса пород россошанской и брянской ассоциаций и резком отличии от них первичного состава пород донской. При близости спектров распределения и положения точек на диаграммах гнейсов и амфиболитов донской ассоциации, можно предпо-

ложить, что первичные породы имеют магматическое происхождение. Первичные породы россошанской и брянской ассоциаций, по всей видимости, имеют осадочный генезис. Сделанные выводы о первичном составе пород можно рассматривать как предварительные, что затрудняется отсутствием в литературе достоверных реперов, позволяющих интерпретировать содержания микроэлементов в глубокометаморфизованных породах докембрия.

ВЫВОДЫ

Обоянский комплекс раннего архея сложен преимущественно породами осадочного (брянская и росошанская ассоциации) и осадочно-магматического генезиса (донская ассоциация). Это подтверждается характером поведения петрогенных окислов, особенностями микроэлементного состава и распределением редкоземельных элементов.

В данной работе при анализе диаграмм А. А. Предовского и А. Нематова можно говорить о том, что амфиболиты донской ассоциации принадлежат к ортопородам. Характер распределения микроэлементов и редкоземельных элементов в породах обоянской серии характеризуется близкими спектрами для гнейсов росошанской и брянской ассоциаций и отличными от них, но близкими между собой спектрами гнейсов и амфиболитов донской ассоциации. Анализ диаграмм соотношения V и Cr; Sr и Ba и диаграммы в координатах Zr/Ti — Nb/Y свидетельствует об отличии полей развития гнейсов донской ассоциации от пород росошанской и брянской и одновременно о близости полей амфиболитов и гнейсов донской ассоциации.

Таким образом, отмечается близость состава первичных пород росошанской и брянской ассоциаций, и резкое отличие от них состава первичных пород донской. При близости спектров распределения и положения точек на диаграммах гнейсов донской ассоциации и амфиболитов, можно предположить, что первичные породы имеют магматическое происхождение. Первичные породы росошанской и брянской ассоциаций, по всей видимости, имеют осадочный генезис. Приведенные результаты исследования имеют теоретическое значение, поскольку подтверждают активное участие седиментогенеза в формировании первичного состава метаморфических пород раннего архея. Од-

новременно они дают информацию о фациальных обстановках осадконакопления, необходимую при прогнозировании полезных ископаемых в щитах древних платформ. Сделанные выводы о первичном составе пород можно рассматривать как предварительные, из-за отсутствия в литературе достоверных реперов, позволяющих интерпретировать содержания микроэлементов в глубокометаморфизованных породах докембрия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Балашов, А.* Геохимия редкоземельных элементов. // М.: Наука, 1976. — 268 с.
2. *Виноградов, А.П.* Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры. // Геохимия, 1962. — №7. — С. 555 — 571.
3. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. / Редактор книги В.Д. Полищук // Москва, 1970. -Том 1. Книга первая. — 440 с.
4. *Ефремова, С.В., Стафеев, К.Г.* Петрохимические методы исследования горных пород. // Справочное пособие. Москва: «Недра», 1985. — 511 с.
5. *Закруткин, В.В.* Основные парачарнокиты, 1981. — 216 с.
6. Изучение опорных геохимических разрезов. Методические рекомендации, 1986. — 57 с.
7. *Предовский, А.А.* Геохимическая реконструкция первичного состава метаморфических вулканогенно-осадочных образований докембрия. — Апатиты, 1970. — 115 с.
8. *Предовский, А.А.* Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. — Л., 1980. — 135 с.
9. *Сиротин, В.И., Лебедев, И.П.* О литогенезе в ранней истории Земли (по данным сравнительной планетологии и раннего архея Воронежского кристаллического массива), Вестник ВГУ. Геология. 2001. Вып. 12. — С. 19—37.