

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ИНТРУЗИВНЫХ
ОБРАЗОВАНИЙ ВОЗНЕСЕНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ПРИМОРЬЕ) И
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИХ ПЕТРОГЕНЕЗИСА**

Л.Ф.Сырицо*, М.Д.Рязанцева, Е.В.Волкова*, В.Н.Топорский*****

**Институт земной коры, г. Санкт-Петербург*

***Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

****Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского,
г. Санкт-Петербург*

Анализ распределения редких и рассеянных элементов и их изотопных соотношений (изотопия стронция, неодима, кислорода) в интрузивных образованиях Вознесенского рудного района (Приморье) позволил выделить вертикальный петрогенетический ряд, модель петрогенезиса которого разработана нами ранее на примере редкометалльных провинций Забайкалья и представляет собой интеграционный эффект, определяемый процессами смещения мантийного и корового вещества. В Вознесенском рудном районе этот петрогенетический ряд представлен следующим образом. Формированию редкометалльного вознесенского гранитного комплекса предшествовало становление части габбро-монцонит-сиенитового комплекса, отличающейся от общей массы пород этого ряда повышенной щелочностью, резко повышенными концентрациями тугоплавких элементов (Ti, Zr, Nb, Y), F и P, а также Rb и Sr. Вознесенский гранитный комплекс - это ряд дифференциатов единого магматического очага, в составе которого по геохимическим данным выделяются две фазы внедрения: 1 - биотитовые и биотитовые лейкократовые граниты, 2 - протолитионитовые лейкограниты с соответствующим рядом внутрикамерных дифференциатов и "апогранитов". Данные представления основаны на закономерностях распределения гаммы петрогенных, редких и рассеянных элементов, соответствующих стандартному ряду дифференциатов лейкогранитовой формации редкометалльных провинций. Вознесенский гранитный комплекс хорошо сопоставляется с редкометалльной лейкогранитовой формацией кукульбейского комплекса Забайкалья. Положение интрузивных комплексов ВРР на диаграмме Дж.Пирса свидетельствует о специфике геодинамического развития региона и наличии здесь двух различных геодинамических обстановок - ранней внутриплитной для гранитоидов вознесенского комплекса и активной континентальной окраины для габбро-монцонит-сиенитового комплекса.

Ключевые слова: Приморье, интрузивный магматизм, геохимия, изотопия.

Решение проблемы формирования рудогенерирующих редкометалльных гранитоидных магм во многом зависит от степени полноты изучения развития магматизма в целом, выявления ассоциативных связей редкометалльных гранитов (РГ) с различными этапами его проявления. На примере редкометалльных провинций фанерозоя (Монголия, Забайкалье, Чешский массив) установлено, что образование РГ соответствует наиболее позднему этапу развития долгоживущих интрузивных систем, в составе которых присутствуют породы основного и среднего составов. Так, на примере Забайкалья нами показано [8-10,12], что плюмазитовые редкометалльные граниты (ПРГ) завершают формирование когенетичных интрузивных серий, ранние этапы которых представлены специфическими субщелочными габ-

броидами и монцонитоидами мантийного происхождения. По химизму эти серии представляют собой дискретно-преемственные ряды составов пород, сохраняющие на всем протяжении становления сквозную геохимическую специализацию, наследуемую от пород ранних этапов. Анализ распределения редких и рассеянных элементов и их изотопных соотношений (изотопия стронция, неодима, кислорода) дает основание рассматривать их в виде вертикального петрогенетического ряда, модель петрогенезиса которого представляет собой интеграционный эффект, определяемый процессами смещения мантийного и корового вещества, изменением состава протолита, процессами фракционирования на этапах становления отдельных комплексов [8].

По последним геохронологическим данным [7], в Вознесенском рудном районе (ВРР) последовательность образования интрузий является антидромной, и это обстоятельство заслуживает внимания. Геохимический анализ такой нетипичной закономерности представляет безусловный интерес.

ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ВРР расположен в краевой юго-западной части Ханкайской аккреционно-складчатой системы (АСС) Приморья, сложенной осадочно-метаморфизованными толщами протерозоя-нижнего палеозоя (рис.1). Вследствие гетерогенности основания Ханкайская АСС имеет блоковое строение. По мнению ряда исследователей [4,5], Вознесенский блок, один из южных блоков АСС, в конце раннего кембрия

обособился в виде крупного поднятия и оставался стабильным на протяжении второй половины кембрия и почти всего ордовика. На границе ордовика и силура регион подвергся тектоно-магматической активизации, с которой связаны интенсивная магматическая деятельность и формирование ряда интрузивных комплексов, последовательность становления которых трактуется неоднозначно [4-7], что обусловлено плохой обнаженностью, отсутствием четко выраженных геологических контактов и геохронологических данных. Наиболее достоверной представляется схема развития магматизма в ВРР, предложенная М.Г. Руб [5], по которой выделяются следующие интрузивные комплексы: раннепалеозойский габбро-пироксенитовый, ранне-среднепалеозойский вознесенский комплекс гранитов и лейкогранитов, среднепалеозойский габбро-монзонит-сиенитовый, средне-

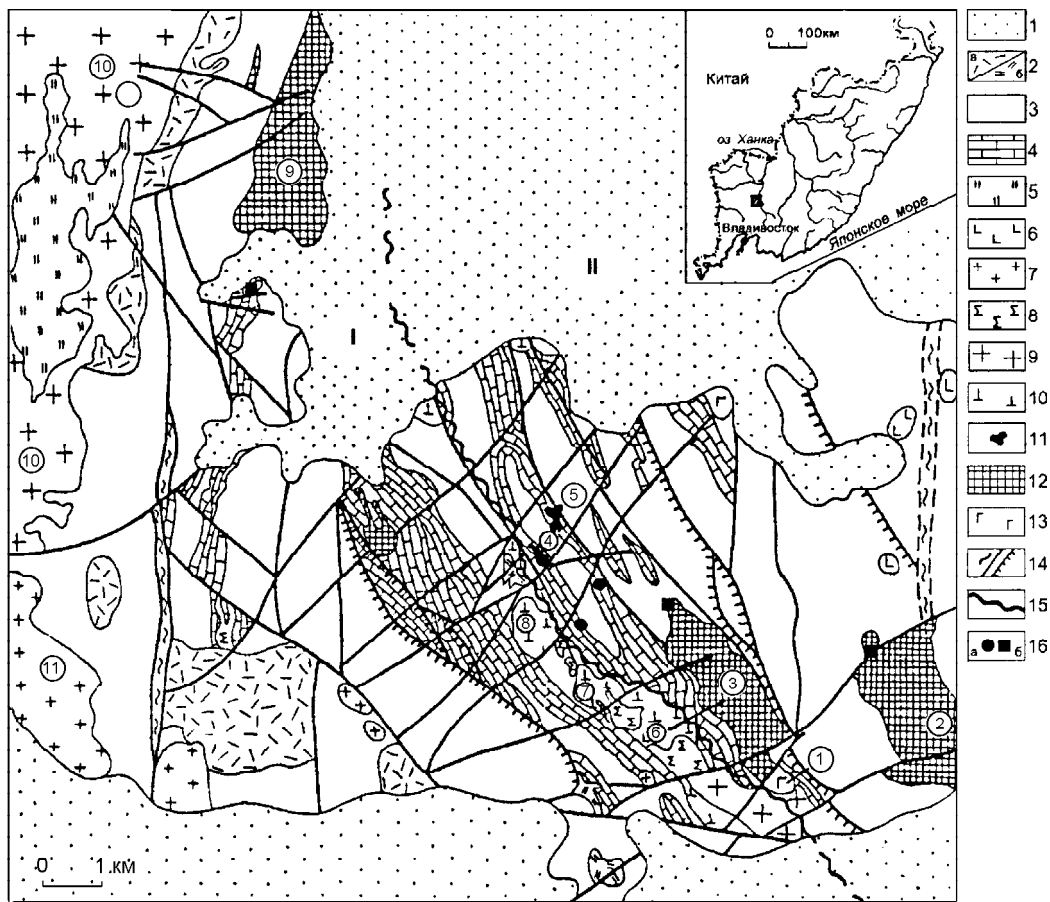


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Вознесенского рудного района (Приморье). Составила М.Д.Рязанцева.

1 - кайнозойские депрессии; 2 - девонские вулканы: а - покровные фации, б - экструзии; 3 - терригенные породы раннего кембрия; 4 - карбонатные породы раннего кембрия; 5 - провесы кровли в гродековских гранитах (метаморфические породы PR); 6 - неогеновые базальты; 7 - григорьевские граниты; 8 - сиениты; 9 - гродековские граниты; 10 - диориты и диорит-монзониты; 11-12 - граниты вознесенского комплекса: 11 - протолитионитовые, 12 - биотитовые; 13 - чапаевское габбро; 14 - тектонические нарушения; 15 - граница Первомайской I и Ярославской II подзон (разные типы разрезов); 16 - основные месторождения: а) флюорита; б) олова.

Цифры в кружках - интрузивные массивы: 1 - соп. Колхозной, 2 - Чихезский, 3 - Ярославский, 4 - Вознесенский, 5 - Пограничный, 6 - соп. Липовой, 7 - соп. Лисьей, 8 - соп. Москаленкова, 9 - Первомайский, 10 - Гродековский, 11 - Григорьевский.

непалеозойские комплексы гранитов - гродековский и григорьевский.

На характер развития магматизма и металлогеническую значимость региона оказали исключительное влияние два обстоятельства: мощные дорифейские разломы, обусловившие, очевидно, доступ глубинного, возможно мантийного, флюидно-теплого подтока, и наличие в составе вмещающих толщ карбонатных пород, являющихся геохимическим барьером для осаждения рудного вещества.

По последним данным геохронологии [7], наиболее древние магматические образования представлены габбро-пироксенитовым комплексом (559 ± 87 млн лет). Эти породы слагают небольшие массивы в южной части района, имеют активные контакты с нижнекембрийскими осадочными породами и прорываются гранитами гродековского комплекса. Формирование этих пород завершало или происходило одновременно со складчатостью. Следующая возрастная группа пород - вознесенский комплекс гранитов и лейкогранитов (452 ± 4 млн лет), с которыми пространственно и парагенетически связано редкометалльное оруденение региона. Граниты этого комплекса слагают небольшие массивы трещинного типа, вытянутые, как и складчатые структуры, в северо-западном направлении, но явно дискордантные по отношению к складчатости. Так же как в кукульбейском комплексе Забайкалья, в составе вознесенских гранитов выделяются две основные фазы. Главную фазу представляют среднезернистые порфириовидные биотитовые, нередко турмалиносодержащие граниты, слагающие относительно крупные массивы - Ярославский, Первомайский, Чихезский. В качестве заключительной фазы здесь также выступают лейкократовые протолитионитовые граниты, образующие малые штоки, апикальные части которых интенсивно альбитизированы и грейзенизированы - Пограничный, Вознесенский массивы. Взаимоотношения между этими разновидностями пород, как и во многих других регионах, здесь не прослеживаются. Отличительной особенностью вознесенского комплекса является наличие большого количества даек меланократовых пород, предшествующих его образованию, синхронных с ним и пострудных [5], широко распространенных в пределах различных месторождений. Наличие этих даек связывается с существованием глубинного мантийного источника [4]. Именно с вознесенскими гранитами генетически или парагенетически связана большая часть месторождений и рудопроявлений района, в том числе танталовая минерализация апогранитового типа, оловянно-вольфрамовые месторождения касситерит-кварцевой формации, оловорудные месторождения касситерит-силикатной формации; во вмещающих карбонатных породах сформированы флюоритовые

залежи, представляющие собой десилицированные апокарбонатные грейзены [2].

Более поздним является гродековский комплекс гранитоидов (411 ± 14 млн лет), относящихся к формации гранитных плутонов, не обладающих большой вертикальной мощностью. Здесь, так же как и в Забайкалье, в качестве первой фазы комплекса довольно условно выделены интрузии среднего и основного состава, слагающие небольшие тела среди огромных массивов гранитов. Во всех случаях эти породы либо прорываются гранитами, либо содержатся в них в виде ксенолитов. Среди многочисленных фациальных разновидностей в составе гродековского комплекса преобладают биотитовые средне-крупнозернистые граниты. Судя по широкому проявлению процессов ассимиляции, контаминации, мигматизации, это типично автохтонные палингенные гранитоиды [7]. По времени формирования (395 ± 7 млн лет) этому комплексу близок вулканоплутонический комплекс григорьевский, получивший широкое развитие в обрамлении Ханкайской АСС. В пределах ВРР известны небольшие массивы характерных розовых и красных крупнозернистых порфириовидных гранитов, относимых к этому комплексу.

Особое место среди интрузивных образований района занимают породы габбро-монцонит-сиенитового ряда, которые слагают цепочку небольших интрузий, трассирующую глубинный разлом. Фрагментарность геохронологических данных, полученных по единичным массивам (415 ± 48 млн лет), с одной стороны, крайняя неоднородность редкоэлементного состава - с другой, позволяют предположить вероятность их полигенности и полихронности при наличии нескольких различных источников магмогенерации.

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЙ И РЕДКОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ

Для корректного сопоставления составов пород в работе используются исключительно оригинальные аналитические данные, статистические средние по которым приведены в таблице. На классификационной петрохимической диаграмме подавляющее большинство интрузивных пород ВРР располагается в поле составов субщелочных пород (рис. 2). Исключение составляют лишь габброиды наиболее раннего, габбро-пироксенитового комплекса (массив соп. Колхозной) и граниты гродековского комплекса, попадающие в поле составов пород нормальной щелочности. Породы габбро-монцонит-сиенитового комплекса образуют соответствующий тренд возрастания щелочности с увеличением кремнекислотности, представляя по этому признаку ряд дифференциатов: субщелочные габброиды соп. Ли-

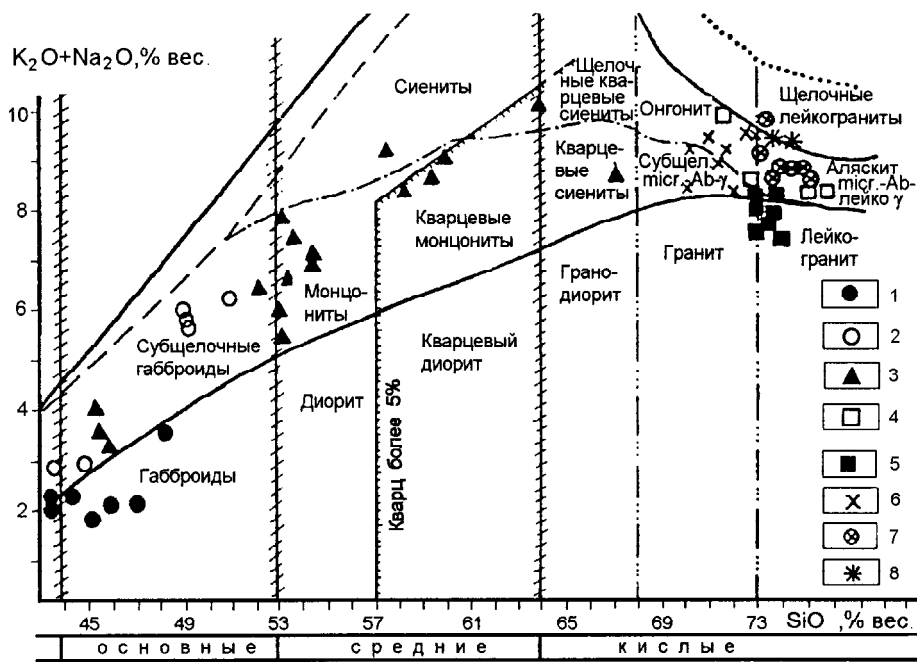


Рис. 2. Положение составов интрузивных пород Вознесенского рудного района (Приморье) на классификационной петрохимической диаграмме.

1-2 - габбро-пироксенитовый комплекс: 1 - габбро, 2 - дайки баркевикитовых порфиров; 3 - габбро-монцитит-сиенитовый комплекс; 4 - григорьевский комплекс; 5 - гродковский комплекс; 6-8 - вознесенский комплекс гранитов и лейкогранитов: 6-7 - граниты первой фазы: 6 - нормальные, 7 - лейкограниты, 8 - протолитионитовые граниты заключительной фазы.

сней - монцититы соп. Липовой - кварцевые монцититы соп. Сиенитовой - кварцевые сиениты соп. Лисей. Примечательно, что, в отличие от К-специализации пород Забайкалья [8], во всех разновидностях пород этого ряда в ВРР в составе щелочей доминирующим является натрий. Граниты вознесенского комплекса значительно варьируют в рассматриваемых координатах в зависимости от принадлежности к тому или иному массиву. Меньшей кремнекислотностью при большей фемичности отличаются граниты Ярославского массива. Собственно лейкогранитами ($SiO_2 > 73\%$) являются породы Первомайского и Чихезского массивов, характеризующиеся пониженной

фемичностью и основностью. В заключительных фазах этого комплекса содержание SiO_2 несколько падает, происходит резкое перераспределение щелочей в пользу натрия. Как видно из таблицы, в указанном ряду пород (ан.7 — 10) изменение величины K/Na отношения происходит весьма последовательно и синхронно с накоплением характерных литофильных элементов, что позволяет рассматривать их в виде ряда дифференциатов, завершающихся образованием апогранитов. Главная фаза гродковского и григорьевского комплексов представлена биотитовыми гранитами при большей валовой щелочности их и преобладании калия над натрием.

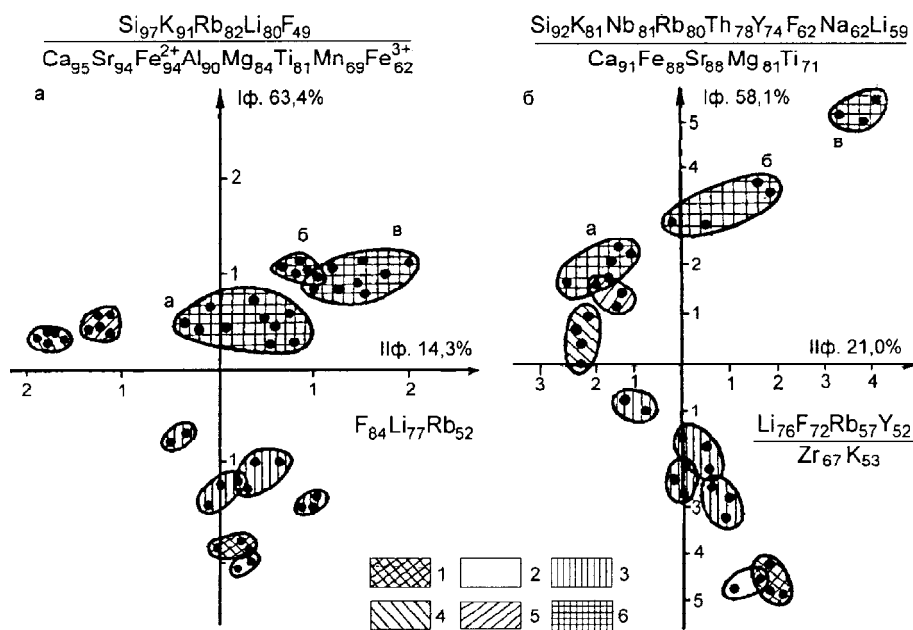


Рис. 3. Графический образ соотношения химизма интрузивных комплексов Вознесенского рудного района в координатах главных факторов: а) - петрохимических, б) - петрогеохимических (диаграмма Уайтфорда).

Интрузивные комплексы: 1 - габбро-пироксенитовый; 2 - дайки баркевикитовых порфиров; 3 - габбро-монцитит-сиенитовый; 4 - гродковский; 5 - григорьевский; 6 - вознесенский: а - Ярославский массив; б - Чихезский массив; в - Первомайский массив.

На диаграмме сериальности Уайтфорда [15] все интрузивные образования ВРР, за исключением габбро-пироксенитового комплекса, располагаются исключительно в поле составов высоко-К известково-щелочной серии (рис. 3). И в этом проявляется их принципиальное отличие по составу от аналогичных образований Забайкалья и Чехии, где представлены породы серий высокой щелочности. В поле составов субщелочной серии попадают лишь единичные анализы сиенитов, предельных дифференциатов габбро-монцонит-сиенитового комплекса. Характерной отличительной особенностью является также слабое развитие пород собственно гибридного гранодиоритового состава, наиболее распространенной разновидности пород в Забайкалье, что может служить показателем значительно меньших масштабов смесимости базальтоидного и корового вещества в пределах ВРР.

По петрохимическому составу и геохимическим данным (табл.) габбро - пироксенитовый комплекс представляет собой габброиды нормального известково-щелочного ряда, отличительной особенностью которых по сравнению с другими породами сходной кремнекислотности является низкое содержание Zr, Nb, Y, Th, Ti, т.е. группы тугоплавких элементов, типичной для субщелочных мантийных базальтоидов типа шошонитов и дурбахитов, а также Rb и P.

Для пород монцонитоидного комплекса, включая субщелочные габбро, напротив, типично повышенное содержание всех указанных выше элементов. Так же, как в Забайкалье, их отличает высокая концентрация фтора, сопоставимая с содержанием в ранней фазе вознесенских гранитов. Указанные геохимические особенности с определенной долей условности позволяют сопоставить эти породы с геохимическим типом пород латитового ряда. Интрузивные комплексы такого состава в Забайкалье и Чехии (шахтаминский, сретенский, даурский, локетский), как правило, предшествуют образованию собственно гранитовых комплексов, завершающихся образованием РГ. По имеющимся данным геохронологии [7], в пределах ВРР формирование монцонитоидного комплекса является более поздним по отношению к вознесенскому комплексу. Однако, учитывая фрагментарность этих данных и, в то же время, значительные вариации в химическом составе монцонитоидов различных участков (см. табл.), есть основания предполагать полигенность и возможную полихронность габбро-монцонит-сиенитового комплекса этого региона. Наиболее контрастным составом отличаются габбро соп. Лисьей, для которых отсутствуют какие-либо возрастные данные. Они характеризуются повышенным содержанием индикаторных тугоплавких и некогерентных гранитофильных элементов, составляющих специфику субщелоч-

ной серии. Не исключено, что именно эти габброиды представляют собой геохимический облик “материнской” магмы, родоначальной для серии, завершающейся образованием РГ в рассматриваемом регионе.

Как видно из приводимой таблицы, а также ранее опубликованных материалов [5,7], химические составы габброидов различных участков варьируют в исключительно широких пределах, что позволяет рассматривать их в качестве нескольких самостоятельных типов. По химизму выделяются три главных типа габброидов. Так, габбро соп. Колхозной, относимые к габбро-пироксенитовому комплексу, отличаются наиболее высоким содержанием магния (MgO - 9,11 % масс.), кальция (CaO - 12,09 % масс.), при наименьшем суммарном содержании щелочей, преобладании натрия над калием и, как отмечалось выше, низким содержанием тугоплавких элементов Ti, Zr, Nb, Y, Th, а также P и Rb. В то же время, габбро Чапаевского участка, по данным М.Д.Рязанцевой [7], характеризуются, напротив, низким содержанием магния (MgO - 1,35 % масс.), глинозема (Al_2O_3 - 14,42 % масс.), наиболее высоким содержанием кальция (CaO - 17,5 % масс.), железа (FeO - 11,34 % масс.). По сравнению с габбро соп. Колхозной в них повышено суммарное содержание щелочей при преобладании калия над натрием. Среди рассматриваемых габброидов они характеризуются самым низким содержанием Sr (до 600 г/т) и Rb (до 80 г/т) (рис.4.) Габбро соп. Лисьей отличает высокое содержание щелочей (субщелочной ряд) при преобладании натрия над калием, низкое содержание магния (MgO - 3,15 % масс.), железа (FeO - 4,77 % масс.). По сравнению с габбро соп. Колхозной в этих породах резко повышено (в 3-4 раза) содержание тугоплавких элементов (Ti, Zr, Nb, Y), фтора и фосфора. При одном уровне кремнекислотности, по сравнению с другими габброидами, их отличает самое высокое содержание Rb и Sr (см. рис. 4). К сожалению, эта группа габброидов лишена каких-либо геохронологических реперов.

На всех типах факторных и дискриминантных (Rb-Sr, Rb-Zr) диаграмм (см. рис. 3-5) фигуративные точки составов пород вознесенского комплекса определенно обособляются в виде 3 групп полей, объединяемых общим геохимическим трендом развития в следующей последовательности: биотитовые граниты Ярославского массива—биотитовые лейкограниты Чихезского-Первомайского массивов—протолиитонитовые граниты Пограничного массива—апограниты. Направленное и выдержанное изменение химизма, выражающееся в возрастании кремнекислотности, содержания редких щелочных элементов и фтора при синхронном уменьшении фемичности и основности, а соответственно - содержания Sr и Zr, хорошо отвечает процессу кристаллизационного

Таблица. Химический состав интрузивных образований Вознесенского рудного района Приморья (оценка вариации среднего $\bar{x} \pm \sigma$).

масс. %	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	43,81±0,53	45,8±30,21	49,09±0,22	52,76±0,48	54,04±0,71	58,45±1,41
TiO ₂	0,23±0,05	1,40±0,03	0,92±0,02	1,08±0,08	1,04±0,03	0,90±0,09
Al ₂ O ₃	22,78±2,24	18,71±0,53	22,04±0,31	20,72±1,02	18,31±0,99	19,14±0,70
Fe ₂ O ₃	1,65±0,46	3,21±0,07	0,95±0,16	2,10±0,61	1,28±0,72	3,00±1,89
FeO	6,06±0,60	7,36±0,42	4,77±0,09	5,82±0,09	6,84±0,03	3,65±0,42
MnO	0,11±0,01	0,16±0,01	0,19±0,01	0,13±0,01	0,11±0,01	0,12±0,00
MgO	9,11±1,46	6,35±0,47	3,15±0,12	1,70±0,09	3,45±0,10	1,11±0,02
CaO	12,09±0,30	10,28±0,71	10,19±0,14	6,90±0,74	7,45±0,28	3,37±0,94
Na ₂ O	1,29±0,13	2,27±0,25	3,40±0,16	4,27±0,39	3,55±0,52	4,97±0,26
K ₂ O	0,94±0,13	1,21±0,39	2,46±0,07	2,95±0,32	2,67±0,40	3,91±0,73
P ₂ O ₅	<0,01	0,31±0,01	0,22±0,01	0,38±0,04	0,25±0,01	0,16±0,09
n	3	2	3	3	3	2
r/r						
F	0,11±0,02	0,10±0	0,23±0,01	0,11±0,03	19±1	12±2
Li	53±4	76±25	40±0	27±0	49±27	11±3
Rb	83±20	81±37	157±2	102±13	168±5	170±32
Sr	677±52	846±21	902±39	840±18	519±8	515±36
Zr	29,9±9,5	108,5±0,9	121,7±14,0	137,3±5,5	190,0±17,3	211,5±2,10
Nb	3,7±0,9	10,6±0,6	9,3±0,1	13,3±1,3	15,6±1,0	17,6±4,2
Y	12,8±4,6	26,4±1,7	23,4±3,6	30,6±2,9	48,7±3,2	36,5±2,1
Th	<2,0	<2,0	5,7±0,8	6,1±0,9	10,0±0,9	6,1±2,4
n	9	2	3	3	3	2

7	8	9	10	11	12
72,89±0,45	74,58±0,53	73,86±1,03	74,28±0,55	73,44±0,32	73,84±1,64
0,28±0,03	0,09±0,02	0,03±0,01	0,04±0,01	0,16±0,04	0,15±0,06
14,72±0,24	14,36±0,12	14,30±0,26	14,49±0,33	13,96±0,27	13,01±0,45
0,46±0,21	0,69±0,24	0,12±0,08	0,03±0,02	0,99±0,23	1,37±0,67
1,58±0,26	0,86±0,32	1,03±0,17	0,92±0,02	0,84±0,35	1,36±0,35
0,05±0,03	0,07±0,02	0,04±0,01	0,04±0,00	0,03±0,01	0,04±0,01
0,14±0,03	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00	0,38±0,25	0,24±0,15
0,82±0,29	0,43±0,02	0,56±0,35	0,38±0,02	1,10±0,34	0,67±0,31
3,73±0,73	4,50±0,43	5,08±0,09	5,55±0,15	3,11±0,27	3,53±0,60
4,89±0,34	4,34±0,06	3,97±0,31	3,69±0,18	4,67±0,34	4,89±0,34
0,07±0,02	0,01±0,00	-	-	0,03±0,02	0,02
3	3	5	3	5	5
20±7	37±7	62±10	70±14	3±2	14±1
69±9	238±41	-	-	13±6	12±3
326±7	529±67	1085±72	1839±278	158±29	288±4
201±21	25±6	12±11	29±10	84±26	29±1
175,8±13,5	90,0±15,4	69,0±5,0	38,0±10,0	136,3±30,2	120,7±11,5
28,3±3,1	27,6±2,2	61,0±5,0	94,0±89,0	10,9±3,4	20,5±0,3
30,8±10,2	86,2±17,9	104,0±10,0	12,2	23,1±7,1	47,7±4,5
40,2±2,6	24,6±4,6	23,4±4,2	31,5±7,7	13,1±5,1	28,0±3,4
6	4	6	3	6	3

Примечание. Интрузивные комплексы: габбро-пироксенитовый (PZ₁): 1 - габброиды (соп. Колхозная), 2 - дайки баркевикитовых порфиринов (м. Ярославский); габбро-монцит-сиенитовый (PZ₁₋₂): 3 - габбро субщелочного ряда (соп. Лисья), 4-5 - монциты: 4 - (соп. Москаленкова), 5 - (соп. Липовая), 6 - кварцевые монциты (соп. Сиенитовая); вознесенский комплекс (PZ₁₋₂): 7 - биотитовые граниты (м. Ярославский), 8 - биотитовые лейкограниты (м. Первомайский, Чихезский), 9 - протолитионитовые лейкограниты (м. Пограничный, скв.407-6, инт. 826-1200м), 10 - циннвальдитовые апограниты (м. Пограничный, скв.407-6, инт. 625-754м); 11 - гродековский комплекс; 12 - григорьевский комплекс.

фракционирования и эманационной концентрации в ряду последовательных дифференциатов геохимического типа ПРГ [11]. Такое представление несколько противоречит данным Rb-Sr изотопии и геохронологии [7], согласно которым различия в составе этих массивов связываются с разными субстратами магмогенерации, что в конечном итоге зависит от уровней глубинности их формирования; возраст же массивов вознесенского комплекса составляет: Чи-

хезского - 452±4, Первомайского - 451±20 и Ярославского - 408±47 млн лет, при этом авторы указанной работы справедливо замечают, что величина вычисленного возраста для Ярославского массива "имеет весьма приближенное значение". Такой вывод подтверждается большой дисперсией (±47 млн лет).

Лейкограниты гродековского и григорьевского комплексов в пределах ВРР благодаря низкой фемичности и основности, малой концентрации фтора,

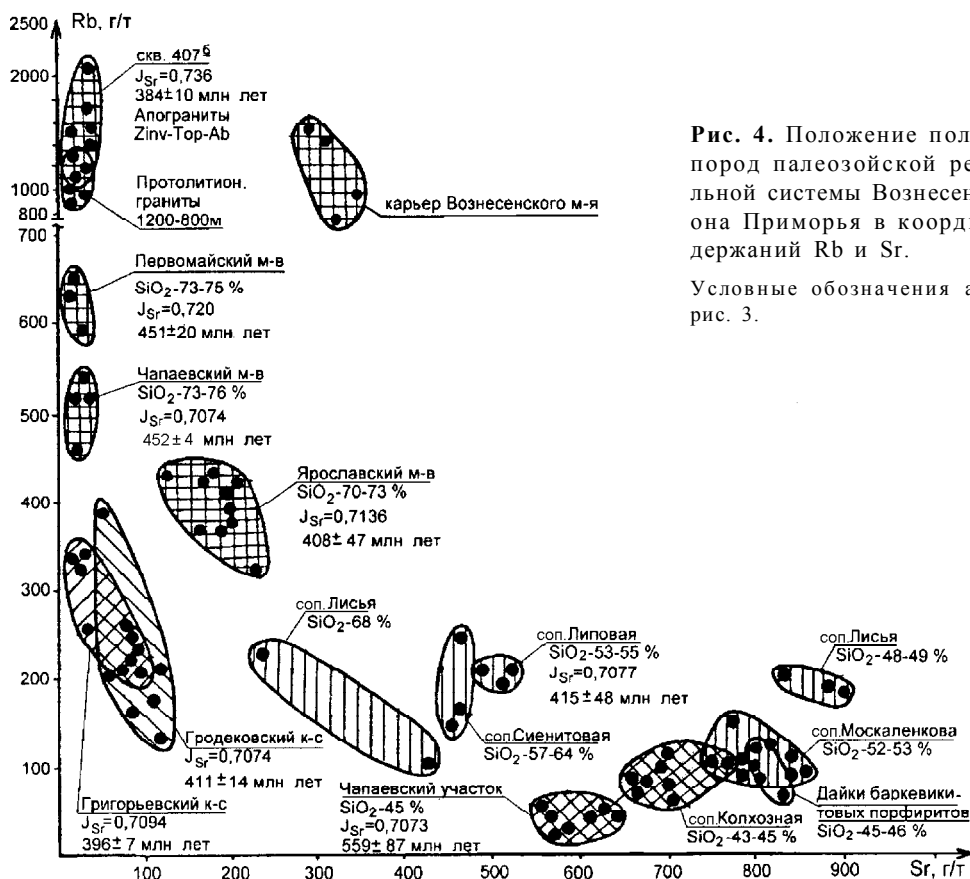


Рис. 4. Положение полей состава пород палеозойской редкометалльной системы Вознесенского района Приморья в координатах содержаний Rb и Sr.

Условные обозначения аналогичны рис. 3.

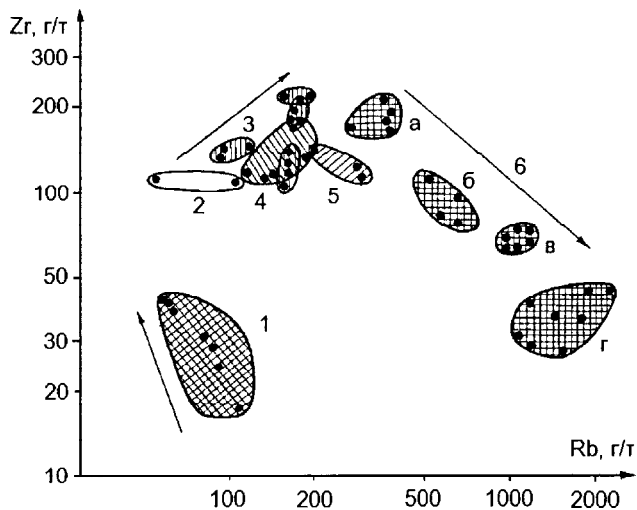


Рис. 5. Уровни концентрации Rb и Zr в интрузивных комплексах Вознесенского рудного района.

Отчетливо прослеживаются различные тенденции распределения этих элементов в процессе дифференциации различных комплексов (показано стрелками).

Условные обозначения аналогичны рис. 3.

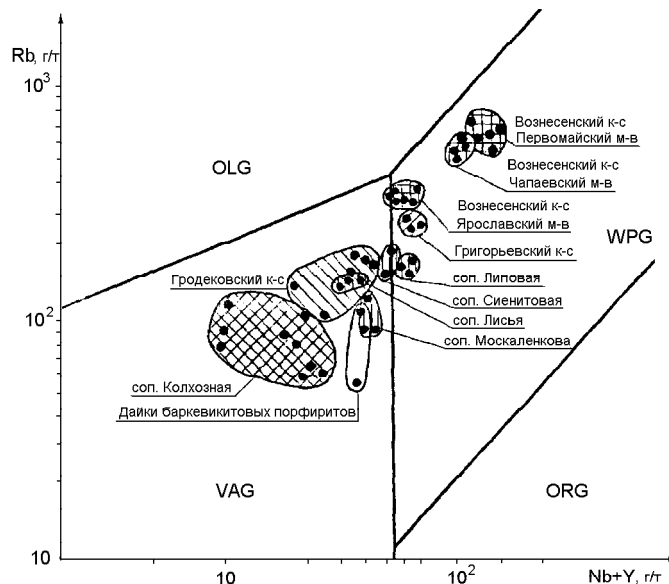


Рис. 6. Оценка геодинамических режимов формирования интрузивных образований Вознесенского рудного района на основе диаграммы Пирса [14].

Поля на диаграмме (геодинамические режимы): ORG - океанических хребтов, VAG - островных дуг, OLG - коллизионный, WPG - внутриплитный.

Условные обозначения аналогичны рис. 3.

редких щелочных элементов соответствуют палингенным гранитоидам известково-щелочного ряда.

Согласно известным диаграммам геодинамических режимов [14], формирование вознесенского гранитного комплекса происходило в режиме ранней внутриплитной обстановки (WPG) (рис.6), что в сочетании с рядом геохимических особенностей (высокое содержание Rb, Zr, Nb, Th, P3Э, железистый состав слюд) позволяет относить их к анорогенному А-типу гранитов [13]. Сопоставление с упоминаемыми выше и рассмотренными нами ранее [8-10] редкометалльными провинциями показывает сходство вознесенских гранитов с редкометалльной лейкогранитовой формацией кукульбейского комплекса, получившей развитие в Аргунской зоне Забайкалья [10], и цинновецким типом рудногорских гранитов (Восточные Рудные Горы). Габбро-пироксенитовый же комплекс (согласно той же диаграмме (рис. 6) формировался в островодужной геотектонической обстановке, монзонитоидному комплексу ближе соответствует режим активной континентальной окраины. В отличие от Забайкалья и Чешского массива здесь отсутствуют интрузивные образования коллизионного режима, хотя, если следовать коррективам, внесенным в диаграмму Дж. Пирса В.М. Даценко [3], то гродековские граниты могут быть отнесены к коллизионным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные геохимические данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Судя по химическому составу, габброиды и монзонитоиды ВРР характеризуются большим разнообразием, что подтверждает высказанное ранее представление [4,5] о полигенности и полихронности этих образований в пределах рассматриваемого региона. К сожалению, именно эта группа пород геохронологически охарактеризована наиболее схематично, что крайне затрудняет сопоставление этих данных с геохимическими и рассмотрение этого материала в рамках динамики развития интрузивных серий, характерной для магматизма внутриконтинентальных редкометалльных провинций фанерозоя [1,8,12].

2. Вознесенский комплекс по геохимическим данным представляет собой ряд дифференциатов единого магматического очага, в составе которого выделяются две фазы внедрения: I фазе соответствуют биотитовые граниты Ярославского массива, биотитовые лейкограниты Первомайского и Чихезского массивов, II фаза представлена протолитионитовыми лейкогранитами Пограничного и Вознесенского массивов с соответствующим рядом внутрикамерных дифференциатов и метасоматитов - "апогранитов". Такое представление основано на закономер-

ностях распределения всей гаммы петрогенных, редких и рассеянных элементов, хорошо соответствующих стандартному ряду дифференциатов лейкогранитовой формации редкометалльных провинций фанерозоя, возникающему в процессе кристаллизационного фракционирования и эманационной дифференциации.

3. Положение рассматриваемых интрузивных комплексов на известных дискриминантных диаграммах оценки геодинамических режимов [14] в сочетании с полученными геохронологическими данными свидетельствует о специфике геологического развития региона ВРР и наличии здесь, по крайней мере, двух принципиально различных геодинамических обстановок, характерных для областей стыка континент-океан. Именно этим обстоятельством определяется кажущийся "антидромный" характер ПРГ вознесенского комплекса, получившего развитие в режиме тектоно-магматической активизации (внутриплитная обстановка - WPG) по отношению к более поздним интрузивным комплексам основного и среднего состава, характерным для нового этапа развития региона в режиме активной континентальной окраины. В этом заключается принципиальное отличие от развития магматизма внутриконтинентальных подвижных зон фанерозоя, где четко прослеживается единая направленная эволюция геодинамических режимов, и ей соответствует формирование когенетичных интрузивных серий пород, завершающихся образованием редкометалльных лейкогранитовых комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипин В.С. Геохимическая эволюция известково-щелочного и субщелочного магматизма. Новосибирск: Наука, 1992. 220 с.
2. Говоров И.Н. Геохимия рудных районов Приморья. М.: Наука, 1977. 251 с.
3. Даценко В.М. Опыт использования дискриминантной диаграммы Rb-(Y+Nb) Дж. Пирса и др. для идентификации гранитоидов различных геодинамических обстановок // Магматизм, метаморфизм и металлогения различных геодинамических обстановок: (Материалы 1-го Всерос. петрограф. совещ.). Уфа, 1995. Кн. 4. С. 53-54.
4. Руб А.К., Руб М.Г. Новые данные о магматических образованиях Приханкайского района и их соотношение с оруденением // Рудоносность магматических ассоциаций. М., 1988. С. 40-74.
5. Руб М.Г., Руб А.К. Новые данные о геологических и геохимических особенностях магматических образований Приханкайского района // Тихоокеан. геология. 1986. № 5. С. 57-67.
6. Рязанцева М.Д., Герасимов Н.С. Радиологический возраст рудоносных гранитов Вознесенского рудного района // Тихоокеан. геология. 1992. № 3. С.118-122.
7. Рязанцева М.Д., Герасимов Н.С., Говоров И.Н. Рубидий-стронциевые изохроны и петрогенезис магматичес-

- ких пород Вознесенского рудного района (Приморье) // Тихоокеан. геология. 1994. № 4. С. 60-73.
8. Сырицо Л.Ф. Геохимические особенности и проблемы петрогенезиса редкометалльных рудномагматических систем фанерозоя // Тез. докл. к 4 Междунар. симпоз. по проблемам прикладной геохимии. 7-10 сент. Иркутск, 1994. С. 114.
 9. Сырицо Л.Ф., Спиридонов А.А., Старухина Л.П. Тенденции развития рудогенерирующих интрузивных систем активизированных складчатых областей // Докл. АН СССР. 1988. Т. 303, № 4. С. 967-971.
 10. Сырицо Л.Ф., Табунс Э.В. Редкоземельные и редкие элементы, как показатели петрогенезиса мезозойских гранитоидов Восточного Забайкалья // Докл. АН. 1993. Т. 328, № 5. С. 609-612.
 11. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. М.: Наука, 1977. 220 с.
 12. Трошин Ю.П. Ассоциация редкометалльных плюмазитовых гранитов с высококалиевыми известково-щелочными вулканоплутоническими сериями пород // Геохимия вулканитов различных геодинамических обстановок. Новосибирск, 1986. С. 93-112.
 13. Eby G.N. The A-type granitoids: A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis / A.R. Wolley, M. Ross (Eds). Alkaline igneous rocks and carbonatites // Lithos. 1990. V. 26. P. 115-133.
 14. Pearce Y.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagram for the tectonic interpretation of granitic rocks // Petrol. 1984. V. 70. P. 956-983.
 15. Whiteford D.I., Nicholls I.A., Taylor S.R. Spatial variation

Поступила в редакцию 1 сентября 1998 г.

Рекомендована к печати А.И. Ханчуком

L.F. Syritso, M.D. Ryazantseva, E.V. Volkova, V.N. Toporsky

New data on geochemical peculiarities of intrusive formations of the Voznesenka ore district (Primorye) and some problems of their petrogenesis

Analysis of distribution of rare and trace elements and their isotopic ratio (for strontium, neodymium, and oxygen) in the intrusive formations of the Voznesenka ore district (VOD) allowed to distinguish a vertical petrogenetic series. Before, we have used the rare-metal provinces of Zabaykalye as the example to work out a petrogenesis model of such series. The model represents an integrated effect of processes of mantle and crustal matter mixing. In the VOD this petrogenetic series is presented by the following means. Formation of rare-metal Voznesenka granite complex was preceded by a development of a section of gabbro-monzonite-syenite complex being distinguished from the general body of rocks of this series by high alkalinity and high concentrations of infusible elements, such as Ti, Zr, Nb, Y, F, P, and Rb and Sr. The Voznesenka granite complex is composed of a number of differentiates from a single magmatic chamber. Two magma intrusions have been identified by geochemical data in the granite complex composition: (1) biotite and biotite leucocratic granites, (2) protolithionite leucogranites with an associated series of inter-chamber differentiates and «apogranites». These notions are based on the regularities of distribution of petrogenic, rare and trace elements corresponding to the standard differentiates of leucogranite formation of rare-metal provinces. The Voznesenka granite complex is well correlated to a rare-metal leucogranite formation of the Kukulbey complex of Zabaykalye. The position of the intrusive complexes of the VOD on the Y. Pearce diagram bears witnesses to a geodynamic evolution of the region, as well as to a presence here of two different geodynamic settings - an early within-plate one for the Voznesenka granitoids and the active continental margin setting for the gabbro-monzonite-syenite complex.