УДК 552.3: 553

С.М.БЕСКИН, *д-р геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник, galinatrach@yandex.ru*
Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, Москва
Ю.Б.МАРИН, *д-р геол.-минерал. наук, профессор, чл.-кор. РАН, marin@minsoc.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

S.M.BESKIN, *Dr. in geol. & min. sc., leading research assistant, galinatrach@yandex.ru*
Institute of mineralogy, geochemistry and crystallography of rare-elements, Moscow
Y.B.MARIN, *Dr. in geol. & min. sc., professor, Corr. Mem. of the Russian Academy of Science, marin@minsoc.ru*
National Mineral Recources University (Mining University), Saint Petersburg

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО ГРАНИТОВОГО МАГМАТИЗМА И АССОЦИИРУЮЩИЕ С НИМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Предложена матричная систематика редкометалльного гранитового магматизма и сопряженного оруденения в виде таблицы, в столбцах которой отражен геодинамический тип интрузивных серий, а в строках – генетические виды оруденения (от редкометалльных вулканитов, гранитов и их пегматитов до кор выветривания и россыпей). На пересечении строк и столбцов таблицы в ячейках размещены известные и возможные геолого-промышленные типы месторождений. Из анализа таблицы ясно, какие типы могут быть совмещены в единых узлах, а какие присущи принципиально разным рудно-магматическим системам и потому в едином узле не встречаются (если в них нет совмещения разновозрастных серий). Закономерности распространения редкометалльных гранитов в геологическом времени коррелируются с направленным изменением геодинамических обстановок в истории Земли.

***Ключевые слова*:** гранитовый магматизм, геодинамические типы интрузивных серий, редкометалльное оруденение, систематика месторождений

GEODYNAMIC TYPES OF RARE-METAL GRANITE MAGMATISM AND ASSOCIATED ORE DEPOSITS

Matrix systematic of the rare-metals granite magmatism and related ore metallization is represented as a table, where geodynamic types of intrusive groups form columns, and genetic types of ore metallization – lines (from rare-metal volcanites, granites and pegmatites to weathering crusts and placers). Cells in crossing of lines and columns include as well known so probable geological-industrial types of ore deposits. Analysis of this table shows which types of deposits may be combined in clusters, and which ones correspond to principally different ore-magmatic systems and, thus, can't occur in a common cluster (except in combination of diachronous groups). Regularities of the rare-metal granites distribution through geological time correlate with the direct evolution of geodynamic environments in the Earth's history.

***Key words*:** granite magmatism, geodynamic types, intrusive groups, rare-metal mineralization, classification of deposits.

Картирование эталонных, хорошо обнаженных узлов W, Sn, Mo и редкометалльного оруденения, т.е. ареалов диаметром $n \cdot 10$ км (включая и их геофизические контуры) в салических геоблоках, позволило наметить последовательность типовой гра-

нитовой серии [1, 2, 15, 18, 19 и др.]: комплекс «*А*» – биотитовые граниты (крупно-, средне-, мелкозернистые) → комплекс «*Б*» – лейкограниты и аляскиты (то же) → комплекс «*В*» – редкометалльные микроклин-альбитовые граниты (редкометалльными являются только такие кислые субщелочные или щелочные, $K_a \geq 0{,}75$, граниты овоидофировой с «горошковидным» кварцем физиографии, часто автометасоматически измененные, которыми сложены малые, до 3 км в поперечнике, интрузивы, а также группы даек и (или) силлов). Изотопная геохронология, как правило, не противоречит такой последовательности и такой группировке.

Установлено, что умеренно редкометалльное оруденение (W, Sn, Mo, Be и др.) появляется в финале формирования комплекса гранитов «*Б*». Главное же редкометалльное оруденение (Ta, Nb, Li, Be, TR и др.) обязано комплексу гранитов «*В*». Таков обобщенный стандарт. Но фактический материал заставляет в равном ранге выделить три главных вещественно-морфологических типа, обусловленных геодинамическими различиями проявления типовой серии.

1-й тип. Граниты, образующие удлиненные, с неправильными контурами, плутоны, сопровождаемые массой апофиз, силлов, линз, даек, штоков. Характерна обогащенность таких гранитов плагиоклазом, слюдами, полевошпатовыми и слюдяными кристаллобластами. Повсюду мелкие пегматитовые тела, есть и крупные зональные жилы. При этом с лейкогранитами «*Б*» сопряжены бериллоносные пегматиты (иногда и с Ta + Nb), а дайки гранитов «*В*» представлены кварц-микроклин-олигоклаз-альбитовыми агрегатами с акцессорными танталониобатами ($Ta_2O_5 : Nb_2O_5$ равно в среднем 1:3), иногда с касситеритом, бериллом и поллуцитом, а зачастую и с породообразующим сподуменом. В последнем случае их принято (что неправильно!) называть «альбит-сподуменовыми пегматитами» (ввиду того, что часто, но не обязательно эти агрегаты действительно пегматоидные: на фоне средне-мелкозернистой гранитовой массы фиксируются «доски» сподумена и таблицы калиево-натриевого полевого шпата). В апикальных частях и в апофизах подобных даек наблюдаются зональные пегматитовые тела из мегакристаллов калишпата, альбита, кварца (в том числе ядра тел), петалита, сподумена, берилла, поллуцита и др. Иногда это промышленные месторождения.

Здесь мы имеем дело с высокобарическим стресс-плутонизмом, возникающим в обстановках, которые характерны для сдвигово-гиперколлизионных поясов, в том числе (для докембрия) между гнейсовыми куполами. Подобные пояса сопровождаются зонами смятия. В такой обстановке неизбежен массовый пегматитогенез, захват обломков вмещающих пород и, как следствие, высокие известковистость и глиноземистость гранитов [3, 6, 8, 11, 12, 15 и др.].

2-й тип. Граниты, группирующиеся в консолидированные плутоны, отвечающие «стандарту» (см. выше). В финале таких серий возникают кварцевожильно-грейзеновые и «порфировые» месторождения Sn, W, Be, Mo, сопряженные с лейкогранитами «*Б*», а если проявлены микроклин-альбитовые граниты «*В*», часто амазонитовые, то и редкометалльногранитовые с сопряженными метасоматическими месторождениями Ta, Li, F и др. (колумбит-танталит, микролит, стрюверит, $Ta_2O_5 : Nb_2O_5$ равно в среднем 1:1). Граниты таких серий формируются в умеренно коллизионных обстановках, они приурочены к надсейсмофокальным пространствам в пределах активных континентальных окраин.

3-й тип. Граниты, группирующиеся в консолидированные, чаще с элементами кольцевого строения плутоны, отличающиеся повышенным содержанием калишпата, иногда со щелочными темноцветными минералами. Если речь идет о докембрии, то граниты «*А*» – это «рапакиви». В финале таких серий возникают альбитит-кварцевожильно-грейзеновые месторождения Mo, TR, Be, F, Sn, W и камерные пегматиты, сопряженные с аляскитами «*Б*». А если проявлены микроклин-альбитовые граниты «*В*», то они повышенной щелочности, вплоть до агпаитовых редкометалльных гранитов с рудами Nb-Ta, TR, Y, Be, F и др. (колумбит, пирохлор, фергюсонит, $Ta_2O_5 : Nb_2O_5$ изменяется от 1:8 до 1:13; гафниевый циркон, минералы TR,

криолит и др.). Подобные серии, как известно, внутриплитные, часто рифтогенные.

Редкометалльные граниты гранитовых серий разных типов и возрастов распределены неодинаково:

а) архей-протерозойские редкометалльные граниты любых типов и сопряженные с ними пегматиты располагаются только на кратонах среди древних кристаллических толщ – на щитах (Канадский, Балтийский, Африканский и др.) и в активизированных в позднем докембрии краевых перикратонных поясах – субщитах (Восточный Саян и др.);

б) различные по обильности проявления фанерозойские сподуменовые и близкие к ним редкометалльные граниты 1-го типа, в том числе альбит-сподуменовые «пегматиты» (и сопряженные с ними тантал-цезий-бериллий-литиевые пегматиты) встречаются только в разноразмерных, в том числе гигантских (Гиндукуш, Аппалачи), линейных поясах горно-складчатых областей, располагаясь как в метаморфизованных фанерозойских толщах, так и в переработанных, насыщенных фанерозойскими мигматитами и гранитоидами, глыбах древнего докембрия (в том числе в поясах, рассекающих кратоны, – провинция Фуцзян в Китае, Мадагаскар, Мозамбик);

в) фанерозойские танталоносные редкометалльные граниты 2-го типа чаще встречаются в горно-складчатых областях, но почти исключительно в тех, для которых характерны не линейные, а мозаичные внутренние структуры; при этом промышленные на тантал редкометалльные граниты (в том числе в плутонах с предшествующими стандартными гранитами) располагаются как среди фанерозойских метапород (Орловское, Этыкинское месторождения), так и среди переработанных фрагментов древнего кристаллического цоколя (Рудные Горы Германии и Чехии, Эшасьер во Франции и др.). Кроме того, фанерозойские тантал-редкометалльные граниты встречаются иногда среди древних кристаллических толщ и на кратонах, но только по периферии особенных по проявленности рифтогенеза областей, например в Красноморской зоне Египта, в Ахаггаре в Алжире;

г) фанерозойские тантал-ниобий-щелочные редкометалльные граниты 3-го типа встречаются как на щитах и субщитах, так и в горно-складчатых («мозаичных») областях, приурочиваясь в последнем случае, как правило, к переработанным останцам древних кристаллических толщ (Хайломинский, Улугтанзекский и другие массивы).

Интерпретация приведенных материалов возможна с помощью представлений, содержащихся в работах В.Е.Хаина, Ф.А.Летникова, В.Н.Ларина, И.Б.Недумова, А.Ф.Грачева и др. [2, 10, 12-14, 20]. Очевидно, что редкометалльные граниты не могли образоваться ни в древнейшее время (более 4,4 млрд лет; лунная стадия), когда формировалась тонкая, порядка 10 км, гранулито-базитовая протокора, ни в архее (4,4-3,6 млрд лет; ранненуклеарная стадия), когда по субстрату протокоры под влиянием богатых углеводородами мантийных флюидов последовательно формировались мантийные плутонические толщи с «метаморфическими» структурами, образующие ядерно-мегакольцевые конструкции (пироксен-гранулитовые комплексы AR_1, облекающие их роговообманково-гранулитовые AR_2 и амфиболито-гнейсовые AR_3: все они отличаются первичной расслоенностью с преобладанием мафических формаций внизу и глиноземисто-салических наверху, с увеличением доли последних от AR_1 к AR_3), и таким образом формировалась уже новая континентальная кора с мощностью порядка 25 км; ни даже при начале перехода от архея к протерозою (моложе 3,6 млрд лет; поздненуклеарная стадия), когда началось формирование метавулканических зеленокаменных поясов с образованием вторичной гранулито-базитовой коры («базальтовый слой»), нарастившей снизу первичную. Слишком мал был еще подток щелочей: формировались тоналито-гнейсы, плагиогнейсы и т.п.

И только после того, когда земная кора приобрела мощность порядка 40 км, т.е. с момента начала кратонной стадии (2,7±0,4 млрд лет), когда в мантийных флюидах резко повысилась доля щелочей

(«калиевый взрыв» [10,20]), а ранее вынесенная вода насытила горнопородные толщи, появилась принципиальная возможность формирования и редкометалльных гранитов. *Но только одного типа*. Действительно, ведь в указанный интервал времени Земля характеризовалась высоким (3g) значением ускорения силы тяжести [10], а геодинамика верхних этажей планеты отличалась сочетанием салических древних блоков (особенно по периферии упоминаемых нуклеаров) и разделяющих их сиалофемических, в том числе зеленокаменных поясов, находящихся в сдвигово-надвиговых взаимоотношениях. Все это обусловило обстановку весьма высокого давления и ареальный стресс-гранитоидный плутонизм, который только и стимулирует гигантский пегматитогенез: далее в истории Земли такого не происходило. В частности, формировались и весьма богатые слюдами редкометалльные граниты, насыщенные и пегматитовым материалом. Особенно в некоторых зеленокаменных поясах – там, где происходило «гранитопреобразование» насыщенных (кроме калия) натрием и литием древнейших высокомагнезиальных (Mg «тащит» за собой изоморфный ему Li) базитовых толщ. Так возникли натрий-литий-сподумен-гранитовые рудно-магматические системы (РМС), в том числе с пегматоидными фациями (альбит-сподуменовые «пегматиты»), вплоть до образования гигантских пегматитовых зональных тел. Это месторождения «суперкомплексных» [13] редкометалльных гранитных пегматитов: Гринбушес – литиевое (альбит-сподуменовые «пегматиты») и Тантал – оловянное (комплексные пегматиты), Полмос – Колмозеро – Воронья – Васин – Мыльк, Берник-Лейк, Бикита, Уоджина и др. И никаких иных типов редкометалльных гранитов, кроме как в рамках пегматитовых РМС, в то время образоваться не могло.

Следующая эпоха (2,3-1,6 млрд лет) во многом наследовала черты предыдущей. Поэтому продолжался, хотя и не столь всеохватно, пегматитогенез, в том числе (в некоторых зеленокаменных поясах) и натрий-литиевый пегматитогенез, т.е. формирование пегматоидных сподуменовых гранитов (альбит-сподуменовых пегматитов), а иногда и сопряженных с ними комплексных редкометалльных пегматитов (месторождения Гольцы, Урик, Вишняковское, Блэк-Хиллз, Варутреск, Абитиби и др.). Примерно в это же время, особенно несколько позже – в связи с утолщением коры, уже началось «утопление» части флюидно-щелочных очагов. На таких территориях, естественно, формирование пегматитовых сподумен-гранитовых РМС закончилось. Тем более, что глубинный флюидный режим все более менялся от восстановительного (Sn, Ta, Li, Cs…) к окислительному (Mo, Nb, Zr, TR…) [12]. Зато уже начали возникать рифты и дренирующие разломы, позволившие подтягиваться вверх щелочным флюидно-магматическим потокам, в том числе и редкометалльно-щелочногранитовым. Так возникли наиболее древние месторождения и проявления щелочных редкометалльных гранитов: Катугин, Стрейндж-Лейк, Тор-Лейк, сенегальские, кейвские.

А нормальные гранитоидные серии – коровые, с замаскированным влиянием мантийной компоненты [5], т.е. промежуточные по сравнению с перечислявшимися, тогда формировались как исключение. Соответственно на щитах и субщитах почти не встречаются древнедокембрийские месторождения стандартного кварцевожильно-грейзенового типа, молибден-порфировых (исключение Лобаш в Карелии) и танталоносных редкометалльных гранитов (исключение Лунио в Уганде). И дело не в прошедшей эрозии, как это полагал А.А.Беус [4], а в том [7], что для древнего докембрия нормальные гранитоидные серии в принципе не характерны из-за иных, по сравнению с фанерозоем, геодинамических обстановок, как правило, не позволявших формироваться обычным (не в условиях стресса!) гранитоидам путем «перелопачивания» насыщенного калием субстрата. Последний еще не до конца созрел и, следовательно, не нарастились кларки концентрации тантала и его спутников (Sn, W, Be и др).

В фанерозое возникновение стресс-гранитоидных серий и массовый пегматитогенез, в том числе и формирование споду-

меновых редкометалльных гранитов, стало возможным не повсеместно, а только в поясах интенсивных сжимающих напряжений – в гиперколлизионных зонах. Это происходило как в гигантских поясах типа Гималае-Альпийского [17], когда образовались сподуменовые поля Афганистана, Памира, Австрии, так и в относительно локальных типа Иртышского, Южно-Алтайского, Монголо-Охотского [16], когда сформировались сподуменовые месторождения Алахинское, Завитинское и др. (плюс сопряженные с ними тантал-берилий-литиевые пегматиты). Там, где аналогичные образования возникали в почти безлитиевых геоблоках, большинство редкометалльных гранитов в рудном смысле таковыми не являются и внимание привлекают только пегматитовые тела, перспективные на бериллий, в меньшей степени на ниобий и тантал, а также на бериллий-экзоконтактовые метасоматиты (например, Мурзинско-Адуйский пояс Урала).

Зато нормальные гранитоидные серии с грейзеновыми месторождениями и часто с танталоносными гранитами в фанерозое проявлены обширно. Что же касается гранитоидных серий повышенной щелочности – с агпаитовыми редкометалльными гранитами (3-го типа), то эти образования в изобилии (чаще, чем в докембрии) возникали в фанерозое, особенно в палеозое, как на щитах и субщитах, так и в тех подвижных складчатых поясах, где сохранялись многочисленные останцы древнего докембрия. Таковы месторождения Северо-Нигерийской группы, Зашихинское на Восточном Саяне, Улугтанзекское на Сангилене и др. Очевидно, что в тех складчатых поясах (наиболее молодых), где докембрийские глыбы не сохранились или были кардинальным образом переработаны, щелочных редкометалльных гранитов практически нет, ибо мантийные ресурсы исчерпались, а если и были, то эта мантийная компонента не достигала верхних горизонтов, рассеиваясь «по дороге» [10].

Иногда на одной и той же территории приходится иметь дело с совмещением редкометалльного гранитового магматизма двух разных типов. Но в этом случае всегда картируется (и подтверждается радиогеохронологией) то обстоятельство, что серии существенно разновозрастные. Так, например, на Калбе проявлена более ранняя «пегматитовая» – калбинская серия, т.е. 1-го типа; и более поздняя «грейзеновая» – монастырская серия, т.е 2-го типа (то же – в Иберии и в Корнуолле, где возможно выделение ранней синкинематической гранитовой серии «пегматитовой» и поздней посткинематической «грейзеновой», завершающейся юным комплексом лепидолит-альбитовых гранитов с олово-редкометалльным оруденением). Или в Северной Нигерии и в Восточном Саяне: ранняя серия 1-го типа, завершающаяся редкометалльными сподуменовыми гранитами, аплитами, литиевыми пегматитами; и поздняя серия 3-го типа, завершающаяся редкометалльными агпаитовыми гранитами.

Нельзя не обратить внимания и на то, что все известные крупные и уникальные редкометалльные месторождения отличаются проявлением процесса подтока мантийных флюидов: чем он мощнее и долговременнее, тем больше масштабы оруденения. Особенно это касается редкометалльно-щелочногранитовых РМС. Если представить линейные структуры, к которым приурочены крупные и уникальные месторождения, как зоны длительной импульсной разгрузки редкометаллоносных мантийных щелочных флюидов, то тип месторождений определяется характером коровых образований и интенсивностью взаимодействия с ними флюидов. Так, оно может сопровождаться селективным плавлением – и тогда месторождения будут представлены субщелочными или щелочными гранитами и (или) пегматитами в сочетании с метасоматитами. В ряде случаев процессы плавления могут быть проявлены слабо – и тогда, как например, на Пержанском и Диабазовом бериллиевых месторождениях, оруденение будет представлено только приразломными метасоматитами.

Все изложенное позволяет предложить матричную систематику редкометалльного гранитового магматизма и сопряженного оруденения, в столбцах которой отражен геодинамический тип интрузивных серий, а в строках – генетические виды оруденения от редкометалльных гранитов и их

ISSN 0135-3500. Записки Горного института. Т. 200

Геодинамические типы редкометалльного гранитового магматизма и сопряженного оруденения

Некоторые укрупненные типы редкометалльного оруденения		Геодинамические типы гранитовых серий		
		Гиперколлизионные (стресс-гранитоидные) исходно низкощелочные – пояса, сопровождаемые зонами смятия «Пегматитовые РМС»	Умеренно-коллизионные (стандартные) исходно нормально-щелочные – мозаичные и линейные в складчатых зонах «Грейзеновые РМС»	Внутриплитные исходно повышенной щелочности – разные по форме ареалы на щитах, субщитах, глыбах «Щелочные РМС»
Эндогенные, магматиты	Редкометалльные кислые субвулканиты и вулканиты	Li, Ta Шамакат –	Ta, Sn Онгон-Хайерхан, Арыбулак –	Nb, Ta, TR Брокмен, Снежное (верхи) –
	Редкометалльно-гранитовые (в том числе сподуменовые «пегматиты»)	Li, Be, Ta, Sn Кинге-Маунтин, Алаха, Завитая,Тастыг –	Ta, Li, Sn Орловка, Ачикан, Эшасьер –	Nb-Ta, Y, TR, Li Зашихинское, Эспе, Улугтанзек, Биту-Джида –
	Редкометалльно-пегматитовые	Ta, Cs, Li, Be, Rb Вишняковское, Берник-Лейк, Коктогай, Стрелка, Бикита Чалот, Квартальное Be, Mus, Ta-Nb	Li, Sn Кестер Дульдурга, Адун-Челон, Be, самоцветы	Nb, Ta, Y, Zr, Be Стрейндж-Лейк Хан-Богдо Кент, Волынь, Акжайляу, пьезокварц, оптический флюорит
Эндогенные, метасоматиты	Кварцевожильно-грейзеновые	Sn, Li, Ta Луковогорское, Сев.Лугулу Караколь Be	Sn, Li Циннвальд, Кестер Акчатау, Спокойное, Их-Хайерхан W, Be, Mo, Sn	Nb, Ta, Y, Zr, Be (Sn) Улугтанзек, Питинга Куттесай, Рэдскин-Шток Mo, Be, Y, TR, W
	Слюдитовые и (или) фельдшпатитовые	Be, Cs, Li Малышевское, Гольцы Боа-Виста Be	Li Этыка (экзоконтакт) –	Be, TR Тор-Лейк, Перга, Диабазовое, Хёггува –
	Флюоритовые	Be, Li, флюорит Преображенское –	Be, Li, Rb, флюорит Вознесенское, Сянхуалин Боёвское Be, W, флюорит	Be, флюорит Ермаковское, Агуачиле ?
Экзогенные	Коры выветривания и россыпи ближнего сноса	Ta, Sn Завитая, Маноно, Гринбушес Малайзия, Квартальное Be, Ta-Nb, Sn	Sn, Ta Этыка Индонезия Sn	Nb-Ta, Y, TR, Zr Зашихинское, Питинга Питинга, Лонгнан Y, TR, Nb-Ta, Zr, Sn

Примечание. Над косой чертой – оруденение в связи с редкометалльными гранитами «*В*», под чертой – в связи с субредкометалльными гранитами «*Б*»; подчеркнуто – в молибденовых провинциях [1,9], без подчеркивания – в оловорудных провинциях; «прочерк» – эти образования в принципе невозможны.

пегматитов до метасоматитов, кор выветривания и россыпей (см. таблицу). На пересечении строк и столбцов в естественных ячейках удается разместить известные и возможные геолого-промышленные типы месторождений. При этом становится ясным, какие именно типы могут быть совмещены в единых узлах (в одном и том же столбце), а какие, хотя и сходные по генетическому типу (из одной и той же строки), присущи принципиально разным РМС и потому в едином узле не встречаются (если только нет совмещения разновозрастных серий).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бескин С.М.* Редкометальные гранитовые формации / С.М.Бескин, В.Н.Ларин, Ю.Б.Марин. Л.: Недра, 1979. 280 с.

2. *Бескин С.М.* Об эволюции редкометальногранитового минерало- и рудогенеза в геологической истории / С.М.Бескин, Ю.Б.Марин // Зап.ВМО. 2003. Вып.2. С.1-14.

3. *Бескин С.М.* Сподуменовые пегматиты, аплиты и граниты – единое семейство пород в составе литиеносных рудномагматических систем / С.М.Бескин, Б.М.Шмакин // Изв. вузов. Геология и разведка. 2000. № 5. С.113-118.

4. *Беус А.А.* О выдержанности генетических типов месторождений, связанных с гранитами, в геологической истории литосферы // Геология рудных месторожд. 1986. № 6. С.3-10.

5. *Владимиров А.Г.* Петрология мезозойских редкометальных гранитов юга Горного Алтая / А.Г.Владимиров, С.А.Выставной, А.В.Титов // Геология и геофизика. 1988. № 7. С.901-916.

6. *Владимиров А.Г.* Два типа синметаморфических гранитов в коллизионных обстановках / А.Г.Владимиров, С.А.Каргаполов, С.Н.Руднев // Докл. РАН. 1996. Т.348. № 1. С.85-88.

7. *Гинзбург А.И.* Эволюция редкометальной минерализации в ходе геологической истории Земли // Минералы, горные породы и месторождения полезных ископаемых в геол. истории. Л.: Наука, 1985. С.74-79.

8. Главные компоненты, элементы-примеси и вода в магме сподуменовых гранитов (данные изучения расплавных включений) / В.И.Коваленко, Г.М.Царева, Н.Н.Кононкова, М.Кюнэ // Докл. РАН. 1998. Т. 362. № 6. С.816-820.

9. *Коваленко В.И.* Петрология и геохимия редкометальных гранитов. Новосибирск: Наука, 1977. 209 с.

10. *Ларин В.Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли. М.: Недра, 1980. 216 с.

11. *Леонтьев А.Н.* Формации редкометаллоносных гранитов и редкометальные пояса Прииртышья. М.: Недра, 1969. 220 с.

12. *Летников Ф.А.* Флюидный режим эндогенных процессов в континентальной литосфере и проблемы металлогении // Проблемы глобальной геодинамики. М.: ГЕОС, 2000. С.205-224.

13. *Недумов И.Б.* Генезис гранитов и гранитогенная металлогения. М.: Наука, 1988. 143 с.

14. Однотипные магматические горные породы в истории Земли. М.: Наука, 1989. 206 с.

15. Принципы расчленения и картирования гранитоидных интрузий и выделения петролого-металлогенических вариантов гранитоидных серий / Г.Л.Добрецов, Ю.Б.Марин, С.М.Бескин, С.А.Лесков; ВСЕГЕИ. СПб, 2007. 80 с.

16. Редкометальные пегматиты / В.Е.Загорский, В.М.Макагон, Б.М.Шмакин и др. М. – Новосибирск: Наука, 1997. 278 с.

17. *Россовский Л.Н.* Афанитовые сподуменовые дайки, их связь с литиевыми пегматитами и условия образования/ Л.Н.Россовский, В.М.Чмырев, А.С.Салах // Докл.АН СССР. 1976. Т.226. № 6. С.1418-1421.

18. Строение массивов редкометальных гранитов и особенности их генезиса / Г.П.Луговской, В.В.Матиас, И.Н.Тимофеев, Л.Г.Фельдман // Редкометальные граниты и проблемы магматической дифференциации. М.: Недра, 1972. С.131-161.

19. Так что же такое редкометальный гранит? / С.М.Бескин, Ю.Б.Марин, В.В.Матиас, С.П.Гаврилова // Зап.ВМО. 1999. Вып. 6. С.28-40.

20. *Хаин В.Е.* Эволюция процессов гранитообразования в истории Земли // Докл.АН СССР. 1990. Т. 311. № 5. С.1205-1207.

REFERENCES

1. *Beskin S.M., Larin V.N., Marin Y.B.* Rare-metal granite formations. Leningrad: Nedra, 1979. 280 p.

2. *Beskin S.M., Marin Y.B.* About evolution of rare-metal granite mineral and of ore genesis in geological history // Zap. of RMS. 2003. V.2. P.1-14.

3. *Beskin S.M., Shmakin B.M.* Spodumene pegmatites, aplites and granites – one family of rock with composition of lithium-containing ore-magmtic system // Izvestiya VUZ. Geology and geologyprospecting. 2000. N 5. P.113-118.

4. *Beus A.A.* About stability of genetic types of deposits correlated with granites in geological history of the lithosphere // Geol. of ore deposits. 1986. N 6. P.3-10.

5. *Vladimirov A.G., Vystavnoi S.A., Titov A.V.* Petrology of Mesozoic rare-metal granites of Southern of Gorny Altai // Geology and geophysics. 1988. N 7. P.901-916.

6. *Vladimirov A.G., Kargapolov S.A., Rudnev A.N.* Two type of synmetamorphic granites in collision conditions // Rep. RAS. 1996. V.348. N 1. P.85-88.

7. *Ginzburg A.I.* Evolution of rare-metal mineralization while geological history of the Earth // Mineral, rocks and deposits of raw materials in geolog. history. Leningrad: Nauka. 1985. P.74-79.

8. *Kovalenko V.I., Tsareva G.M, Kononkova N.N., Kyune M.* Main compounds, impurity elements and water in magma of spodumene (dates of analyses of melt inclusions) // Reports of RAS. 1998. V.362. N 6. P.816-820.

9. *Kovalenko V.I.* Petrology and petrochemestry of rare-metal granites. Novosibirsk: Nauka, 1977. 209 p.

10. *Larin V.N.* The original hydride Earth hypothesis. Moscow: Nedra, 1980. 216 p.

11. *Leontiev A.N.* Formation of rare-metal granites and raremetal belts of Ptiirtyshiya. Moscow: Nedra, 1969. 220 p.

12. *Letnikov F.A.* Fluid session of endogenous processes in continental lithosphere and problems of metallogeny // Problems of global geodynamics. Moscow: GEOS, 2000. P.205-224.

13. *Nedumav I.B.* Genesis of granites and granitigenic metallogeny. Moscow: Nauka, 1988. 143 p.

14. Homotypic magmatic rocks in history of the Earth. Moscow: Nauka, 1989. 206 p.

15. *Dobrecov G.L.*, *Marin Y.B.*, *Beskin S.M.*, *Leskov S.A.* Differentiation approach and mapping of granite intrusions and dividing of petrology-metallogeny variants of granite groups / VSEGEI. Saint Petersburg, 2007. 80 p.

16. *Zagorsky V.E.*, *Makagon V.M.*, *Shmakin B.M.* and others. Rare-metal pegmatites. Moscow – Novosibirsk: Nauka, 1997. 278 p.

17. *Rossovsky L.N.*, *Chmyrev V.M.*, *Salah A.S.* Aphanitic spodumene dikes and its correlation with lithium pegmatites and formation conditions // Reports of AS of Soviet Union. 1976. V. 226. N 6. P.1418-1421.

18. *Lugovskoi G.P.*, *Matias V.V.*, *Timofeev I.N.*, *Feldman L.G.* Fabric of rare-metal granite massives and features of its genesis // Rare-metal granites and problems of magmatic differentiation. Moscow: Nedra, 1972. P.131-161.

19. *Beskin S.M.*, *Marin Y.B.*, *Matias V.V.*, *Gavrilova S.P.* What is a rare-metal granite? // Zap. of RMS. 1999. V.6. P.28-40.

20. *Hein V.E.* Evolution of processes of granite formations in history of the Earth // Reports of AS of Soviet Union. 1990. V.311. N 5. P.1205-1207.