# *ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ*
# *GEOLOGY AND METALLOGENY*

УДК 552.12:552.322(571.62)

**В.И.АЛЕКСЕЕВ,** *канд. геол.-минерал. наук*, *доцент*, *wia59@mail.ru*
*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»*, *Санкт-Петербург*

**V.I.ALEKSEEV,** *PhD in geol. & min. sc*., *associate professor*, *wia59@mail.ru*
*National Mineral Resources University* (*Mining University*), *Saint Petersburg*

## ОНГОНИТОВЫЙ МАГМАТИЗМ БАДЖАЛЬСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ПРИАМУРЬЕ)

В мезозойской истории вулкано-плутонического магматизма Баджальского района выделен четвертый позднемеловой онгонитовый этап. Онгонитовый магматизм Приамурья развивался в течение нескольких сотен тысяч лет, имел очаговый характер и завершился образованием циннвальдит-микроклин-альбитовых гранитоидов с редкометалльным комплексом акцессорных минералов. В приконтактовой области Верхнеурмийского массива выделен правоурмийский онгонитовый комплекс, который контролирует крупнейшие вольфрам-оловорудные месторождения района и включает дайки онгонитов и Дождливый интрузивный купол редкометалльных гранитов.

***Ключевые слова*:** онгонитовый магматизм, редкометалльный гранит, онгонит, вольфрам-оловорудные месторождения, Баджальский район, Приамурье.

## ONGONITIC MAGMATISM OF THE BADZHALSKY ORE DISTRICT (AMUR RIVER REGION)

In the Mesozoic history of the volcano-plutonic magmatism of Badzhalsky area the fourth Late Cretaceous ongonitic stage is specified. The ongonitic magmatism of the Amur River region was evolving during several hundreds of thousand years, had cellular nature and eventuated in the zinnwaldite-microcline-albite granitoids formation with rare-metal accessory complex. In the near-contact zone of the Verhneurmiysky massif Pravourmiysky ongonitic complex, which controls the biggest tungsten-stanniferous deposits of the area and includes ongonite dykes and rare-metal granites of the Dozhdlivy intrusive dome, is determined.

***Key words*:** ongonitic magmatism, rare-metal granite, ongonite, tungsten-stanniferous deposits, Badzhalsky area, Amur River region.

Открытие во второй половине XX в. редкометалльных гранитов с акцессорными минералами Nb, Ta, Sn, W и др., а также их малоглубинных аналогов – онгонитов, эльванов, калгутитов, сяньхуалинитов, ставшее возможным благодаря исследованиям А.А.Беуса, А.И.Гинзбурга, В.И.Коваленко, С.М.Бескина и многих других, позволяет говорить об особом онгонитовом магматизме, характерном для посторогенного этапа развития континентальной земной коры [4]. В последние 20 лет в непосредственной бли-

зости от крупнейших оловорудных месторождений Дальнего Востока – Пыркакайского и Правоурмийского, установлены онгонитовые образования в виде небольших интрузий циннвальдитовых гранитов литий-фтористого геохимического типа [1, 3]. В статье рассмотрены найденные на территории Нижнего Приамурья редкометалльные гранитоиды и связанные с ними перспективы рудоносности региона.

**История открытия редкометалльных гранитов Баджальского района.** Исследование гранитоидов Нижнего Приамурья, находящегося на пересечении Монголо-Охотского и Тихоокеанского орогенных поясов, имеет ключевое значение для реконструкции геологической истории Восточной Азии. В конце 30-х годов прошлого столетия А.Ф.Атаманчук в ходе первичной мелкомасштабной геологической съемки между реками Амгунь и Кур установил ларамийские граниты и сопровождающую их редкометалльную минерализацию. Поисковыми работами 40-50-х годов в верховьях р. Урми в окрестностях Верхнеурмийского гранитного массива были выявлены многочисленные рудопроявления вольфрама и олова грейзенового, касситерит-кварцевого и касситерит-силикатного типов, которые М.И.Ициксон объединил с месторождениями Малого Хингана в единый оловоносный пояс. Позднемезозойские вулканогенные породы кислого состава, вмещающие рудоносные граниты, были выделены в качестве баджальского эффузивного комплекса. Территория Баджальского хребта в 50-70-х годах детально изучалась в процессе государственной геологической съемки и поисковых работ. Были созданы кондиционные геологические карты масштабов 1:200 000 (А.А.Головнева, 1960) и 1:50 000 (В.А.Чухарев, 1969; А.Ф.Майборода, 1980), карта Верхнеурмийского рудного узла масштаба 1:10 000 (М.И.Гарусов, 1984), закартированы десятки интрузий и сотни даек гранитоидов. В результате гравиметрической съемки масштаба 1:1000 000 был установлен крупнейший в Приамурье гравитационный минимум, обусловленный наличием скрытого на глубине гранитного батолита, частью которого является Верхнеурмийский массив. Вулканогенный блок, включающий аномалию и ограниченный северо-восточными и широтными разломами, выделен С.Ф.Усенко и М.В.Чеботаревым как Баджальский оловорудный район.

К 90-м годам сформировались представления о генетической связи гранитоидов Баджальского района с вулканитами и существовании андезит-гранодиоритовой и риолит-гранитовой вулкано-плутонических ассоциаций. Опубликованные схемы магматизма С.Ф.Усенко (1973), А.Ф.Болотникова (1975), А.Ф.Майбороды (1977), Э.П.Изоха (1978), С.О.Максимова (1982), Н.В.Огнянова (1986), дополненные в последние годы в работах [3, 5-8], различаются пространственными и временными границами, но основаны на одинаковой последовательности кислого магматизма. На раннем позднеюрско-раннемеловом этапе (136-110 млн лет назад) сформировались андезиты и дациты с внедренными в них гранодиоритами и кварцевыми диоритами лакского комплекса. Второй ранне-позднемеловой этап (110-80 млн лет) отмечен внедрением главной массы риолитовых и более молодых трахиандезитовых расплавов и образованием соответственно баджальского комплекса риолитов и биотитовых гранитов, а также силинского (левоярапского) комплекса субвулканических трахиандезитов и монцонитоидов габбро-гранодиоритового ряда.

Можно заключить, что магматизм Баджальского района исследован достаточно хорошо. Вместе с тем редкометалльные граниты, непосредственно предшествующие оловорудной минерализации, не были установлены вплоть до 90-х годов, когда экспедицией Ленинградского горного института под руководством Ю.Б.Марина было проведено специальное картирование территории Верхнеурмийского рудного узла. В восточном экзоконтакте Верхнеурмийского массива были установлены дайки мелкозернистых субщелочных альбитовых гранитов, прорывающие все ранее известные гранитоиды. Был сделан вывод о наличии на глубине купола рудоносных литий-фтористых гранитов [10]. Находка редкометалльных грани-

тов в этом районе была сделана в 1992 г. [3]. Таким образом, в Баджальском районе сосуществуют граниты двух петрохимических серий: 1) широко распространенные нормальные биотитовые граниты стандартного геохимического типа, комагматичные риолитам вулканической зоны и внедренные в них в виде крупных плутонов; 2) редкие субщелочные биотитовые монцограниты и циннвальдитовые граниты соответственно латитового и плюмазитового геохимических типов, слагающие небольшие слабо эродированные тела.

**Геологическая характеристика района онгонитового магматизма.** Баджальская вулканическая зона расположена в верховьях р. Амгунь и представляет собой структуру очагового типа, заложенную в ходе мезозойской активизации зоны сочленения герцинид Сихотэ-Алиньской складчатой области с докембрийским Буреинским массивом. Главные магмоконтролирующие разломы имеют северо-восточную и субмеридиональную ориентировку, унаследованную от складчатого основания. На их пересечении с поперечными широтными и северо-западными разрывными зонами располагаются вулкано-плутонические структуры и интрузии района. Особый интерес представляют северо-западные разломы: Орокотский, Гербинский и Болоджокский, которые контролируют проявления позднего монцонитоидного магматизма и положение главных рудных узлов района – Верхнеурмийского, Гербинского и Верхне-Баджальского. В частности, в Орокотской разрывной зоне, протягивающейся восточнее Верхнеурмийского массива между широтными Баджальским и Сынчугинским разломами, сосредоточены многочисленные дайки монцогранит-порфиров и зоны минерализации кварц-касситеритовой и касситерит-силикатной формаций Сюйгачанского, Осьбаджальского и Правоурмийского рудных полей; здесь располагается крупнейшее в России Правоурмийское месторождение (рис.1).

Уникальной особенностью Баджальского района и примыкающего к нему с востока Буреинского массива является выдающееся по масштабам скопление кислых вулканических и плутонических пород, образование которых затруднительно объяснить даже с точки зрения корового палингенеза. Площадь Баджальской зоны составляет 5350 км$^2$, мощность вулканитов достигает 2 км, площадь выходов биотитовых гранитов 465 км$^2$, экструзивные и субвулканические гранит-порфиры и риолитовые игнимбриты образуют вулкано-плутонические структуры поперечником в десятки километров. Площади распространения средних и умеренно-кислых магматитов лакского комплекса, риолитов и гранитов баджальского комплекса и монцонитоидов силинского комплекса составляют соответственно 12; 86 и 2 % от площади Баджальского вулканогена. Вулкано-плутонические образования расположены над гранитным криптобатолитом размерами 125×80 км в плане и мощностью около 15 км; мощность земной коры в районе аномально увеличена до 80 км. В центральной части криптобатолита, восточнее Верхнеурмийского массива выделена группа гравитационных минимумов 2-го порядка, соответствующих, вероятно, области аляскитового ядра криптобатолита и невскрытых куполов лейкогранитов [9]. Магматическая зональность Баджальского района, выраженная в развитии лакского андезит-гранодиоритового комплекса по периферии и баджальского риолит-гранитового – в центральной части, осложняется проявлениями силинского монцонитоидного комплексов вдоль поперечных северо-западных структур.

Общая тенденция эволюции магматизма – возрастание роли риолитов и комагматичных им гранитов, увеличение щелочности и калиевости гранитоидов [5].

Наиболее калиевыми являются экструзии трахириолитов и дайки монцогранит-порфиров, монцодиорит-порфиритов силинского (левоярапского) комплекса, который считается наиболее поздним [8] или тесно переплетающимся с баджальским риолит-гранитовым комплексом [5, 6]. Неопределенность в расчленении баджальских и силинских гранитоидов объясняется тем, что в состав баджальского комплекса включены наиболее дифференцированные суб-

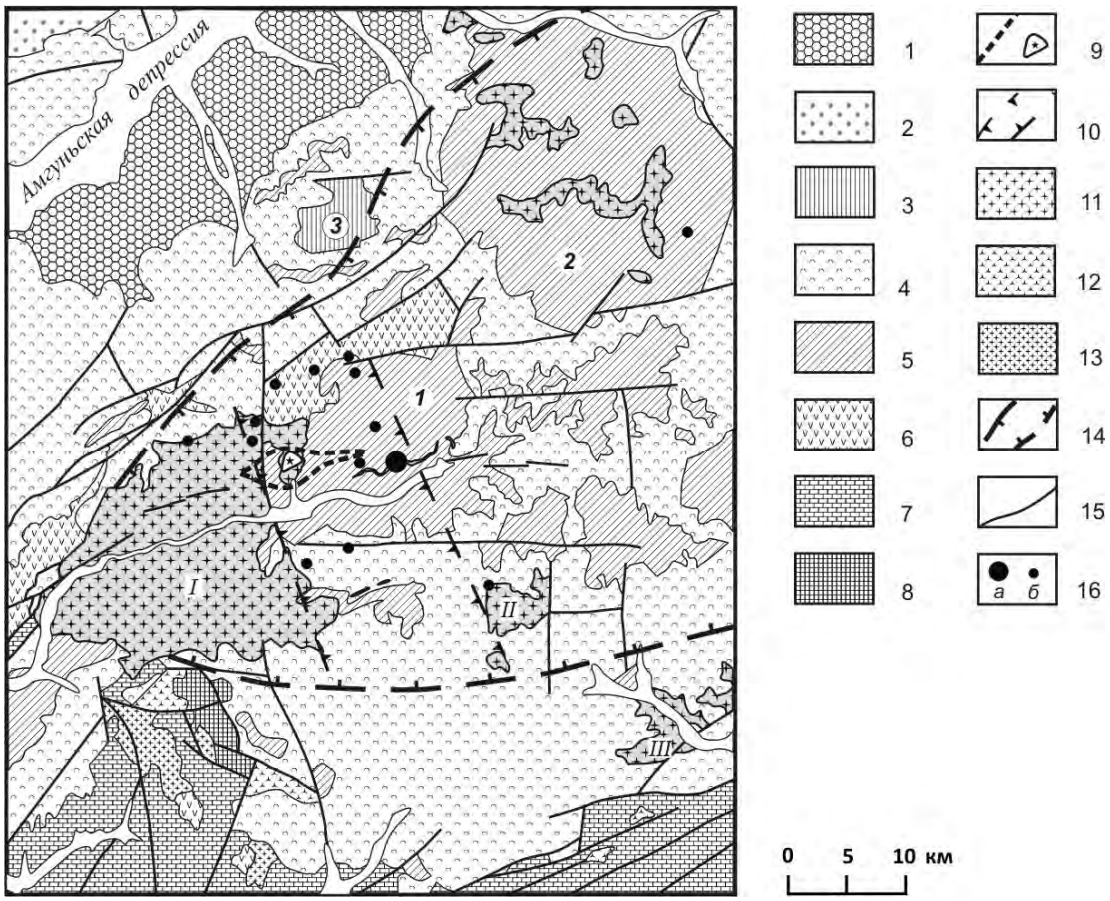



Рис.1. Геологическая позиция правоурмийского онгонитового комплекса в Баджальском районе (схема составлена на основе геологической карты БАМ масштаба 1:500 000 (1994) с использованием данных С.Ф.Усенко, А.Ф.Майбороды, Е.А.Кулиша, Н.В.Огнянова, В.Г.Крюкова, Э.Н.Лишневского)

Плутоны: I – Верхнеурмийский, II – Сынчугинский, III – Ярапский

Экструзивы: *1* – Урмийский, *2* – Гербинский, *3* – Куркальтинский

1 – олигоцен-миоценовые конгломераты, песчаники, аргиллиты Верхнеамгуньской депрессии; 2-5 – верхнемеловые вулканиты: 2 – игнимбриты трахириолитов, трахириодацитов, 3 – субвулканические трахиандезиты, кварцевые монцонит-порфиры, 4 – игнимбриты и туфы риолитов, риодацитов, 5 – субвулканические риолиты, риодациты, гранит-порфиры; 6 – нижнемеловые андезиты, андезидациты и их туфы; 7 – девонско-пермские терригенные и глинистые породы, известняки складчатого фундамента; 8 – нижнепротерозойские гнейсы, амфиболиты, кварциты Буреинского массива; 9-11 – верхнемеловые интрузивные образования: 9 – ареал онгонитового магматизма с куполом редкометалльных гранитов (правоурмийский комплекс), 10 – Орокотская зона монцонитоидного дайкового магматизма (силинский комплекс), 11 – биотитовые, биотит-роговообманковые граниты и гранит-порфиры (баджальский комплекс); 12 – нижне-верхнемеловые гранодиориты, кварцевые диориты (лакский комплекс); 13 – позднепалеозойские граниты и гранодиориты; 14 – границы локального гравитационного минимума второго порядка, соответствующего участку наибольшей мощности Баджальского криптобатолита; 15 – магмо- и рудоконтролирующие разрывные нарушения; 16 – наиболее крупные месторождения (*а*) и рудопроявления (*б*)

щелочные редкометалльные граниты Верхнеурмийского узла [3]. Описанные в статье [3] литий-фтористые граниты не охарактеризованы в геологическом отношении. Нами зафиксированы коренные выходы циннвальдит-альбитовых гранитов, которые образуют самостоятельный, самый молодой, правоурмийский интрузивный комплекс [10].

Дайковые субщелочные гранитоиды калиевой специализации силинского комплекса могут рассматриваться как эльваны, а циннвальдитовые граниты правоурмийского комплекса – это продукты онгонитового магматизма Баджальского района. Определение возраста цирконов из этих образований U/Pb-методом (SHRIMP-II, Центр

изотопных исследований ВСЕГЕИ) дало следующие результаты: баджальский биотитовый гранит 96,3±1,0 млн лет, силинский монцогранит-порфир 95,9±0,8 млн лет, правоурмийский циннвальдитовый гранит – 95,5±1,0 млн лет. Временной разрыв в образовании главных типов гранитоидов Баджала лежит в пределах погрешности U/Pb-метода и указывает на быструю эволюцию редкометалльно-магматической системы за период, не превышающий 1 млн лет.

Ареал правоурмийского комплекса приурочен к «Урмийской щелочной зоне», выделенной В.Г.Крюковым в восточном экзоконтакте Верхнеурмийского массива [8], и находится в эпицентре одного из выступов Баджальского криптобатолита [9] в среднем течении р. Ирунгда-Макит. Он расположен на пересечении северо-западной Орокотской и широтной Правоурмийской дизъюнктивных зон (рис.1). В состав ареала входят: 1) слабо эродированный Дождливый купол циннвальдитовых среднезернистых гранитов; 2) маломощные дайки онгонитов. Площадь выходов онгонитовых образований составляет менее 1 % площади Баджальской зоны. Выявлена зональность ареала: купол циннвальдитовых гранитов, который является, вероятно, эродированным выступом гребневидной интрузии, протягивающейся в субширотном направлении вдоль Правоурмийского разлома, окаймляется дайковым полем онгонитов. Онгонитовый интрузивно-дайковый пояс ограничен с флангов и на севере поперечными роями даек монцогранит- и граносиенит-порфиров силинского комплекса, размещенными в крутопадающих разрывных зонах северо-северо-западного простирания.

Дождливый массив циннвальдитовых гранитов изучен в коренных обнажениях на западном фланге Правоурмийского рудного поля в низовьях руч. Дождливого. Картирование по крупноглыбовым делювиальным отложениям на выположенных участках горных склонов Баджальского хребта позволило установить его продолжение на запад, в эндоконтактовую область Верхнеурмийского массива, где циннвальдитовые граниты внедрены в биотитовые. Поисковые работы с проходкой канав показали, что Дождливый купол погружается на восток и сменяется на дневной поверхности Геофизической дайкой циннвальдит-альбитовых гранитов мощностью 60-150 м, которая прослежена до северного фланга Правоурмийского месторождения в верховьях руч. Аленушкин. Таким образом, циннвальдитовые граниты слагают слабо эродированную гребневидную интрузию, имеющую восточное склонение. Вмещающие риолитовые игнимбриты в ближней экзоконтактовой области интрузии испытывают интенсивную перекристаллизацию, микроклинизацию и грейзенизацию, а в циннвальдитовых гранитах вдоль контактов с биотитовыми гранитами и риолитами развиваются полосчатость и зоны пегматоидов – блочных, графических и штокшайдеров (рис.2, *а*).

Дайки онгонитов прорывают биотитовые граниты и пегматиты Верхнеурмийского массива и риолитовые игнимбриты Урмийской кальдеры, нередко содержат эти породы в качестве ксенолитов. На контактах, имеющих резкий характер, наблюдаются тонкие зоны закаливания (рис.2, *б*, *в*), реже крупнозернистые сегрегации укрупненного микроклина и циннвальдита, напоминающие штокшайдеры. Контакты с циннвальдитовыми гранитами не наблюдались, но описаны их ксенолиты в онгонитах. Дайки онгонитов контролируются крутозалегающими субширотными зонами повышенной трещиноватости. Они имеют мощность от первых сантиметров до 1 м и крайне сложную морфологию, свидетельствующую об их эруптивном происхождении (рис.3). С удалением от Дождливого купола дайки онгонитов сменяются маломощными (2-50 см) жилами и дайками биотитовых монцогранит-порфиров и амфибол-биотитовых граносиенит-порфиров. Общая протяженность Правоурмийского онгонитового интрузивно-дайкового пояса составляет 11 км.

**Петрография пород правоурмийского онгонитового комплекса.** *Циннвальдитовые граниты* представляют собой массивные или полосчатые, средне- и мелкозернистые породы светло-серого или белого цвета, сопоставимые по степени кристал-

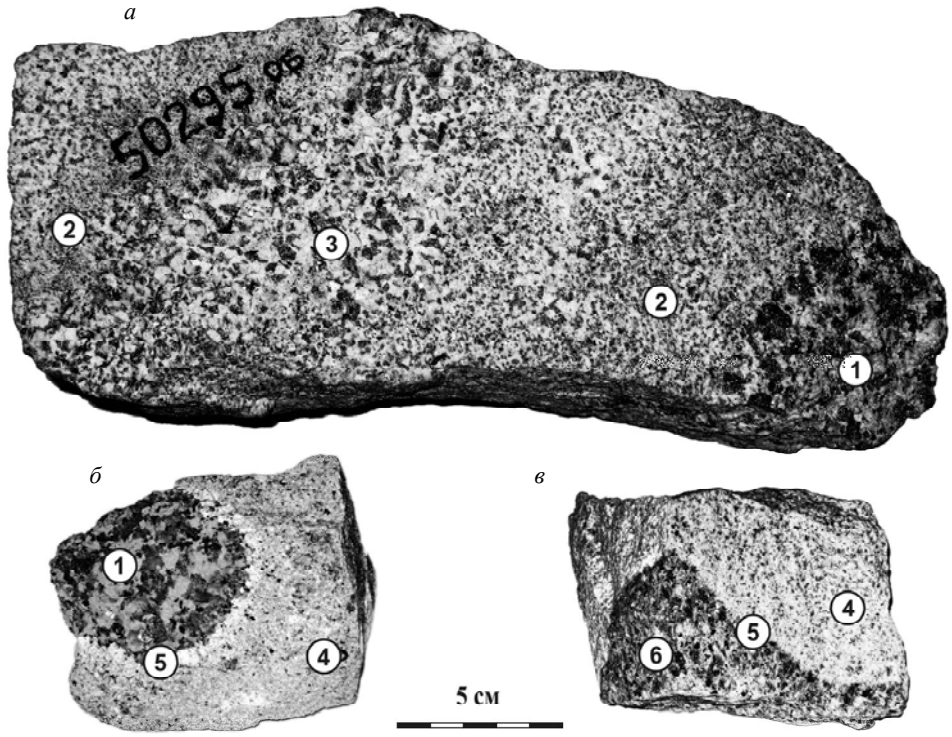



Рис.2. Интрузивные контакты пород правоурмийского онгонитового комплекса Баджальского района:
*а* – биотитового гранита баджальского комплекса (1) и полосчатого циннвальдитового гранита правоурмийского комплекса (2) с зоной приконтактового пегматоида (3); *б* – ксенолит-биотитового гранита (1) в онгоните (4) с зоной закаливания (5); *в* – резкий контакт онгонита (4) с риолитовым игнимбритом баджальского комплекса (6) с зоной закаливания (5)
Фотографии штуфов: светлый фон – альбит и микроклин, темные вкрапления – кварц и слюда

личности с среднезернистой фацией главной фазы вмещающих биотитовых гранитов. Внешнее отличие их состоит в более светлой окраске, отсутствии порфировидных выделений и упорядоченной агрегации кварца. Минеральный состав, %: калиевый полевой шпат 33-43, альбит 27-38, кварц 32-36, циннвальдит 3-5, акцессорные минералы – до 0,3.

*Калиево-натриевый полевой шпат* топазовых гранитов представлен ксеноморфными и призматическими кристаллами с поперечным размером 0,5-8,0 мм блочно-решетчатого высокого микроклина с триклинностью $\Delta p = 0{,}76 \div 0{,}80$. Он отличается низким содержанием альбитовой молекулы (5-9 %) и пертитов (5-7 %), которые делятся на микропертиты и струйчатые пертиты толщиной 0,01-0,2 мм.

*Альбит* образует призматические кристаллы с поперечником 0,9-2,5 мм и удлинением от 1:1 до 1:3. Он соответствует альбит-олигоклазу (№ 5-18) и часто окружен каймами чистого альбита толщиной 0,1-1 мм. Своеобразной «визитной карточкой» правоурмийских микроклин-альбитовых гранитов являются небольшие (0,1-0,6 мм) гнезда мелкого циннвальдита с включениями флюорита и топаза внутри кристаллов альбит-олигоклаза, занимающие до 80 % их объема; в ряде случаев циннвальдит распределен в

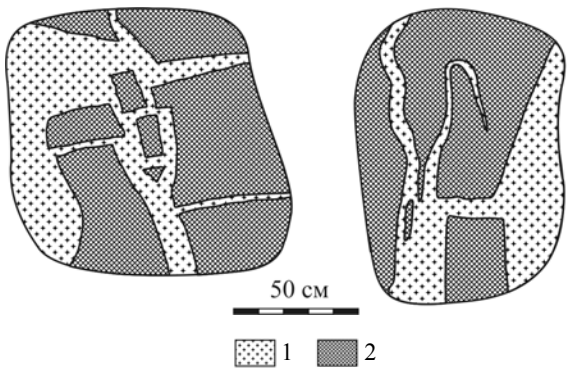



Рис.3. Характер контактов даек онгонитов (1) с вмещающими риолитовыми игнимбритами (2). Зарисовки обнажений

плагиоклазе зонально, отражая последовательность кристаллизации: альбит-олигоклаз → циннвальдит → альбит (рис.4, *а*). В матрице гранитов и в зернах микроклина постоянно присутствует лейстовый альбит (№ 0-5), отличающийся высокой степенью идиоморфизма и отсутствием включений: толщина лейст составляет 0,1-1 мм, удлинение от 1:2 до 1:5.

*Кварц* онгонитов, в отличие от кварца вмещающих биотитовых гранитов, представлен одной генерацией – светло-серыми гороховидными индивидами близкого размера (0,5-2,5 мм), образующими разобщенные паукообразные агрегаты по 5-8 мм в полевошпатовой матрице (см. рис.2). *Циннвальдит* имеет буровато-желтый цвет со слабым плеохроизмом; внешние зоны кристаллов окрашены бледнее или имеют серо-зеленую окраску; $Ng = 1{,}628 \div 1{,}636$, угол $2V = 12 \div 15°$. Преобладают изометричные резко ксеноморфные кристаллы слюды размером 0,5-1 мм, ассоциирующие с кварцем; более крупные (до 2 мм) зерна гипидиоморфные толстотаблитчатые. По химическому составу и данным рентгеновской дифрактометрии изучаемая слюда ряда циннвальдитов определена как литийсодержащий сидерофиллит с эмпирической формулой $K_{0.97}(Mg_{0.09}Fe_{1.32}Al_{1.14}Ti_{0.06}Mn_{0.04}Li_{0.48})_{3.13} \times \times (Si_{3.16}Al_{0.84})_4O_{10}(OH)_2$. Он отличается от биотитов нормальных гранитов повышенным количеством Al, Li, Mn и пониженным – Mg, Fe и Ti (рис.5, *а*). Глиноземистость слюд в гранитах района отражает формирование биотитов баджальского комплекса из расплавов с повышенной калиевой щелочностью, а правоурмийских циннвальдитов – из натровых плюмазитовых расплавов (рис.5, *б*).

Акцессорный комплекс циннвальдитовых гранитов включает в качестве главных минералов марганецсодержащий ильменит, иттрийсодержащий флюорит, циркон, монацит-(Ce) и тантало-ниобаты, среди которых преобладают самарскит-(Yb) и ишикаваит. Циркон отличается резко зональным строением, трещиноватостью, пористостью и буквально переполнен разнообразными примесями, % по массе: Hf 7,8-14,1, Th 0,8-2,0, U 2,3-8,9, REE,Y 5,7-12,4. Среди второстепенных минералов: ксенотим-(Y), апатит-(CaF), ниобиевый рутил, алланит-(Y), магнетит, топаз. Топаз встречается относительно редко в виде гипидиоморфных бочонковидных кристаллов с поперечником 0,1-0,7 мм и удлинением от 1:1,5 до 1:2 (см. рис.4, *б*). В редкометалльных гранитах, наряду с указанными в таблице минералами, распространены флюоцерит и стрюверит. Важнейшей особенностью акцессорного комплекса циннвальдитовых гранитов является примесь вольфрама в самых разных оксидах: самарските, ишикаваите, рутиле, фергусоните. Встречаются и собственно вольфрамовые минералы: вольфрамоиксиолит, шеелит, русселит и вторичный тунгстит. Весьма характерны иттриевые минералы: ксенотим-(Y), иттрийсодержащий флюорит, черновит, алланит-(Y), фергусонит-(Y), эшинит-(Y). Зафиксированы находки касситерита, уранинита, торианита, церианита, бисмита, рузвельтита.

*Циннвальдитовые онгониты* – это белые или светло-серые однородные микрозернистые породы с редкими (не более 10 % объема) микровкрапленниками кварца и плагиоклаза (см.рис.2). Отличительной чертой онгонитов является повышенное содержание альбита, %: альбит 35-52, калиевый полевой шпат 12-26, кварц 24-37, циннвальдит 4-7, топаз 0-2, флюорит – около 0,2, акцессорные минералы – до 0,1. Вкрапленники в основном образованы гороховидным *кварцем* размером 0,3-1 мм и присутствуют как в виде обособленных индивидов, так и в составе линзовидных и цепочечных агрегатов. Для кварца характерны включения альбита, микроклина, циннвальдита и топаза. Нередко включения ориентируются параллельно границам кварца и распределяются зонально, образуя структуру «снежного кома» (рис.6, *а*). *Калиевый полевой шпат* представлен криптопертитовым решетчатым промежуточным микроклином с триклинностью $\Delta p = 0{,}76 \div 0{,}80$ и низким содержанием (3-7 %) альбитового компонента. Образует гипидиоморфные короткостолбчатые зерна с поперечником до 2 мм. *Альбит* в составе вкрапленников имеет подчиненное значение и наблюдается в виде правильных таблитчатых зерен. *Циннвальдит*

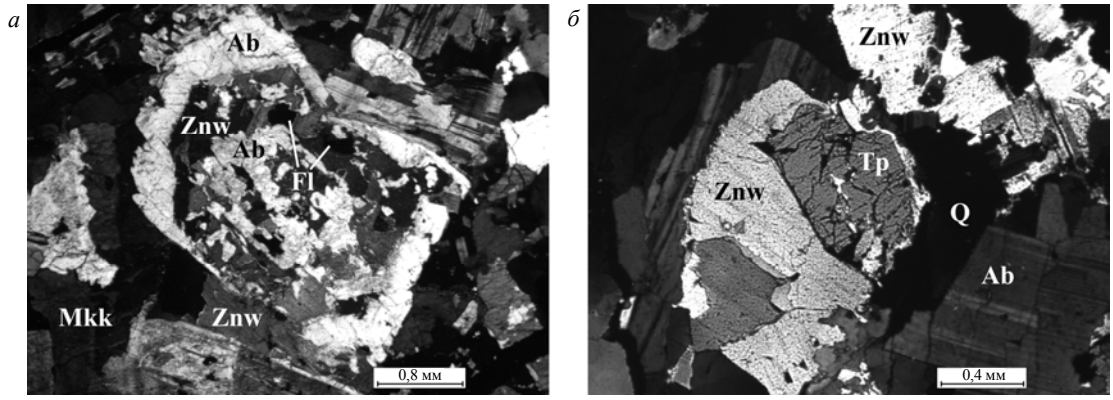



Рис.4. Циннвальдитовые граниты Баджальского района: *а* – альбит-олигоклаз с зонально распределенными включениями циннвальдита; *б* – топаз в срастании с циннвальдитом, альбитом и кварцем
Ab – альбит, Fl – флюорит, Mkk – микроклин, Q – кварц, Tp – топаз, Znw – циннвальдит
Микрофотографии с анализатором

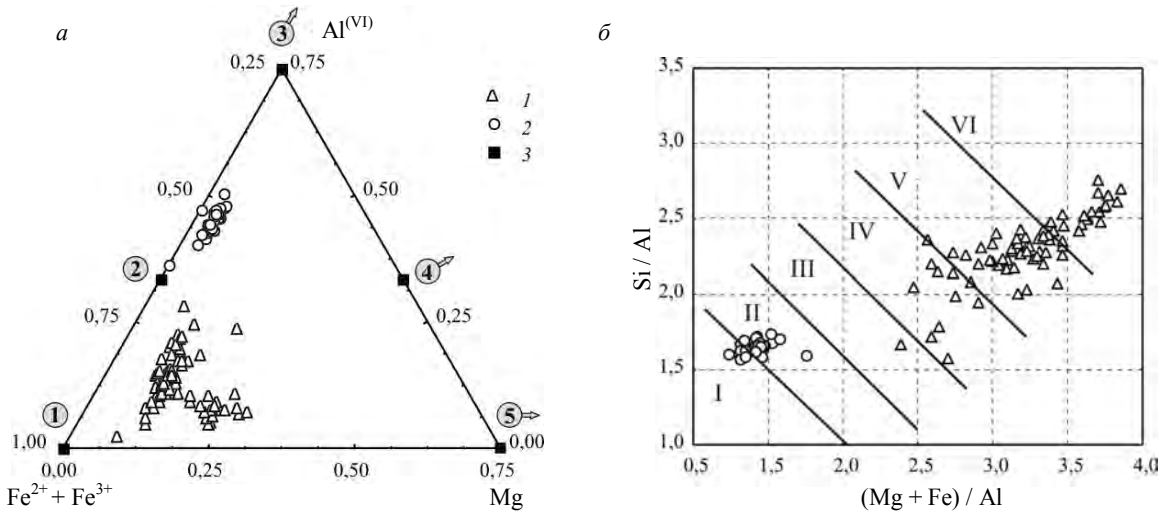



Рис. 5. Состав слюд в гранитах Верхнеурмийского массива: *а* – диаграмма ($Fe^{2+}$ + $Fe^{3+}$)-$Al^{(VI)}$-Mg; *б* – диаграмма А.А.Маракушева, И.А.Тарарина (1965), I-VI – поля возрастающей щелочности
*1* – биотит гранитов баджальского комплекса; *2* – циннвальдит гранитов правоурмийского комплекса; *3* – минеральные виды (цифры в кружках: 1 – аннит, 2 – сидерофиллит, 3 – полилитионит, 4 – истонит, 5 – флогопит)

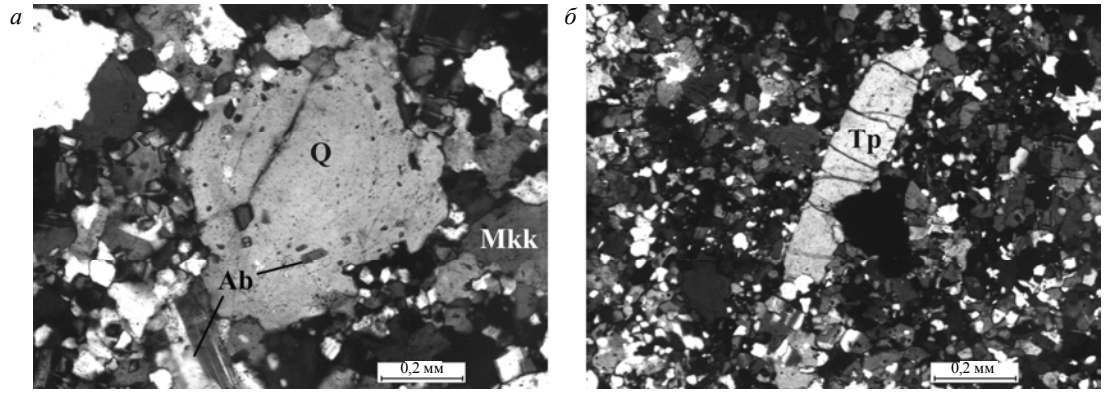



Рис.6. Циннвальдитовые онгониты Баджальского района: *а* – структура «снежного кома» (вкрапленник кварца с зонально распределенными включениями альбита); *б* – вкрапленник топаза в микрозернистом микроклин-альбитовом агрегате с циннвальдитом
Условные обозначения см. на рис.4
Микрофотографии с анализатором

**Состав акцессорных комплексов пород гранитовых и онгонитовых комплексов Дальнего Востока**

| Минерал | Баджальский район | | | Чаунский район | | | Формация | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Магнетит | + | + | – | + | + | – | × | × |
| Титанит | – | – | – | – | – | – | × | (+) |
| Ильменит | × | × | + | × | × | + | × | × |
| Рутил | + | + | – | + | (+) | (+) | + | (+) |
| Анатаз | + | (+) | – | + | – | – | + | + |
| Циркон | × | + | + | × | × | × | × | × |
| Циртолит | – | × | × | – | + | + | (+) | + |
| Алланит | × | + | – | (+) | (+) | – | × | (+) |
| Монацит | + | × | × | × | × | × | + | + |
| Ксенотим | (+) | + | + | (+) | + | + | (+) | + |
| Апатит | × | + | – | × | – | – | × | + |
| Флюорит | – | × | × | (+) | × | × | + | × |
| Турмалин | – | – | (+) | – | (+) | (+) | (+) | × |
| Топаз | – | + | + | – | × | × | (+) | × |
| Гранат | – | – | – | – | – | – | × | + |
| Эпидот | – | – | – | – | – | – | × | (+) |
| Торит | (+) | + | + | (+) | + | + | (+) | + |
| Тантало-ниобаты | – | + | + | (+) | + | + | (+) | + |
| Касситерит | – | – | – | – | (+) | (+) | (+) | + |
| Вольфрамит | – | (+) | × | – | (+) | + | – | – |
| Флюоцерит | – | – | (+) | – | + | (+) | – | – |
| Черновит | – | (+) | + | – | + | – | – | – |

*Примечание.* 1, 4 – вмещающие биотитовые граниты баджальского и чаунского комплексов; 2, 5 – циннвальдитовые граниты правоурмийского и пыркакайского комплексов; 3, 6 – онгониты правоурмийского и пыркакайского комплексов; 7, 8 – породы гранитового и субщелочногранитового формационных типов [2]. Указаны: главные «×», второстепенные «+» и редкие «(+)» минералы с содержанием соответственно > 50; 1-50 и < 1 г/т. Прочерк – минерал не установлен.

представлен маложелезистой бледно-буровато-зеленой разностью с двупреломлением 0,024-0,035. Образует одиночные ксеноморфные кристаллы размером 0,5-1 мм с обильными включениями альбита и акцессориев. *Топаз* во вкрапленниках встречается сравнительно редко в виде призматических кристаллов с удлинением от 1:3 до 1:6 и поперечником 0,1-0,3 мм (рис.6, *б*). Наряду с вкрапленниками и гломеропорфировыми сростками в онгонитах встречаются мелкие (3-12 мм) ксенолиты циннвальдитовых гранитов, слабо перекристаллизованные по краям.

Основная масса онгонитов по минеральному составу аналогична вкрапленникам и имеет зернистость 20-50 мкм. В матрице явно прослеживается идиоморфизм кристаллов альбита с поперечником 50-200 мкм и удлинением от 1:4 до 1:6. Калишпат представлен ксеноморфным тонкорешетчатым микроклином, выполняющим интерстиции альбитового агрегата. Изометрические зерна кварца, ограненные в различной степени, имеют размер 30-200 мкм. Циннвальдит присутствует в основной массе в виде резко ксеноморфных скелетных кристаллов размером 50-150 мкм, тяготеющих к микроклину. Изредка встречается скелетный голубой турмалин размером менее 0,1 мм. Структура основной массы микролитовая (см.рис.4, *б*).

В онгонитах впервые установлен своеобразный акцессорный комплекс, одной из особенностей которого является широкое развитие вольфрамовых акцессорных минералов. К собственно вольфрамовым минералам относятся наиболее ранние ферберит, шеелит и вольфрамоиксиолит, тесно ассоциирующие с магматическими циннвальдитом и альбитом. По ним развиваются сложные редкоземельные тантало-ниобаты с существенной примесью вольфрама, урана и тория (в порядке образования): ишикаваит, самарскит-(Y), кальциосамарскит. При этом в онгонитах минеральных или структурных

изменений не наблюдается, что свидетельствует о магматическом происхождении замещающих оксидов. В дальневосточных онгонитах распространены также флюоцерит, твейтит, фергусонит, самородный висмут. К постмагматическим образованиям относятся черновит и бритолит.

**Обсуждение результатов.** В результате специального геологического картирования в восточной части Верхнеурмийского плутона установлено проявление онгонитового магматизма, которое носит очаговый характер и локализовано в эпицентре одного из выступов кровли крупнейшего Баджальского криптобатолита, на пересечении субширотной и северо-западной зон региональных разломов. В пределах онгонитового ареала, наряду с ранее описанными литий-фтористыми гранитами [3,10], выявлены дайки онгонитов, комагматичных циннвальдитовым гранитам. Характерные особенности минерального состава пород ареала (альбит, циннвальдит, флюорит, танталониобаты и др.), геохимические особенности (повышенная щелочность, накопление редких элементов), геологическая позиция (протяженный, выходящий далеко за пределы Верхнеурмийского массива, интрузивно-дайковый пояс) и взаимоотношение с телами вмещающего вулкано-плутонического комплекса (резкие интрузивные контакты с апофизами и ксенолитами) заставляют полагать, что они принадлежат четвертому, самостоятельному и самому молодому интрузивному комплексу, названному правоурмийским. Гранитоиды комплекса относятся к литий-фтористому подтипу субщелочно-гранитовой формации [2].

Своеобразие редкометалльных гранитов Баджальского района состоит в ведущей роли в составе породообразующих минералов альбита, белого микроклина и циннвальдита. Онгониты отличаются от своих монгольских и забайкальских аналогов отсутствием амазонита и небольшой ролью топаза. Необычен акцессорный комплекс онгонитов, включающий минералы ниобия, вольфрама, иттрия и редкоземельных элементов. Геохимическая эволюция новейших гранитоидов Баджальского района привела к увеличению натровой щелочности и накоплению редких элементов: W, Nb, Sn, Li, Rb, F и др. Правоурмийский онгонитовый ареал характеризуется слабой эродированностью гранитоидов и глубокой метасоматической переработкой вмещающих толщ. Он относится к новейшим позднемеловым проявлениям онгонитового магматизма в Азии и аналогичен по структурно-вещественным и геолого-тектоническим характеристикам пыркакайскому комплексу Северной Чукотки [1]. Онгонитовый интрузивно-дайковый пояс контролируют пространственное положение главных оловорудных месторождений Баджальского района, включая гигантское Правоурмийское месторождение (см.рис.1).

Происхождение баджальского онгонитового магматизма связано с мезокайнозойской эволюцией района в геодинамических условиях трансформной континентальной окраины. В раннем мелу вследствие косой субдукции тихоокеанской плиты под континентальную окраину к Буреинскому микроконтиненту причленились террейны юрской аккреционной призмы Сихотэ-Алиньского орогена [11]. Скольжение океанической плиты вдоль края континента вызвало образование левосторонних сдвигов и внутриконтинентальных грабенов Сунляо, Хайлар, Амуро-Зейского, привело к разрывам в ранее субдуцированной части литосферы (slab-window) [5] и формированию астеносферных диапиров. В конце раннего – начале позднего мела субдукция плиты Изанаги под единую Восточно-Азиатскую континентальную окраину сопровождалоась ареальным внутриплитным гранитоидным магматизмом повышенной щелочности в тыловых структурах растяжения приамурских мезозоид, в том числе в Баджальской очаговой структуре. В состав аногенных магматических образований Тихоокеанского пояса вошли продукты приповерхностного онгонитового магматизма Приамурья и Чукотки [1]. Развитие редкометалльного магматизма происходило, по данным U/Pb-датирования, быстро, в течение нескольких сотен тысяч лет.

Восточно-Азиатская рифтовая система аналогична системе рифтов западных районов США (Колорадо, Рио-Гранде, Провинция Бассейнов и Хребтов) и может содержать еще не установленные очаги онгориолитового вулканизма, описанного в Северной Америке. Характерно, что субщелочные базальтоиды даянского комплекса Баджала близки к щелочным базитам, а вулканиты и граниты Малохинганской зоны – к комендитам и онгонитам континентальной трансформной окраины запада США [5, 6]. Находки онгонитов приурочены к регионам, имеющим выдающийся потенциал редкометаллоносности, таким как Алтай, Северный Тянь-Шань, Монголия, Восточное Забайкалье. При проведении прогнозно-минерагенических и геолого-поисковых работ в нижнем Приамурье необходимо учитывать наличие правоурмийского комплекса литийфтористых гранитов и онгонитов как важнейшего признака рудоносности. В частности, прослежена генетическая связь комплекса с Правоурмийским вольфрам-оловорудным месторождением. Следует сделать вывод о больших перспективах редкометалльного оруденения в Баджальском районе и рассмотреть его прогнозные перспективы в отношении вольфрамового оруденения.

**Выводы.** 1. В мезозойской истории вулкано-плутонического магматизма Баджальского района, наряду с установленными этапами – андезит-гранодиоритовым, риолит-гранитовым и трахириолит-монцогранитовым – существовал четвертый позднемеловой онгонитовый этап, не сопровождавшийся формированием эффузивных построек. Онгонитовый магматизм является результатом тектоно-магматической активизации Сихотэ-Алиньской складчатой системы вследствие субдукции тихоокеанской плиты под континентальные окраины Восточной Азии.

2. Онгонитовый магматизм Приамурья развивался быстро, в течение нескольких сотен тысяч лет, имел очаговый характер, характеризовался натровой петрохимической и редкометалльной геохимической эволюцией расплавов и завершился образованием циннвальдит-микроклин-альбитовых гранитоидов с комплексом акцессорных минералов W, Nb, Sn, Y, REE.

3. В приконтактовой области Верхнеурмийского массива, в эпицентре одного из выступов кровли Баджальского криптобатолита, выделен слабо эродированный правоурмийский онгонитовый комплекс, который контролирует крупнейшие вольфрам-оловорудные месторождения района и включает онгониты одноименного дайкового пояса и редкометалльные граниты Дождливого интрузивного купола, аналогичные редкометалльным гранитоидам пыркакайского комплекса Чукотки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 11-05-00868-а) и Министерства образования и науки РФ (государственный контракт № 14.740.11.0192).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Алексеев В.И.* Топазовые граниты и онгониты Чаунского рудного района (Чукотка) // Записки Горного института. 2011. Т.194. С. 46-52.

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

3. *Брусницын А.И.* Находка гранитов литий-фтористого геохимического типа в пределах Верхнеурмийского рудного узла / А.И.Брусницын, Е.Г.Панова, В.В.Смоленский // Изв. вузов. Геология и разведка. 1993. № 6. С. 150-153.

4. *Владимиров А.Г.* Онгонит-эльвановый магматизм Южной Сибири / А.Г.Владимиров, И.Ю.Анникова, В.С.Антипин // Литосфера. 2007. № 4. С. 21-40.

5. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: 2 кн. / Под ред. А.И.Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн.1. 572 с.

6. *Гоневчук В.Г.* Оловоносные магматические системы Дальнего Востока: магматизм и рудогенез. Владивосток: Дальнаука, 2002. 297 с.

7. *Григорьев С.И.* Особенности вещественного состава позднемезозойских гранитоидов Баджальского и Комсомольского рудных районов, их петрогенезис и связь с оруденением // Региональная геология и металлогения, 1997. № 6. С.103-115.

8. *Крюков В.Г.* Геология и металлогения Баджальского оловорудного района (Приамурье) / В.Г.Крюков, Л.И.Щербак // Советская геология. 1987. № 3. С. 55-65.

9. *Лишневский Э.Н.* Объемное строение Баджальского оловорудного района в Приамурье / Э.Н.Лишневский, С.Ю.Гершаник // Геология рудн. месторожд. 1992. Т.34. № 1. С. 80-94.

10. Локальное прогнозирование и оценка флангов Правоурмийского месторождения по данным метасоматической и минералого-геохимической зональности

рудного поля: Отчет о НИР (заключительный) / Ленинград. горный институт; рук. Марин Ю.Б.; исполн.: Алексеев В.И. [и др.]. Л., 1990. 157 с. № ГР 01870096192.

11. *Engebretson D.* Relative motions between oceanic and continental plates in the northern Pacific basin / D.Engebretson, A.Cox, R.G.Gordon // Spec. Pap. Geol. Soc. Am. 1985. V.206. 59 p.

**REFERENCES**

1. *Alekseev V.I.* Topaz granites and ongonites of the Chaunsky ore area (the Chukotha) // Proceedings of the Mining Institute. 2011. V.194. P.46-52.

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

3. *Brousnicyn A.I.*, *Panova E.G.*, *Smolensky V.V.* Finds of lithium-fluoric geochemical type granites within the bounds of Verhneurmiysky ore cluster // Izvestiya VUZov. Geology and prospecting. 1993. № 6. P.150-153.

4. *Vladimirov A.G.*, *Annikova I.Yu.*, *Antipin V.S.* Ongonite-elvanite magmatism of the South Siberia // Litosfera. 2007. № 4. P.21-40.

5. Geodynamics, magmatism and metallogeny of the Russian East: in 2 books / Ed. by A.I.Khanchuk. Vladivostok: Dalnauka, 2006. Book I. 572 p.

6. *Gonevchuk V.G.* Tin-bearing igneous systems of the Far East: magmatism and ore genesis. Vladivostok: Dalnauka, 2002. 297 p.

7. *Grigoriev S.I.* Material composition features of the Late Cretaceous granitoids of the Badzhalsky and Komsomolsky ore areas, their petrogenesis and mineralization connection // Regional geology and metallogeny, 1997. 6. P.103-115.

8. *Krukov V.G.*, *Sherbak L.I.* Geology and metallogeny of the Badzhalsky stanniferous area (Amur River region) // Soviet geology. 1987. 3. P.55-65.

9. *Lischnevsky E.N.*, *Gerschanik S.Y.* Three-dimensional structure of the Badzhalsky stanniferous area in the Amur River region // Geol. of metalliferous deposits. 1992. V.34. № 1. P.80-94.

10. Local forecasting and assessment of the Pravourmiysky deposit flanks based on metasomatic and mineral-geochemical zonality of the ore field: A report on research (final) / Leningrad. Mining Institute by G.V. Plehanov; chief Marin Y.B.; executive Alekseev V.I. (et al). Leningrad. 1990. 157 p. № GR 01870096192.

11. *Engebretson D.*, *Cox A.*, *Gordon R.G.* Relative motions between oceanic and continental plates in the northern Pacific basin // Spec. Pap. Geol. Soc. Am. 1985. V.206. 59 p.