



УДК 552.321:551.24(571.6)

РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫЕ ГРАНИТЫ В СТРУКТУРАХ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА

В.И.АЛЕКСЕЕВ

Санкт-Петербургский горный университет, Россия

Приведены данные о геологии районов развития редкометалльных гранитов в российском секторе Тихоокеанского рудного пояса, которые заставляют по-новому взглянуть на Восточно-Азиатскую гранитоидную область и уточнить ее металлогению. Рассмотрена история изучения редкометалльных гранитов российского Дальнего Востока. Как правило, их обнаруживают около крупнейших вольфрамово-оловорудных месторождений, но много позже открытия последних, на стадиях оценки и разведки. На ранних этапах регионального геологического изучения редкометалльные граниты ускользают от внимания геологов вследствие малых размеров, слабой эродированности и внешнего сходства с более ранними гранитами. На примере Центрально-Полоусного, Баджалского и Куйвиеем-Пыркакайского районов охарактеризованы структурно-геологические условия локализации редкометалльных гранитов. Путем сравнительного анализа геологических обстановок установлены: ареальный характер проявления редкометалльных гранитов; их приуроченность к позднемезозойским орогенным сводовым поднятиям складчатых сооружений над глубинными гранитоидными батолитами; размещение в участках пересечения продольных и поперечных глубинных разломов; тяготение к окрестностям докембрийских срединных массивов. Сходство структурно-геологических условий проявления изученных рудоносных гранитов служит подтверждением гипотезы о едином этапе позднемелового редкометалльного магматизма в российском секторе Тихоокеанского рудного пояса и о существовании в регионе магматической суперпровинции – Дальневосточного пояса редкометалльных гранитов, включающего Новосибирско-Чукотскую, Яно-Колымскую и Сихотэ-Алинскую редкометалльно-гранитовые провинции.

Ключевые слова: редкометалльный гранит, структуры, разлом, орогенный свод, интрузивный комплекс, Тихоокеанский рудный пояс, Дальний Восток.

Как цитировать эту статью: Алексеев В.И. Редкометалльные граниты в структурах российского сектора Тихоокеанского рудного пояса // Записки Горного института. 2016. Т.220. С.515-520. DOI 10.18454/PMI.2016.4.515

Введение. Во многих вольфрамово-оловорудных провинциях Европы, Австралии, Африки и обеих Америк установлены редкометалльные литий-фтористые граниты, насыщенные акцессорными минералами в промышленных количествах и ответственные за генерирование рудоносных растворов [4]. В России издавна известны редкометалльные граниты (РГ) Центральной Азии [12, 13]. В данной статье рассмотрена геологическая позиция наиболее молодых и наименее изученных редкометалльных гранитов Северо-Восточной Азии, обнаруженных в российском секторе Тихоокеанского рудного пояса (ТРП) [3]. Их широкое распространение и близость к крупнейшим редкометалльным месторождениям региона определяют актуальность проведенного исследования. История изучения редкометалльных гранитов ТРП охватывает небольшой промежуток времени, включающий вторую половину XX в. Первое сообщение о гранитах, обогащенных топазом и литиевыми слюдами, было опубликовано Н.И.Тихомировым (1941) в очерке о результатах экспедиций «Главсевморпути» на севере Чукотки. Прямое указание на наличие РГ на Дальнем Востоке принадлежит М.Г.Руб (1971). О находках аналогичных гранитов на Северо-Востоке можно судить по монографиям Б.Л.Флерова (1971, 1976), Л.Н.Индолева (1979), В.И.Коваленко и Ю.Д.Недосекина (1980, 1988), а на юге Дальнего Востока – по работам М.Г.Руб (1956-1982) [2]. В последние десятилетия интрузии редкометалльных литий-фтористых гранитов выявлены во многих перспективных рудных районах Востока России и смежных территорий Китая, Кореи, США, в непосредственной близости от крупнейших вольфрамово-оловорудных месторождений. Как правило, их обнаружение происходит много позже открытия месторождений, на стадиях их оценки и разведки. На ранних этапах регионального геологического изучения РГ ускользают от внимания геологов вследствие малых размеров, слабой эродированности и внешнего сходства с более ранними гранитами, в которых они нередко и размещаются. Исключения составляют случаи непосредственного размещения рудных тел в РГ (месторождения Кестерское, Одинокое, Вознесенское и др.). Заслуга выделения РГ принадлежит сотрудникам академических организаций и университетов России и Китая, проводившим исследования Тигрино, Вознесенского и других массивов в Приморье [5, 6, 10, 11], Арга-Ыннах-Хайского, Омчикандинского, Лево-Эрикитского, Невского и других в Якутии и Приохотье [5, 9, 11, 12], Верхнеурмийского в Приамурье [2, 5, 6, 11], Северного и Иультинского на Чукотке [2, 7] Лэйцзылин, Сучжоу и других в Китае [15-18 и др.] (рис.1). На важнейших редкометалльных месторождениях в ассоциации с РГ найдены онгониты

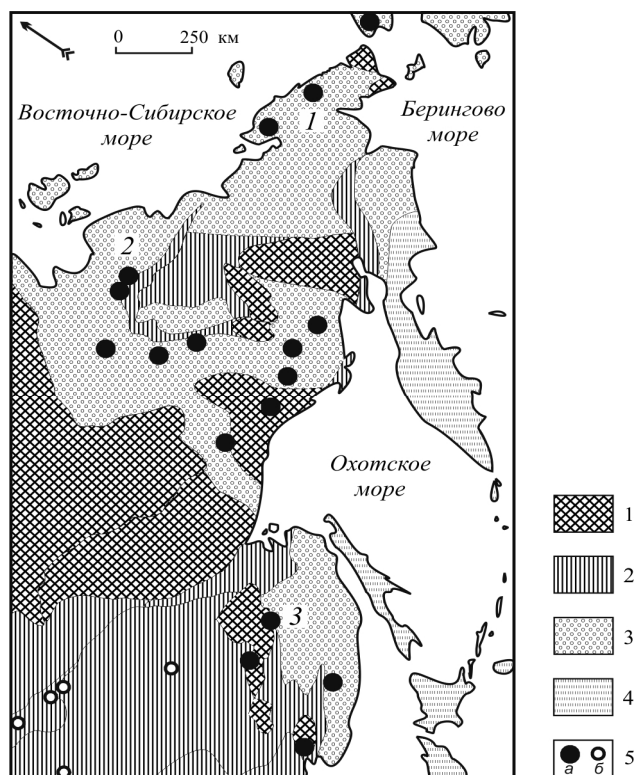


Рис.1. Ареалы редкометалльных гранитов российского сектора Тихоокеанского рудного пояса

1-4 – структурные комплексы: докембрийские (1), палеозойские (2), мезозойские (3), мезокайнозойские (4); 5 – ареалы интрузивных комплексов с редкометалльными гранитами: а – Дальневосточного пояса, б – Центрально-Азиатского пояса. Типовые ареалы РГ: 1 – Куйвиеем-Пыркайский; 2 – Центрально-Полоусный; 3 – Баджалский

с редкометалльными гранитами Центральной Азии, Европы и других частей света РГ Дальнего Востока изучены слабо. Эрозионный срез большинства интрузий невелик: они включают останцы и ксенолиты кровли, нередко являются «слепыми» и обнаруживаются на глубине в процессе эксплуатации вольфрамово-оловянных месторождений. В пределах региона интрузивные комплексы РГ исследованы в различной степени и обладают многими чертами сходства и различия.

Относительно хорошо изучены РГ *Центрально-Полоусного района*, расположенного в междуречье Яны и Индигирки, в восточной части Полоусненского синклинория Черско-Полоусного складчатого пояса (рис.1). Центрально-Полоусное сводово-глыбовое поднятие входит в состав Полоусного (Северо-Янского) мегаорогена, выраженного в виде одноименного хребта и концентрирующего крупные тела Северного плутонического пояса. Осадочные толщи сложены терригенными породами верхоянского комплекса перми – юры. На севере, в Приморской низменности и центральной части Полоусного орогена, отмечаются поля раннемеловых эффузивных пород, залегающих на мезозоидах. Мезозойские сланцево-песчаные складчатые толщи разделены на блоки системами магмоконтролирующих разрывных нарушений. Продольная субширотная система нарушений контролирует размещение раннемеловых плутонов амаеллитов и гранодиоритов, поперечная субмеридиональная – позднемеловых малых интрузий и даек гранитов, гранит-порфиров, лейкогранитов, кварцевых сиенитов и монцогранитов [5, 8, 12]. Полиэтапность, телескопированность магматизма и сходство пород поздних фаз гранитоидных комплексов существенно осложняют расчленение гранитоидов Якутии. Наиболее популярна следующая схема: 1) кварц-диоритовые малые интрузии нера-бохапчинского комплекса (гранодиорит-гранитовая формация, поздняя юра); 2) батолиты высокоглиноземистых гранитов колымского комплекса (гранитовая формация, поздняя юра – ранний мел); 3) крупные массивы андезиновых амфиболсодержащих биотитовых гранитов и амаеллитов охотского комплекса (гранитовая формация, ранний – поздний мел) и малые массивы монцогранитоидов (монцонит-гранитовая формация, поздний мел); 4) средние интрузии оловоносных субщелочных биотитовых гранитов омсукчанского комплекса (гранитовая формация, поздний мел).

[2, 6, 9, 15, 18]. Выдвинуты предположения о наличии редкометалльных гранитов на глубоких горизонтах ряда крупных месторождений – Депутатского (Якутия), Дубровского (Приморье), Пыркайского и Иультинского (Чукотка) [2, 5, 6].

Методология и методы исследования. Термин «редкометалльный гранит» применяется в работе для обозначения гранитов особого состава и происхождения, с которыми связаны месторождения редких металлов магматического и постмагматического генезиса [14]. В качестве научно-методической основы в работе использована систематика редкометалльных гранитовых формаций С.М.Бескина – Ю.Б.Марина (1976-2013) [4]. Использована модель глубинных очаговых структур И.Н.Томсона и М.А.Фаворской (1973; 1992), дополненная концепцией рудно-магматических систем (РМС) Дальнего Востока В.Г.Гоневчука [6]. Основной принцип исследования – комплексирование геологической информации на различных уровнях организации вещества: минеральном, горно-породном и формационном. Методы исследования: геологическое картирование опорных рудных узлов, региональные и межрегиональные корреляции гранитоидных образований, формационный анализ. Для решения петрологических задач применялся метод электронной петрографии, основанный на сочетании оптических и электронно-микроскопических методик исследования вещества (SEM, EMPA, CL, TOF-SIMS).

Геологическая ситуация. Условия локализации редкометалльных гранитов. В сравнении



Таким образом, наблюдается гомодромная эволюция магматизма: от диорит(тоналит)-гранодиоритовой и гранодиорит-гранитовой ассоциаций к гранит-лейкогранитовой и щелочно(субщелочно)гранитовой ассоциациям [5]. Редкометалльные граниты завершают эволюцию магматизма, слагая поздние наиболее богатые щелочами и редкими элементами интрузии, внедренные в период позднемеловой активизации осадочных и магматических комплексов. Ареал РГ включает Омчикандинский рудный узел с одноименным гранитным массивом, прорывающим осевую часть антиклинальной складки в юрской сланцево-песчаниковой толще Депутатской складчатой зоны.

Омчикандинский интрузив связан общей контактовой зоной с Максоголохским и вместе с ним образует массив площадью 160 км², вытянутый в субширотном направлении. В строении массива принимают участие горные породы трех комплексов. Наиболее древние магматические породы представлены раннемеловыми известково-щелочными гранитоидами арга-эмнекенского габбро-гранодиорит-гранитного комплекса. Главная фаза сложена крупно- и среднезернистыми порфировидными биотитовыми гранитами, которые в эндоконтактных зонах сменяются более мелкозернистыми фациями. На водоразделах наблюдаются развалы мелкозернистых пегматоидных лейкогранитов, слагающих причудливые тела площадью 0,1-2 км с многочисленными апофизами. В центре массива, на пересечении субширотных и субмеридиональных разрывных нарушений Чохчуро-Чекурдахской зоны, располагаются небольшие тела – апикали Полярного штока позднемеловых РГ, представленных мелкозернистыми альбит-микроклиновыми лейкогранитами с циннвальдитом и топазом, к которым пространственно приурочено олово-вольфрамовое оруденение. Эндоконтактные зоны литий-фтористых гранитов характеризуются наличием полосчатости и шлиров слюдяного и флюорит-слюдисто-альбитового состава размером до 15 см. Циннвальдитовые граниты отгорожены от вмещающих биотитовых гранитов штокшайдерами. На участках выхода РГ широко распространены цвиттеры, развивающиеся как по лейкогранитам, так и по РГ. Они слагают метасоматические тела и околожилные ореолы вольфрамит-касситерит-кварцевых жил и штокверков.

Севернее Омчикандинского массива расположен Одинокый субвулканический интрузив площадью 0,4 км², сложенный позднемеловыми ультраредкометалльными гранит-порфирами, которые могут рассматриваться как онгониты. Тело онгонитов вытянуто в северо-восточном направлении согласно с простираем Одинокой брахисинклинальной складки. Его положение контролируется пересечением северо-восточных и северо-западных разрывов, оперяющих субширотный Депутатский глубинный разлом. Меридиональный разлом соединяет субвулкан с Омчикандинским плутоном. Онгониты интенсивно замещаются оловорудными цвиттерами – тонкозернистыми сидерофиллит-топаз-кварцевыми грейзенами с касситеритом. Грейзенизация развита по всему штоку, по апофизам и вмещающим породам, но наиболее интенсивна она в зоне трещиноватости северо-западного направления, к которой приурочен приконтактный оловорудный штокверк месторождения Одинокого [9, 12].

В Баджальском районе, входящем в состав Хингано-Охотской оловоносной магматической области Приамурья (рис.1), несмотря на широкое распространение грейзеновых месторождений, редкометалльные граниты долгое время были не известны. Район выражен на поверхности в виде Баджальского орогенного свода, входящего в состав Буреино-Баджальского мегасвода на контакте Буринского срединного массива и Сихотэ-Алинской складчатой системы, и подстилается Баджалло-Ямалинской очаговой структурой (плюмом), – крупнейшим гранитоидным палеоочагом Дальнего Востока [2]. Вулкано-плутонические образования расположены над гранитным криптобатолитом размерами 125 × 80 км в плане; мощность земной коры в районе увеличена до 80 км. В центральной части криптобатолита, восточнее Верхнеурмийского массива, выделена группа гравитационных минимумов второго порядка, соответствующих области аляскитового ядра криптобатолита и слепых куполов лейкогранитов.

Уникальной особенностью Баджальского района является выдающееся по масштабам скопление кислых вулканических и плутонических пород, образование которых трудно объяснить даже с точки зрения корового палингенеза. Площадь Баджальской зоны составляет 5350 км², мощность вулканитов 1,5-2 км. Баджальский магматический ареал включает редкие ранне- и позднемеловые интрузии монцонитов, сиенитов, субщелочных габброидов даянского комплекса и диоритов, гранодиоритов лакского комплексов. Резко преобладают позднемеловые интрузии биотитовых гранитов и лейкогранитов баджальского комплекса, дополняемые небольшими массивами монцонитов, диоритов, гранодиоритов, гранитов силинского (левоярапского) комплекса. Общая тенденция эволюции магматизма – возрастание роли риолитов и комагматичных им гранитов, увеличение щелочности и калиевого гранитоидов. Главные магмоконтролирующие разломы вулканической зоны имеют северо-восточную и субмеридиональную ориентировку, унаследованную от складчатого основания. На их пересечении с поперечными северо-западными разломами – Орокотским, Гербинским, Болоджокским, располага-

ются вулcano-плутонические структуры, проявления монцонитоидного и, как оказалось, редкометалльно-гранитового магматизма, а также главные рудные узлы и крупнейшее Правоурмийское месторождение [5, 6, 8, 12].

Редкометалльные граниты, непосредственно предшествующие оловорудной минерализации, не были установлены в Баджальском районе до 1987-1990 годов, когда экспедицией Ленинградского горного института под руководством проф. Ю.Б.Марина было проведено специальное картирование территории Верхнеурмийского рудного узла. В восточном экзоконтакте Верхнеурмийского массива были зафиксированы дайки субщелочных альбитовых гранитов, обогащенные литием и фтором и прорывающие все ранее известные гранитоиды. Был сделан вывод о наличии на глубине купола рудоносных литий-фтористых гранитов, которые вскоре были найдены в этом районе [2].

Ареал правоурмийского комплекса расположен в среднем течении р. Ирунгда-Макит на пересечении северо-западной Орокотской и широтной Правоурмийской дизъюнктивных зон (рис.2). Он находится в эпицентре одного из выступов Баджальского криптобатолита и приурочен к «Урмийской щелочной зоне», выделенной В.Г.Крюковым в 1987 г. В состав правоурмийского комплекса входят слабо эродированный Дождливый купол среднезернистых РГ, расположенный в устье одноименного ручья, небольшое (250 × 800 м) дайкообразное тело мелкозернистых РГ в верховьях руч. Лесного и

маломощные дайки онгонитов. Площадь выходов РГ составляет менее 1 % площади Баджальской зоны. Установлена зональность ареала: Дождливый купол циннвальдитовых гранитов, который является, очевидно, эродированным выступом гребневидной интрузии, протянувшейся 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 разрывных зонах северо-северо-западного простирания. Эпицентры внедрения РГ маркированы ареалами биотитовых и гастингситовых пропилитов.

Дождливый массив РГ изучен в коренных обнажениях низовьев руч. Дождливый на западном фланге Правоурмийского рудного поля. Картирование по делювиальным отложениям горных склонов Баджальского хребта позволило установить продолжение массива литий-фтористых гранитов на запад, в эндоконтактовую область Верхнеурмийского массива. Поисковые работы показали, что Дождливый купол погружается на восток и сменяется на дневной поверхности крутопадающей Геофизической дайкой циннвальдит-альбитовых гранитов мощностью 60-150 м, которая прослежена в верховьях руч. Аленушкин на северном фланге Правоурмийского месторождения. Таким образом, РГ слагают слабо эродирован-

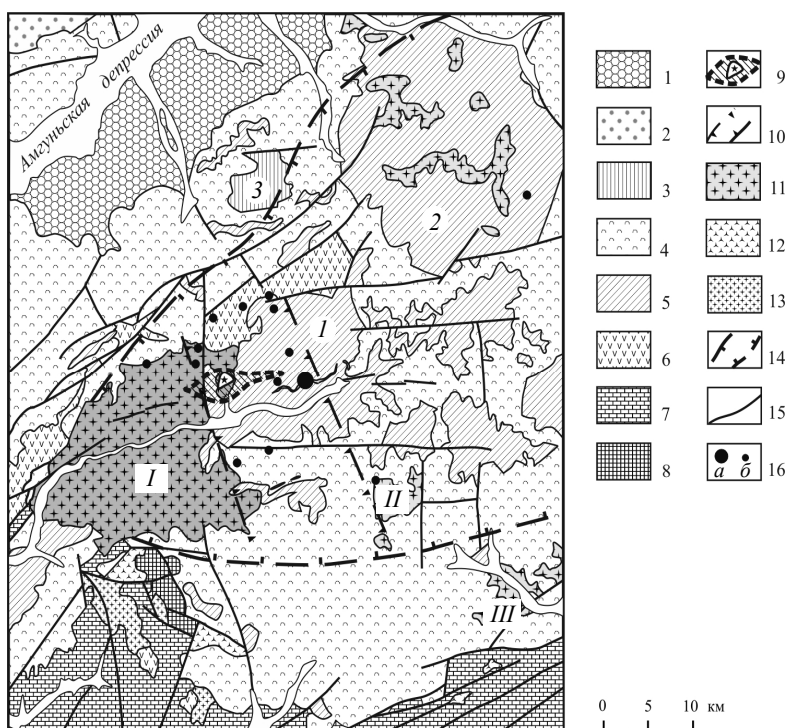


Рис.2. Редкометалльные граниты в структурах Баджальского района (Приамурье)

1 – олигоцен-миоценовые конгломераты, песчаники, аргиллиты Верхнеамурской депрессии; 2-5 – верхнемеловые вулканы: 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 редкометалльных гранитов с Дождливый куполом литий-фтористых гранитов (правоурмийский комплекс), 10 – Орокотская зона монцонитоидного магматизма (силинский комплекс), 11 – биотит-роговообманковые граниты, биотитовые граниты и лейкограниты (баджальский комплекс); 12 – нижне-верхнемеловые гранодиориты, кварцевые диориты (лакский комплекс); 13 – позднепалеозойские граниты и гранодиориты; 14 – границы локального минимума силы тяжести второго порядка (участок наибольшей мощности Баджальского криптобатолита); 15 – разрывные нарушения; 16 – крупные месторождения (а) и рудопроявления (б)

Римские цифры – плутоны: I – Верхнеурмийский, II – Сынчугинский, III – Ярапский. Арабские цифры – экструзивы: 1 – Урмийский, 2 – Гербинский, 3 – Куркальтинский



ную гребневидную интрузию, имеющую восточное склонение. Вмещающие риолитовые игнимбриты в экзоконтактовой области интрузии испытали перекристаллизацию, микроклинизацию и цвиттеризацию, а в РГ вдоль контактов с биотитовыми гранитами и риолитами развиваются полосчатость, зоны графических пегматоидов и штокшайдеров.

Важная особенность Правоурмийского редкометалльно-гранитового ареала – широкое развитие оловорудных топаз-сидерофиллитовых цвиттеров и турмалиновых метасоматитов, слагающих преимущественно пологопадающие метасоматические жилы и прожилковые зоны, в том числе рудные тела Правоурмийского месторождения, рудопроявлений Аленушкин, Омот-Макит, Вольфрам-Макит, Дождливое. Слабая цвиттеризация охватывает восточную часть Верхнеурмийского массива и прилегающую область Урмийской кальдеры.

Среди наименее изученных редкометалльных гранитов следует упомянуть литий-фтористые граниты *Куйвиеем-Пыркакайского района* на Чукотке (см. рис.1), которые были подробно описаны ранее на страницах данного журнала [1].

Обсуждение результатов. Крупные изверженные провинции – LIP (Large igneous provinces) объединяют магматические ареалы, характеризующиеся общими геодинамическими причинами и геотектоническими условиями развития, близким вещественным составом и возрастом пород. При выделении петрографических провинций особое значение имеют интрузивные фации пород, позволяющие оконтурить пространство магматической активности данного типа вне зависимости от уровня эрозионного среза региона. Одним из объектов региональных корреляций и выделения LIP постепенно становятся редкометалльно-гранитовые появления, в частности, интрузивные комплексы литий-фтористых гранитов и онгонитов, благодаря их вещественной индивидуальности, зональному размещению и кратковременному формированию [14]. В работах С.С.Смирнова, Е.А.Радкевич, М.И.Ициксона, Н.П.Романовского, В.Г.Сахно и других исследователей показано, что, несмотря на тектоническую неоднородность, наличие древних блоков и поперечных структурных зон, ТРП имеет единые черты строения и истории на всем его протяжении. Рудные районы и провинции Дальнего Востока России сближает проявление и сходство позднемезозойского редкометалльного магматизма, развивающегося в результате тектоно-магматической активизации складчатых структур (рис.1).

Сравнительный анализ строения территорий развития РГ, включая описанные выше районы, показывает сходство структурно-геологических условий локализации редкометалльно-гранитовых комплексов. Во всех случаях имеет место скопление позднемеловых малых интрузий топаз-циннвальдитовых гранитов литий-фтористого типа в орогенных сводовых поднятиях над глубинными гранитоидными батолитами, фиксируемыми отрицательными гравитационными аномалиями и в ряде случаев вскрытыми на поверхности в виде массивов лейкогранитов. Ареалы РГ локализованы на пересечении продольных и поперечных глубинных разломов. Во многих случаях орогены, включающие литий-фтористые граниты, соседствуют с жесткими структурами срединных массивов. Сходство геологической позиции редкометалльных гранитов в российском секторе ТРП указывает на общность их происхождения и позволяет наметить во внешней части Тихоокеанского рудного пояса суперпровинцию редкометалльно-гранитового магматизма – Дальневосточный пояс РГ, протянувшийся от оз. Ханка в Приморье до арктического побережья Восточно-Сибирского моря. Пояс включает Ново-сибирско-Чукотскую, Яно-Колымскую и Сихотэ-Алинскую редкометалльно-гранитовые провинции. В районе Ям-Алиня и Шантарских островов Дальневосточный пояс РГ сочленяется с поперечным, более древним, Центрально-Азиатским редкометалльно-гранитовым поясом. На севере он имеет продолжение на Аляске, а на юге прослеживается, по крайней мере, до хр. Наньлин в Южном Китае [2, 3]. Наблюдается сходство тихоокеанских ареалов РГ с зональными LIP Центральной Азии: положение комплексов литий-фтористых гранитов контролируется крупными батолитами лейкогранитов [14]. Отличие заключается в слабой эродированности интрузивных систем: батолиты находятся на глубине и фиксируются, благодаря отрицательным гравитационным аномалиям, а РГ расположены не по периферии ареалов, как в Центральной Азии, а над сводами криптобатолитов. Ассоциация РГ с производными более мафических монзонитоидных магм свидетельствует, вероятно, об их образовании за счет частичного плавления континентальной коры при подъеме основных мантийных магм.

Выводы. Приведенные данные о геологии районов развития редкометалльных гранитов в российском секторе Тихоокеанского рудного пояса заставляют по-новому взглянуть на Восточно-Азиатскую гранитоидную область и уточнить ее металлогению. В результате проведенных исследований установлено сходство структурно-геологических условий локализации РГ: 1) ареальный характер проявления; 2) приуроченность к позднемезозойским орогенным сводовым поднятиям складчатых сооружений над глубинными гранитоидными батолитами; 3) размещение в участках пересечения продольных и поперечных глубинных разломов; 4) тяготение к окрестностям докембрийских срединных массивов.



Сходство структурно-геологических условий проявления изученных рудоносных гранитов служит подтверждением гипотезы о едином этапе позднемелового редкометалльного магматизма в российском секторе ТРП и о существовании в российском секторе Тихоокеанского рудного пояса магматической суперпровинции – Дальневосточного пояса редкометалльных гранитов, включающего Новосибирско-Чукотскую, Яно-Колымскую и Сихотэ-Алинскую редкометалльно-гранитовые провинции.

Благодарность. Исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00364а) и Минобрнауки РФ (базовая и проектная части государственного задания в сфере научной деятельности № 5.2115.2014/К на 2014-2016 годы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В.И. Топазовые граниты и онгониты Чаунского рудного района (Чукотка) // Записки Горного института. 2011. Т.194. С.46-52.
2. Алексеев В.И. Литий-фтористые граниты Дальнего Востока / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2014. 244 с.
3. Алексеев В.И. Дальневосточный пояс литий-фтористых гранитов, онгонитов и оловорудных цвиттеров // Записки Горного института. 2015. Т.212. С.14-20.
4. Бескин С.М. Редкометалльные гранитовые формации / С.М.Бескин, В.Н.Ларин, Ю.Б.Марин. Л.: Недра, 1979. 280 с.
5. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: В 2 кн. / Под ред. А.И.Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. 981 с.
6. Гоневчук В.Г. Оловоносные магматические системы Дальнего Востока: магматизм и рудогенез. Владивосток: Дальнаука, 2002. 297 с.
7. Дудкин Д.В. Литий-фтористые граниты Чукотки и их геохимические особенности / Д.В.Дудкин, С.В.Ефремов, В.Д.Козлов // Геохимия. 1994. № 3. С.393-402.
8. Митрофанов Н.П. Геодинамические условия формирования месторождений олова в Северо-Западном секторе Тихоокеанского рудного пояса. М.: ВИМС, 2013. 225 с. (Минеральное сырье. № 29).
9. Недосекин Ю.Д. Редкометалльные граниты Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1988. 142 с.
10. Руб А.К. Редкометалльные граниты Приморья / А.К.Руб, М.Г.Руб. М.: ВИМС, 2006. 86 с.
11. Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований (к 100-летию Е.А.Радкевич) / Гл. ред. А.И.Ханчук. Владивосток: Дальнаука, 2008. 460 с.
12. Флеров Б.Л. Оловорудные месторождения Яно-Колымской складчатой области. Новосибирск: Наука, 1976. 287 с.
13. Эпохи формирования, геодинамическое положение и источники редкометалльного магматизма Центральной Азии / В.И.Коваленко, В.В.Ярмолюк, Н.В.Владыкин и др. // Петрология. 2002. Т.10. № 3. С.227-253.
14. Ярмолюк В.В. Позднепалеозойский и раннемезозойский редкометалльный магматизм Центральной Азии: этапы, области и обстановки формирования / В.В.Ярмолюк, М.И.Кузьмин // Геология рудных месторождений. 2012. Т.54. № 5. С.375-399.
15. Fractionation, Evolution, Petrogenesis and Mineralization of Laiziling Granite Pluton, Southern Hunan Province / J.Ch.Zhu, R.C.Wang, J.J.Liu et al. // Acta Metallurgica Sinica. 2011. Vol.17. № 3. P.381-392.
16. Schwartz M.O. Geochemical criteria for distinguishing magmatic and metasomatic albite-enrichment in granitoids – examples from the Ta-Li granite Yichun (China) and the Sn-W deposit Tikus (Indonesia) // Mineralium Deposita. 1992. Vol.27. P.101-108.
17. Vertical variations in the mineralogy of the Yichun topaz-lepidolite granite, Jiangxi Province, southern China / X.L.Huang R.C.Wang, X.M.Chen et al. // Canadian Mineralogist. 2002. Vol.40. P.1047-1068.
18. Wang L.K. The three end members of Li-F granites and their origin of liquid segregation / L.K.Wang, H.F.Wang, Z.L.Huang // Chinese Journal of Geochemistry. 1998. Vol.17. № 1. P.1-11.

*Автор В.И.Алексеев, д-р геол.-минерал. наук, доцент, via@spti.ru (Санкт-Петербургский горный университет, Россия).
Статья принята к публикации 16.04.2016.*