

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Русак Александры Андреевны

«Фазовые отношения и распределение редких элементов между фазами в высокофтористой модельной гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H при высоких ТР-параметрах», представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография.

Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Актуальность работы. Диссертационная работа А.А. Русак соответствует разделу фундаментальной геологической науки, посвящённому изучению характера связи процессов рудообразования с гранитоидным магматизмом, развиваемому по мере совершенствования методов и подходов исследования вещества. Выбор в качестве рудного вещества остродефицитных редких элементов, прежде всего редкоземельных элементов и лития, делает эту работу особенно актуальной и востребованной.

Содержание настоящей работы составляет анализ результатов проведения экспериментальных исследований модельной гранитной системы, обогащённой литием и фтором с целью получения новых экспериментальных данных об их распределении между фазами кристаллизующейся магмы: минералами, расплавами и флюидной фазой, необходимых для построения количественной модели поведения редких элементов, в качестве которых рассматриваются РЗЭ, Sc, Y, Li. При этом, идеологической основой работы послужило развитие представления о солевых расплавах, отделяющихся на заключительных этапах дифференциации фторсодержащих гранитоидных магм и определяющих процессы концентрирования редких элементов. Применительно к фторсодержащим магмам такое представление стало развиваться с конца прошлого века при активном участии выдающихся отечественных учёных-экспериментаторов, в том числе, Л.Н. Когарко (1967), Н.И. Коваленко (1979), Е.Н. Граменицкого (2005), Т.И. Щекиной (2020) и др. Экспериментальные исследования фторсодержащих гранитоидных систем, в том числе изучение непосредственно минералообразующих сред расплавных и флюидных включений природных объектов – пегматитов, онгонитов, редкометальных гранитов (Рейф Ф.Г., Перетяжко И.С., Соловова И.П., Андреева И.А., Смирнов С.З.) создали предпосылки и послужили основанием для представления о жидкостных несмесимостях фтор-литий-содержащих расплавов и вероятность отделения на поздних этапах дифференциации остаточных солевых щелочно-алюмофторидной субстанций и их важной роли в концентрировании редких элементов. В литературном обзоре

диссертационной работы весьма содержательно представлена последовательность развития предшествующих этапов исследования жидкостной несмесимости. При этом, чётко перечислены «существенные пробелы» в экспериментальных исследованиях, необходимых для представления целостной картины процесса формирования модельного объекта – рудоносных криолитсодержащих редкометальных гранитов. По сути дела «восполнение» этих пробелов и послужило главной задачей диссертанта.

Целью работы являлось экспериментальное изучение фазовых отношений и распределения редкоземельных элементов, скандия и иттрия в модельной гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H между алюмосиликатным и щёлочно-алюмофторидным расплавами и водным флюидом в широком интервале ТР-параметров ($T = 400-1250^{\circ}\text{C}$ и $P = 1-2$ кбар) и разным содержании воды (от 0 до 50 мас.%), а также изучение поведения лития в данной системе.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Экспериментальное изучение влияния температуры, давления и содержания воды на фазовые отношения в гранитной фтор- и литийсодержащей системе.
2. Исследование распределения редкоземельных элементов, скандия, иттрия и лития между алюмофторидным солевым и алюмосиликатным расплавами, а также водным флюидом в гранитной системе с целью выявления фазы-концентратора редкоземельных элементов.
3. Сопоставление взаимоотношений минералов и их состава в редкометальных криолитсодержащих гранитах с фазовыми отношениями и составом фаз, полученными в экспериментах, с целью доказательства положения о важной роли солевых расплавов в концентрировании редких элементов при формировании редкометальных месторождений.

Научная новизна диссертационной работы обусловлена расширением области ТР-параметров предшествующих экспериментальных исследований, что позволило получить новые характеристики фазовых ликвационных соотношений эволюционирующих расплавов и значений коэффициентов разделения редких элементов между ними. Впервые получены:

1. Экспериментальные результаты фазовых отношений в литийсодержащей экспериментальной системе в условиях насыщения водой и фтором при температурах от 400 до 1250°C при давлении 1 кбар в ликвидусной и солидусной частях системы.

2. Показано, что при 800°C и 1-2 кбар в системе проявляются ликвационные отношения между алюмосиликатным и солевым расплавами. Рассмотрены процессы кристаллизации обоих расплавов: при понижении температуры из алюмосиликатного

расплава образуются полилитийонит, кварц, ортоклаз и криолит, из алюмофторидного кристаллизуются Na и K-Na криолит. Закалочными фазами являются фториды Li и REE.

3. Получены экспериментальные результаты по распределению редкоземельных элементов, Y, Sc и Li между двумя фазами: алюмосиликатным и солевым расплавами в интервале температур 500-800° С и 1 кбар и водным флюидом при 700-800°С, 1-2 кбар при различных содержаниях воды.

4. Установлено, что указанные элементы предпочтительно накапливаются в солевом щёлочно-алюмофторидном расплаве, в значительно меньшей концентрации находятся в равновесном алюмосиликатном расплаве и на порядок меньшем содержании их во флюидной фазе.

5. Выполнены систематические определения лития в алюмосиликатном и щёлочно-алюмофторидном расплавах, при различных температурах, давлении и содержании воды. Показано, что литий играет определяющую роль в концентрировании редкоземельных элементов, Y и Sc в солевых расплавах.

Практическая значимость работы заключается в выявлении минерала-индикатора редкометально-редкоземельной минерализации криолит-содержащих гранитов. Экспериментально установленные параметры кристаллизации криолита, их сопоставимость с условиями образования природных криолит-содержащих гранитов дают основание рассматривать криолит в качестве надёжного поискового критерия редкометально-редкоземельного оруденения.

Объём и структура работы

Диссертационная работа А.А. Русак изложена на 202 страницах печатного текста и состоит из Введения, пяти глав, Заключение и списка литературы, состоящего из 154 наименований.

Защищаемые положения

Основные результаты экспериментальных исследований вынесены в виде трёх защищаемых положений.

1. При температурах 1250 и 1000°С и давлении 1 кбар в присутствии воды в модельной гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H происходит полное плавление. С понижением температуры до 800°С в системе стабилизируются два несмесимых расплава – алюмосиликатный и солевой. При 700°С из солевого расплава начинается кристаллизация щелочных алюмофторидов K-Na криолита, которая продолжается вплоть до 400°С. С понижением температуры от 600 до 500°С из алюмосиликатного расплава кристаллизуется кварц, Li-слюда (полилитийонит), щелочной полевой шпат и K-Na

криолит – главные породообразующие минералы, характерные для редкометальных криолитсодержащих гранитов.

Обоснованию и доказательствам **первого защищаемого положения** посвящены главы 1 (Литературный обзор), 2 (Методика работы) и 3 (Результаты экспериментальных исследований). В главе 3 весьма детально представлена последовательность экспериментального хода кристаллизации новообразующихся фаз в модельной литий-фтор-содержащей системе с предельными содержаниями фтора, чтобы образовывались фторсодержащие минералы и варьирующими количествами воды при понижении температуры от 1250° до 400°С. Результаты опытов каждого температурного интервала описаны, проанализированы и сопровождаются отличным иллюстрационным материалом. Аналитические исследования полученных в экспериментах солевых глобулей и минеральных фаз позволили определить фазовые отношения в целостной модельной системе, оценить РТ-параметры области несмесимости между алюмосиликатным и соевым расплавами. Заслуживает внимание то обстоятельство, что полученные РТ-параметры соответствуют интервалу трансформации расплава фторсодержащих гранитоидных систем необходимому для понимания сущности перехода магматического процесса к гидротермальному и диагностике выявления фаз – экстракторов рудных компонентов. В настоящей работе этот переход детально прослежен, начиная с появления первых признаков силикатно-соевой несмесимости (метастабильная ликвация) в виде мелких от 20 до 80 мкм в диаметре овальных выделений алюмофторидного состава при 1000°С, 1 кбар и содержании воды 10 мас.% (Русак и др., 2021) до стабильного проявления жидкостных несмесимостей при 800°С, 1-2 кбар, содержании воды (C_{H_2O}) от 2 до 15 мас.%, где в матрице алюмосиликатного стекла находятся крупные соевые глобули, состоящие из смеси закалочных солевых фаз (алюмофториды Na, K, Li: криолита, криолитионита, симмонсита, а также фторидов редкоземельных элементов: гагаринита (Щекина и др., 2021)). При снижении температуры до 700°С, 1-2 кбар начинается частичная кристаллизация соевого расплава с образованием очень крупных до 120 мкм кристаллов K-Na криолита без примеси редкоземельных элементов, которые на этом этапе эксперимента накапливаются в остаточном соевом расплаве, оттесняющемся в краевые части глобулей. При снижении температуры до 500-600°С они образуют собственные минеральные фазы (фториды редких земель). Эти фазы, по-видимому, представляют собой баланс рудной минерализации в изучаемом типе редкометальных гранитов. Таким образом, экспериментально прослежена и оценена полная картина возникновения жидкостной несмесимости и связанного с нею процесса рудообразования. Детальность раскрытия хода проявления эксперимента и её

аналитическая обеспеченность определяют надёжность и обоснованность первого защищаемого положения.

2. Редкоземельные элементы, скандий, иттрий и литий распределяются преимущественно в щелочно-алюмофторидный солевой расплав с высокими коэффициентами разделения (при 800°C и 1 кбар $KD_{La}(LF/L)=73$; при 700°C и 1 кбар $KD_{Ce}(LF/L)=85$) в диапазоне температур от 800 до 500°C, давлении 1 кбар и содержании воды от 3 до 50 мас.%. Коэффициент разделения лития между солевым и алюмосиликатным расплавами уменьшается при понижении температуры (при 700°C $KD_{Li}(LF/L)$ от 8,85 до 3, 35), увеличении давления (при 800°C и 1 кбар KD_{Li} от 9,23 до 13,24 и при 2 кбар KD_{Li} от 1, 7 до 7, 86) и увеличении содержания воды в системе (при 800°C и 1 кбар от 12 до 5,5 и при 700°C и 2 кбар от 7,8 до 2,9). Водный флюид является обеднённой фазой по содержанию редкоземельных элементов, скандия, иттрия и лития (при 800°C и 2 кбар $KD_{Li}(Fl/L)=0,0009-0,04$; $KD_{REE,Y}$ в силикатной фазе превышает содержание во флюидной фазе в тысячи раз, для скандия в сотни раз).

Второе защищаемое положение раскрывается и обосновывается на основе материалов главы 4. В этой главе на основе анализа большого объёма количественных аналитических данных оценены коэффициенты разделения петрогенных и редких элементов между сосуществующими расплавами и продуктами их кристаллизации в обширном интервале температур от 500 до 800°C и 1 кбар и давлении 1-2 кбар для температуры 700-800°C при содержании воды от 0 до 50 мас.%. На основе соблюдения баланса масс в эксперименте прослежено перераспределение главных петрогенных элементов с тенденцией накопления K, Si, O в алюмосиликатном расплаве и Na, Al, F в солевой фазе. Особое внимание уделено распределению лития, показана его определяющая роль в фазовых отношениях и характере распределения редких элементов, количественно оценена вариабельность его поведения при изменении РТ-условий и содержания воды в системе. Установлено, что при увеличении содержания воды в системе и возрастании давления происходит уменьшение коэффициентов разделения при 700-800°C и 1-2 кбар. Коэффициенты разделения лития для опытов проведённых при 700°C и давлении 1-2 кбар и содержании воды до 10 мас.% равны $\sim -4 - \sim -8$, ниже значений, полученных при 800°C. В целом при увеличении содержания воды в системе и увеличении давления происходит уменьшение коэффициентов разделения лития при 700°C и 800°C и давлении 1 и 2 кбар. Содержание лития в водной флюидной фазе на 1-2 порядка ниже, чем в алюмосиликатном стекле и солевой фазе и составляет $KD_{Li}=0,0009 - 0,04$. В распределении редкоземельных элементов, также накапливающихся на порядок выше в щелочно-алюмофторидном расплаве по сравнению с алюмосиликатным, помимо

зависимости от РТ-режима и содержания воды, проявляется зависимость от атомного номера элемента. Большой объём аналитических данных, детальность проведения эксперимента дают основание относиться доверительно ко второму защищаемому положению и главному выводу в нём о преимущественном накоплении рассматриваемых редких элементов в щелочно-алюмофторидном расплаве при отсутствии их накопления во флюидной фазе. Представление об отсутствии перехода лития во флюидную фазу, очевидно, следует считать особенностью агпаитовой криолитсодержащей системы, так как в плюмазитовой системе танталоносных Li-F редкометальных гранитов (массивы Восточного Забайкалья) характерной чертой является образование в ареале массивов региональных рудоносных Li-содержащих зон метасоматитов, проявившихся на послемагматическом этапе. Это обстоятельство даёт основание предполагать существенный вынос лития из массивов Li-F гранитов во вмещающие породы.

3. Экспериментально установленные фазовые отношения при температурах 500-1000°C и давлениях 1 кбар в гранитной системе Si-Al-Na-K-Li-F-O-H сопоставимы с парагенезисами, структурами пород и составами породообразующих и рудных минералов в природных редкометальных криолитсодержащих гранитах. Криолит, полученный в эксперименте (500-800°C и 1 кбар) и присутствующий в гранитах, является индикаторным минералом редкометально-редкоземельной минерализации.

Третье защищаемое положение обосновывается материалами главы 5. Глава 5 представляет собой сопоставление результатов выполненных экспериментальных исследований становления фазовых отношений в широком температурном интервале условий кристаллизации (от 1000 до 400°C при 1-2 кбар) в высокофтористой гранитоидной силикатной системе с эволюцией состава и последовательности образования минеральных парагенезисов и рудных минералов в природных объектах – редкометальных криолитсодержащих гранитах. В качестве модельных объектов рассматриваются граниты наиболее крупных редкометальных месторождений России: Катугинского в Забайкальском крае, Зашихинского в Иркутской области и Улуг-Танзекское в Республике Тыва, открытых в середине прошлого века и с тех пор всесторонне изучающихся с разных позиций. К настоящему времени по каждому из них накоплен обширный геологический и аналитический материал, выполнены разные, иногда крайне дискуссионные, варианты моделирования генетического процесса. Эти данные могли бы послужить достаточной основой для сопоставления различных методов и подходов к решению проблемы генезиса процессов рудообразования. Однако А.А. Русак решает выполнить собственные наблюдения и получить необходимый аналитический материал. Материал для сопоставления получен самим диссертантом на основе

петрографического изучения и микрозондовых исследований представительных образцов из музейных и частных коллекций. Не разбирая недостатков и преимуществ такого подхода, следует сказать, что третье защищаемое положение представляется достаточно обоснованным. Выделенные в процессе петрографического изучения минеральные парагенезисы и последовательность их образования в природных объектах находятся в соответствии с фазовыми составами и временем кристаллизации рудной минерализации в эксперименте. Такая согласованность позволяет прийти к выводу об их образовании в ходе единого процесса эволюции богатого фтором и литием гранитоидного расплава, обусловленной процессом кристаллизационного фракционирования и жидкостной несмесимости. Постоянная ассоциация криолита с рудной минерализацией в эксперименте и в гранитах позволяет рассматривать криолит в качестве индикатора редкометального оруденения.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. При проведении экспериментальных исследований А.А. Русак использовались утвердившиеся методы и подходы экспериментальной школы Е.Н. Граменицкого. Выполнение аналитических работ проведено на основе самых современных методов изучения вещества, определяющих достоверность полученных результатов. Для обоснования главного вывода диссертационной работы об общности развития генетического процесса в криолитовых гранитах и последовательности формирования фаз в эксперименте диссертантом выполнены детальные петрографические и минералогические исследования рядов дифференциатов пород трёх известных рудоносных криолитсодержащих гранитных массивов России. Результаты выполненного исследования и выводы, полученные диссертантом, обоснованы и согласованы с результатами исследований других авторов по геохимии криолитсодержащих редкометальных гранитов и связанных с ними месторождений.

Оценка новизны и достоверности. Диссертационная работа А.А. Русак представляет собой дальнейшее развитие тематики исследований известной школы экспериментаторов геологического факультета МГУ, созданной Е.Н. Граменицким и Т.И. Щекиной с приоритетным направлением исследования геохимической петрологии гранитоидного процесса, завершающегося редкометальным рудообразованием. Экспериментальное исследование модельной системы, максимально приближенной к составу расплава криолитсодержащих гранитов, позволило решить **научную задачу** физико-химической оценки характера распределения редких элементов в процессе дифференциации рудоносного гранитоидного расплава в зависимости от РТ-условий и состава системы. Этому способствовало обобщение и анализ результатов

экспериментальных работ предыдущих исследователей, большие объёмы новых аналитических данных и разноплановый характер экспериментов в широком интервале РТ-параметров и компонентов системы.

Диссертационная работа А.А. Русак представляет собой законченное научное исследование, результатом которого явилось создание количественной петролого-геохимической модели формирования рудоносных редкометальных криолитсодержащих гранитов, в основу которого положено представление о жидкостных несмесимостях, проявляющихся на завершающих этапах фракционирования литий-фтористого гранитоидного магматического расплава.

К тексту диссертации имеются замечания, которые не влияют на полученные результаты и защищаемые положения:

1. Из эксперимента следует, что с понижением температуры от 600 до 500°C из алюмосиликатного расплава начинают кристаллизоваться кварц, литиевая слюда (полилитоинит), щелочной полевой шпат и К-На криолит – «главные породообразующие минералы, характерные для редкометальных гранитов». Почему в этом перечне отсутствует альбит – главный типоморфный породообразующий минерал редкометальных гранитов.

2. Низкий коэффициент распределения лития в системе флюид – расплав является, очевидно, характерной особенностью агпаитовых систем, так как массивы Li-F плюмазитовых редкометальных гранитов (Восточное Забайкалье) постоянно сопровождаются рудоносными зонами региональных литиеносных метасоматитов, что предполагает, безусловно, существенный вынос лития из массива на низкотемпературном гидротермальном этапе? Или этот результат является следствием работы с дистиллированным водным раствором?

3. Судя по экспериментальным данным (рисунок 41 – Проекция призмы $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_{1,5}\text{-SiF}_4\text{-AlF}_3\text{-NaF}$ на основание Si-Al-Na+K), в плюмазитовой системе не проявляется жидкостная несмесимость, как можно представить сценарий развития этой системы? Какова роль лития?

4. Как согласуется представление о жидкостной несмесимости, установленное экспериментально, с результатами исследования расплавных включений в агпаитовых породах?

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы. Оформление текста и иллюстративного материала диссертации и автореферата соответствует установленным требованиям; работа логично изложена и аккуратно оформлена.

По материалам диссертации опубликованы 34 статьи, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в базы цитирования Scopus, Web of Science и рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Результаты работы доложены на конференциях различного уровня и опубликованы в 25 тезисах докладов.

Диссертационная работа Русак Александры Андреевны соответствует паспорту специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, а именно, п. 2 «Физика, химия и термодинамика минералов, современные физико-химические методы исследования минералов» и п.3 «Генетическая минералогия, исследования парагенезисов минералов и эволюции минералогенеза в природных и техногенных системах; экспериментальная минералогия», а также требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным в п. 9-14 Постановления правительства РФ «О порядке присуждения учёных степеней» от 24.09.2013 №842 в действующей редакции от 25.01.2024 (вместе с «Положением о присуждении учёных степеней»), и является научно-квалификационной работой, в которой разработана количественная петролого-геохимическая модель формирования рудоносных редкометальных криолитсодержащих гранитов, а её автор, Русак Александра Андреевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент:

Баданина (Сырицо) Людмила Федоровна

Доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры геохимии

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ), Институт Наук о Земле, кафедра геохимии

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. 7/9

Тел. моб. +7-921- 374-12-91, e-mail: l.badanina@spbu.ru

Я, Баданина (Сырицо) Людмила Федоровна, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

28.11.2024 г.

Подпись
Баданина Л.Ф.

[Подпись]
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ ГУОРИ
9
ХОМУТСКАЯ Л.Н.
28.11.2024



Сведения об официальном оппоненте

Я, Баданина (Сырицо) Людмила Федоровна, даю свое согласие выступить в качестве официального оппонента по диссертации Русак Александры Андреевны на тему «ФАЗОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕЖДУ ФАЗАМИ В ВЫСОКОФТОРИСТОЙ МОДЕЛЬНОЙ ГРАНИТНОЙ СИСТЕМЕ Si-Al-Na-K-Li-F-O-H ПРИ ВЫСОКИХ ТР-ПАРАМЕТРАХ» по специальности 1.6.4 «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

О себе сообщаю:

Фамилия, имя, отчество: Баданина (Сырицо) Людмила Федоровна

Ученая степень, ученое звание: доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация: 04.00.08 – Петрология, вулканология «Мезозойские интрузивные серии Забайкалья и проблемы редкометального рудообразования»

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)

Должность, структурное подразделение: профессор кафедры геохимии Института Наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ)

Адрес организации: Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

Телефон организации: +7 (812) 328-94-89; +7 (812) 325-49-08

Телефон моб. +7 921 926 98 26

e-mail: l.badanina@spbu.ru

Список основных публикаций по теме рецензируемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Breiter K., Badanina E., Ďurišová J., Dosbaba, M., Syritso L. Chemistry of quartz – A new insight into the origin of the Orlovka Ta-Li deposit, Eastern Transbaikalia, Russia. Lithos. 2019. P. 348-361. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.105206>
2. Ivanova A.A., Badanina E.V., Syritso L.F., Borisova E.B. REE-Zr-U-Th-Nb-F Mineralization in Peraluminous Li-F Amazonite Granites of the Turga Massif: A New Geochemical Type of Rare-Metal Granites for Eastern Transbaikalia // Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences, 2020, P. 89–96.

3. Syritso L.F., Ivanova A.A., Badanina E.V., Volkova E.V. Amazonite Li–F Granites with REE–Nb–Zr–Th–U Specialization: Geochemistry, Mineralogy, and Isotope Geochronology of the Turga Massif, Eastern Transbaikalia // Petrology, 2021, 29(1), P. 54–76.

4. Ivanova A.A., Salnikova E.B., Kotov A.B., Syritso L.F., Plotkina Y.V. U–Pb (CA-ID-TIMS) Geochronological Studies of High-Uranium Metamict Zircons // Doklady Earth Sciences, 2021, 498(1), P. 384–387.

5. Badanina E.V., Syritso L.F., Ivanova A.A., Rizvanova N.G. Age and Isotope-Geochemical Characteristics of Ta, Nb, W, Sn Mineralization Associated with Rare-Metal Granites (Khangilay Ore District, Eastern Transbaikalia) // Petrology, 2023, 31(4), P. 383–393.

6. Баданина Е.В., Сырицо Л.Ф., Волкова Е.В., Томас Р. Состав слюд из пород и расплавных включений в кварце Li–F гранитов Орловского массива в Восточном Забайкалье, как генетический индикатор // Записки Российского минералогического общества. 2024, Ч. CLIII, №3, с.181-206.

Я, Баданина (Сырицо) Людмила Федоровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку, в том числе на размещение сведений на сайте ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН.

Баданина (Сырицо) Л.Ф.

28.11.2024

Подпись Л.Ф. Баданиной (Сырицо) удостоверяю:



Подпись от руки	
<i>Баданиной Л.Ф.</i>	
УДОСТОВЕРЯЮ	
Ведущий специалист по кадрам	<i>Томас Р.</i>
« 28 » 11	20 24 г.