

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.062.02, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ЗЕМНОЙ КОРЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27 сентября 2023 г. № 5

О присуждении Хромовой Елене Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Возраст и петрогенезис пород щелочно-ультраосновного карбонатитового Белозиминского массива (Восточный Саян)», по специальности 1.6.3 – петрология, вулканология, принята к защите 03.07.2023 г., протокол заседания № 2, диссертационным советом 24.1.062.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128), приказом Минобрнауки России 831/нк от 20 апреля 2023 г.

Соискатель Хромова Елена Александровна, 04.10.1980 г.р., в 2003 г. окончила Бурятский государственный университет по специальности «Геология» с присуждением квалификации «геолог». В настоящее время работает в Геологическом институте им. Н.Л. Дobreцова Сибирского отделения Российской академии наук (ГИН СО РАН) в должности научного сотрудника лаборатории инструментальных методов анализа.

Диссертация выполнена в лаборатории инструментальных методов анализа ГИН СО РАН.

Научный руководитель – Дорошкевич Анна Геннадьевна, доктор геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией рудоносности щелочного магматизма Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск).

Официальные оппоненты: Савко Константин Аркадьевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой полезных ископаемых и недропользования, ФГБОУ ВО Воронежский Государственный Университет (г. Воронеж); Носова Анна Андреевна, доктор геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией петрографии имени академика А.Н. Заварицкого, ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (г. Москва) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБУН Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (ИПРЭК СО РАН, г. Чита), в своем положительном отзыве, подписанном Юргенсоном Георгием Александровичем, доктором геолого-минералогических наук, профессором, главным научным сотрудником лаборатории Геохимии и рудогенеза, указала, что диссертационная работа посвящена комплексному изучению пород и минералов, слагающих Белозиминский массив, является завершенной научно-квалификационной работой, по теоретическому уровню, новизне, практической значимости соответствует «Положению о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Хромова Елена Александровна, достойна ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – петрология, вулканология.

Соискатель имеет 12 печатных работ по теме диссертации, из них 5 в рецензируемых российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК.

В публикациях приводится минералогическая, геохимическая и Sr–Nd–Pb характеристика ультраосновных щелочных пород и карбонатитов Белозиминского массива,

представлены результаты изучения распределения редкоземельных элементов в минералах из пород комплекса, редкоэлементного и Lu-Hf изотопного состава цирконов, эволюции состава минералов группы пироклора, дается характеристика источников вещества для пород массива. Авторский вклад в представленных работах признан всеми соавторами.

Наиболее значительные работы из числа рецензируемых научных изданий:

1. Doroshkevich A.G., Veksler I.V., Izbrodin I.A., Ripp G.S., **Khromova E.A.**, Posokhov V.F., Travin A.V., Vladykin N.V. Stable isotope composition of minerals in the Belaya Zima plutonic complex, Russia: Implications for the sources of the parental magma and metasomatizing fluids // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2016. – Vol. 26. – P.81–96.
2. Doroshkevich A.G., Veksler I.V., Klemd R., **Khromova E.A.**, Izbrodin I.A. Trace–element composition of minerals and rocks in the Belaya Zima carbonatite complex (Russia): Implications for the mechanisms of magma evolution and carbonatite formation // *Lithos*. – 2017. – Vol. 284–285. – P.91–108.
3. **Хромова Е.А.**, Дорошкевич А.Г., Шарыгин В.В., Избродин И.А., Особенности эволюции состава группы пироклора в карбонатитах Белозиминского массива (Восточный Саян) // *Записки Российского минералогического общества*. – 2017. – Т. 146. – № 1. – С.84–102.
Англоязычный вариант: **Khromova E.A.**, Doroshkevich A.G., Sharygin V.V., Izbrodin I.A. Compositional Evolution of Pyrochlore–Group Minerals in Carbonatites of the Belaya Zima Pluton, Eastern Sayan // *Geology of Ore Deposit*. – 2017. – №. 8. – P.752–764
4. **Хромова Е.А.**, Дорошкевич А.Г., Избродин И.А. Геохимическая и Sr–Nd–Pb характеристики щелочных пород и карбонатитов Белозиминского массива (Восточный Саян) // *Геосферные исследования*. – 2020. – № 1. – С.33–55.
5. Савельева В.Б., Базарова Е.П., **Хромова Е.А.** Минералы стронция и бария в щелочных породах Большетагнинского ийолит-сиенит карбонатитового массива (юго-западная окраина Сибирского кратона) // *Записки Российского минералогического общества*. – 2023. – Т. – №1. – С. 78-101.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все положительные, из них 4 без замечаний. В отзывах отмечена актуальность, новизна, оригинальность и практическая значимость представленной работы, а автор характеризуется как состоявшийся и самостоятельный исследователь, разбирающийся в проблемах петрологии магматических пород и методах их решения.

В качестве критических замечаний и рекомендаций в отзывах на диссертацию и автореферат отмечается следующее:

Официальный оппонент А.А. Носова: в тексте не отражены некоторые последние тенденции в изучении карбонатитов, геотектонический контекст рассмотрен слишком приблизительно, не проведена проверка модели фракционной кристаллизации количественными расчетами, характеристика мантийного источника дана в очень общих терминах и не увязана с геодинамической обстановкой формирования массива.

Официальный оппонент К.А. Савко: слюды по железистости – магнезиальности не относятся к конечным членам изоморфных рядов биотита, а представляют собой магнезиальные биотиты и тетраферрибиотиты, отсутствуют значения модельных возрастов T(DM)Nd по которым судят о возрасте протолита, положительные значения $\epsilon\text{Nd}(T)$ указывают не на деплетированный, а на ювенильный источник, который не обязательно деплетирован.

Ведущая организация ИПРЭК СО РАН (д.г.-м.н., Г.А. Юргенсон): упрощенная формулировка первого защищаемого положения, заключение недостаточно полно отражает результаты исследования и его научное и практическое значение, третье защищаемое положение существенно уже полученных результатов.

Отзывы на автореферат: неясно, за счет фракционирования каких фаз из родительской, вероятно, наиболее примитивной, магмы произошло накопление кремнекислоты для образования нефелин-сиенитовой магмы/расплава, не объяснено различие Hf изотопного состава цирконов (В.Б. Хубанов); осталось неразъясненным влияние постмагматических гидротермальных/метасоматических процессов на породы массива (Е.Н. Козлов, Е.Н. Фомина); излишняя лаконичность первого защищаемого положения (А.В. Толстов, Ю.В.

Данилова, И.С. Шарыгин).

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что ФГБУН Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН широко известен своими достижениями в области геологии и имеет высококвалифицированных специалистов по соответствующим тематике диссертации направлениям. Выбор официальных оппонентов А.А. Носовой и К.А. Савко обоснован тем, что они являются признанными специалистами в области изучения магматических, в том числе щелочных комплексов, минералогии и петрологии и имеют многочисленные публикации, соответствующие теме диссертации. Данный подход обеспечил высокий уровень и объективность оценки диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Проведено детальное минералого-петрографическое, геохимическое и геохронологическое изучение пород, слагающих Белозиминский щелочной карбонатитовый массив. Получены новые данные по химическому и редкоэлементному составу породообразующих и рудных минералов, прослежена изменчивость их состава во времени. Показано, что состав породообразующих и второстепенных минералов отражают процессы формирования щелочных силикатных пород Белозиминского массива способом фракционной кристаллизации. Дана детальная характеристика минералов-носителей РЗЭ. Изучен микроэлементный состав цирконов из карбонатитов массива. Впервые получены изотопные составы Hf и Pb для пород комплекса, построена Pb-Pb изохрона. Ag/Ag методом по флогопиту определен возраст формирования карбонатитов. Изучено изменение состава основного концентрата ниобия – пироклора. Определена стадийность минералообразования в процессе эволюции карбонатитового расплава. Получены Sr-Nd-Hf изотопные данные для пород массива и показано, что их источники отвечают резервуару с умеренно деплетированными изотопными характеристиками.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что соискателем выполнены детальные исследования по проблеме петрогенезиса щелочных силикатных пород и их связи с карбонатитами, которые вносят значительный вклад в понимание механизмов образования и взаимодействия щелочных и карбонатитовых расплавов и флюидов, и процессов, ответственных за их высокую рудоносность.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что изучено влияние факторов, контролирующей миграцию и накопление таких экономически важных элементов, как Ta, Nb, Zr, Hf, РЗЭ, высоко востребованных в современной промышленности. Полученные новые данные о составе рудовмещающих пород, а также химической специализации рудных минералов могут быть важными для составления эффективных технологических схем извлечения основных и попутных полезных компонентов при отработке подобных месторождений, реконструкции процесса рудообразования, факторов оруденения и разработки поисковых критериев.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что они базируются на представительном массиве новых аналитических данных, полученных на современном сертифицированном оборудовании в лучших лабораториях. Анализ минералов выполнен на электронном сканирующем микроскопе с энергодисперсионным спектрометром (EDS) LEO-1430 (система микроанализа IncaEnergy-300), с использованием оборудования центра коллективного пользования «Аналитический центр минералого-геохимических и изотопных исследований» ГИН СО РАН (Улан-Удэ). Часть анализов пироклора и других минералов была проведена на электронных микроскопах в режиме волновой дисперсии (WDS): JEOL Superprobe JXA-8500F (Научно-исследовательский центр по наукам о Земле, Потсдам, Германия) и JEOL JXA-8100 (Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск). Анализ микроэлементов методом LA ICP-MS проводился в шлифах (с использованием аксессуара для лазерной абляции ESI New Wave UP193FX, соединенного с ICP-MS Agilent Technologies 7500i в Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Эрланген, Германия). Измерения изотопного состава Nd и Sr, концентраций Rb, Sr, Sm и Nd проводились в Институте геологии и геохронологии докембрия РАН на многоколлекторном твердофазном

масс-спектрометре Triton. Измерения Pb-изотопного состава выполнены в ЦИИ ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург) на масс-спектрометре Triton. Ar/Ar возраст по флогопиту выполнен в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск). Измерение микроэлементного состава цирконов и Lu-Hf изотопов проводили на ICP MS NexION 300S (PerkinElmer) с приставкой для LA NWR 213 (ESI), размещенных в помещении класса чистоты ИСО 7 в ЦКП «Геоаналитик» (ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург). Теоретические выводы основаны на известных, проверяемых фактах и согласуются с опубликованными данными по теме диссертации. Использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее, по рассматриваемой тематике.

Личный вклад соискателя состоит в том, что автор выполняла пробоотбор и пробоподготовку, проводила петрографические, минералогические и петролого-геохимические исследования. Систематизация, обработка и интерпретация полученных комплексных данных, подготовка основных публикаций по теме работы и текста диссертации проводилась лично автором при консультативном участии руководителя и коллег. Автор апробировала полученные результаты на Российских совещаниях и конференциях и опубликовала их в рецензируемых российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК.

На заседании 27 сентября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Хромовой Елене Александровне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.6.3 – петрология, вулканология, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0.

Председатель (заместитель председателя)
диссертационного совета



Гладкочуб Д.П.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Данилов Б.С.

29 сентября 2023 г.