

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.04
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27 мая 2022 г. № 3

О присуждении **Сергеевой Людмиле Юрьевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Состав и изотопно-геохимическая характеристика циркона из гранулитов далдынской серии Анабарского щита» по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых принята к защите 22 марта 2022 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом ГУ 212.224.04 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России: 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2, приказ Санкт-Петербургского горного университета от 15.06.2020 № 735 адм, с изменениями от 12.02.2021 № 221 адм, от 15.04.2021 № 739 адм.

Соискатель, Сергеева Людмила Юрьевна, 17 февраля 1992 года рождения, в 2015 г. окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». С 2015 по 2018 гг. являлась аспирантом очной формы обучения в федеральном государственном бюджетном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского».

Диссертация выполнена на кафедре минералогии, кристаллографии и петрографии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, доцент, **Скублов Сергей Геннадьевич**, главный научный сотрудник лаборатории

геологии и геодинамики ФГБУН Института геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Каулина Татьяна Владимировна – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией геологии докембрия Геологического института – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»;

Малышев Сергей Владимирович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геохимии Института наук о Земле федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук**, в своем положительном отзыве, подписанном Вовной Галиной Михайловной, д.г.-м.н., старшим научным сотрудником, руководителем лаборатории «Аналитическая химия», Высоцким Сергеем Викторовичем, д.г.-м.н., заведующим научно-исследовательским отделом петрологии и минералогии и Асеевой Анной Валерьевной, к.г.-м.н., научным сотрудником лаборатории «Генетической минералогии и петрологии», секретарем заседания, утвержденным Тарасенко Ириной Андреевной, д.г.-м.н., директором, указала, что полученные результаты комплексного изотопно-геохимического исследования высокометаморфизованных пород Анабарского щита могут быть использованы при составлении Государственных геологических карт, а также в учебных курсах по «Общей геохимии» и «Изотопной геохимии».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 9 статей – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций

на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), и в 1 издании, входящем в международные базы данных и системы цитирования (Web of Science, Scopus).

Общий объем публикаций – 6,56 п.л. вклад соискателя – 2,93 п.л.

Основные публикации в изданиях из Перечня ВАК и в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Web of Science, Scopus).

1. Архейские гранулиты далдынской и верхнеанабарской серий в Джелиндинской глыбе (Анабарский щит Сибирского кратона): геохимия, изотопия, возраст / Н.И. Гусев, В.Е. Руденко, Л.Ю. Сергеева [и др.] // Региональная геология и металлогения. – 2016. – № 66. – С. 30–44.

Соискателем проведен анализ данных результатов U-Pb датирования циркона, Sm-Nd и Lu-Hf изотопных систематик для гранулитов Джелиндинской глыбы Анабарского щита.

2. Сергеева, Л.Ю. Геохимия циркона из гранулитов далдынской серии, Анабарский щит / Л.Ю. Сергеева, С.Г. Скублов, Н.И. Гусев, А.Е. Мельник // Записки Российского минералогического общества. – 2016. – Т. 145, № 6. – С. 20–44.

Соискателем проведен анализ распределения редких и редкоземельных элементов в цирконе из гранулитов.

3. Состав и соотношения ранней и позднеархейских гранулитов в бекелехской толще Анабарского щита (Сибирский кратон) / Н.И. Гусев, Л.Ю. Сергеева, С.Г. Скублов, Н.Г. Бережная, А.Н. Ларионов // Региональная геология и металлогения. – 2017. – № 70. – С. 17–35.

Соискателем проведен анализ данных результатов U-Pb датирования циркона, Sm-Nd и Lu-Hf изотопных систематик для гранулитов бекелехской толщи далдынской серии.

4. Сергеева, Л.Ю. Возраст и происхождение пород далдынской серии Анабарского щита по данным U-Pb датирования циркона, Sm-Nd и Lu-Hf изотопных систематик / Л.Ю. Сергеева, Н.И. Гусев, К.И. Лохов, В.А. Глебовицкий // Геохимия. – 2017. – № 4. – С. 358–362.

Соискателем выполнено U-Pb датирование циркона, проведен анализ данных Sm-Nd и Lu-Hf изотопных систематик для гранулитов далдынской серии.

5. Сергеева, Л.Ю. Возраст и параметры метаморфизма гранулитов Капральско-Джегесского синклинория Анабарского щита / Л.Ю. Сергеева, А.В. Березин, Н.И. Гусев, С.Г. Скублов, А.Е. Мельник // Записки Горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 13–21.

Соискателем проведен анализ P-T параметров гранулитового и амфиболитового метаморфизма гранулитов.

6. Гусев Н.И. Свидетельства переработанной эоархейской коры на Анабарском щите (Сибирский кратон) / Н.И. Гусев, Л.Ю. Сергеева, С.Г. Скублов // Региональная геология и металлогения. – 2019. – № 78. – С. 40–57.

Соискателем проведен анализ данных результатов U-Pb датирования циркона, Sm-Nd изотопной систематики и распределения редких и редкоземельных элементов в цирконе из гранулитов далдынской серии.

7. Реликты эоархейской континентальной коры Анабарского щита, Сибирский кратон / Н.И. Гусев, Л.Ю. Сергеева, А.Н. Ларионов, С.Г. Скублов // Петрология. – 2020. – Т. 28, № 2. – С. 115–138.

Соискателем проведен анализ данных результатов U-Pb датирования циркона, Sm-Nd и Lu-Hf изотопных систематик для гранулитов Хапчанского пояса Анабарского щита.

8. Сергеева, Л.Ю. U-Pb возраст и геохимия детритового циркона из кварцитов далдынской серии (Анабарский щит) / Л.Ю. Сергеева, Н.И. Гусев, С.Г. Скублов // Геохимия. – 2020. – Т. 65, № 6. – С. 609–617.

Соискателем проведен анализ распределения редких и редкоземельных элементов в детритовом цирконе из кварцитов далдынской серии.

9. Гусев Н.И. Свидетельства субдукции палеопротерозойской океанической коры в Хапчанском поясе Анабарского щита Сибирского кратона / Н.И. Гусев, Л.Ю. Сергеева, С.Г. Скублов // Петрология. – 2020. – Т. 29, № 2. – С. 115–135.

Соискателем проведен анализ данных результатов U-Pb датирования циркона, Sm-Nd и Lu-Hf изотопных систематик для гранулитов Ханчанского пояса Анабарского щита.

10. Gusev N.I. Dating the sedimentary protolith of the Daldyn Group quartzite, Anabar Shield, Russia: New Detrital Zircon Constraints / N.I. Gusev, L.Y. Sergeeva, S.G. Skublov // Geosciences. – 2020. – Vol. 10 (6). – 208.

Соискателем проведен анализ данных локального U-Pb датирования и распределения редких и редкоземельных элементов в детритовом цирконе из кварцитов и парагнейсов Анабарского щита.

В диссертации Сергеевой Л.Ю. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные результаты исследования.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: ведущего научного сотрудника Лаборатории метаморфизма и метасоматоза ИГМ СО РАН д.г.-м.н. **И.И. Лиханова**; ведущего научного сотрудника Лаборатории Геологии рудных месторождений ИГЕМ РАН д.г.-м.н., профессора **А.Б. Макеева**; ведущего научного сотрудника ИГГД РАН д.г.-м.н. **Н.А. Арестовой**; руководителя Проекта ФГБУН Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН д.г.-м.н. **В.Ф. Смолькина**; главного научного сотрудника ИГМ СО РАН д.г.-м.н. **А.В. Корсакова**; старшего научного сотрудника ИГХ СО РАН к.г.-м.н. **С.Ю. Скузоватова**; ведущего научного сотрудника лаборатории геохронологии и изотопной геохимии ФИЦ ГИ КНЦ РАН к.г.-м.н. **Н.М. Кудряшова**; главного научного сотрудника лаборатории палеогеодинамики ИЗК СО РАН д.г.-м.н. **Т.В. Донской**; главного научного сотрудника ИГ УФИЦ РАН д.г.-м.н. **С.Г. Ковалева**; ведущего научного сотрудника лаборатории «Тектоника консолидированной коры» д.г.-м.н. **Е.Н. Терехова**; ведущего научного сотрудника ФИЦ ГИ КНЦ РАН к.г.-м.н. **В.Р. Ветрина**; заведующего кафедрой петрологии и вулканологии геологического факультета МГУ д.г.-м.н. **А.Л. Перчука**; и.о. зав. Лабораторией Петро- и рудогенеза ИГГД РАН главного научного сотрудника д.г.-м.н. **Ш.К. Балтыбаева**; старшего научного сотрудника, и.о. руководителя

лаборатории «Физики минералов и функциональных материалов» к.г.-м.н. Д.А. Замятина.

Во всех отзывах дана положительная оценка диссертационной работы, отмечены актуальность темы, научная новизна и практическая значимость проведенных исследований. Вместе с тем, в отзывах содержатся следующие вопросы и критические замечания:

– в автореферате отсутствуют данные по профилированию зональных гранатов по главным элементам, важные для обоснования температурной направленности обменных реакций; в работе не используется геотермобарометрия на основе анализа зональных минералов, которая необходима для корректировки расчетов P-T параметров, выполненных с помощью программ Theriak/Domino, TWQ или Thermocalc; при интерпретации результатов следовало бы показать итоговое P-T положение минеральных ассоциаций и их соотношение с экспериментальными равновесиями (д.г.-м.н. И.И. Лиханов);

– на площади развития пород далдынской серии залегают метаморфизованные пластовые тела ультраосновных пород. Это дает основание предполагать наличие здесь образований коматиитовой серии; кварциты далдынской серии отнесены к метаосадочным породам без обсуждения их природы – терригенной, хемогенной или метаморфической. Этот вопрос является важным для трактовки результатов изотопного анализа; в кварцитах описано несколько популяций циркона. Источник сноса популяции с возрастом 3.0 млрд лет и меньше можно установить на основе результатов изучения циркона из кристаллосланцев, гнейсов и амфиболитов гранулитового комплекса (д.г.-м.н. В.Ф. Смолькин);

– различия в P-T оценках гранулитового этапа и регрессивного амфиболитового этапа метаморфизма незначительны, что делает 2-е защищаемое положение не очень убедительным; отсутствие информации о природе и источнике флюида, приведшего к формированию геохимических характеристик гранулитового циркона из пород далдынской серии и гранулитового циркона из

комплексов Мира, является слабым местом 3-го защищаемого положения (д.г.-м.н А.В. Корсаков);

– имело смысл привести в работе соотношение полученных датировок с имеющимися в литературе оценками возраста протолита пород и возраста метаморфических событий. Новые данные по изотопам гафния в детритовом цирконе Анабарского щита указывают на преимущественно ювенильный источник родоначальных магм, что несколько противоречит сделанным в работе выводам по изотопии кислорода в цирконе из кварцитов; в тексте автореферата имеет место некоторая путаница между понятиями «циркон из гранулитов» и «гранулитовый циркон». Учитывая множество факторов, влияющих на состав новообразованного «гранулитового» циркона, представляется нецелесообразной попытка статистического разделения характеристик циркона и их сравнение для различных гранулитовых комплексов, как минимум без разделения на унаследованный и новообразованный циркон; ряд тезисов, касающихся вещественной эволюции и смены парагенезисов в ходе метаморфизма, в автореферате взаимно не согласованы или нуждаются в дополнительном пояснении (например, в работе утверждается, что изученный «гранулитовый» циркон кристаллизовался в отсутствие граната. Вместе с тем, указано, что ретроградный метаморфизм был наложен на гранат-ортопироксеновые кристаллосланцы, т.е. гранат предполагается равновесным на пике температур) (к.г.-м.н. С.Ю. Скузоватов);

– являются ли геохимические характеристики циркона, отражающие воздействие флюида, только особенностью далдынской серии или это свойственно всем гранулитам Анабарского щита? (к.г.-м.н. Н.М. Кудряшов);

– что представляли собой палеоархейские супракрустальные комплексы, вещество которых было добавлено в магматические расплавы, являвшиеся источником магматических пород с возрастом 3.5 млрд лет? Что явилось причиной регионального амфиболитового метаморфизма с возрастом около 1.92 млрд лет (учитывая, что основные коллизионные события в пределах

Анабарского супертеррейна имели место в интервале 2.0–1.96 млрд лет) ? (д.г.-м.н. Т.В. Донская);

– в разделе научная новизна написано «Установленный для циркона возраст 3.5 млрд лет отражает преобладание в области сноса палеоархейских пород магматических пород». Каким образом возраст пород характеризует области сноса? Фраза «протолитом кристаллосланцев являются основные породы, не содержащие первичного магматического циркона» требует пояснения. Что имеется в виду? В основных породах циркон отсутствовал или плагиокристаллосланцах обнаружен только метаморфогенный циркон? Если первое, то почему в базитах не было циркона? (д.г.-м.н. С.Г. Ковалев);

– отсутствуют ссылки на авторство схемы тектонического строения Анабарского щита (д.г.-м.н. Е.Н. Терехов);

– почему в названии образца «амфиболизированный гранат-ортопироксеновый плагиокристаллосланец» не указывается клинопироксен? Почему клинопироксен не использован для восстановления P-T условий? Исключение граната и клинопироксена из гранулитового парагенезиса не обосновано. Аргумент «повышенное содержание спессартинового компонента свидетельствует об образовании граната на ретроградной стадии метаморфизма» малоубедителен. Содержание Mn в породе зависит, прежде всего, от валового состава и не является критерием проградного или ретроградного процесса; рис. 4 содержит весьма скудную информацию о P-T условиях образования породы. Фазовые P-T диаграммы без парагенезисов, изоплет, химического состава системы и моделей твердых растворов в метаморфической геологии не рассматриваются (д.г.-м.н. А.Л. Перчук);

– не ясно из формулировки 2-го защищаемого положения, делает ли диссертант различие между регрессивным метаморфизмом и наложенным метаморфизмом, т.е. диафторезом? (д.г.-м.н. Ш.К. Балтыбаев).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них исследований и публикаций по тематике диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований:**

– для детритового циркона из кварцитов далдынской серии **установлено** преобладание в области сноса палеоархейских магматических пород;

– для основных гранулитов **определен** возраст и **оценены** условия наложенного метаморфизма амфиболитовой фации;

– для циркона из гранулитов далдынской серии **выявлены** геохимические признаки, отражающие воздействие флюида, обогащенного несовместимыми элементами.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что впервые **получены** изотопно-геохимические характеристики детритового циркона из кварцитов далдынской серии Анабарского щита, **уточнены** возрастные рубежи и Р-Т параметры палеопротерозойского метаморфизма основных гранулитов, **выполнено обобщение и сравнение** редкоэлементного состава циркона из гранулитов далдынской серии Анабарского щита и гранулитовых комплексов Мира.

Значение полученных результатов для практики подтверждается тем, что они использованы при проведении геолого-съемочных работ и составлении Государственных геологических карт и могут быть использованы в учебных курсах по «Общей геохимии» и «Изотопной геохимии».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в их основу положен представительный фактический материал, изученный с применением современных методов анализа горных пород и минералов и обработки полученной информации.

Личный вклад соискательницы заключается в постановке цели и задач диссертационного исследования, обработке и интерпретации полученных аналитических данных.

В ходе защиты диссертации соискатель Сергеева Л.Ю. ответила на задаваемые ей вопросы и убедительно аргументировала защищаемые научные положения.

На заседании 27 мая 2022 года диссертационный совет принял решение присудить **Сергеевой Л.Ю.** ученую степень кандидата геолого-минералогических наук за существенный вклад в решение проблемы эволюции состава и изотопно-геохимических характеристик циркона из полиметаморфических пород далдынской серии, отражающих историю развития континентальной коры Анабарского щита.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали за – 14, против – 2, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Марин Юрий Борисович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Гульбин Юрий Леонидович

27.05.2022 г.