

**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 12 декабря 2024 г. № 4

О присуждении Ефремовой Ульяне Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Геодинамическая эволюция центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы в протерозое», по специальности 1.6.1 – «Общая и региональная геология, геотектоника и геодинамика», принята к защите 09.10.2024, протокол заседания № 3, 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 Ефремова Ульяна Сергеевна, 6 мая 1995 года рождения, в 2019 году окончила Санкт-Петербургский государственный университет по образовательной программе 05.04.01 - «Геология», профиль «Минералогия и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых» с присуждением квалификации «магистр геологии». С 2021 по 2023 год проходила очное обучение в аспирантуре при ФГБУН Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по направлению подготовки 05.06.01 – «Науки о Земле».

В настоящее время работает в ИЗК СО РАН в должности младшего научного сотрудника лаборатории палеогеодинамики.

Диссертация выполнена в лаборатории палеогеодинамики ИЗК СО РАН. Научный руководитель – Донская Татьяна Владимировна, д.г.-м.н., главный научный сотрудник лаборатории палеогеодинамики ИЗК СО РАН.

Официальные оппоненты: Минина Ольга Романовна, доктор геолого-минералогических наук, зам. директора по научной работе ФГБУН Геологического института им. Н.Л. Добрецова СО РАН (ГИН СО РАН), г. Улан-Удэ, и Романюк Татьяна Валентиновна, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ФГБУН Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН), г. Москва, дали

положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН), г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Каныгиной Надеждой Андреевной, кандидатом геолого-минералогических наук, старшим научным сотрудником лаборатории геодинамики позднего докембрия и фанерозоя, указала, что представленная диссертационная работа является законченным исследованием и соответствует всем критериям, установленным в Положении о порядке присуждения ученых степеней для кандидата наук, а ее автор достоин присуждения искомой степени по специальности 1.6.1 – «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика».

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, включая научные статьи и тезисы докладов, из них 5 статей опубликовано в рецензируемых научных изданиях.

В публикациях охарактеризованы метаморфизованные терригенные породы харгитуйской, иликтинской и анайской свит, относимые к раннепротерозойской сарминской серии, широко распространенной в пределах центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы. Приводятся результаты U-Pb (LA-ICP-MS) геохронологических исследований зерен детритового циркона, а также петрографические и изотопно-геохимические данные, позволяющие определить возраст формирования, источники вещества и условия осадконакопления пород сарминской серии, на основании чего предложена интерпретация отдельных этапов эволюции Аkitканского орогенного пояса. Представлены изотопно-геохимические характеристики даек долеритов Прибайкальского дайкового поля центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы, а также приведены первые надежные определения возраста по бадделеиту палеопротерозойских даек диоритов, входящих в состав Южно-Сибирского постколлизийного магматического пояса. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Авторский вклад в представленных работах признан всеми соавторами.

Наиболее значимые работы из числа рецензируемых научных изданий:

1. Ефремова У.С., Донская Т.В., Мазукабзов А.М., Гладкочуб Д.П., Хубанов В.Б. Положение анайской свиты в разрезе протерозоя Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы // Геодинамика и тектонофизика. – 2023. – Т. 14. – № 2. – 0695.

2. Донская Т.В., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М., Демонтерова Е.И., Ефремова У.С. Геохимические критерии разделения протерозойских долеритов даек центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирского кратона // Геохимия. – 2023. – Т. 68. – № 5. – С. 488–507.

3. Efremova U.S., Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Mazukabzov A.M., Ivanov A.V., Bryansky N.V. Division of the Early Proterozoic Khargitui Formation of the Sarma Group (Akitkan Orogenic Belt, Siberian Craton) into different age sequences based on the results of U–Pb isotopic analysis of zircon // *Doklady Earth Sciences*. – 2024. – V. 517. – No. 1. – P. 1119–1125.

4. Ефремова У.С., Донская Т.В., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М., Иванов А.В., Брянский Н.В. Раннепротерозойские отложения иликтинской свиты как индикаторы эволюции Аkitканского орогена (юг Сибирского кратона) // *Геология и геофизика*. – 2024. – Т. 65. – № 5. – С. 631–654.

5. Донская Т.В., Гладкочуб Д.П., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Бадашкова Е.Е., Мазукабзов А.М., Ковач В.П., Ефремова У.С. Возраст и петрогенезис раннепротерозойских диоритов даек Байкальского выступа фундамента Сибирского кратона // *Геология и геофизика*. – 2024. – Т. 65. - № 11.

На диссертацию и автореферат поступил 21 отзыв, все положительные. В 7 из них не высказано никаких замечаний. В качестве достоинств работы в отзывах отмечено: актуальность, научная новизна, комплексный подход и высокий научно-методический уровень исследования, глубокая проработка поставленной проблемы и обоснованность защищаемых положений.

В качестве основных замечаний можно выделить:

В работе не хватает детальных геологических карт и схем участков работ, фотографий обнажений и образцов, координат мест отбора проб (д.г.-м.н. О.Р. Минина, к.г.-м.н. Н.А. Каньгина). Не хватает обновленной стратиграфической схемы протерозоя Сарминского сегмента (д.ф.-м.н. Т.В. Романюк, к.г.-м.н. Н.А. Каньгина). Выводы, сделанные относительно анайской свиты опираются на изучение одного образца, следовало бы дополнить коллекцию (к.г.-м.н. Н.А. Каньгина, д.г.-м.н. О.Р. Минина, к.г.-м.н. В.В. Марусин, к.г.-м.н. Б.Б. Кочнев). Следовало бы привести геодинамическую модель, отображающую каждую стадию эволюции центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы в археопротерозое (к.г.-м.н. Н.А. Каньгина, д.ф.-м.н. Т.В. Романюк). Не вполне понятна трактовка условий формирования терригенных отложений иликтинской свиты, поскольку соискатель указывает, что эти породы являются индикаторами эволюции орогена, в то время как обстановки формирования обозначаются, как рифтогенные (Н.И. Гусев, д.г.-м.н. О.М. Туркина). Не изучены метаэффузивы, имеющиеся в разрезах харгитуйской и иликтинской свит (д.г.-м.н. С.Д. Великославинский, к.г.-м.н. Е.В. Толмачева, Н.И. Гусев).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим: ФГБУН ГИН РАН является ведущим учреждением страны в области наук о Земле, а основные направления деятельности института напрямую связаны с изучением глобальных и

региональных стратиграфических схем, тектонических и геодинамических моделей формирования и эволюции основных структур континентов и океанов, а сотрудники института являются высококвалифицированными специалистами по направлениям, соответствующим тематике диссертации. Д.г.-м.н. Ольга Романовна Минина является крупным специалистом в региональной геологии, изучении осадочных пород и реконструкции обстановок осадконакопления. Д.ф.-м.н. Татьяна Валентиновна Романюк является известным специалистом в области изучения осадочных пород и реконструкции источников сноса с применением оценки возраста зерен детритового циркона.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований впервые с использованием современных аналитических методов проведены комплексные петрографические, изотопно-геохимические и геохронологические исследования терригенных пород, относимых к раннепротерозойской сарминской серии Ачитканского орогенного пояса Сибирского кратона. Совокупность полученных данных позволила установить время формирования, источники и условия осадконакопления изученных пород. В диссертации приведены доказательства, что в единую харгитуйскую свиту сарминской серии объединены породы разного возраста. Впервые предложена модель геодинамической эволюции Сарминского сегмента Ачитканского орогенного пояса Сибирского кратона (центральная часть Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы) в протерозое.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что полученные новые данные существенно дополняют представления об основных этапах эволюции Ачитканского орогенного пояса. Применительно к проблематике диссертационной работы использован комплексный подход с применением U-Pb (LA-ICP-MS) анализа для датирования зерен детритового циркона и детальных изотопно-геохимических и петрографических исследований, обеспечивающих получение принципиально новых результатов при расчленении древних метаморфизованных терригенных толщ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в том, что полученные данные могут быть использованы при составлении геологических карт и стратиграфических схем нового поколения, а также для глобальных палеогеодинамических реконструкций докембрийских суперконтинентов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в основу работы положен представительный фактический материал, включающий большой массив геологических и аналитических данных. В ходе настоящего исследования было изучено более 90 петрографических шлифов пород сарминской серии, а также определены содержания петрогенных оксидов и концентрации редких и редкоземельных элементов в 80 пробах.

Определение содержаний петрогенных оксидов выполнено методами атомно-абсорбционного, спектрофотометрического и рентгенофлуоресцентного анализов (ИЗК СО РАН, ИГМ СО РАН). Определение концентраций Co, Ni, Sc, V, Cr выполнено методами количественного спектрального и рентгенофлуоресцентного анализов (ИЗК СО РАН). Определение содержаний остальных редких и редкоземельных элементов выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) на квадрупольных масс-спектрометрах Agilent 7500ce и Agilent 7900 (Agilent Technologies Inc., США) (Лимнологический институт СО РАН, ИЗК СО РАН). Определение изотопного состава Nd выполнено для 5 проб при помощи масс-спектрометра FinniganMAT262 (ИЗК СО РАН). U-Pb изотопный анализ зерен циркона выполнен в 10 пробах терригенных пород сарминской серии методом LA-ICP-MS на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7900 с эксимерным лазером Analyte Excite и ячейкой двойного объема HelEx II (ИЗК СО РАН) и на масс-спектрометре высокого разрешения Element XR (Thermo Fisher Scientific), соединенным с приставкой для лазерного прибора UP-213 (ГИН СО РАН). При интерпретации результатов, кроме авторских данных, полученных в ходе проведения настоящего исследования, использовались материалы из опубликованных работ, которые включали в себя результаты геологического картирования масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000, а также данные специальных стратиграфических, геохронологических, петрологических и геодинамических исследований, проведенных как для всей южной окраины Сибирского кратона, так в пределах рассматриваемого региона. Полученные данные представлены в публикациях в рецензируемых изданиях и апробированы на российских и международных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в том, что автор принимала участие в экспедиционных работах, включающих сбор каменного материала. Автором самостоятельно были проведены описание петрографических шлифов и подготовка проб для аналитических исследований. При непосредственном участии автора были проведены пробоподготовка и геохронологические исследования зерен детритового циркона методом LA-ICP-MS на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7900 в центре коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН. Автор самостоятельно провела комплексную обработку и интерпретацию полевых, аналитических и ранее опубликованных данных, а также сформулировала основные научные выводы диссертационной работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: правомочность объединения в харгитуйскую свиту пород разного возраста; по применимости диаграммы  $\epsilon_{Nd}(t)$  – U-Pb возраст для осадочных пород; необходимость объяснения присутствия цирконов с редкой для всей Земли датировкой - 2,3 млрд. лет.

Соискатель Ефремова У.С. согласилась с замечаниями, ответила на задаваемые ей в

ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию: в работе как раз показано, что в ранее выделявшуюся единую харгитуйскую свиту были объединены породы, которые имеют разный возраст формирования, источники вещества и изотопные характеристики, что в настоящий момент указывает на то, что каждую из выделенных групп пород следует рассматривать, как отдельные стратоподразделения; диаграмма  $\epsilon_{Nd}(t) - U-Pb$  возраст была использована как инструмент для того, чтобы установить дополнительные различия между исследуемыми группами пород; присутствие в источниках сноса цирконов с возрастом 2.3 млрд лет нетипично для исследуемой территории, поскольку в пределах всей южной окраины Сибирского кратона магматические образования с таким возрастом неизвестны, однако полученные данные свидетельствуют о том, что они есть, и, возможно, при более детальных исследованиях фундамента Анабарского супертеррейна, в настоящий момент перекрытого чехлом, магматические комплексы с возрастом около 2.3 млрд лет будут обнаружены.

На заседании 12 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение за комплексное изучение докембрийских метатерригенных пород сарминской серии, позволившее восполнить пробелы в понимании геодинамической эволюции Аkitканского орогенного пояса в протерозое, что является актуальной научной задачей, имеющей важное значение для развития наук о Земле, присудить Ефремовой Ульяне Сергеевне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 8 докторов наук по специальности 1.6.1. – «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика», участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета



член-корреспондент РАН Гладкозуб Дмитрий Петрович.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

кандидат геолого-минералогических наук Данилов Борис Станиславович

12 декабря 2024 г.