



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ФГБУН ИЗК СО РАН  
Член-корр. РАН, д.г.-м.н.

Д.П. Гладкочуб

» 19 2024 г.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института земной коры  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИЗК СО РАН)

Диссертационная работа «ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАЙКАЛЬСКОГО ВЫСТУПА ФУНДАМЕНТА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В ПРОТЕРОЗОЕ» выполнена в лаборатории палеогеодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН).

В период подготовки диссертации Ефремова Ульяна Сергеевна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) в должности ведущего инженера (с 01.10.2020 г. по 05.2023 г.), с 05.2023 г. – в должности младшего научного сотрудника лаборатории палеогеодинамики.

В 2019 г. окончила Санкт-Петербургский государственный университет с присуждением квалификации магистр геологии.

В 2023 г. окончила аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Документы о сдаче кандидатских экзаменов выданы Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Иркутским научным центром Сибирского отделения Российской академии наук (ИНЦ СО РАН) по предметам «История и философия науки» в 2021 г., «Английский язык» в 2021 г. и Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по предмету «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика» в 2022 г.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук Донская Татьяна Владимировна – работает в должности главного научного сотрудника лаборатории палеогеодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН).

Материалы диссертации представлены соискателем на Геологической секции Ученого совета ИЗК СО РАН.

## ПРИСУТСТВОВАЛИ:

-члены секции: *чл.-корр. РАН*: Е.В. Скляр, Д.П. Гладкочуб; *доктора геол.-мин. наук*: Н.И. Акулов, А.Г. Вахромеев, Т.В. Донская, П.И. Дорогокупец, А.В. Иванов, А.М. Мазукабзов, А.Г. Ревенко; *кандидаты геол.-мин. наук*: А.С. Гладков, Б.С. Данилов, Ю.В. Данилова, Е.И. Демонтерова, А.М. Дымшиц, Г.В. Пашкова, Т.М. Сквитина, Н.Н. Ухова, И.С. Чувашова, С.И. Школьник, А.А. Щетников, Т.А. Ясныгина.

**Заслушали:** доклад У.С. Ефремовой «ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАЙКАЛЬСКОГО ВЫСТУПА ФУНДАМЕНТА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В ПРОТЕРОЗОЕ».

**Вопросы задавали** (всего – 8 вопросов): д.г.-м.н. А.В. Иванов (2), член-корр. РАН Д.П. Гладкочуб (1), д.г.-м.н. А.Г. Ревенко (2), к.г.-м.н. А.М. Дымшиц (1), член-корр. Е.В. Скляр (1), к.г.-м.н. С.И. Школьник (1).

### **Был заслушан:**

- отзыв научного руководителя доктора геол.-мин. наук Т.В. Донской.

### **Выступления специалистов, ознакомившихся с работой до заседания:**

- член-корр. РАН Е.В. Скляр.

**В обсуждении приняли участие:** д.г.-м.н. Т.В. Донская, д.г.-м.н. А.В. Иванов, д.г.-м.н. А.М. Мазукабзов, чл.-корр. РАН Д.П. Гладкочуб, чл.-корр. Е.В. Скляр.

### **По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

**Объектом исследования** являются раннепротерозойские метаморфизованные терригенные породы, относимые к сарминской серии Аkitканского орогенного пояса и являющиеся наиболее древними метаосадочными образованиями в пределах центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы.

### **Актуальность темы исследования**

Результаты исследований метаморфизованных терригенных пород сарминской серии, распространенной в пределах Сарминского сегмента (центральная часть Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы) Аkitканского орогенного пояса, проведенные с привлечением современных прецизионных методик, позволили получить данные о времени формирования, источниках и условиях осадконакопления исследуемых пород, что, в свою очередь, позволило заполнить пробелы при интерпретации различных этапов эволюции Аkitканского орогенного пояса, как одной из важнейших структур в составе Сибирского кратона.

**Целью** данного исследования является создание модели геодинамической эволюции Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса Сибирского кратона (центральная часть Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы) в протерозойское время.

### **Основные задачи исследований:**

1. Сбор и анализ опубликованных геологических данных по рассматриваемому региону.
2. Проведение полевых геологических исследований и отбор каменного материала из пород сарминской серии.
3. Проведение детальных петрографических, геохимических и изотопных исследований терригенных пород, относимых к сарминской серии.
4. Проведение U-Pb (LA-ICP-MS) исследования зерен детритового циркона из пород сарминской серии.
5. Интерпретация полученных данных и их сопоставление с опубликованными материалами.



6. Выделение основных этапов в геодинамической эволюции Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса Сибирского кратона (центральная часть Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы) в протерозое.

#### **Фактический материал и методы исследования**

В основе работы лежат материалы, собранные автором в процессе полевых работ 2021–2022 гг. В ходе проведения полевых исследований были изучены коренные обнажения и собран каменный материал в пределах выходов пород раннепротерозойской сарминской серии. Полевые исследования были проведены на территории Ольхонского района Иркутской области и сосредоточены к северу и югу от пос. Онгурен, где обнаруживаются коренные выходы пород как харгитуйской, так и иликтинской свит, на правом борту р. Малая Иликта, где обнажаются породы иликтинской свиты, а также на обоих бортах р. Анга к западу от пос. Еланцы, где также известны выходы пород харгитуйской свиты. Кроме того, часть каменного материала была получена автором от коллег и наставников. 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 изотопного состава Nd выполнено для 5 проб. U-Pb изотопный анализ циркона выполнен в 10 пробах терригенных пород сарминской серии. 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.

#### **Научная новизна и теоретическая значимость работы**

1. Впервые с использованием современных аналитических методов проведены комплексные петрографические, изотопно-геохимические и геохронологические исследования терригенных пород, относимых к раннепротерозойской сарминской серии Аkitканского орогенного пояса Сибирского кратона.

2. На основании совокупности полученных данных установлен возраст формирования, источники и условия осадконакопления терригенных пород, относимых к сарминской серии.

3. Впервые приведены доказательства, что в единую харгитуйскую свиту сарминской серии были объединены породы разного возраста.

4. Впервые предложена модель геодинамической эволюции Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса Сибирского кратона (центральная часть Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы) в протерозое.

#### **Практическая значимость исследования**

Полученные в ходе проведения данного исследования результаты могут быть использованы при составлении геологических карт и стратиграфических схем нового поколения. Кроме того, полученные данные могут использоваться для глобальных палеогеодинамических реконструкций докембрийских суперконтинентов.

#### **Личный вклад**

Автор принимала участие в экспедиционных полевых 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.

#### **Степень достоверности и апробация результатов**

Результаты, полученные в ходе проведения данного исследования, изданы в 15 печатных изданиях, в том числе в 5 статьях в рецензируемых научных журналах (Геодинамика и тектонофизика; Геология и геофизика; Геохимия; Доклады Российской академии наук. Науки о Земле):

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., 2024. 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 Science, 517 (1), 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.

Основные выводы, сделанные в рамках настоящего исследования, были представлены на всероссийских и международных конференциях: Всероссийское научное совещание «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту» (г. Иркутск, 2021, 2022, 2023 гг.); Всероссийское молодежное совещание «Строение литосферы и геодинамика» (г. Иркутск, 2021, 2023 гг.); VI Всероссийская молодежная научная конференция, посвященная памяти академика Н.Л. Добрецова (г. Улан-Удэ, п. Горячинск, 2021 г.); VIII Российская конференция по изотопной геохронологии (г. Санкт-Петербург, 2022 г.); X International Siberian Early Career GeoScientists Conference: Proceedings of the Conference (Novosibirsk, 2022); Geological International Student Summit (СПбГУ, г. Санкт-Петербург, 2022, 2023 гг.):

1. У.С. Ефремова, Т.В. Донская, Д.П. Гладкочуб, А.М. Мазукабзов, К.-Л. Ван, Х.-Я. Ли. Особенности состава и возраста метаморфических пород харгитуйской свиты (Западное Прибайкалье). Материалы Всероссийского совещания «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту», 19-22 октября 2021 года (ИЗК СО РАН. Иркутск).



2. У.С. Ефремова. Петрографическая характеристика и оценка возраста метаморфических пород харгитуйской свиты Западного Прибайкалья. Материалы XXIX Всероссийской молодежной конференции «Строение литосферы и геодинамика», 11-16 мая 2021 года (ИЗК СО РАН, Иркутск).

3. У.С. Ефремова. Петрографо-геохимическая характеристика метаморфических пород харгитуйской свиты Западного Прибайкалья. Материалы VI Всероссийской молодежной научной конференции, посвященной памяти академика Н.Л. Добрецова, 23-27 августа 2021 года (ГИН СО РАН, Улан-Удэ).

4. У.С. Ефремова, Т.В. Донская, А.М. Мазукабзов. Новые данные о возрасте пород анайской и харгитуйской свит Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы. Geological International Student Summit 2022, 8-10 апреля 2022 года (ИНОЗ СПбГУ).

5. У.С. Ефремова, Т.В. Донская, Д.П. Гладкочуб, А.М. Мазукабзов, Н.В. Брянский. Состав, U-Pb возраст детритовых цирконов и источники вещества терригенных пород иликтинской свиты (Западное Прибайкалье). Материалы Всероссийской конференции «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту», 18-21 октября 2022 года (ИЗК СО РАН, Иркутск).

6. Efremova U.S., Donskaya T.V. Petrography, U-Pb detrital zircon geochronology and provenance of the Ilkta Formation of the Siberian craton (western Baikal area). X International Siberian Early Career GeoScientists Conference: Proceedings of the Conference (13-17 June 2022, Novosibirsk, Russia)/ IGM SB RAS, IPPG SB RAS, NSU. – Novosibirsk.

7. У.С. Ефремова, Т.В. Донская, Д.П. Гладкочуб, А.М. Мазукабзов, А.В. Иванов, Н.В. Брянский. Оценка возраста детритовых цирконов как инструмент в разделении сильно дислоцированных метаморфических толщ (на примере харгитуйской свиты Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы). Возраст и корреляция магматических, метаморфических, осадочных и рудообразующих процессов. Материалы VIII Российской конференции по изотопной геохронологии (Санкт-Петербург, 7–10 июня 2022 г).

8. У.С. Ефремова, Т.В. Донская. U-Pb возраст детритовых цирконов, состав и источники вещества терригенных пород иликтинской свиты (Западное Прибайкалье). Geological International Student Summit 2022, 6-10 апреля 2023 года (ИНОЗ СПбГУ).

9. У.С. Ефремова, Т.В. Донская, Д.П. Гладкочуб, А.М. Мазукабзов, А.В. Иванов, Н.В. Брянский. U-Pb возраст детритовых цирконов из протерозойских пород харгитуйской свиты (Западное Прибайкалье). Материалы XXX Всероссийской молодежной конференции «Строение литосферы и геодинамика», 16-21 мая 2023 года (ИЗК СО РАН, Иркутск).

10. У.С. Ефремова, Т.В. Донская, Д.П. Гладкочуб, А.М. Мазукабзов, А.В. Иванов, Н.В. Брянский. Обоснование выделения трех разновозрастных толщ в составе харгитуйской свиты сарминской серии (Западное Прибайкалье). Материалы Всероссийской конференции «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту», 17-22 октября 2023 года (ИЗК СО РАН, Иркутск).

Все вышеизложенное позволяет утверждать, что диссертационная работа У.С. Ефремовой **соответствует паспорту специальности:**

Диссертационная работа представляется по научной специальности 1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика. Согласно паспорту научной специальности 1.6.1 работа соответствует пунктам № 1, 3, 4, 5.

Пункт 1. «Разработка структурно-формационной зональности регионов на основе анализа возраста, стратиграфического расчленения, состава и строения выделяемых в

регионе вещественных комплексов. Расшифровка формационной принадлежности вещественных комплексов, реконструкция вертикальных и латеральных формационных рядов», так как по результатам проведенных исследований установлены возрасты и особенности формирования пород иликтинской и анайской свит, а также трех разновозрастных групп пород, выделенных в составе харгитуйской свиты, которые накапливались в пределах Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса, и отражают наиболее ранние этапы его формирования.

Пункт 3. «Модели геологического развития регионов: разработка пространственно-временных моделей их развития и анализ закономерностей изменения состава и строения осадочных, вулканогенно-осадочных, магматических и рудных формаций». Для временных интервалов 2.7–2.5, 2.15–1.95, 1.95–1.91, 1.0–0.72 млрд лет на основании изучения состава пород иликтинской, харгитуйской и анайской свит установлены особенности геологического развития центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы.

Пункт 4. «Геодинамические модели формирования структурно-формационных комплексов (осадочных, магматических и метаморфических) применительно к конкретному региону, их сравнительная характеристика». Совокупность полученных результатов исследования пород, относимых к сарминской серии, а также на основании анализа уже имеющихся опубликованных данных по геологическим комплексам, развитым в пределах центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы, предложена модель геодинамической эволюции Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса в протерозойское время.

Пункт 5. «Теория и решение прикладных задач геологического картирования». Полученные данные петрографических, геохронологических и изотопно-геохимических исследований позволили определить положение иликтинской и анайской свит, а также трех разновозрастных групп пород, выделенных в составе харгитуйской свиты, в разрезе исследуемого региона. Эти данные могут быть использованы при составлении геологических карт нового поколения и корреляции близковозрастных комплексов, известных в пределах смежных регионов.

При экспертизе текста диссертации, публикаций, а также результатов проверки текста системой «Антиплагиат» установлено, что оригинальных блоков в диссертации – 89.02 %, заимствованных источников в диссертации – 10.98 %:

- соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено;

- сведения, представленные соискателем об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны;

- в тексте диссертации соискателем отмечено, какие результаты им получены лично, а какие – в соавторстве.

Работа Ульяны Сергеевны Ефремовой «ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАЙКАЛЬСКОГО ВЫСТУПА ФУНДАМЕНТА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В ПРОТЕРОЗОЕ» является законченным исследованием, имеет научную и прикладную значимость и рекомендуется к представлению в диссертационный совет при ФГБУН ИЗК СО РАН для защиты на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.



Заключение принято на заседании Геологической секции Ученого совета ИЗК СО РАН. Присутствовали на заседании 21 член Геологической секции Ученого совета ИЗК СО РАН, председатель – член-корр. РАН Е.В. Скляр, секретарь – к.г.-м.н. С.И. Школьник. Результаты открытого голосования по вопросу о принятии заключения по диссертации У.С. Ефремовой: за – 21, против – 0, воздержалось – 0. Протокол № 221 от 4 сентября 2024 г.

Председатель Геологической секции  
Ученого совета ИЗК СО РАН  
член-корр. РАН

Е.В. Скляр

Секретарь Геологической секции  
Ученого совета ИЗК СО РАН  
к.г.-м.н.

С.И. Школьник