

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ КНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ФИЦ КНЦ РАН
академик РАН



С. В. Кривовичев

« 4 » апреля 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Кучеровского Глеба Алексеевича «Архейский интрузивный базитовый магматизм западной окраины Водлозерского домена Карельской провинции Фенноскандинавского щита (этапы, геохимия, источники)», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 Петрология, вулканология

В диссертационной работе Кучеровского Глеба Алексеевича представлены результаты комплексного петрологического исследования, включая данные современных геохимических, изотопно-геохимических и геохронологических методов. Цель исследования заключается в установлении времени внедрения, условий образования и эволюции расплавов базитового состава, внедрившихся на западе Водлозерского домена Карельской провинции в мезо- и неоархейское время.

Заявленная цель находится в контексте решения таких фундаментальных задач, как определение геодинамических обстановок ранней Земли и установление тектонических режимов формирования древней коры. Известно, что исследование особенностей химического и изотопного состава основных магматических пород предоставляет важную

информацию о процессах в мантии Земли на момент их образования. В связи с этим **актуальность** диссертационной работы не вызывает сомнений.

Задачи исследования, включающие 1) исследование геологического строения реперных участков северо-западной окраины Водлозерского домена, 2) выделение основных этапов базитового магматизма на основе геологических данных и определение их возраста на основе изотопно-геохронологических данных, 3) выявление особенностей химического состава базитовых интрузий по главным, редким и редкоземельным элементам, 4) определение условий магмообразования для каждого из выделенных этапов методами численного моделирования по главным и редким элементам. Выполнение этих задач позволило диссертанту 1) обнаружить в пределах двух реперных участков северо-западной окраины Водлозерского домена различающиеся по геологическому положению архейские породы основного состава и отобрать каменный материал для исследования, 2) выделить четыре этапа архейского базитового интрузивного магматизма, 3) охарактеризовать черты сходства и различия между продуктами выделенных этапов магматизма и 4) сформулировать оригинальные представления о моделях магмогенерации для каждого выделенного этапа.

Автором впервые получены изотопно-геохронологические данные, подтверждающие последовательность внедрения базитовых интрузий западной окраины Водлозерского домена в пределах Палаламбинского и Остерского зеленокаменных поясов, что обуславливает **научную новизну** работы.

Практическая значимость работы определяется, прежде всего, тем, что ее результаты могут быть использованы при проведении геологического картирования архейских образований Водлозерского домена и при составлении местной стратиграфической шкалы, что, в определенной степени, является фундаментом, на который опирается планирование поисковых и геологоразведочных работ на различные типы оруденения, в данном случае – медно-никелевого и платинометального.

В основу диссертации положены результаты геологических, геохимических, изотопно-геохимических исследований 82 образцов, отобранных из всех разновидностей основных пород в пределах опорных участков. Кроме этого, получены новые U-Pb датировки по четырем геохронологическим пробам. Достоверность полученных результатов определяется использованием **современных прецизионных методов исследования**, поставленных в работу в аккредитованных лабораториях.

По теме диссертации **опубликовано** 17 работ, в том числе пять статей в журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты работы прошли апробацию на девяти крупных российских научных конференциях.

Структура работы.

Диссертация объемом 136 страниц состоит из титульного листа, оглавления, введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и содержит 75 рисунков и 12 таблиц. Список литературы включает 95 наименований.

Введение кратко с достаточной полнотой отражает цель, задачи, актуальность, новизну и практическую значимость работы, а также представляет фактический материал, методы исследования и положения, выносимые автором на защиту.

Глава 1 представляет собой обзор представлений о геологическом строении Карельской провинции Фенноскандинавского щита и описывает строение Водлозерского домена. В главе дана геологическая характеристика опорных участков, в пределах которых изучались базитовые интрузии. Кроме этого, глава содержит краткое изложение истории изучения района исследований, которое, по мнению, рецензента можно было бы расширить и вывести в отдельную главу.

В **главе 2** приведена петрографическая характеристика исследованных базитов, представленных разнообразными амфиболитами, которые названы автором, для удобства восприятия, согласно предполагаемой интрузивной природе этих пород (габбро, диориты и т.д.). Дополнительно в этой главе приводится более детальное авторское описание геологических взаимоотношений между изученными породами в пределах опорных участков. На основании детального геологического описания диссертант делает вывод о четырех магматических этапах проявления базитового магматизма.

В **главе 3** приведены результаты локального U-Pb датирования циркона, выделенного из пород всех четырех этапов. На основании материалов главы 1 и полученных определений возраста сформулировано первое защищаемое положение, постулирующее этапы интрузивного магматизма в районе исследования и уточняющее архейский возраст каждого этапа. В качестве рекомендации необходимо отметить, что геохронологические датировки принято приводить с указанием ошибок определения, которые отсутствуют в защищаемом положении.

Глава 4 посвящена результатам изучения химического состава базитов и содержит также сравнение пород разных магматических этапов. Сравнение показывает серию черт сходства и различия химического состава пород разных этапов, позволяя диссертанту констатировать различие геохимических характеристик продуктов магматизма каждого этапа во втором защищаемом положении. Общим недостатком глав 3 и 4 является чрезвычайно краткая характеристика использованных методов (ICP-MS, SHRIMP), развернутый вариант которой мог бы выгодно смотреться в отдельной главе «Материалы и методы».

В **главе 5** приводятся сложившиеся у автора представления о процессах образования мантийных расплавов. В главе 5 кратко описаны подходы и методы моделирования условий зарождения и эволюции расплавов пород различных этапов. На основании геохимических и изотопно-геохимических данных определен источник расплава для каждого этапа. Кроме этого, приведены расчеты Р-Т параметров зарождения и эволюции расплавов. На основании авторских петрогенетических построений сформулировано третье защищаемое положение, которое характеризует мантийные источники расплавов для каждого этапа магматизма.

В **заключении** обобщены основные результаты из 2, 3, 4 и 5 глав и перечислены перспективы дальнейших исследований древнего Водлозерского домена с целью создания надежных геодинамических моделей ранней Земли.

На основании полученных результатов Глеб Алексеевич, таким образом, выдвигает три **защищаемых положения**, которые представляются обоснованными приведенными в диссертационной работе материалами.

В целом работа представляет собой законченное исследование, выполненное на современном аналитическом оборудовании. Вместе с тем, помимо обозначенных выше комментариев по структуре текста, следует отметить несколько общих и редакционных **замечаний и вопросов**:

1) В главе 1 диссертант творчески подходит к составлению рисунка, отражающего геологическое строение восточной части Фенноскандинавского щита (Рисунок 1). Судя по тексту и конфигурации рамки, автор составил этот рисунок самостоятельно, опираясь на труды геологической службы Финляндии (The Archean ..., 2012) и «другие» работы. Не вполне понятно, что помешало автору указать, какие еще работы привлекались для составления этого важного рисунка, ориентирующего читателя в геологической обстановке региона, или воспользоваться формой (The Archean ..., 2012 и ссылки там). То же недоумение вызывает рисунок 1.1 в главе 1, составленный по материалам монографии «(Ранний докембрий... 2005)» с привлечением «позднейших работ». Почему за рисунком 1 следует рисунок 1.1, из текста диссертации понять невозможно. Продолжая эту критическую линию, можно отметить, что рисунок 1.2 (третий по счету в диссертации) представлен без масштаба. Рисунки 1.5, 1.6 и 1.7 составлены на оригинальных данных и должны отражать сложные взаимоотношения древних и в значительной степени метаморфизованных пород. Первое защищаемое положение было бы гораздо более убедительным при наличии в тексте диссертации фотографий обнажений в дополнение к этим рисункам. Иную будину дайки можно

принять за ксенолит, поэтому значение фотографий реальных взаимоотношений пород сложно переоценить. К сожалению, диссертация не содержит ни одной фотографии обнажения или породы, и остается надеяться, что этот недостаток будет устранен в докладе на защите диссертации. На ряде геологических схем приведены географические координаты, однако совершенно не ясно какая именно точка изображенной схемы имеет соответствующие координаты;

2) В главе 2, содержащей 14 авторских рисунков, сохраняются многочисленные недочеты в плане оформления (сокращение для плагиоклаза – Plg вместо Pl по работе (Warr, 2021), фотография вместо микрофотография, необработанные изображения в обратно-отраженных электронах с номерами снятых ЭДС-спектров вместо рисунков с правильно подписанными минералами). Низкий уровень оформления графики в главе сопряжен с многочисленными ошибками, затрудняющими чтение работы. Например, при петрографическом описании центральной части дайки в районе Палой Ламбы говорится (цитата): «Центральная часть дайки (*обр. 210б, 210в и 211*) (*Рисунок 2.2*) сложена крупно-среднезернистым амфиболитом, сохранившим реликты первично-магматической структуры...». Во-первых, *рисунок 2.2*, судя по подрисуночной подписи, содержит микрофотографии образца какой-то другой породы, а именно (цитата) «*обр. 76*». Эта путаница продолжается для всей иллюстративной части петрографического описания; вероятно, путаницы можно было бы избежать, дав себе труд сформулировать полноценные названия для рисунков. Во-вторых, читателю было бы полезно все-таки увидеть реликтовую магматическую структуру, которая для габбро первого этапа в диссертации не показана. Более того, отталкиваясь от цитаты из диссертации «для удобства далее породы будут названы без приставки «мета-», отметим, что с помощью этого приема диссертация лишается еще одного защищаемого положения, которое само собой напрашивается, но не обсуждается и не аргументируется автором в диссертации. Это положение могло бы быть сформулировано так: «изученные метаморфизованные архейские базиты являются первично-интрузивными породами и в целом сохраняют свои первично-магматические петрографические, геохимические, изотопно-геохимические и геохронологические характеристики».

3) По главе 3, в порядке дискуссии, к диссертанту возникает несколько вопросов. Первый связан с таблицей 3.3. (Схема корреляции геологических событий районов Палой Ламбы и озера Остер); вопрос: каков комплекс причин отнесения даек габбро из района Палой Ламбы к четвертому этапу с возрастом 2748 млн лет (по участку озера Остер), если в работе не удалось определить изотопный возраст этих даек? Второй вопрос возникает под впечатлением от стиля оформления U-Pb диаграмм: поскольку

работа содержит результаты определения изотопного возраста в цирконе из четырех проб, рецензенту интересно, сколько из этих датировок опубликованы в журналах из перечня ВАК? И в связи с этим: считает ли диссертант количество геохронологических данных достаточным для выделения четырех этапов на двух участках?

4) В главе 4 содержатся следующие недочеты, которые рецензент рекомендует учесть при проведении исследований и подготовке научных работ в дальнейшем. Оформление работы должно следовать единым стандартам. Рецензент рекомендует избегать некорректного оформления ссылок (ссылки типа (Геология и петрология... 1978) без запятой после троеточия встречаются очень часто), сбоя в системе нумерации рисунков (в главе 4 появляется третья в диссертации система нумерации рисунков в формате рис. 4.1.2), разнообразия в обозначении разделителя целой и дробной части чисел (везде точка или везде запятая). Кроме этого, отсутствие единиц измерения величин, показанных на графиках и в таблицах, вызывает недоумение у читателя, несмотря на то, что в тексте автором даны пояснения. Глава 4 содержит 28 геохимических диаграмм; почти все легко читаемы и наглядны, однако ни одна из них, на взгляд рецензента, не оформлена по правилам, используемым для публикуемой научной графики;

5) Глава 5 включает попытку петрологического анализа всех четырех этапов магматизма и по логике повествования должна содержать только элементы, свойственные разделу Дискуссия/Обсуждение. По непонятным причинам эта глава начинается с представления новых табличных данных с результатами Sm-Nd изотопных исследований. Многие петрологические рассуждения автора в отношении архейских интрузивных магматитов делаются с опорой на закономерности, установленные Пирсом для современных вулканитов, что несколько снижает релевантность сделанных выводов. Тем не менее, в этой главе формулируется третье защищаемое положение (цитата): «Для магм I, III и IV этапов по изотопному составу Nd источником расплава выступала деплетированная лерцолитовая мантия, для расплавов второго этапа источником была обогащенная метасоматизированная литосферная мантия». Возникает вопрос, почему автор предпочел для источника расплавов второго этапа *метасоматизированную литосферную мантию*, хотя (цитата из автореферата, с. 15) «высокая магнезиальность при большом содержании кремнезёма в этих расплавах может быть следствием инконгруэнтного плавления ортопироксена, что указывает на *деплетированный мантийный источник* (Lobach-Zhuchenko et al., 1998; Arestova et al., 2003)»?

6) В работе не приведены количественные характеристики исследованных проб (использованные навески для анализа, объем/вес геохронологических проб, вес фракций циркона и т.д.), методические описания в целом отличаются скупостью.

Тем не менее, высказанные замечания касаются дискуссионных моментов и редакционных недочетов. Они не умаляют научной значимости работы и должны рассматриваться в качестве рекомендаций к будущим исследованиям.

Автореферат и опубликованные по теме диссертационной работы материалы полностью отражают содержание и основные результаты диссертационной работы.

Заключение по диссертации. Диссертация Кучеровского Глеба Алексеевича «Архейский интрузивный базитовый магматизм западной окраины Водлозерского домена Карельской провинции Фенноскандинавского щита (этапы, геохимия, источники)» соответствует выбранной специальности и отвечает квалификационным требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 Петрология, вулканология.

Отзыв подготовлен ведущим научным сотрудником лаборатории минерогенеза Арктики Геологического института – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ГИ КНЦ РАН), кандидатом геолого-минералогических наук Грошевым Николаем Юрьевичем.

Диссертация Кучеровского Глеба Алексеевича «Архейский интрузивный базитовый магматизм западной окраины Водлозерского домена Карельской провинции Фенноскандинавского щита (этапы, геохимия, источники)» и отзыв на неё рассмотрены на заседании Учёного совета ГИ КНЦ РАН 09 апреля 2025 г. (протокол № 4, п. 1). В заседании приняли участие 4 доктора геолого-минералогических наук, 12 кандидатов геолого-минералогических наук, 1 кандидат географических наук. По итогам обсуждения и открытого голосования отзыв принят в качестве отзыва ведущей организации единогласно.

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Кучеровского Глеба Алексеевича «Архейский интрузивный базитовый магматизм западной окраины Водлозерского домена Карельской провинции Фенноскандинавского щита (этапы, геохимия, источники)», был рассмотрен и одобрен Ученым советом Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» 14 апреля 2025 года (протокол № 4, п. 8). На заседании присутствовали 26 из 35 полномочных членов Ученого совета ФИЦ КНЦ РАН, в том числе 1 академик РАН, 3 члена-корреспондента РАН, 14 докторов наук и 8 кандидатов наук. Открытым голосованием отзыв принят единогласно.

Главный учёный секретарь ФИЦ КНЦ РАН

к.т.н.

 А.С. Карпов

Учёный секретарь ГИ КНЦ РАН,

к.г.-м.н.

 Д.С. Толстобров

Ведущий научный сотрудник

лаборатории минералогии Арктики

ГИ КНЦ РАН, к.г.-м.н.

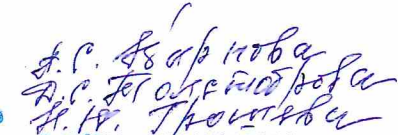
 Н.Ю. Грошев

Я, Грошев Николай Юрьевич, даю согласие на обработку персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.1.050.01, и их дальнейшую обработку.

14.04.2025


(подпись)




ПОДПИСЬ
ПО МЕСТУ РАБОТЫ УДОСТОВЕРЯЮ
НАЧАЛЬНИК ОБЩЕГО ОТДЕЛА
ФИЦ КНЦ РАН

« 14 » 04 2025 ГОДА
Л.В. КОСТРУБ