

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
 на диссертацию Кучеровского Глеба Алексеевича
«АРХЕЙСКИЙ ИНТРУЗИВНЫЙ БАЗИТОВЫЙ МАГМАТИЗМ ЗАПАДНОЙ
ОКРАИНЫ ВОДЛОЗЕРСКОГО ДОМЕНА КАРЕЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ
ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ШИТА (ЭТАПЫ, ГЕОХИМИЯ, ИСТОЧНИКИ)»
 по специальности 1.6.3. Петрология, вулканология
 на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

Диссертационная работа Г.А. Кучеровского посвящена исследованию геологической позиции, состава и возраста базитовых интрузивных тел, развитых в пределах двух участков докембрийских структур Карельской провинции (Водлозерский домен). Актуальность исследований архейского базитового магматизма обусловлена необходимостью получения новых знаний о характере эндогенной активности на ранних этапах развития Земли, выявления закономерностей эволюции верхней мантии и реконструкции тектонических режимов в архее, обусловивших как формирование геологической структуры, так и образование рудных месторождений. Представленная работа является определенным вкладом в решение обозначенных проблем.

В работе последовательно описаны базитовые интрузивные тела двух районов Водлозерского домена – Палай Ламба и оз. Остер, приведены данные о взаимоотношениях их между собой и другими породами, описана петрография и вещественный состав изученных пород, приведены данные о поведении Nd изотопной системе, исследованы акцессорные цирконы (изучен редкоэлементный состав и поведение U-Th-Pb системы в зернах). Исследования проведены с использованием современных аналитических методик, включая сканирующую электронную микроскопию, рентгено-флуоресцентный анализ, масс-спектрометрию в вариантах термической ионизации, индуктивно-связанной плазмы, локальные прецизионные методы для изучения цирконов – SIMS и SHRIMP-II. Научная новизна работы Г.А. Кучеровского состоит в уточнении возраста магматических событий на западе Водлозерского домена, в детальном рассмотрении геохимических различий пород, отнесенных к разным этапам. На основе полученных данных автор попытался предложить петрологические модели образования мафических магм и сделал предположения о составе мантийных источников.

Для обоснования своих выводов автором сформулированы три защищаемых положения. Представленные в диссертации данные позволяют заключить, что работа соответствует паспорту научной специальности 1.6.3. – «петрология, вулканология». Практическая значимость полученных автором результатов может заключаться в их использовании при уточнении и корректировке схем магматизма при геолого-съемочных или прогнозно-поисковых работах.

Рассмотренная диссертация включает в себя 136 страниц, состоит из 5 глав, Введения и Заключения, двух Приложений, в одном из которых приведены публикации по теме диссертационного исследования, а во втором – состав минералов, определенный с помощью СЭМ; список использованной литературы содержит 95 наименований.

Глава 1 посвящена описанию геологического строения Карельской провинции и положению изученных районов в ее структуре. Описание носит

реферативный характер и опирается на многочисленные публикации предшественников. Вместе с тем, возникает ряд замечаний как к текстовому описанию, так и к рисункам (для удобства диссертанта вопросы и замечания в отзывах имеют сплошную нумерацию):

1) Недостаточно корректно описаны геологические формации и тектонические единицы, что может вызвать вопросы у читателя, незнакомого с регионом: каковы принципы выделения доменов в Карельской провинции? Как соотносятся домены и сегменты земной коры (на с. 13 указано что границы Водлозерского домена примерно соответствуют Онежскому сегменту земной коры? Что подразумевается под употребленным автором несколько раз термином «свекофениды», «зона свекофенид»?

2) Рисунок 1.2 недостаточно характеризует геологическое строение Водлозерского домена. Более половины рисунка, всю центральную часть этого домена занимает поле белого цвета, которое отсутствует в легенде и подписях. В подписи к рисунку совмещены единицы разной иерархии: некий универсальный термин «протерозойские образования», тектонические термин «архейские зеленокаменные пояса», магматические образования дифференцированы по составу (интрузии плагиомиоклиновых гранитов, санукитоидов), возрасту (суммийские базальты), названию (Семченская базитовая интрузия – чем она знаменита? Для чего именно ее стоит выделить?); в подписи к рисунку также появляются «отложения платформенного чехла», хотя речь ведь идет о Фенноскандинавском щите. На рисунке 1.2 не показано большинство объектов, описываемых в тексте, например, Хаутаваарский, Койкарско-Семченский, Палаламбинский, Остерский и другие зеленокаменные пояса. Обозначены районы работ (Палая Ламба и Остер), но непонятно – являются ли районы работ обозначенными зеленокаменными поясами целиком или их фрагментами?

3) Ни в главе 1, ни далее в главе 2, автор не приводит какого-либо обоснования выбора объектов своего исследования. Хотелось бы узнать, чем так принципиально важны выбранные автором участки (районы работ), чем они отличаются (или схожи) от других, судя по рисунку 1.2, более протяженных зеленокаменных поясов этого домена?

4) Описание взаимоотношений пород в Главе 1 можно было бы сопроводить фотографиями обнажений, контактов между разными породами и т.д.

Глава 2 состоит из двух частей. В первой части автор описывает геологическую позицию конкретных исследованных им объектов. Здесь замечания аналогичны замечаниям 3 и 4:

5) Почему именно эти объекты выбраны для исследования? Скажем, автор в дальнейшем проводит много сравнений дайки габбро раннего этапа с базальтами и рассуждает об их комагматичности. Почему бы не включить базальты в исследование?

6) Для иллюстрации взаимоотношений объектов исследования с другими породами было бы полезно привести фотографии обнажений или спутниковые (аэрофото) снимки.

Вторая часть Главы 2 посвящена описанию петрографии исследованных пород. Из этого описания становится понятно, что все исследованные породы подвергнуты серьезному метаморфизму, первично магматические минералы, возможно, вовсе не сохранились, а минеральные парагенезисы –

метаморфические, из амфибола, плагиоклаза, хлорита, цоизита, серицита (который автор почему-то именуется мусковитом) и др. В этой связи:

7) Вызывают когнитивный диссонанс употребляемые автором фразы типа «Дайки высокомагнезиальных диоритов сложены мелкозернистым амфибол-мусковитовым гнейсом с гранобластовой структурой», «Лейкогаббро в районе Палой Ламбы представлены однородными мелкозернистыми амфиболитами», «Основная часть расслоенных интрузий представлена мелко- и среднезернистыми амфиболитами тёмно-серого цвета», «..интрузия в пределах детального участка «Б» представлена сливным массивным тальк-серпентиновым сланцем».

8) Непонятно, зачем автор описывает детально структуру метаморфических пород и состав минералов, который очевидно не отвечает условиям образования магм, а отвечает условиям пост-магматических преобразований пород.

9) Понимая, что вопрос выходит за рамки диссертации, но все же интересно – известно ли что-нибудь (в том числе автору) о возрасте метаморфизма изученных им пород?

10) Очевидно, что всю классификацию изученных объектов автор проводит по геологическому строению (дайка или интрузия) и по химическому составу пород. Если допустить что процесс метаморфических преобразований происходил изохимически, без потери или привноса каких-либо элементов (кстати, автор не приводит каких-либо рассуждений по этой проблеме), то дальнейшие рассуждения в диссертации имеют смысл. В этом случае следует признать, что детальное петрографическое описание пород и исследование составов метаморфических минералов выполнено зря – никакой пользы для рассуждений и выводов из второй части главы 2 извлечь нельзя.

Глава 3 посвящена описанию химического состава акцессорного циркона и результатам измерений U-Th-Pb изотопных отношений, на основе чего сделаны выводы о возрасте исследованных пород.

11) В начале главы автор признает, что «Определение возраста основных интрузивных пород в районах Палой Ламбы и озера Остер представляет собой сложную задачу, поскольку, как было показано в предыдущей главе, эти районы являются сложными геологическими и полиметаморфическими объектами» (с. 40). Автор кратко освещает проблемы датирования циркона из пород даек и малых интрузий, отмечая что многие из зерен могут оказаться ксеногенными, а также то, что многие зерна циркона могли быть подвержены пост-кристаллизационным изменениям (флюидному воздействию). Однако при дальнейшем описании нет ясности, смог ли автор решить обозначенные проблемы? Другими словами: насколько автор уверен, что полученные им значения возраста корректны и действительно отражают возраст кристаллизации базитовых магм?

12) Таблицу 3.3, обобщающую данные автора о возрасте пород, и, являющуюся по сути обоснованием первого защищаемого положения, следовало бы подробнее обсудить в тексте; особенно с точки зрения корреляции событий двух районов. Ведь фактически автором получены 2 датировки по району Палай Ламба (они обе относительно древние: 3,02 и 2,89 млрд лет) и 2 датировки по району оз. Остер (они обе относительно молодые: 2,86 и 2,75 млрд лет). Это само по себе не является основанием для выделения 4 этапов базитового магматизма в обоих районах, как утверждается в защищаемом положении.

Следовало бы подробнее обсудить (с указанием ссылок) данные предшественников по другим магматическим формациям, указанным в таблице, а также обсудить связь с метаморфизмом: судя по таблице 3.3 выделяется 2 этапа метаморфизма архейского возраста, но в тексте об этом ни слова.

Глава 4 посвящена геохимической характеристике исследованных пород. Приводится описание пород, согласно выделенным этапам, по единой схеме с использованием одинаковых классификационных и дискриминантных диаграмм; также приведены спайдер-граммы для редких элементов и спектры распределения редкоземельных элементов. Замечания и вопросы:

13) Содержание оксида титана следует обозначать TiO_2 , а не Ti_2O .

14) Обращает особое внимание содержания рубидия: примерно в половине случаев концентрация этого литофильного (т.е. преимущественно корового, а не мантийного) элемента в основных породах достигает концентраций, характерных для гранитов и даже редкометалльных коровых гранитов. Кроме того, для однотипных пород наблюдаются совершенно фантастические разбросы по его содержанию: от 2 до 95 г/т (таблица 4.3. «Химический состав пород третьего этапа») от 3 до 220 г/т (таблица 4.5. «Химический состав поздних даек габбро Остера»). Нет ли здесь каких-либо аналитических ошибок, наложений, проблем с пробоподготовкой и т.д.?

15) Автор «жестко» привязал геохимические характеристики пород к этапам и постарался обобщить в своих этапах породы с различающимися геохимическими характеристиками. Особенно это заметно для III и IV этапов. Так, габбро-анортозиты или высокоглиноземистые лейкогаббро Палой Ламбы и Остера существенно отличаются прежде всего содержаниями MgO , Al_2O_3 , FeO , TiO_2 , CaO (судя по бинарным диаграммам) и РЗЭ (рис. 4.3.4). Насколько корректно объединять эти различающиеся породы в один этап и предлагать (в Главе 5) одинаковую петрогенетическую модель? При этом надежного подтверждения их синхронности, по-видимому, нет.

16) Аналогичное замечания к породам IV этапа. Поздние дайки Палой Ламбы имеют совершенно отличные геохимические характеристики от поздних даек и интрузий Остера: заметные отличия по петрогенным элементам (рис. 4.5.1), гораздо более высокие содержания РЗЭ, выраженное обогащение легкими лантаноидами относительно тяжелых (рис. 4.5.2). Насколько правомерно объединять эти дайки в рамках одного этапа и одной петрогенетической модели?

Кстати, тут как раз поступил печатный экземпляр автореферата. Так вот, в автореферате, видимо предвидя критику, автор вообще исключил рассмотрение химического состава поздних даек Палой Ламбы из текста и рисунков (стр. 14-16 автореферата, рис. 4 в автореферате). Автор безусловно вправе распоряжаться своими данными по своему усмотрению, и исключать неудобные данные; однако возникшую проблему различия химических составов такой подход не решает.

Глава 5 диссертации посвящена обсуждению полученных результатов, в ней автором сделаны попытки предложить петрогенетические модели для базитов каждого из выделенных этапов. Следует отметить приведенное автором в начале главы некоторое теоретическое обоснование использованных диаграмм основанных на соотношениях индикаторных элементов, для чего автор привел обзор современных фундаментальных геохимических работ Херцберга,

Фиттона, Пирса и др. (с. 93-95). Это позволяет обосновать в целом корректность авторских рассуждений. Вместе с тем, остались некоторые вопросы:

17) Могут ли отрицательные значения $\epsilon\text{Nd}(t)$ и повышенная относительно габбро кремнекислотность для диоритов II этапа объясняться контаминацией коровым веществом, а не только плавлением метасоматизированной мантии при наличии в рестите амфибола (с. 103)?

18) Непонятно, чем вызваны существенные различия $\epsilon\text{Nd}(t)$ для габброидов III этапа Палой Ламбы и Остера (рис. 5.8), могла ли на это повлиять контаминация коровым веществом, как и на повышение концентраций легких лантаноидов?

19) Непонятно, для каких пород III этапа – габбро-анортозитов Остера или габбро-лейкогаббро Палой Ламбы автор провел численные расчеты (таблицы 5.2 и 5.3) и представил модель (рис. 5.9)? Все же эти породы настолько разные по геохимическим характеристикам (см. замечание 15), что кажется надо предполагать разные модели их формирования.

20) Аналогично, разные модели напрашиваются и для базитов IV этапа разных районов – одна модель для даек и малых интрузий Остера, другая – для поздних даек Палой Ламбы.

21) Рисунок 5.14: на диаграмме отсутствуют данные о характеристиках пород III этапа Остера.

В выводах к Главе 5 автор попытался сопоставить все полученные данные. Получилось довольно кратко и формулировки вызывают еще некоторое количество вопросов:

22) Указано что «..условия плавления первого и четвертого этапов сходны. Такие Р-Т параметры характерны для поднимающегося мантийного плюма.» (с. 115 внизу). Непонятно – это был один плюм? Но между I и IV этапом, если верить авторским данным, прошло более 200 млн лет.

23) Для пород второго этапа указано что «..причиной плавления мантии в этот этап могло служить появление водного флюида, а не дополнительный приток тепла» (с. 115 внизу). Вопрос – что являлось источником этого водного флюида? Более того, если вспомнить замечание 17: а насколько автор уверен, что проанализированные породы не являются продуктом контаминации / дифференциации, а представляют собой первичные мантийные магмы? Другими словами, обоснованность второго предложения 3-го защищаемого положения не выглядит безукоризненной.

Вообще сделанные автором выводы затрагивают глобальные эндогенные процессы: можно предположить, что речь идет о как минимум 3 эпизодах плюмовой активности и одном эпизоде метасоматоза мантии (субдукционное событие?), произошедших в архее в Карельской провинции. Такие события имеют глобальный характер и проявляются в масштабах магматизма в десятки, сотни тысяч квадратных километров. Насколько исследованные автором 2 района, расположенные в пределах одного домена, на расстоянии не более 50 км друг от друга, являются показательными и индикаторными для столь глобальных событий? Отсюда возникает главное замечание к представленной работе:

24) При обсуждении полученных результатов и формулировании выводов автор совершенно не приводит никаких данных (о возрасте, геологии, геохимии) других базитовых формаций Водлозерского домена или Карельской провинции.

Что происходило в других зеленокаменных поясах этой провинции? Подтверждаются ли выделенные автором этапы? На какие другие формации Карелии или Фенноскандинавского щита в целом похожи по составу изученные автором породы? Судя по представленной диссертации, базитовые интрузии Палой Ламбы и Остера существуют в вакууме. Однако, степень геологической изученности Карелии, вероятно, позволяет полагать, что это не так. Отсутствие корреляций с другими (хотя бы соседними) районами существенно снижает ценность сделанных автором выводов.

Высказанные замечания, хотя и снижают впечатление от работы, тем не менее, не являются критическими для общей ее оценки. Большое количество замечаний свидетельствует о сложности заявленной темы и не умаляет ценности проведенного исследования. Большинство высказанных замечаний носят дискуссионный или рекомендательный характер и имеют целью совершенствование дальнейших научных исследований диссертанта.

Диссертационная работа «Архейский интрузивный базитовый магматизм западной окраины Водлозерского домена Карельской провинции Фенноскандинавского щита (этапы, геохимия, источники)» соответствует квалификационным требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденных Постановлением Правительства РФ от 29.09.2013 № 842 (ред. От 16.10.2024 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025)), а ее автор, Кучеровский Глеб Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. Петрология, вулканология.

Официальный оппонент:

Хромых Сергей Владимирович, доктор геолого-минералогических наук, Профессор РАН, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской Академии наук (ИГМ СО РАН)

Адрес: 630090, г. Новосибирск, проспект ак. Коптюга, дом 3;
<https://www.igm.nsc.ru/>

Телефон: 8-913-909-30-79,

Эл. почта: serkhrom@igm.nsc.ru;

28.04.2025



Хромых Сергей Владимирович

Я, Хромых Сергей Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку



Хромых Сергей Владимирович

Подпись С.В. Хромых удостоверяю


