

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича

«Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной в диссертационный совет Д 002.047.01 при Институте геологии и геохронологии докембрия РАН на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

В автореферате диссертации А.Е. Мельника «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма» рассматриваются важные в научном и практическом отношении вопросы петрологии и возраста полиметаморфических комплексов раннего докембрия.

Выбранная автором диссертации методика определения возраста эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса путем применения комплекса методов датирования в сочетании с использованием данных по распределению редких и редкоземельных элементов в породообразующих и акцессорных минералах представляется весьма удачной и соответствует современному уровню знаний геологической науки.

Автореферат, объемом 20 страниц машинописного текста, содержит общую характеристику объекта изучения, цели и задачи исследований, сведения о фактическом материале и методах исследований, три защищаемых положения и заключение, включает 6 рисунков и список 16 опубликованных работ.

В основу диссертации положен обширный фактический материал, собранный автором в ходе полевых сезонов 2009 и 2013 гг. Привлечены также материалы по другим проявлениям эклогитов в пределах Беломорского подвижного пояса и опорная коллекция эклогитов из 40 образцов. Приведенные методика исследований и обработки данных, показывают, что исследования проведены с использованием самой современной отечественной и зарубежной аппаратурно-приборной базы, а также передовых инновационных технологий и соответствуют современному уровню геологической науки.

Основной целью работы являлось установление времени эклогитового метаморфизма. При этом решались следующие геологические задачи:

- типизация metabазитов на основе данных по их химическому и минеральному составу;

- выявление парагенетических ассоциаций и их P-T параметров на разных этапах метаморфической эволюции metabazитов;

- установление возраста магматического протолита эклогитов, времени эклогитового метаморфизма и времени проявления наложенных процессов;

- привязка данных геохронологии к тренду эволюции P-T параметров метаморфизма metabazитов.

Защищаемые тезисные положения, а также выводы и практические рекомендации свидетельствуют, что поставленные задачи автором выполнены.

В первом защищаемом положении доказывається, что эклогитовый метаморфизм испытали две разновозрастные группы основных пород – архейские будинированные тела базитов и палеопротерозойские дайки оливиновых габбро-норитов. Вмещающими для эклогитов являются серые гнейсы тоналит-трондьемит-гранодиоритовой (ТТГ) ассоциации архейского возраста (~ 2.8 млрд. лет). Эклогиты встречаются в виде многочисленных будинированных тел различного размера, структурно облекаемых вмещающими гнейсами. С эклогитами часто ассоциируют будинированные тела метаультрамафитов, в различной степени подвергшиеся амфиболизации. Они занимающие такое же структурное положение в матриксе ТТГ-гнейсов, что и эклогиты, но не содержат эклогитового парагенезиса, что автор объясняет низким содержанием натрия в протолите метаультрамафитов. Кроме того, встречаются дайки метагаббро-норитов, занимающие секущее положение по отношению к структурам вмещающих ТТГ-гнейсов, однако содержащие омфацитовые каймы в составе коронарных структур, что является свидетельством преобразования пород в условиях эклогитовой фации метаморфизма. Локальное датирование циркона из эклогитов, сопровождаемое изучением распределения редких элементов в точке датирования, показало мезоархейский (~ 2.9 млрд лет) возраст магматического протолита для эклогитов. Аналогичным образом установлен палеопротерозойский (~ 2.44 млрд. лет) возраст магматического протолита для эклогитизированных метагаббро-норитов. Результаты датирования подтверждают разновозрастность metabazитов, подвергшихся эклогитовому метаморфизму.

Во втором защищаемом положении доказывається, что эклогиты испытали наложенные процессы амфиболизации и гранатизации с обогащением пород и минералов легкими и средними редкоземельными элементами, Rb, Ba, Th, Nb и обеднением Mg и Sr при амфиболизации, а также обогащение Fe, Ti, V и обеднение Ni, Cr, Mg, Ba при гранатизации. Изменения в содержаниях редких и редкоземельных элементов в апоэклогитовых

амфиболитах, по сравнению с эклогитами, за счет которых они образовались, объясняется генезисом амфиболитов на этапе ретроградного метаморфизма эклогитов в условиях открытой системы с активным участием флюида.

Третье защищаемое положение обосновывается результатами изотопного датирования. Возраст эклогитового метаморфизма, определенный локальным U-Pb методом по циркону и Lu-Hf и Sm-Nd методами по гранату и клинопироксену, совпадает и составляет ~ 1.9 млрд. лет. Возраст наложенных гранатитов и секущих эклогиты пегматитов составляет ~ 1.84 млрд. лет.

Приводятся следующие доказательства этого положения. Характер зональности и геохимические особенности изученного автором циркона из эклогитовых оболочек полигенных зерен, такие же, как в типоморфном цирконе из эклогитов. В ядрах полигенных зерен циркон в эклогитах имеет геохимические характеристики магматического циркона и возраст ~ 2.9 млрд лет (рис. 5 а, б). В метакльстах также установлен эклогитовый циркон с конкордантным возрастом 1907 ± 11 млн лет (рис. 5в, г), что подтверждает мнение автора об ультрамафитах, претерпевших эклогитовый метаморфизм. В эклогитизированных габброноритах ядра магматического циркона дают возраст 2443 ± 22 млн лет, а эклогитовые оболочки 1915 ± 17 млн лет (рис. 5д, е). Результаты датирования ядер циркона подтверждают первое защищаемое положение.

Время проявления эклогитового метаморфизма, кроме прямого датирования, ограничивается сверху результатами датирования титанита из кварцевых жил, пересекающих тела апоэклогитовых амфиболитов, показавшего значение по отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ около 1870 млн лет.

Кроме того, автором приводятся результаты независимого датирования Sm-Nd методом наименее измененного эклогита и эклогитоподобного метакльста, показавших совпадающие в пределах погрешности возрасты 1896 ± 12 и 1897 ± 16 млн. лет. Эти же породы имеют близкие Lu-Hf изохронные значения возраста 1894 ± 4 млн. лет и 1901 ± 5 млн лет, также перекрывающиеся в пределах погрешности измерений.

Следовательно, изохронные возрасты эклогитоподобного метакльста и эклогита, полученные Sm-Nd и Lu-Hf методами для ассоциации Grt + Crx совпадают между собой, соответствуют значению ~ 1.9 млрд. лет и совпадают с U-Pb датировками эклогитовых цирконов из этих пород.

Для определения пиковых параметров эклогитового метаморфизма автором выполнены расчеты в системе NCFMASH для парагенезиса Omp + Amp + Qtz + Grt + Pl, составившие $P = 12-13$ кбар и $T = 660-690^\circ\text{C}$. Полученные значения температуры и давления

соответствуют условиям эклогитовой фации метаморфизма. Тем самым осуществлена привязка данных геохронологии к тренду эволюции P-T параметров метаморфизма metabазитов.

Таким образом, в результате изучения минералого-геохимического и изотопно-геохимического состава эклогитов северо-западной части БПП установлен гетерогенный и разновозрастный характер их протолита. На основании состава редких и редкоземельных элементов идентифицированы оболочки и зерна высокобарного (эклогитового) циркона. Комплексом независимых методов геохронологии доказан палеопротерозойский (~ 1.9 млрд. лет) возраст эклогитов, на основании чего оспаривается ранее опубликованный в 2004 и 2010 гг. архейский возраст метаморфизма эклогитовой фации в Беломорском подвижном поясе.

Проблемным вопросом является механизм и время пространственного совмещения эклогитов и тоналит-трондjemитовых гнейсов ТТГ-ассоциации. Состав гнейсов и степень их метаморфизма не приводятся, но, по-видимому, они не претерпели высокобарный метаморфизм? Следовательно, гнейсы были тектонически перемешаны с телами эклогитов и претерпели совместную складчатость и метаморфизм в очень узкий промежуток времени между 1.9 и 1.87 млрд лет (до формирования секущих кварцевых и пегматитовых жил, если жилы не участвуют в складчатости). Однако дайки метагаббро-норитов, занимающие секущее положение по отношению к структурам вмещающих ТТГ-гнейсов, также претерпели эклогитовый метаморфизм. Значит эклогитовый метаморфизм должен фиксироваться и во вмещающих гнейсах. Или это не дайки а тоже будины эклогитизированных метагаббро-норитов.

Несмотря на наличие отдельных дискуссионных положений, диссертационная работа, безусловно, имеет большое научное и практическое значение. Научные и вытекающие из них выводы прикладного характера могут быть использованы при геологическом картографировании и прогнозно-металлогенических исследованиях. Результаты работ являются основанием для внесения изменений и дополнений в серийные легенды Государственных геологических карт масштаба 1:1 000 000 Балтийской серии и масштаба 1:200 000 Кольской серии. Они позволяют уточнить геологическое строение территории, историю становления и преобразования Беломорского подвижного пояса, что в конечном счете увеличивают достоверность геологических карт и прогнозных построений на территории Кольского полуострова.

Рассматриваемая диссертационная работа А.Е. Мельника «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-

минералогических наук, отвечает требованиям, предъявляемым к такого рода работам, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук.

11 апреля 2015

Гусев Н.И.

Гусев Николай Иванович,
Заведующий отделом региональной геологии и
полезных ископаемых Восточной Сибири
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт имени А.П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ»)
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74
Тел. (812)321-57-06. E-mail: Nikolay_Gusev@vsegei.ru

Подпись руки тов. *Гусева Н.И.*
по месту работы удостоверяю
Зав. Общим Отделом ВСЕГЕИ
«*Н.И.*» *04* 2015.
С.-Петербург, В.О., Средний пр., дом 74



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алексея Евгеньевича Мельника
«Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса:
геохимическая характеристика и время метаморфизма»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по
специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Тема диссертации, обращенная к активно дискутируемой в последние годы проблеме возраста и природы эклогитизации пород Беломорского подвижного пояса, определяет актуальность проведенного исследования. Содержание автореферата показывает соответствие диссертации требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

А. Е. Мельником установлен факт эклогитизации раннепротерозойских оливиновых габбро-норитов, отсутствие эклогитизации которых разными авторами ранее рассматривалось как критерий архейского возраста эклогитизации пород карьера Куру-Ваара. Принадлежность оливиновых габбро-норитов к реперному комплексу лерцолитов-габбро-норитов доказана на основе изучения их геохимии и локального U-Pb датирования циркона. Эти данные позволили убедительно обосновать первое защищаемое положение.

Второе защищаемое положение о закономерном поведении химических элементов на стадии ретроградных преобразований эклогитизированных пород видится обоснованным и значимым, хотя объяснение природы выявленных автором закономерностей представляется не бесспорным.

Достоверность свекофеннского возраста эклогитизации, о котором говорится в третьем защищаемом положении диссертации, обеспечена использованием комплекса независимых методов датирования пород и минералов.

Как и всякая научная работа, автореферат не лишен недостатков. Из него не понятно, анализировался ли материал по участкам Узкая и Широкая Салма, или все данные получены по карьере Куру-Ваара. О секущих дайках оливиновых габбро-норитов говорится во множественном числе (ранее разными авторами рассматривалась лишь дайка в карьере Куру-Ваара), но не упоминается, где именно они расположены. Есть в работе и другие огрехи. Например, на стр. 4 говорится о бесплагноклазовом первичном парагенезисе эклогитов, а на стр. 15 даны параметры пикового эклогитового метаморфизма для парагенезиса с плагиоклазом. Непривычную для меня, и, вероятно, других читателей, петрографическую терминологию (например, симплектитовые эклогиты в публикациях по Беломорскому поясу обычно называют симплектитовыми апоэклогитами) я бы не отнес к числу недостатков, поскольку содержание терминов четко оговорено в автореферате.

Автореферат характеризует исследование, которое вносит существенный вклад в решение одной из наиболее острых проблем геологии Беломорского подвижного пояса – проблемы возраста и природы эклогитизации. Считаю, что автор диссертации Алексей Евгеньевич Мельник заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Старший научный сотрудник лаборатории магматизма,
палеовулканологии и металлогении Федерального
государственного бюджетного учреждения науки
Института геологии Карельского научного центра РАН
кандидат геолого-минералогических наук

Травин

Травин Вениамин Вениаминович

185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, тел. (8142) 783471, travin@krc.karelia.ru

15 апреля 2015 г.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

*Врио старшего
документоведа*



*Титова Л.В.
15.04.2015*

Отзыв

на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Актуальность диссертационной работы А.Е. Мельника заключается в следующем. В результате предшествующих изотопно-геохронологических исследований (Володичев и др., 2004 и др.) был сделан вывод об архейском возрасте (около 2.7-2.9 млрд.лет) эклогитов Беломорской зоны Беломорско-Лапландского орогена, что оказалось заметным событием в геологическом научном мире, так как до этого момента в мире не были известны коровые эклогиты древнее 2.0 млрд. лет. Началась дискуссия (Митофанов и др, 2009 и др.) и были высказаны сомнения в корректности архейских оценок времени проявления эклогитового метаморфизма, но обсуждаемая проблема продолжала оставаться нерешенной.

Выполненное А.Е. Мельником определение возраста УНР метаморфизма эклогитовой фации с предшествующим парагенетическим анализом и термобарометрией пород, относимых к эклогитам в Беломорском поясе, сопровождается тщательной геохимической характеристикой (редкие и редкоземельные элементы) породообразующих и акцессорных минералов, использованных для целей геохронологии. В результате достигнута главная цель диссертационной работы – комплексом изотопно-геохимических методов (U-Pb, циркон и Lu-Hf, Sm-Nd, гранат, ортопироксен) установлен палеопротерозойский возраст (~ 1.9 млрд.лет) эклогитов при убедительном обосновании контраргументов против предшествующих архейских датировок метаморфизма эклогитовой фации. В этом заключается и научная новизна работы и ее фундаментальное и практическое значение для пересмотра основанных на архейском возрасте УНР метаморфизма геодинамических моделей развития земной коры в пределах Беломорско-Лапландского коллизионного орогена Фенноскандинавского щита. Таким образом полученные результаты, отраженные в трех защищаемых положениях, достаточно обоснованы.

Основные защищаемые положения диссертации А.Е. Мельника полностью отражены в опубликованных работах, в том числе в материалах конференций. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Бушмин Сергей Алексеевич

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, доцент,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, лаборатория петрологии,

199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова 2, тел.раб. (812) 328-4701, email s.a.bushmin@ipgg.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Алексея Евгеньевича Мельника** "*Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма*", представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Возраст древнейшего эклогитового метаморфизма – архей или палеопротерозой, – является сейчас одним из самых остродискуссионных вопросов современной геологии и связан с решением проблемы времени начала действия тектоники литосферных плит в виде, сходном с современным. Поэтому проведенные А.Е. Мельником детальные минералого-геохимические и изотопные исследования эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса Балтийского щита представляются весьма актуальными и вносят большой вклад в решение этих вопросов.

Работа А.Е. Мельника базируется на анализе обширного материала, полученного как современными прецизионными (XRF, ICP-MS, LA-ICP-MS, MC-ICP-MS, SIMS, TIMS), так и классическими аналитическими методами. Автором показано хорошее знание современной, как отечественной, так и зарубежной, литературы по теме диссертации и методам изотопно-геохимического изучения пород и минералов. Дискуссионность некоторых сделанных в работе выводов является стимулом для дальнейших исследований по проблеме возраста эклогитового метаморфизма не только диссертантом, но и другими исследователями.

В качестве замечания к работе можно выделить то, что автором уделено недостаточное внимание геологическому взаимоотношению пород на фоне столь детального их изотопно-геохимического исследования.

Судя по автореферату и публикациям, диссертационная работа "*Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма*" выполнена на высоком научно-методическом уровне и в полной мере отвечает требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а её автор, **Алексей Евгеньевич Мельник**, заслуживает присуждения ему искомой степени.

научный сотрудник лаборатории
региональной геологии и геофизики,
К.Г.-М.Н.

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Геологический институт
Кольского научного центра Российской
академии наук

184209, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14

тел: 8(815-55) 79196, +7(921) 1573994

e-mail: mudruksergey@mail.ru

Мудрук Сергей Владимирович


27.04.2015

Подпись
ПО МЕСТУ РАБОТЫ
ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ГИ КНЦ РАН

Подпись
«27» 04



Отзыв

на автореферат диссертационной работы Мельника Алексея Евгеньевича «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Представленная работа посвящена изучению эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса на примере реперных объектов Енского района: Узкой и Широкой Салмы и карьера Куру-Ваара. Впервые на основе комплексных, детальных исследований минералого-геохимических и изотопно-геохимических характеристик эклогитов С-3 части БПП установлен гетерогенный и полихронный характер их протолитов. Впервые доказан палеопротерозойский возраст эклогитов. Детально исследованы гранатиты.

На основании полученных данных автором сделаны выводы, что эклогитовый метаморфизм претерпели 2 группы пород: 1) палеопротерозойские дайки оливиновых габброноритов, 2) будинированные тела базитов архейского возраста; причем отсутствие эклогитовых парагенезисов в метаультрабазитах, ассоциирующих с метаультрабазитами обосновывается автором обедненностью протолита натрием.

Основываясь на ряде минералого-петрографических и петрогеохимических критериев (главным образом на изменчивости спектра РЗЭ) автор делает выводы о значительном развитии наложенных процессов амфиболизации и гранатизации в условиях открытой системы и характерным перераспределением ряда компонентов, результатом чего является формирование двух групп пород – симплектитовых эклогитов и апоэклогитовых амфиболитов.

Впервые определенное автором время эклогитового метаморфизма в северо-западной части БПП, определенное комплексом независимых изотопно-геохимических методов (U-Pb метод по циркону и Lu-Hf и Sm-Nd методы по гранату и клинопироксену), составляет ~ 1.9 млрд. лет. Возраст наложенных гранатитов и секущих эклогиты пегматитов составляет ~ 1.84 млрд. лет.

Достоинства работы очевидны: в результате детального изучения, на современном аналитическом уровне, минералого-геохимических и изотопно-геохимических особенностей эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса установлен гетерогенный и разновозрастный характер их протолита. В северо-западной части БПП эклогитовый метаморфизм испытали две разновозрастные группы базитовых пород – палеопротерозойские дайки оливиновых габбро-норитов и архейские будинированные тела metabазитов. Отсутствие эклогитового парагенезиса в

метаультрабазитах, ассоциирующих с метабазитами, обусловлено, по мнению автора, главным образом, обедненностью протолита натрием.

Время эклогитового метаморфизма в северо-западной части БПП, определенное комплексом независимых изотопно-геохимических методов, составляет ~ 1.9 млрд. лет. Возраст наложенных гранатитов и секущих эклогиты пегматитов составляет ~ 1.84 млрд. лет. Полученные данные не противоречат существующим представлениям о тектонической эволюции региона.

Однако к работе имеются и замечания:

- отсутствует схема геологического строения района исследования и положение в ней реперных объектов;

- не даны внятные объяснения по поводу обедненности протолита натрием и, соответственно, отсутствия эклогитового метаморфизма;

- поскольку специальностью работы является «25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» конкретизация геохимических методов поисков полезных ископаемых, полученных в результате проведенных исследований, работа могла бы быть значительно интереснее.

Судя по автореферату и публикациям, работа А.Е. Мельника является завершенным научным исследованием, полностью отвечает требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. **Автор диссертационной работы – Алексей Евгеньевич Мельник заслуживает искомой степени кандидата геолого-минералогических наук.**

Рыборак Максим Валентинович

Рыборак

кандидат геолого-минералогических наук

доцент кафедры минералогии,

петрографии и геохимии

Воронежского государственного университета

394006, Университетская пл. 1, Воронеж,

Воронежская область. Россия

Тел. +7(473)2207966

ryborak.mv@gmail.com



Отзыв

На автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Мельника Алексея Евгеньевича по теме: ЭКЛОГИТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛОМОРСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА: ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ВРЕМЯ МЕТАМОРФИЗМА

По специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

В работе на основе детального минералого-геохимического и изотопно-геохимического изучения эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса установлен гетерогенный и разновозрастный характер их протолита. Комплексом независимых методов геохронологии показан палеопротерозойский (~ 1.9 млрд. лет) возраст эклогитов и выдвинуты контраргументы против архейских датировок метаморфизма эклогитовой фации. Впервые установлена природа и возраст гранатитов, являющихся продуктом преобразования эклогитов и широко развитых в исследуемом районе.

Автореферат хорошо оформлен и весьма информативен. У соискателя большое количество работ, благодаря которым он хорошо известен заинтересованным в этой проблеме исследователям.

В качестве замечания хотелось бы отметить следующие:

1. Название работы не в полной мере отвечает основной задаче, поставленной на 1 стр. автореферата – « определения возраста эклогитов....»
2. Почему клинопироксены с жадеитом 25-30% постоянно в работе называются омфацитом? а не пироксеном с содержанием жадеита...

3. Почему очень мало обсуждается состав граната и особенно в его парагенезисе с клинопироксеном?

Учитывая необычайную сложность поставленной проблемы, возникают и другие вопросы в большей мере касающиеся для всего научного коллектива, где работает автор, а не только собственно к соискателю. Например, на фоне большого количества разнообразных методик определения возраста и различных участков проявления эклогитов, их возраст всегда 1,9 млрд.лет, что вызывает больше вопросов, чем является ответом – ведь даже в относительно более простых геологических ситуациях определения радиологического возраста чаще всего не дают столь однозначных значений. Хотелось бы в работе увидеть хотя бы намек на обсуждение предполагаемых условий образования эклогитов и тем более странно отсутствие в автореферате ссылок на таких исследователей данных эклогитов как В.В Травин и В.М. Козловский, которые на мой взгляд, наиболее близко подошли к проблеме решения генезиса этих сложных образований.

Работа интересная, заслуживает внимания, её положения доказаны фактическим материалом и она является хорошим стимулом для дальнейшего изучения эклогитов и эклогитоподобных пород Лапландско-Беломорского пояса и её автор, А.Е. Мельников безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

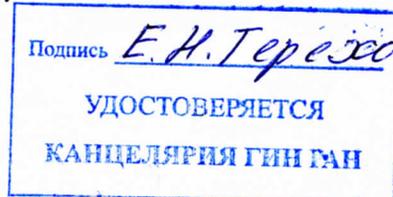
Москва, Пискаревский пер., д. 7, 119017.

Ведущий научный сотрудник лаборатории «Консолидированной коры» Федерального бюджетного учреждения науки Геологического института РАН (ГИН РАН), г.Москва

доктор геол.-мин.наук

Терехов Терехов Евгений Николаевич.

29 апреля 2015 г.



А

Отзыв об автореферате диссертации А.Е. Мельника “Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма”, представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Рецензируемая работа посвящена определению возраста эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса путем применения комплекса методов датирования в сочетании с использованием данных по распределению редких и редкоземельных элементов в породообразующих и акцессорных минералах. При этом решались следующие задачи:

- типизация метабазитов на основе данных по их химическому и минеральному составу;
- выявление парагенетических ассоциаций и их P-T параметров на разных этапах метаморфической эволюции метабазитов;
- установление возраста магматического протолита эклогитов, времени эклогитового метаморфизма и времени проявления наложенных процессов;
- привязка данных геохронологии к тренду эволюции P-T параметров метаморфизма метабазитов.

В результате детального изучения минералого-геохимических и изотопно-геохимических особенностей эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса (БПП) установлен гетерогенный и разновозрастный характер их протолита. В северо-западной части БПП эклогитовый метаморфизм испытали две разновозрастные группы базитовых пород – палеопротерозойские дайки оливиновых габбро-норитов и архейские будинированные тела метабазитов. Отсутствие эклогитового парагенезиса в метаультрабазитах, ассоциирующих с метабазитами, обусловлено, главным образом, обедненностью протолита натрием.

Время эклогитового метаморфизма в северо-западной части БПП, определенное комплексом независимых изотопно-геохимических методов (U-Pb метод по циркону и Lu-Hf и Sm-Nd методы по гранату и клинопироксену), составляет ~ 1.9 млрд. лет. Возраст наложенных гранатитов и секущих эклогиты пегматитов составляет ~ 1.84 млрд. лет.

Результаты датирования одноактного события эклогитового метаморфизма не противоречат геологическим критериям: возраст протолита эклогитов как архейский (~ 2.9 млрд. лет), так и палеопротерозойский (~ 2.44 млрд. лет). Возраст наложенных гранатитов и секущих эклогиты пегматитов установлен как ~ 1.84 млрд. лет. Возраст ретроградной ветви эклогитового метаморфизма в условиях амфиболитовой фации установлен как ~ 1.87 млн. лет.

Эклогиты северо-западной части БПП испытали наложенные процессы амфиболизации и гранатизации в условиях открытой системы с обогащением пород и минералов LREE, MREE, Rb, Ba, Th, Nb и обеднением Mg и Cr при амфиболизации; обогащением Fe, Ti, V и обеднением Ni, Cr, Mg, Ba при гранатизации.

Научная новизна проведенного исследования состоит в доказательстве комплексом независимых изотопно-геохимических методов палеопротерозойского (~ 1.9 млрд. лет) возраста эклогитов в Беломорском подвижном поясе. Использованный в работе методический подход, заключающийся в изучении особенностей геохимии редких элементов в минералах-геохронометрах в целях корректной интерпретации результатов датирования, может быть использован при реконструкции истории становления и преобразования высокометаморфизованных комплексов докембрия других районов. Результаты исследований автора изложены в 10 работах, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Полученные автором результаты свидетельствуют о его высокой квалификации, позволяющей обоснованно подойти к решению вопроса о возрасте эклогитового метаморфизма в Беломорском подвижном поясе. Приведенные в работе данные полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, и ее автор, несомненно, заслуживает искомой степени.


Ветрин В.Р.,
Ветрин Валерий Романович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Геологический институт Кольского научного центра
Российской академии наук,

ведущий научн. сотр. лаборатории геологии и
геофизики, к.г.-м.н.,

184209 г. Апатиты Мурманской обл-ти,
ул. Ферсмана 14, vetrin@geoksc.apatity.ru

28 апреля 2015г.

Подпись В.Р.
ПО МЕСТУ РАБОТЫ
ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ГИ КНЦ РАН
Подпись
* 30 * 04



Отзыв на автореферат диссертации Алексея Евгеньевича Мельника
"Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса:
геохимическая характеристика и время метаморфизма", представленной на
соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по
специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных
ископаемых

Время проявления метаморфизма эклогитовой фации в пределах
Беломорского подвижного пояса долгое время является предметом
многочисленных дискуссий, что определяет актуальность выбранной темы.

На основе детального петрологического и геохимического изучения
эклогитов, и использования локального U-Pb метода по циркону, автором
выявлены протолиты эклогитов палеопротерозойского и архейского возраста (1
защищаемое положение). По характеру распределения РЗЭ доказан
магматический генезис циркона протолитов.

Для определения возраста эклогитового метаморфизма в работе
использован комплекс современных изотопных методов, датирование
выполнено как по циркону (UPb), так и по гранату и клинопироксену (Lu-Hf и
Sm-Nd). Использование комплекса изотопных методов, дополненное изучением
геохимических особенностей минералов-геохронометров, позволило автору
однозначно определить палеопротерозойский возраст эклогитового
метаморфизма, выделить его основные фазы: пик (~1.9 млрд. лет) и
ретроградная стадия (1841±12 млн. лет). Это является главным достижением
данной работы.

По минеральным парагенезиса рассчитаны параметры эклогитового
метаморфизма.

К замечаниям относится вопрос о содержании РЗЭ в метаморфических
цирконах. На рис. 5 наиболее обеднен РЗЭ и Y циркон из пр. 46 по сравнению с
цирконом из пр. 38, это никак не прокомментировано в автореферате, хотя пр.
38 (метагаббро-норит) отвечает пику метаморфизма. Для проб 21 и 38 нет
данных по гранату, не обсуждается вопрос о распределении РЗЭ циркон-гранат.

Работа выполнена на высоком современном уровне. Защищаемые
положения четко доказаны в автореферате и многочисленных публикациях.
Работа А.Е. Мельника "Эклогиты северо-западной части Беломорского
подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма"
соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям
на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее
автор Алексей Евгеньевич Мельник, заслуживает присуждения искомой
степени.

27.04.2015



Заведующая сектором Центра изотопных исследований
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт им. А.П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ»)
199106, Санкт-Петербург, Средний пр. В.О., 74
Тел. (812) 328-92-41 (раб.)
Электронная почта: nataliaber@mail.ru

О Т З Ы В

на автореферат кандидатской диссертации Мельника А.Е.
“Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма”

Представленная работа посвящена одному из актуальных направлений петролого-геохимических исследований – реконструкции процессов формирования и эволюции метаморфических пород. Получаемая при этом информация играет важную роль при анализе тектонической обусловленности метаморфизма. В этом смысле метаморфизм рассматривается как “индикатор” геодинамики, а изучение метаморфических образований, в составе и структуре которых запечатлены фрагменты истории земной коры, может быть ключом к пониманию глобальных геологических событий. Этим объясняется повышенный интерес к происхождению складчатых поясов на границах древних кратонов, где в разных геотектонических обстановках проявлены контрастные типы метаморфизма. В приложении к основному объекту исследований – эклогитам Салмы и Куру-Ваара, такие реконструкции важны для понимания тектонической эволюции Беломорского подвижного пояса. Последовательность, возраст и длительность высокобарических этапов метаморфизма комплекса до сих пор являются предметом острых дискуссий среди геологов разных научных школ (Володичев и др., 2004; Слабунов и др., 2011; Mints et al., 2014; Dokukina et al., 2014; Скублов и др., 2011; Хервартц и др., 2012; и др.). Выбор корректного тектоно-метаморфического сценария имеет ключевое значение для реконструкций и обоснования геотермических градиентов в древних коллизионных зонах, для оценок относительной длительности пикового метаморфизма, скоростей и механизмов подъема (эксгумации) эклогитов в докембрии. По современным представлениям возможный переход от геодинамического режима «горячей» коллизии к термальному режиму современной «холодной» коллизии, контролирующей изменения в поведении литосферы в позднем неопротерозое, хорошо коррелирует с вариациями *P-T* параметров метаморфизма в больших конвергентных орогенах, указывая на пространственно-временную связь между разными стилями метаморфизма и тектоническими процессами (например, Brown, 2007). Эти вопросы, в том числе время начала современного стиля субдукции, во многом еще далеки от окончательного решения. Это определяет актуальность проведенных А.Е. Мельником исследований, ориентированных, главным образом, на установление возраста эклогитового метаморфизма в северо-западной части БПП.

Следует отметить, что датирование НР метаморфизма в областях полициклического развития является весьма сложной задачей. В данной работе возраст эклогитов северо-западной части БПП определен с использованием комплекса современных методов датирования (U-Pb, Sm-Nd и Lu-Hf), обоснованных детальными исследованиями специфики распределения редких и редкоземельных элементов в породообразующих и акцессорных минералах. В целом, я очень высоко оцениваю полученные результаты, которые вносят существенный вклад в усовершенствование методики изучения древних полиметаморфических комплексов.

Большинство основных положений диссертации представляются достаточно обоснованными. Результаты исследования отражены в рецензируемых профессиональных журналах, неоднократно обсуждались на совещаниях самого различного ранга и известны специалистам по метаморфической петрологии. У меня имеется несколько замечаний.

(1) Известно, что применение традиционных минералогических геотермометров, основанных на железо-магнезиальном обмене, для оценок в НР и УНР породах имеет

существенные ограничения. Но, как бы старательно ни считались T и P с помощью программ типа TWQ или каких-то других, полученные термодинамические параметры для вышеназванных пород обязательно требуют ручной корректировки – по классическим термометрам и барометрам. Как это принято в современной петрологической литературе. Это касается и оценки прецизионности определения максимальных давлений и температур, полученных методом мультиравновесной геотермобарометрии. Что при использовании программы TWQ имеет принципиальное значение. Возможно, в связи с этим параметры пика эклогитового метаморфизма выглядят несколько заниженными по давлению.

(2) В обычных эклогитах не должно быть плагиоклаза, поэтому его появление на эклогитовой стадии метаморфизма выглядит более чем странным. По этой причине нельзя (некорректно) использовать плагиоклаз для расчета P - T параметров эклогитовой стадии метаморфизма.

И последнее. Полтора года назад я писал отзыв ведущей организации на диссертацию А.А. Сердюк (ИЭМ РАН) по метаморфизму гридинского комплекса (Беломорское побережье Карелии). В ходе анализа той работы у меня остались сомнения о возрасте эклогитового метаморфизма в восточной части Фенноскандинавского щита. После знакомства с авторефератом А.Е. Мельника многие вопросы исчезли. По-видимому, современные очертания БПП были сформированы во время Свекофеннского коллизионного орогенеза (~1.9 Ga), синхронного с возрастом эклогитового метаморфизма. А что же тогда субдуцировало/коллядировало для образования эклогитов? Следует сделать пояснения.

Приведенные замечания относятся к разряду дискуссионных и не влияют на общую положительную оценку представленной работы.

В целом, автореферат написан ясным научным языком, а достоверность выводов подтверждается богатым фактическим материалом, скрупулезностью минералого-петрографических исследований и разнообразием новейших методических подходов. *Таким образом, не вызывает сомнений, что работа Алексея Евгеньевича Мельника выполнена на хорошем профессиональном уровне и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.*

Ведущий научный сотрудник лаб. метаморфизма и метасоматоза (e-mail: likh@igm.nsc.ru)

д.г.-м.н.



Лиханов Игорь Иванович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук; г. Новосибирск, пр. ак. Коптюга, д.3, Новосибирск-90, 630090; тел: +7 (383) 333-26-00; e-mail: director@igm.nsc.ru

г. Новосибирск
5 мая 2015 г.

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ
У.В. ГАЛЬЦОВА

05.05.2015 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Мельника Алексея Евгеньевича** "Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма", представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Работа Мельника А.Е. посвящена геологическому, петрологическому, геохимическому и изотопно-геохронологическому изучению эклогитов, направленному на установление состава, условий и времени их образования. До недавнего времени эклогиты в архейских областях известны не были, что было серьезным аргументом против действия механизма тектоники плит в архее, поэтому Беломорские эклогиты с самого начала их обнаружения стали являться объектом всестороннего изучения и предметом бурных дискуссий.

Главной целью работы являлось установление времени проявления эклогитового метаморфизма в северо-западной части БПП путем комплексного датирования разными методами (U-Pb, Sm-Nd, Lu-Hf) породообразующих и акцессорных минералов-геохронометров из метабазитов. Датирование метаморфических процессов особенно в докембрийских полиметаморфических комплексах является сложной задачей, что как правильно отмечено в диссертации «требует крайне тщательного, всестороннего анализа с привлечением современных, наиболее прецизионных методов исследования», что и было продемонстрировано в работе. Так для геохимических и геохронологических исследований был использован целый набор аналитических методов: XRF, ICP-MS, LA-ICP-MS, MC-ICP-MS, SIMS, TIMS. По теме диссертации опубликовано 10 статей в рецензируемых журналах, что достаточно редко бывает при защите кандидатской диссертации и само по себе подтверждает несомненную новизну и актуальность полученных результатов. Помимо определения возраста эклогитового метаморфизма, в работе рассмотрена последующая эволюция эклогитов на этапе ретроградного метаморфизма в условиях открытой системы с активным участием флюидов.

В качестве замечаний можно отметить:

1) в работе акцентировано внимание на участие флюидов при амфиболитизации и гранатизации эклогитов и не сказано об участии флюида при метаморфизме эклогитовой фации, где он играет важнейшую роль (например, Austrheim, 1987; Jamtveit et al., 1990, 2000; Bingen et al., 2001, 2004)

2) несколько переоценена значимость геохимических и геохронологических данных по циркону для выделения этапов метаморфизма, поскольку главными факторами выделения

этапов метаморфизма являются установленные парагенезисы метаморфических минералов, а геохронологические данные по циркону лишь фиксируют время этих этапов.

3) в автореферате нет ссылок и комментариев на возраст метаморфического циркона 2.7 млрд. лет, который был получен по циркону из эклогитов Широкой Салмы (Каулина и др., 2010) и Куру-Ваары (Щипанский, 2009).

Тем не менее, все замечания носят дискуссионный характер и не умаляют достоинств работы. В целом, работа, представленная в автореферате, производит впечатление серьезного и глубокого исследования. Изложенные в нем результаты получены путем тщательного отбора фактического материала и его анализа с помощью современных методов микроанализа и масс-спектрометрии. Работа полностью соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, соответствует специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, а её автор, **Алексей Евгеньевич Мельник**, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

06.05.2015

старший научный сотрудник
лаборатории геохронологии и
изотопной геохимии,
к.г.-м.н.



Кудряшов Николай Михайлович

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Геологический институт
Кольского научного центра Российской
академии наук
184209, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14
тел: 8(815-55) 79449
e-mail: nik@geoksc.apatity.ru



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Геологический институт Кольского научного центра
Российской Академии наук (ГИ КНЦ РАН)
ул. Ферсмана, д. 14, г. Апатиты,
Мурманская обл., Россия, 184209
Тел.: (815 55)-76567
E-mail: geoksc@geoksc.apatity.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Мельника Алексея Евгеньевича**
«ЭКЛОГИТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛОМОРСКОГО ПОДВИЖНОГО
ПОЯСА: ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ВРЕМЯ МЕТАМОРФИЗМА»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных
ископаемых

Диссертационная работа Мельника А.Е. посвящена актуальной геологической проблеме – возрасту эклогитов, важных индикаторов для геодинамической реконструкции развития земной коры.

Автор работы провел комплексные исследования эклогитов и ассоциирующих с ними пород. На основе петрографических и геохимических данных проведена типизация метабазитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса. На основе изучения состава и характера распределения редких и редкоземельных элементов в породообразующих минералах автор работы выделил два типа пород, испытавших метаморфизм в условиях эклогитовой фации – протерозойские дайки оливиновых габбро-норитов и будинированные тела архейских метабазитов. Изотопно-геохимические исследования эклогитов и выделенных разновидностей пород, проведенные Мельником А.Е., включали изучение строения и состава редких и редкоземельных элементов в цирксонах и локальное датирование цирконов U-Pb методом (SHRIMP-II), а также датирование граната и клинопироксена (Lu-Hf и Sm-Nd методы). Полученные данные позволяют проследить эволюцию развития изученного района от 2.9 до 1.8 млрд. лет.

Диссертационная работа А.Е. Мельника представляет собой оригинальный, самостоятельный и законченный научный труд. Полученные результаты в достаточной мере освещены в печати, защищаемые положения хорошо аргументированы. Диссертационная работа полностью отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Ее автор, Мельник Алексей Евгеньевич, достоин присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Научный сотрудник лаборатории
региональной геологии и геофизики
Геологического института КНЦ РАН,
Кандидат геолого-минералогических наук

М.Ф. Морозова Людмила Николаевна

Подпись *Морозова Людмила Николаевна*
ПО МЕСТУ РАБОТЫ УДОСТОВЕРЯЮЩИЙ
ГЛАЗАМИ СПЕЦИАЛИСТА
ГИ КНЦ РАН
Подпись *Л.Н. Морозова*
« 08 » 05



Отзыв

на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Объектом исследований, выбранным А.Е. Мельником, являются архейские и раннепротерозойские мантийные магматические комплексы Беломорского подвижного пояса, метаморфизованные в условиях эклогитовой фации. В соответствии с поставленной целью диссертантом проведены комплексные исследования, включающие минерало-геохимическую типизацию метабазитов, выявление минеральных парагенезисов соответствующих различным этапам метаморфической эволюции метабазитов и определение возраста магматических и метаморфических процессов. Полученные данные явились надежной основой для разработки критериев разделения изученных объектов и петрологических построений.

Судя по автореферату, среди наиболее интересных разделов работы, характеризующих ее с точки зрения новизны и оригинальности, следует отметить главу 4, где выделяются минеральные парагенезисы соответствующие различным этапам метаморфических преобразований и главу 5, где описаны результаты геохронологических исследований. Несомненным достоинством работы является по-настоящему комплексный подход к геохронологическим исследованиям. Сходимость результатов определения возраста метаморфических минералов в трёх независимых изотопных системах не позволяет усомниться в свекофеннском возрасте эклогитового метаморфизма.

Материалы, изложенные в работе, позволили А.Е. Мельнику сформулировать три защищаемых положения, которые достаточно хорошо обоснованы и замечаний не вызывают.

К сожалению работа не лишена недостатков. Наиболее заметным представляется отсутствие графических материалов иллюстрирующих взаимоотношения метабазитов с вмещающими породами и друг с другом. К недостаткам, вероятно, можно отнести некоторые неувязки между результатами, которые не получили объяснения в автореферате. Например, в работе постулируется привнос легких РЗЭ при амфиболизации симплектитовых эклогитов и действительно рис.4 иллюстрирует увеличение их содержания для породы в целом, однако приведённые там же составы минералов не отличаются по содержанию La и Ce и характеризуются низкими концентрациями этих элементов. Плагиоклаз, присутствующий в апоэклогитовых амфиболитах так же не сможет обеспечить увеличение концентрации La и Ce. Наиболее вероятным представляется появление монацита в процессе амфиболизации, но, к сожалению, в автореферате описание акцессорной минералогии метабазитов не систематизировано.

В целом работа А.Е. Мельника «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма» представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям как по широте, важности и научной значимости исследований, так и с точки зрения новизны и достоверности представленного материала. Автор, несомненно, заслуживает искомой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Старший научный сотрудник
Лаборатории геологии и геодинамики
Федерального государственного учреждения науки
Института геологии и геохронологии докембрия
Российской академии наук
кандидат геолого-минералогических наук

С.Т.Д., наб. Макарова д. 2

Вячеслав Анатольевич Матреничев



О Т З Ы В

на автореферат диссертации **Алексея Евгеньевич Мельника**

"Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма",

представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 "Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых"

Возможность приложения тектоники литосферных плит к палеопротерозою, не говоря уже об архее, является одной из остродискуссионных тем современной геологии. Эта дискуссия с особой остротой разгорелась после открытия в Беломорье раннедокембрийских эклогитов, возраст которых, в свою очередь, вызывает не менее острую дискуссию: одни исследователи определяют его как палеопротерозойский, а другие как мезо- и/или неоархейский. Так как основной целью работы А.Е. Мельника являлось установление времени этого эклогитового метаморфизма, она, безусловно, является чрезвычайно актуальной.

Определение возраста метаморфических процессов всегда было и продолжает оставаться сложной задачей. Диссертант справедливо указывает, что эта задача особенно сложна в полиметаморфических комплексах, классическим представителем которых ещё с тридцатых годов прошлого века (*Судовиков, 1939*), как раз и является беломорский комплекс. В настоящее время можно выделить два принципиальных подхода к решению этой задачи. В первом из них безусловный приоритет отдаётся изотопным данным. Действительно, оценки возраста не только метаморфических, но и любых других процессов в кристаллических комплексах сейчас просто немыслим без определений изотопного возраста пород и минералов. Это подход вызывает необходимость геологической интерпретации геохронологических данных. Надежность такой интерпретации в значительной мере обеспечивается сейчас изучением геохимических особенностей датированных минералов.

Второй подход также использует геохронологические данные, но его принципиальное отличие заключается в приоритете относительного или, другими словами, геологического возраста изучаемых геологических объектов. Классический пример – дайки, которые как геологический объект всегда моложе вмещающих их пород. Поэтому именно возрастная последовательность геологических событий, реконструированная на основе определения возраста одних геологических объектов (пород, минеральных ассоциаций и отдельных минералов) относительно других должна быть основой для интерпретации изотопных датировок.

А.Е. Мельник принадлежит к сторонникам первого подхода. Он полагает, что возраст эклогитового метаморфизма в Беломорье может быть определён *"путем применения комплекса методов датирования в сочетании с использованием данных по распределению редких и редкоземельных элементов в породообразующих и акцессорных минералах"* (с. 1). Рецензент же является приверженцем второго подхода, то есть между ним и диссертантом существуют концептуальные расхождения. Поэтому рецензент считает, что в этом случае он должен, прежде всего, решить вопрос о том, отвечает ли работа А.Е. Мельника требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и достоин ли он присуждения ученой степени кандидата. У рецензента в этом плане один ответ: **да, отвечает и достоин**. При этом как работа А.Е. Мельника, равно как и результаты исследований других авторов, включая рецензента, не ставит окончательную точку в дискуссии о возрасте реликтов эклогитов в архейских амфиболитовых толщах, залегающих среди плагиогранитогайеисов Беломорья.

А.Е. Мельник использовал разнообразные методы исследования кристаллических пород, включая методы определения изотопного возраста минералов, при этом для выполнения всех поставленных задач привлекались самые современные методы. Объём полученных и обработанных материалов очень большой. Всё это обеспечило новизну результатов, из которых особо следует подчеркнуть выявление очень узких (первые десятки микрон) кайм омфациита вокруг магматического ортопироксена в дайке палеопротерозойских оливиновых метагабброноритов. Личный вклад А.Е. Мельника в проведенные исследования представляется значительным. Это подтверждается, в частности, тем, что он является первым автором в двух статьях в журналах из списка ВАК, посвященных материалам диссертации. В целом же А.Е. Мельник в соавторстве опубликовал 10 работ в изданиях из этого списка по теме диссертации, в которых подробно изложил материалы исследований и обоснования защищаемых положений. Принимая во внимание доклады на многочисленных совещаниях, степень апробации работы следует признать крайне высокой.

Из недостатков работы в рамках выбранного А.Е. Мельника методического подхода для достижения главной цели работы следует выделить, пожалуй, только один – способ определения условий метаморфизма, при которых кристаллизовались цирконы с возрастом 1.9 млрд лет. А.Е. Мельник вслед за рядом исследователей полагает, что эти условия однозначно определяются геохимическими особенностями циркона, выявляемыми при анализе распределения элементов в цирконах из разных фаций метаморфизма. Однако при отнесении циркона к минералам эклогитовой фации более убедительными были бы выводы, которые базировались бы на данных по распределению редких земель между цирконом и эклогитовым гранатом, как это следует из работ Рубатто и Херманна (*Rubatto, Hermann, 2003, 2007*). Анализ же распределения РЗЭ между цирконом с возрастом 1.9 млрд лет и эклогитовым гранатом показывает, что эти минералы не являются равновесными (*Щипанский, 2015, в печати; Balagansky et al., 2014*). Также А.Е. Мельнику следовало бы кратко пояснить в автореферате, почему он не придерживается общепринятого определения эклогита как безплагиоклазовой породы (*Desmons J., Smulikowski W. High P/T metamorphic rocks // Metamorphic rocks: A classification and glossary of terms. Edited by Fettes D., J. Desmons. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. P. 32–35*).

К сожалению, работа А.Е. Мельника многое теряет из-за крайне скудного геологического материала, приведенного как в публикациях, так и в самой работе. Эта скудность особенно подчеркивается верным наблюдением А.Е. Мельника текущего положения дайки палеопротерозойских оливиновых габброноритов по отношению к ТТГ гнейсам в карьере Куру-Ваара и игнорирования такого же текущего положения этой дайки относительно амфиболитовых толщ с реликтами эклогитов (*Balagansky et al., 2014*) со всеми вытекающими отсюда последствиями для геологических критериев относительного возраста реликтов эклогитов в амфиболитах. Кроме того, А.Е. Мельник детально изучил гранатиты и амфиболитизированные эклогиты, однако при этом он упустил из виду тот важный факт, что амфиболитизация протекала совместно с мигматизацией пород и их интенсивной деформацией.

В качестве замечаний общего плана надо сказать о недостаточной отредактированности отдельных частей автореферата. Одним из таких примеров является утверждение о том, что "...генезис первично эклогитового омфациита происходил совместно с минералами-концентраторами..." (с. 10), и читатель вынужден догадываться о том, что речь идет о совместной кристаллизации омфациита и этих минералов.

С позиций второго подхода к определению возраста метаморфических процессов, материалы А.Е. Мельником и сделанные им на их основе выводы не доказывают палеопротерозойский возраст безплагиоклазовых гранат-омфациитовых пород, то есть

эклогитов, наблюдаемых в виде реликтов в сильно деформированных и мигматизированных беломорских амфиболитах архейского возраста. Однако здесь ещё раз надо особо подчеркнуть, что в данном случае речь идёт о выводах, сделанных на основе разных концептуальных подходов. При этом большим достижением А.Е. Мельника является открытие омфацитовых кайм вокруг магматического ортопироксена в палеопротерозойской дайке оливиновых метагабброноритов, что однозначно, как и в районе Гридино (Травин, Козлова, 2005), указывает на достижение условий кристаллизации омфацита в палеопротерозое.

Суммируя все изложенное выше, рецензент полагает, что результаты исследования А.Е. Мельника является важной вехой в расшифровке метаморфической истории такого сложного полиметаморфического комплекса как беломорский. Работа "Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма" отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а её автор, **Алексей Евгеньевич Мельник**, заслуживает присуждения ему искомой степени.

Балаганский Виктор Валентинович
доктор геолого-минералогических наук,
заведующий лабораторией
региональной геологии и геофизики



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Геологический институт
Кольского научного центра Российской академии наук
184209, Апатиты Мурманской области, ул. Ферсмана, дом 14,
Тел. раб. (81555) 79265
email: balagan@geoksc.apatity.ru



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича
«Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса:
геохимическая характеристика и время метаморфизма»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия,
геохимические методы поисков полезных ископаемых**

Диссертация А.Е. Мельника является примером современного минералого-геохимического исследования докембрийских метаморфических пород. Актуальность темы исследования обусловлена получением новой информации о возрасте и истории метаморфических событий в Беломорском подвижном поясе Фенноскандинавского щита (БПП).

Автор успешно соединил в ходе исследования все компоненты научного творчества: собрал полевые материалы, обработал их с применением химико-аналитических и прецизионных локальных изотопно-химических методов и интерпретировал результаты. В результате на основе надежной фактической базы получены оригинальные научные результаты. Структура диссертации вполне соответствует решаемым задачам. Иллюстрации подобраны со смыслом и выполнены добротнo.

Поставленная цель – установление времени эклогитового метаморфизма в северо-западной части БПП – выполнена. Установлен свекофеннский возраст эклогитов и апоэклогитовых метаморфитов. Выявлена когенетичность эклогитов и эклогитоподобных метаультрабазитов. Все защищаемые положения обоснованы и доказаны.

Достоинством работы является комплексирование современных методов геохимического и геохронологического исследования пород и минералов. В итоге получен новый опыт прецизионного изотопно-геохимического изучения минералов эклогитов и гранатитов – циркона, титанита, граната, пироксена. Это позволяет говорить о значительной методической ценности диссертации А.Е. Мельника. В частности, в работе применена передовая технология Lu-Hf датирования эклогитового граната.

ОТЗЫВ

Руденко Вячеслава Ефимовича – кандидата геолого-минералогических наук (учёное звание - старший научный сотрудник), работающего в Федеральном государственном унитарном предприятии «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ» - Адрес: 199106, Средний пр., 74. Санкт-Петербург), в отделе геологии и полезных ископаемых Восточной Сибири, в должности ведущего научного сотрудника - тел.: (812) 321-68-98 E-mail: Vjacheslav_Rudenko@vsegei.ru

на автореферат диссертации «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук Мельником Алексеем Евгеньевичем.

Представленная работа относится к весьма перспективному и интенсивно развивающемуся в последние десятилетия в отечественной и зарубежной петрологии и геохимии направлению – исследованию типоморфных изотопно-геохимических особенностей пород и минералов различных геодинамических обстановок. Тема исследований соискателя, безусловно, актуальна, так как выяснение времени и условий формирования эклогитов, являющихся индикаторами аномально высоких давлений в коре, представляет собой важную веху на пути создания фундаментальной модели развития Земли.

В основу работы положен материал, собранный лично автором с коллегами во время полевых работ в 2010-2013 гг. Этот материал (опорная коллекция из 40 образцов) был всесторонне проанализирован современными аналитическими и различными независимыми изотопно-геохимическими методами при участии автора. Результаты интерпретации полученных данных свидетельствуют о достаточно убедительной обоснованности выдвигаемых им защищаемых положений.

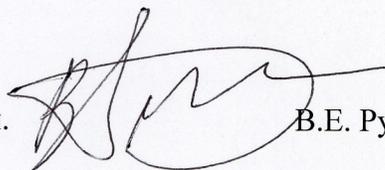
Первое защищаемое положение имеет важное значение для определения авторской позиции и существа работы: на основании комплекса геолого-петрологических и петрохимических исследований (в том числе с привлечением собственных полевых наблюдений) соискатель установил, что эклогитовому метаморфизму в рассматриваемом регионе подверглись две разновозрастные группы основных пород. Формулировка этого положения, на наш взгляд, может быть скорректирована: она (формулировка) вполне достаточна без частного (в данном контексте) предложения об отсутствии эклогитового парагенезиса в метаультрабазах, ассоциирующих с метабазами.

Второе положение посвящено результатам исследования наложенных изменений парагенезисов и состава минералов пород, претерпевших эклогитовый метаморфизм. Это самостоятельное положение является закономерным этапом всего исследования: при широком развитии наложенных изменений необходимо было «вычленить» реликтовые эклогитовые парагенезисы для определения и интерпретации изотопного возраста эклогитового метаморфизма. Здесь нельзя не отметить искусство и тонкий характер прецизионных исследовательских методических приёмов автора.

Третье положение, построенное на фундаменте двух предыдущих, посвящено датировке событий эклогитового метаморфизма с применением независимых изотопно-геохимических методов. Детальная интерпретация полученных данных, представленная автором в совокупности с результатами, отражёнными в двух первых положениях, убеждает в том, что эклогитовому метаморфизму подверглись архейские и раннепротерозойские основные породы и в том, что это событие имело место ~ 1,9 млрд. лет назад. Несколько позднее (~ 1,84 млрд. лет назад) произошли постэклогитовые ретроградные изменения и внедрение пегматитов.

В целом рассматриваемая работа представляет собой законченное исследование, являющееся существенным вкладом в геологию Беломорского подвижного пояса, а также в петрологию и геохимию эклогитов. Она свидетельствует о высоком научно-исследовательском профессионализме её автора, который, несомненно, достоин присуждения ему учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Ведущий научный сотрудник отдела геологии
и полезных ископаемых Восточной Сибири, к.г.-м.н.



В.Е. Руденко

Подпись руки тов. *Руденко*
по месту работы удостоверяю
Зав. Общим Отделом ВСЕГЕИ
«12» 05 2015
С.-Петербург, В.О., Средний пр., дом 74



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича «*Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма*», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертационная работа А.Е. Мельника посвящена проблеме эклогитового метаморфизма Беломорского подвижного пояса. В результате детального изучения минералого-геохимических и изотопно-геохронологических особенностей эклогитов установлен неоднородный и разновозрастный характер их протолита. Омфацит-гранатовая ассоциация широко представлена в многочисленных будинированных телах метабазитов архейского возраста, залегающих среди серых (ТТГ) гнейсов, и обнаруживается в коронарных структурах оливиновых метагэббро-норитов нижнепротерозойского возраста. Возраст эклогитовой кристаллизации, установленный на основе согласующихся данных по различным изотопным системам (U-Pb, Lu-Hf, Sm-Nd) и контролируемый распределением редких и редкоземельных элементов в породах и минералах, составляет около 1,9 млрд. лет. Мне представляется, что это один из главных результатов проведенного исследования, который в совокупности с новыми минералого-геохимическими данными позволяет в перспективе приступить к разработке новой геодинамической модели высокобарического метаморфизма докембрийских подвижных поясов. Такая модель не может основываться на традиционных схемах эклогитового метаморфизма фанерозойских коллизионных орогенов, так как эклогиты в них всегда равновесны вмещающим комплексам метаморфических пород.

Судя по автореферату, можно заключить, что диссертация А.Е. Мельника выполнена на высоком научном уровне и основные ее защищаемые положения с достаточной полнотой отражены в опубликованных работах. Она вполне отвечает требованиям ВАКа к кандидатским диссертациям, а ее автор, А.Е. Мельник, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Главный научный сотрудник
лаб. палеовулканизма и региональной
геодинамики Института геологии и
геохимии УрО РАН
доктор геол.-мин. наук

620075, Екатеринбург,
Почтовый пер., 7
Тел.: (343) 371-60-94
E-mail: rusin@igg.uran.ru

12.05.2015 г.

Русин Анатолий Иванович



Отзыв на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича
«Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа А.Е. Мельника производит очень сильное впечатление. Она посвящена одной из актуальных проблем современной метаморфической петрологии – изучению вещественного состава и установлению возраста древних беломорских эклогитов. Эти породы начали детально анализироваться сравнительно недавно и – благодаря датировкам 2.87–2.82 млрд лет (Mints et al., 2014) – сразу привлекли к себе внимание исследователей. Вокруг их генезиса развернулась оживленная дискуссия: центральное место в ней занял вопрос о возрасте эклогитового метаморфизма. Для его решения соискатель использовал наиболее современные подходы: метод локального U-Pb датирования циркона, а также Sm-Nd и Lu-Hf методы датирования пород с гранат-омфацитовым парагенезисом. Изотопные исследования выполнялись в ведущих отечественных и зарубежных лабораториях. В результате было показано, что возраст эклогитового парагенезиса составляет ~1.9 млрд лет, тогда как возраст протолита эклогитов и эклогитизированных является архейским и ранне-палеопротерозойским. Этот вывод обоснован детальным анализом геохимических свойств зональных кристаллов циркона и граната и имеет важнейшее значение для реконструкции геодинамических обстановок в раннем докембрии Карело-Кольского региона. В свете дискуссии о времени и механизмах роста упомянутых минералов, еще больший вес этот вывод получил бы в случае, если бы автор не ограничился определением только пиковых параметров эклогитового метаморфизма, но большее внимание уделил реконструкции *P-T* траекторий. Дополнительные, но так же очень интересные результаты получены соискателем в области минералогии и геохимии наложенных процессов, способствовавших образованию апоэклогитовых пород.

В целом работа А.Е. Мельника представляет собой законченное исследование, выполнена на высоком уровне и полностью соответствует требованиям ВАК РФ. Ее автор несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Отзыв составил: доцент кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии Национального минерально-сырьевого университета «Горный», кандидат геолого-минералогических наук Гульбин Юрий Леонидович. Почтовый адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, д. 2. Тел. (812)3288247, e-mail: gulbin@spmi.ru



_____ Гульбин Ю.Л.

Ведущий специалист отдела
производства _____ Е.Р. Яновицкая

В " 05 20 15 г.

Отзыв на автореферат диссертации
Мельника Алексея Евгеньевича
«Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса:
геохимическая характеристика и время метаморфизма»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 –
геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

В работе А.Е. Мельника рассмотрены эклогиты Беломорского подвижного пояса, изучение которых имеет важное значение для выявления геодинамических режимов раннего докембрия, что определяет актуальность диссертационной работы. Автором выполнен комплекс геологических, петрографических и прецизионных аналитических исследований. Это позволило установить: гетерогенный состав протолитов эклогитов, эклогитизированных и эклогитоподобных пород; выявить P-T параметры их метаморфической эволюции; установить возраст магматических протолитов, эклогитового метаморфизма и наложенных процессов амфиболизации и гранатизации. С использованием нескольких изотопно-геохронологических методов (локальный U-Pb по циркону, изохронные Sm-Nd и Lu-Hf методы) подтвержден палеопротерозойский возраст (1.9 млрд. лет) эклогитового метаморфизма. Именно комплексные геохронологические и геохимические исследования являются несомненным достоинством работы и должны применяться для раннедокембрийских высокоградных метаморфических комплексов.

Важным является вывод о подвижности ряда редких и петрогенных элементов при наложенных процессах амфиболизации и гранатизации эклогитов, проходивших в открытой системе. Это подтверждается исследованием геохимии пород и локальным анализом содержаний редких элементов в породообразующих и акцессорных минералах.

В то же время, к содержанию автореферата можно сделать замечания.

Автором не рассматривается возможный состав флюида, вызвавшего обогащение эклогитов LREE, MREE, Rb, Ba, Th, Nb при их амфиболизации. Стоит заметить, что подвижное поведение Rb, Ba, Th можно объяснить существенно водным составом флюида. В то же время, REE и HFSE становятся подвижными только в высокотемпературном флюиде, содержащем F, Cl, CO₂, что подтверждено экспериментально (например: Newton R.C., Manning C.E. Role of saline fluids in deep-crustal and upper-mantle metasomatism: insights from experimental studies // *Geofluids*, 2010, v. 10, p. 58-72.).

Не объясняется процесс формирования гранатитов. Автор утверждает, что амфиболизация эклогитов проявилась ~ 1.87 млрд. лет и связана с ретроградной ветвью метаморфизма в условиях амфиболитовой фации, а гранатизация связана с внедрением керамических пегматитов на рубеже 1.84 млрд. лет. Как могло происходить обогащение гранатитов не свойственными кислым породам элементами (Fe, Ti, V) при участии керамических

пегматитов или их флюидов? Почему процесс формирования более поздних гранатитов (расположенных ближе к центру будины) не влиял на вещественный состав апоэклогитовых амфиболитов на периферии будины? Одно только совпадение возрастов гранатитов и керамических пегматитов не достаточно для вывода об их взаимосвязи.

Приведенные автором составы гранат-амфибол-клинопироксеновых кристаллосланцев находятся в поле основных пород близко к границе с ультраосновными (Петрографический Кодекс России. СПб, 2009). Поэтому, протолиты гранат-амфибол-клинопироксеновых кристаллосланцев без дополнительных объяснений не могут быть отнесены к ультраосновным породам.

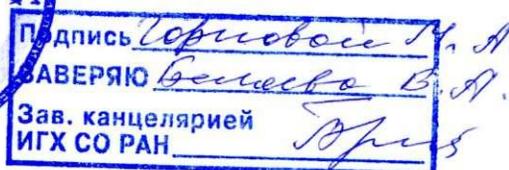
Отмеченные замечания никак не влияют на общий высокий уровень диссертационной работы А.Е. Мельника.

Защищаемые положения отражают содержание выполненной работы. Материалы диссертации опубликованы в большом количестве статей в ведущих отечественных журналах. Алексей Евгеньевич Мельник, безусловно, является специалистом в области геохимии и геохронологии раннедокембрийских высокоградных комплексов, и заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Горнова Марина Аркадьевна, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии основного и ультраосновного магматизма Федерального государственного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук. Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1А, тел.: +7(3952)511457, электронная почта: mgorn@igc.irk.ru

Беляев Василий Анатольевич, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геохимии основного и ультраосновного магматизма Федерального государственного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук. Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1А, тел.: +7(3952)511457, электронная почта: belyaev.vasya@mail.ru

13.05.2015.



Отзыв на автореферат кандидатской диссертации Мельника А. Е. «Эклогиты северо-западной части Беломорского Подвижного Пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертация Мельника А. Е. «Эклогиты северо-западной части Беломорского Подвижного Пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма» посвящена детальному изучению различных порообразующих и аксессуарных минералов-геохронометров разных типов метабазитов северо-западной части БПП. Изучение этого комплекса и, в частности, эклогитов (метабазитов) имеет важное значения для понимания геодинамических процессов на Земле в докембрии. Вопрос времени проявления эклогитового метаморфизма в данном комплексе является одним из самых спорных и остро воспринимаемых. В настоящее время существуют две основные точки зрения: 1 - эклогитовый метаморфизм был проявлен в архейское время; 2 - Гридинский эклогитсодержащий комплекс сформировался в палеопротерозое. Таким образом, актуальность данной работы не вызывает сомнения. Наиболее значимыми результатами диссертационной работы являются следующие выводы: эклогитовый метаморфизм испытали две разновозрастные группы основных пород (палеопротерозойские и архейские); изучаемые эклогиты испытали наложенные процессы амфиболитизации и гранатизации в условиях открытой системы с изменением компонентного состава пород. И, конечно же, главным результатом работы являются полученные оценки возраста эклогитового метаморфизма, который по данным независимых изотопно-геохимических методов составляет 1.9 млрд. лет.

Основные выводы надежно подтверждены детальными минералого-геохимическими и изотопно-геохимическими исследованиями.

Однако, хотелось бы отметить ряд замечаний:

с первой страницы автореферата бросается в глаза недостаточная проработка истории изучения эклогитов данного комплекса. Первые сведения об эклогитах Гридинского комплекса сообщались О.И. Володичевым еще в 1977г, а не в 2004, как указывает автор работы. В указанной статье (Володичев и др., 2004) были уже озвучены первые оценки архейского возраста эклогитов;

при сравнении спектров распределения REE, хотелось бы увидеть сравнение клинорпироксенов из симплектитового эклогита и гранат-клинопироксенового (апозеклогитового) амфиболита (рис. 4, стр.9 автореферата);

в работе были поставлены задачи – выявление парагенетических ассоциаций и их P-T параметров на разных этапах метаморфической эволюции метабазитов и привязка данных геохронологии к тренду P-T параметров метаморфизма метабазитов. Но в автореферате нет четкого вывода, полученного в результате решения этих задач. При чтении возникает ощущение, что диссертант выбрал всего два «подходящих» образца, выделил в каждом из них по одной стадии (эклогитовую в оливиновом габбро-норите и постэклогитовую в симплектитовом эклогите) и рассчитал P-T параметры по «наиболее выгодным» парагенезисам. Только после обращения к основному тексту диссертации становится более понятно, как и почему получены те или иные оценки, а так же присутствует геохронологическая привязка к P-T параметрам метаморфизма. Однако остаются некоторые сомнения в полноте и завершенности проведенных исследований по выявлению стадий метаморфизма и определению их P-T параметров.

Указанные замечания несут исключительно рекомендательный характер и не влияют на положительное мнение об автореферате и работе в целом. Диссертационная работа Мельника А. Е. отвечает всем требованиям ВАК РФ, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Н.с. лаборатории литосферы ИЭМ РАН к.г.- м.



Сердюк Алена Александровна

13.05.2015г.

Отзыв

на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича
«Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа Мельника А.Е. посвящена установлению возраста эклогитов северо-западной части Беломорского подвижного пояса на основе комплекса современных методов датирования в сочетании с данными по геохимии редких и редкоземельных элементов в минералах.

В основу диссертации положен фактический материал, собранный автором в ходе полевых работ в 2009 и 2013 гг., с привлечением данных из других проявлений эклогитов в БПП (полевые сезоны 2010-2013 гг.). Проведено детальное петрографическое исследование опорной коллекции образцов, изучено содержание петрогенных элементов в породах методом XRF на многоканальном спектрометре ARF-9800, методом ICP-MS на ELAN 6100 изучалось содержание редких и редкоземельных элементов в породах. Состав минералов и их строение исследовалось на электронном сканирующем микроскопе JEOL-JSM- 6510 LA. Локальное датирование циркона U-Pb методом выполнено в Изотопном центре ВСЕГЕИ, другие геохронологические и геохимические исследования проведены в ИГГД РАН, Университете Майнца, Институте им. Штейнманна в Бонне, ЯФ ФТИАН.

Впервые получены изотопно-геохимические данные по эклогитам северо-западной части Беломорского подвижного пояса, показывающие гетерогенный и разновозрастный характер их протолита, приведены доказательства палеопротерозойского возраста эклогитов, рассмотрены доказательства против архейских датировок метаморфизма эклогитовой фации.

Рассматриваемая работа, содержащая результатами комплексных минералогеохимических и изотопно-геохимических исследований эклогитов выполнена на высоком научном уровне и является существенным вкладом в решение проблемы датирования высокобарического метаморфизма, одной из важных задач современной геохронологии. Практическая значимость диссертации заключается в возможности использования полученных результатов при реконструкции истории становления и преобразования других высокометаморфизованных комплексов докембрия.

Защищаемые положения диссертации, раскрывающие сущность представленной работы, аргументированы и убедительны. По теме диссертации опубликовано более 16 печатных работ, из них 10 статей в рецензируемых российских журналах, рекомендованных ВАК, ее результаты докладывались на российских и международных семинарах и совещаниях.

Содержание автореферата отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Мельник Алексей Евгеньевич, заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Внс лаборатории физико-химических методов ИТиГ ДВО РАН, 680000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, д.65,
тел. (4212) 31-35-65, vladimir@itig.as.khb.ru
к.г.м.н.

Владимир Семенович Приходько

Я, Приходько Владимир Семенович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Приходько

Подпись *Приходько В.С.*
Заверяю: Помощник декана
по кадровым вопросам
Павлова А.В.
"13" 05 2015г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мельника Алексея Евгеньевича: «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертация посвящена актуальной проблеме изотопно-геохимического изучения эклогитов Беломорского подвижного пояса. Эти образования являются уникальными в геологическом и петрологическом плане (по степени обнаженности и сохранности минеральных парагенезисов). Первые геохронологические исследования (Володичев и др., 2004; Щипанский и др., 2005; Minz et al., 2010) акцентировали их уникальность и как самых древних на Земле коровых эклогитов. Работы соискателя и его руководителя впервые обстоятельно опровергают последние заключения, доказывают, что архейский возраст относится к возрасту магматических протолитов, в то время как собственно эклогитовый этап метаморфизма - палеопротерозойский (около 1.9 млрд. лет). В этом заключается главная новизна проведенного исследования. Диссертант применил самые современные методы изотопно-геохронологического изучения, ключевую роль в которых сыграли методы локального анализа (SHRIMP, LA-MC-ICPMS), которые к сожалению, все ещё слабо доступны для большинства молодых российских ученых. Сходимость U-Pb датировок по циркону с изохронными Lu-Hf, Sm-Nd полиминеральными датами однозначно доказывает валидность/правильность оцененного возраста эклогитового метаморфизма.

Некоторые замечания и вопросы, возникшие после прочтения автореферата:

1. Недостаточными представляются аргументы в пользу магматической природы архейских ядер цирконов в эклогитах, основанные только на геохимических особенностях, со ссылкой на работы (Belousova et al., 2002; Hoskin Shaltegger, 2003). Относительно высокие концентрации Hf и отношения Th/U в цирконах, выраженная Ce аномалия и редуцированная Eu аномалии описаны не только в магматических цирконах, но и во многих метаморфических парагенезисах. Многие из этих признаков сами по себе не являются универсальным дискриминаторами (Harley et al., 2007).

2. Из автореферата остались неясными взаимоотношения цирконов с породообразующими минералами (обнаружены и исследованы ли цирконы в шлифах *in situ* ?). К какой стадии относится рост цирконов: магматического протолита, эклогитового УНР метаморфизма или ретроградного метаморфизма и как это обосновывается микроскопически ? Какие имеются различия в составе микровключений в цирконах разного генезиса (архейские протоматические ядра против палеопротерозойских "эклогитовых")?

3. Представляется, что применение англоязычных терминов в русскоязычном автореферате (напр. см. рис. 5 - "magmatic Zrn"...) неприемлемо. Одновременно выглядит несколько странно, что соискатель ссылается неоднократно при описании типоморфных геохимических особенностей эцлогитовых цирконов на работы своего научного руководителя (Скублов и др, 2011-2012), в то время, как обстоятельные многочисленные и более ранние работы зарубежных исследователей в этом направлении остались не цитированы (напр. Rubatto et al., 1999; Gilotti et al. 2004; Liati 2005; обстоятельный обзор по проблеме - см. Rubatto and Hermann, 2007).

Высказанные замечания носят непринципиальный характер в отношении защищаемых положений. Рецензируемая работа в целом характеризуется высоким уровнем, выполнена с применением современных аналитических подходов и методов и отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация апробирована публикациями в рецензируемых научных журналах. Поддерживаю присуждение А.Е.Мельнику искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Акинин Вячеслав Васильевич, доктор геолого-минералогических наук,
адрес: 685000 Магадан, ул. Портовая 16, Тел.: 84132630651, E-mail: akinin@neisri.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А.Шило, Дальневосточного отделения Российской академии наук.

заместитель директора; заведующий лабораторией петрологии, изотопной геохронологии и рудообразования

Дата оформления отзыва - 15 мая 2015 г.



Я, Акинин Вячеслав Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись В.В.Акинина удостоверяю.

Зав. Отделом кадров СВКНИИ ДВО РАН



А.Н.Репкина

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Мельникова Алексея Евгеньевича «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Представленные в реферированном виде материалы диссертационной работы отражают выполненное автором мультидисциплинарное изучение одного из наиболее интересных и загадочных объектов архейской геологии – метаморфизованных в эклогитовой фации основных пород в пределах Беломорского мобильного пояса (БМП) Фенноскандинавского щита.

Острая дискуссионность вопроса о времени проявления этого метаморфизма/ов (архей-?, палеопротерозой-?, двукратный-?), а также вытекающая из этого дискуссионность моделируемых раннедокембрийских геодинамических обстановок определили необходимость провести кроме изотопного датирования цирконов и других минералов-геохронометров (гранатов и клинопироксенов) из пород эклогитовой фации, геохимическую типизацию этих пород и минералов.

Использование современных методов термобарометрии для оценки параметров полиметаморфических и полистадийных процессов в северо-западной части БМП в совокупности с результатами прецизионной геохимии широкого спектра трасс-элементов (REE, HFSE, LIL, группы железа и др.) в датированных минералах позволило диссертанту выстроить стройную и логичную схему P-Tt эволюции условий породо- и минералообразования, начиная с архейского протолита и заканчивая пегматитами, секущими эклогитизированные базиты на рубеже 1.84 Ga. В этой схеме возраст эклогитизации и архейских, и палеопротерозойских базитов оценивается в 1.9 Ga. Этим автор подтверждает представления о моноциклическом проявлении этого процесса в свекофеннское время.

Описанные в реферате материалы и интерпретации следует рассматривать как значительный вклад в развитие представлений о геохимических и термодинамических условиях формирования коровых эклогитов в раннем докембрии. Прикладное значение проведенного исследования заключается в том, что автору удалось продемонстрировать очень высокую эффективность комплексного подхода к изучению сложных полихронных и полигенных минеральных и геохимических систем и процессов, что особенно важно «... при реконструкции истории становления и преобразования высокометаморфизованных комплексов докембрия...».

К вопросам, требующим такой-же веской аргументации, можно отнести вопрос, почему в ассоциирующих с эклогитизированными базитами породами другого состава отсутствуют минералы – индикаторы изофациальных с эклогитами условий. Для гипербазитов автором такое объяснение найдено.

Очень важным является то, что автор принимал личное участие во всем исследовательском процессе, включая полевые работы, получение аналитических данных и их интерпретацию.

Реферат написан корректным научным языком, отлично иллюстрирован, основные положения изложены в 16 публикациях, 10 из которых входят в список ВАК, и представлялись и докладывались на 11-ти отечественных и зарубежных научных собраниях разного ранга.

Диссертация Алексея Евгеньевича Мельника «Эклогиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», несомненно, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, и диссертант может быть рекомендован Ученому совету к присвоению искомой степени.

Заведующий лабораторией региональной геологии и геодинамики института геологии КарНЦ РАН, д.г.-м.н., заслуженный деятель науки республики Карелия

В.Н.Кожевников / В.Н.Кожевников.

12.05.2015г.

Владимир Николаевич Кожевников

*Петрозаводск, ул. Пушкинская д. 11,
185 910*



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

ВРИО СТ. ДОКУМЕНТОВЕДА

О. А. ПОВЕРНОВА

Повернова

12 мая

2015 г.