

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.059.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОХИМИИ ИМ. А.П. ВИНОГРАДОВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20 декабря 2017 г., № 8.

О присуждении Калашниковой Татьяне Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Геохимические характеристики и петрогенезис мантийных ксенолитов из кимберлитовой трубки Обнаженная (Якутская кимберлитовая провинция)» по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых принята к защите 05.10.2017 г., протокол № 6, диссертационным советом Д 003.059.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, д. 1А, приказ № 194/нк от 22 апреля 2013 г.

Соискатель Калашникова Татьяна Владимировна, 1988 года рождения, в 2010 году окончила факультет геологии, геоинформатики и геоэкологии Иркутского национального исследовательского технического университета, в 2013 году окончила обучение в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук, работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук. Диссертация выполнена в лаборатории Геохимии основного и ультраосновного магматизма № 18.1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – Костровицкий Сергей Иванович, доктор геолого-минералогических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии, ведущий научный сотрудник лаборатории Геохимии основного и ультраосновного магматизма.

Официальные оппоненты:

1. Киселев Александр Ильич, доктор геолого-минералогических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории геологии и магматизма древних платформ.

2. Spezius Здислав Витольдович, доктор геолого-минералогических наук, Научно-исследовательское геологоразведочное предприятие НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО), заведующий лабораторией Минералогии и петрографии алмазных месторождений Комплексного отдела минералогических исследований, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской Академии наук (ИГМ СО РАН), г. Новосибирск, в своем положительном заключении, подписанном Круком Николаем Николаевичем, доктором геолого-минералогических наук, директором ИГМ СО РАН, Похиленко Людмилой Николаевной, кандидатом геолого-минералогических наук, старшим научным сотрудником Лаборатории минералов высоких давлений и алмазных месторождений и Агашевым Алексеем Николаевичем, кандидатом геолого-минералогических наук, старшим научным сотрудником Лаборатории минералов высоких давлений и алмазных месторождений указала, что диссертационная работа посвящена одной из фундаментальных проблем, связанных с изучением развития Земли, в частности эволюции литосферной мантии под северо-восточными неалмазоносными кимберлитовыми полями. Впервые детально исследован процесс метасоматических преобразований в ксенолитах из трубки Обнаженная, получены первые данные по содержанию редких элементов во флогопитах, амфиболах и

ильменитах из этой трубки. В работе приводятся новые данные по содержанию элементов платиновой группы (Os, Ir, Rh, Pt, Pd), особенности фракционирования которых в валовых пробах ксенолитов указывают на наличие не менее двух этапов в процессе формирования литосферной мантии. Впервые детально проанализированы флогопит-ильменит содержащие ксенолиты из данной трубки, получены их геохимические характеристики и возрастные датировки. Также в отзыве ведущей организации было отмечено, что диссертационная работа Калашниковой Т.В. является научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 25 работ, общим объемом 4 печатных листа, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях - 4 работы, 2 – в журналах Web of Science.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Соловьева Л. В., Калашникова Т. В., Костровицкий С. И., Суворова Л. Ф. Зональность гранатов в деформированных перидотитах из кимберлитовой трубки Удачная// ДАН. 2014. Т. 457, № 5. С. 579–585.
2. Solov'eva L. V., Kalashnikova T. V., Kostrovitsky S. I., Ivanov A. V., Matsuk S. S., Suvorova L. F. Metasomatic and magmatic processes in the mantle lithosphere of the Birekte terrain of the Siberian craton and their effect on the lithosphere evolution// *Geodynamics & Tectonophysics*. 2015. V. 6, № 3. P. 311-344.
3. Калашникова Т.В., Соловьева Л.В., Костровицкий С.И. Сравнительная характеристика состава минералов из ксенолитов кимберлитовых трубок «Обнаженная» и «Удачная»// *Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений*. 2015. Т. 53, №4. С. 7-20.

4. Соловьева Л. В., Калашникова Т. В., Костровицкий С. И., Иванов А.В. Мацюк С.С., Суворова Л. Ф. Флогопитовые и флогопит-амфиболовые парагенезисы в литосферной мантии Биректинского террейна Сибирского кратона// ДАН. 2017. Т. 475, № 3. С.310-315.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзывов без замечаний - 2:

1. д.г.-м.н. Спивак Анна Валерьевна (ФГБУН Институт экспериментальной минералогии РАН (ИЭМ РАН), г. Черноголовка);
2. д.г.-м.н. Константинов Константин Михайлович (Научно-исследовательское геологическое предприятие АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный).

Отзывов с замечаниями – 13:

1. Д.г.-м.н. Жатнуев Николай Сергеевич (Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ) – 1. В обосновании первого защищаемого положения (стр. 12) выпала часть предложения «реститы... в дальнейшем преобразованные метасоматизирующими расплавами». 2. Почему метасоматическое преобразование реститов происходило расплавами, а не флюидами? Метасоматоз выражается в образовании водосодержащих минералов (флогопита и амфибола) по безводному пироксену (второе защищаемое положение). 3. Возможно ли на рис. 12 «оценки Р-Т условий последних равновесий минералов из трубок Удачная и Обнаженная» интерпретировать как геотерму? Были ли именно с этих глубин вынесены ксенолиты при прорыве кимберлита на поверхность?

2. К.г.-м.н. Донская Татьяна Владимировна (Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск) – 1. На стр. 19 автореферата автор отмечает, что « $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировки по флогопиту метасоматизированного образца 74-817 равны около 1.7 млрд. лет, что в целом соответствует возрасту аккреции Сибирского кратона». Однако автор не привела ссылку на литературный первоисточник, и не совсем понятно, на основании какой работы был сделан вывод об аккреции на рубеже 1.7 млрд. лет. По мнению рецензента, формирование единой структуры Сибирского кратона завершилось на временном интервале 1.88-1.85 млрд. лет [Донская и др., 2014, 2016]. На рубеже 1.75-1.7 млрд. лет в пределах Сибирского кратона имел

место только внутриконтинентальный магматизм, а именно внедрение роев даек основного состава, анорогенных гранитоидов и вулканитов [Гладкочуб и др., 2010; Диденко и др., 2010; Ларин, 2011; Ножкин и др., 2016; Ernst et al., 2016]. Оценка возраста 1.7 млрд. лет совпадает с проявлениями внутриконтинентального вулканизма в Сибирском кратоне, но никак не связана с аккрецией Сибирского кратона. 2. На стр. 20 автореферата соискатель отмечает, что оценки возраста 870-850 млн. лет. Соответствуют времени распада суперконтинента Родиния. В настоящее время имеются доказательства, что отделение Сибирского кратона от суперконтинента Родиния произошло не ранее, чем 725 млн. лет (возраст даек основного состава в южной части кратона) [Ernst et al., 2016]. В связи с этим полученные датировки необходимо сопоставить с каким-то другим геологическим событием.

3. К.г.-м.н. Шукин Владимир Сергеевич (ООО «Проекс сервис», г. Архангельск) – С точки зрения поисков месторождений алмазов автору следовало бы более детально рассмотреть геологическое строение и историю геологического развития центральных и северо-восточных частей Сибирского кратона и дать свое видение развития поисковых работ.

4. Д.г.-м.н. Скублов Геннадий Сергеевич (Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург) – отмечаются мелкие замечания стилистического рода (стр. 5) – «...соответствуют возрасту прорыва кимберлитового тела» - чем прорывается кимберлит или подразумевается внедрение кимберлитов? «С высоким содержанием калия, титана и щелочей» - калий также относится к щелочным элементам. Это легко устранимые погрешности, но их желательно корректировать.

5. Д.г.-м.н. Носова Анна Андреевна (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН, г. Москва) – 1. Не вполне ясно из текста реферата, рассматривает ли автор процесс кристаллизации из расплава и процесс мантийного метасоматоза (реакция расплава с породой) как единый процесс или два различных процесса (стр. 14 и стр. 20). 2. С чем может быть связано некоррелированное поведение ниобия и тантала, наблюдаемое в мультиэлементных спектрах флогопит-ильменитовых

пород (Рис. 17)? 3. Почему автор приписывает девонскому Молодинскому дайковому рою позднепротерозойский-раннекембрийский возраст со ссылкой на работу (Киселев, 2015)? В цитируемой работе речь идет о раннекембрийском магматизме р. Хорбусуонка на Оленекском поднятии. 4. В автореферате не всегда выдержано единообразие в наименованиях групп пород, отмечаются неудачные выражения «осмий является несовместимым элементом и накапливается в реститах» (стр. 14), «повышенный изотопный состав кислорода» (стр. 22).

6. К.г.-м.н. Иванов Александр Сергеевич (Научно-исследовательское геологическое предприятие АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный) – Недостаточное раскрытие практического применения защищаемых положений для рекомендаций на поиски алмазоносных кимберлитов.

7. К.г.-м.н. Каргин Алексей Владимирович (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН, г. Москва)

1. Из текста автореферата осталось неясным, какова природа граната и клинопироксена в ксенолитах магнезиальной группы. Являются ли они минералами первичной перидотитовой ассоциации или продуктами метасоматического преобразования. Несмотря на ссылку [O'Reily, Griffin, 2013], в которой приведена детальная характеристика мантийного метасоматоза, соискатель не обсуждает так называемый «stealth» метасоматоз. Широкая вариация содержания клинопироксена в ксенолитах магнезиальной группы, некоторые геохимические особенности состава граната и клинопироксена (концентрации редких элементов), форма выделения граната и клинопироксена на некоторых петрографических фотографиях (например, рис. 3), выдержанность состава клинопироксена из неизменных и метасоматизированных ксенолитов (Рис. 15), графики распределения редких элементов между гранатом и клинопироксеном (которые показывают, что часть клинопироксенов была обогащена легкими лантаноидами, по сравнению с модельными составами равновесных гранату клинопироксенов - Рис. 7.3, диссертация) могут свидетельствовать в пользу метасоматического происхождения клинопироксена в субкратонной литосферной мантии изученного района. Однако в автореферате это вопрос не раскрыт, а приведенные данные не выглядят достаточно

убедительными в пользу реститовой природы всех минералов из перидотитового парагенезиса. При этом активно используются данные по валовому составу ксенолитов. Действительно, обзор литературы за последние годы показывает, что достаточно часто ксенолиты не являются фрагментами литосферной мантии в ее исходном виде, а так или иначе испытывают различную степень преобразования, в ходе которых могут формироваться гранаты, клинопироксены, флогопиты, ильмениты. При этом это взаимодействие может быть многостадийным. 2. Некоторые исследователи, ссылки на работы которых приведены в автореферате, (например, Ionov et al., 2015) связывают увеличение содержания кальция с широко распространенным древним этапом метасоматоза под воздействием под воздействием обогащенных карбонатом расплавов. Однако в автореферате данный факт никак не обсуждается. 3. Несмотря на обширный уникальный материал, некоторые образцы которого имеют хорошую сохранность, из автореферата остается неясным, все ли минералы перидотитового парагенезиса переуравновешены между собой, есть ли зональность в их строении, как их составы соотносятся с составами классических мегакристов низко- и высокохромистых ассоциаций (учитывая наличие высокохромистых пироксенов). 4. На стр. 10 указано, что «Флогопит в некоторых образцах замещает пироксены и другие минералы, вероятно, под влиянием обогащенных калием и летучими остаточных флюидов». Остается неясной природа этих флюидов. 5. Из текста автореферата (стр. 20) остается неясным, почему для составов флогопит-ильменитовых ксенолитов были выбраны дайки бассейна р. Хорбусуонка, а также базальты Сибирских траппов. Также остается неясным, почему соискатель сравнивает состав флогопит-ильменитовых пород с кимберлитом напрямую. Очевидно, что полученные различия в HFSE отражают их совместимость с ильменитом. Возможно, было бы более уместно сравнение модельных, расчетных, равновесных составов ильменитам расплавов с составами кимберлитов. 6. Некоторые рисунки в автореферате содержат плохо читаемые условные обозначения.

8. Д.г.-м.н. Козлов Александр Владимирович (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург) - 1. Несмотря на представительность изученной

коллекции, можно ли обоснованно утверждать, что эти образцы могут корректно отражать особенности строения и термального режима литосферной мантии на северо-востоке Сибирского кратона в районе кимберлитовой трубки Обнаженная? В автореферате не рассматривается вопрос об алгоритме переноса результатов изучения коллекции мантийных ксенолитов на объем литосферной мантии. Установленные автором наложенные процессы могут в большей степени характеризовать локальные условия в области зарождения кимберлитового расплава, но не отражать условия петрогенеза литосферной мантии в целом. 2. Общее замечание касается и некоторой искусственной глобализации при интерпретации полученных результатов. Например, полученные датировки безгранатовых пород с ксеноморфными выделениями флогопита составляют 870-850 млн. лет, что соответствует времени распада суперконтинента Родиния. Однако непонятно, что дает это автору для раскрытия темы диссертации. 3. Отмечается, что «повышенный изотопный состав кислорода в минералах из эклогитов указывает на влияние субдукционной компоненты при формировании литосферной мантии». Можно предполагать, что имеется ввиду положительное значение $\delta^{18}\text{O}$, но относительно какого стандарта? О какой субдукционной компоненте идет речь и зачем она нужна автору для раскрытия темы диссертации?

9. К.г.-м.н. Ащепков Игорь Викторович (Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск) 1. Вызывает интерес несинхронное поведение Ta-Nb на рис. 15, поскольку геохимических процессов и минералов в мантии с различными K_D для этих элементов немного (например, рутил). 2. P-T диаграмма (рис. 12), видимо, не очень полная, и определения давления не дотягивают даже до 4 ГПа [Ashchepkov et al., 2013; 2014].

10. К.г.-м.н. Орсоев Дмитрий Анатольевич (Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ) – 1. Не совсем корректное объяснение наличия минимума палладия в спектре ЭПГ (рис. 10Б) как связанное с межзерновой отсадкой сульфидов. 2. В тексте автореферата не обсуждаются особенности изотопного состава кислорода в эклогитах, в заключении они привлекаются как

доказательство наличия субдукционной компоненты при формировании литосферной мантии.

11. К.г.-м.н. Федоров Борис Вячеславович (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), г. Москва) - 1. В первом защищаемом положении все породы «магнезиальной группы» объявляются «реститами от частичного плавления мантии». Присутствие клинопикросена объясняется процессом рефертилизации от истощенных пород. Представлялось бы интересным развитие темы рефертилизации как более ранней стадии силикатного метасоматоза, приводящего к «постепенному увеличению модального содержания клинопироксена» с образованием полного спектра ультрамафитов от гарцбургитов, лерцолитов (близких по составу примитивной) мантии до вебстеритов. 2. Во втором защищаемом положении справедливо указано, что нормальное распределение РЗЭ (с увеличением количества тяжелых редких земель) свидетельствует о первичном магматическом происхождении граната. Непонятно, каким образом сравнение с гранатами из трубки Удачная может усилить этот тезис. Вскользь упомянутая «реститовая гипотеза» перидотитов трубки Удачная, на мой взгляд, мало объясняет широкие спектры РЗЭ в гранатах этих пород – при частичном плавлении реститовые гранаты должны сохранять тяжелые редкие земли согласно коэффициенту минерал/расплав. 3. Хотелось бы сделать небольшое терминологическое уточнение: в автореферате не указано содержание SiO_2 во Phl-Ilm вебстеритах, ортопироксенитах и клинопироксенитах, но обычно пироксениты к гипербазитам не относятся. Возможно, за счет большого объема флогопита и ильменита, содержание SiO_2 в этих породах действительно меньше 45 мас.-%?

12. Д.г.-м.н. Леснов Феликс Петрович (Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск) 1. При описании коллекции изученных образцов ксенолитов не охарактеризованы их внешние характеристики (размеры, морфология, это индивидуальные ксенолиты или их обломки, какой формы). 2. В первом защищаемом положении в состав т.н. магнезиальной группы включены гарцбургиты, лерцолиты, оливиновые вебстериты, которые совместно определены в реститы. Для гарцбургитов и лерцолитов это утверждение можно

считать справедливым. Однако в отношении вебстеритов его нельзя признать правомерным, поскольку на многих примерах, установленных при изучении мафит-ультрамафитовых массивов, достаточно убедительно показано, что вебстериты, клинопироксениты, верлиты и близкие к ним породы, являются гибридными образованиями, сформированными при контактово – реакционном взаимодействии мафитовых расплавов и их флюидов с более древними реститогенными ультрамафитами – гарцбургитами, лерцолитами и их серпентинизированными разновидностями. По мнению диссертанта, на бинарной диаграмме MgO-CaO (Рис. 9) наблюдается непрерывный ряд переходов от гарцбургитов до вебстеритов. По нашему мнению, это не есть непрерывный ряд, поскольку в расположении фигуративных точек наблюдается разрыв между ~33 и ~37 мас.% MgO, разделяющий реститогенные гарцбургиты и реститы, с одной стороны, и гибридные вебстериты, с другой стороны, что является признаком гетерогенности этих двух групп пород. 3. На стр. 12 сказано, что протолит зернистых гранатовых перидотитов сформировался при степени плавления 30-38%. В этой фразе допущена ошибка, поскольку при указанных степенях плавления сформировался не протолит, а возникшие по нему реститы. 4. На стр. 14 автор использует понятие «скрытые метасоматические преобразования пород», не расшифровывая его смысл. Как показал опыт изучения распределения редкоземельных и других несовместимых элементов в индивидуальных ксенолитах реститогенных ультрамафитов, находящихся в щелочных базальтах, так называемый «скрытый метасоматоз» - не что иное, как следствие присутствия переменных количеств несовместимых элементов-примесей не в виде изоморфной примеси в структуре минералов, а виде неструктурной примеси, сосредоточенной в межзерновых и внутризерновых микротрещинах пород, привнесенных в них при инфильтрации флюидов, отделявшихся от базальтового расплава, который транспортировал ксенолиты. 5. Во многих местах текста отмечается, что ультрамафитовые ксенолиты подвергались воздействию расплава. Однако состав и природа этого расплава в работе не обсуждается. Поэтому возникает вопрос: этот расплав имел кимберлитовый или какой-то иной состав. По мнению автора (стр. 21), образование флогопит-ильменитовых гипербазитов,

мультиэлементные спектры которых осложнены максимумом по титану (рис. 17А), не было обусловлено влиянием кимберлитового расплава. В то же время автор справедливо утверждает (стр. 20), что деформированные флогопит-ильменитовые породы, имеющие минимум для титана (рис. 17Б), генетически родственны с кимберлитами. Как нам представляется, указанные различия по титану не могут быть основанием для отрицания генетической связи преобразований первой группы флогопит-ильменитовых пород с кимберлитовым расплавом. Очевидно, что образование обеих групп флогопит-ильменитовых пород связано с воздействием кимберлитового расплава, а главное различие их мультиэлементных спектров обусловлено различиями в количествах модалного ильменита.

6. Полагаю, что для решения вопроса о возможных агентах минералого-геохимических преобразований ксенолитов реститогенных ультрамафитов из кимберлитов трубки Обнаженная было бы продуктивным провести анализ распределения элементов – примесей вдоль поперечных профилей на срезах от края до края хотя бы одного представительного неразрушенного (не раскрошенного) ксенолита. Это позволило бы выявить наличие (или отсутствие) минералого-геохимической зональности этого ксенолита и тем самым подтвердить (или опровергнуть) имевшее место влияние кимберлитового расплава и его флюидов на состав ксенолитов реститогенных ультрамафитов.

13. К.г.-м.н. Реутский Вадим Николаевич ((Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск). 1. На странице 13 автор пишет, что «породы реститового происхождения должны отличаться деплетированным составом (обедненным несовместимыми элементами». В то же время на странице 14 постулируется, что «осмий является несовместимым элементом и накапливается в реститах». Необходимо все же определиться - рестит обогащен или обеднен несовместимыми элементами? 2. В заключении упоминается «повышенный изотопный состав кислорода в минералах из эклогитов» без ссылки на источник данных. В автореферате имеется упоминание только о проведенном исследовании изотопного состава кислорода в оливинах перидотитов. Следовало указать, что для эклогитов имеются ввиду данные

Устинова и Уханова (1987). 3. По неясной причине при петрографических автор избегает общеупотребительных терминов «кристаллы», «зерна», «агрегаты» и использует слова «выделения», «пластинки» и т.п. Полагаю, имеет смысл обратить на это внимание автора и в дальнейшем придерживаться терминологии, принятой в соответствующей области знаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.г.-м.н. Киселев А.И. и д.г.-м.н. Специус. З.В. являются ведущими российскими специалистами в петрологии мантийных основных и ультраосновных пород, что подтверждается их многочисленными научными публикациями, в том числе статьями в рецензируемой российской и зарубежной печати и монографиями. Выбор ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской Академии наук (ИГМ СО РАН) обоснован ведущими научными позициями его коллектива в изучении состава, строения и эволюции литосферной мантии Земли. Научные труды сотрудников ИГМ СО РАН, посвященные геохимическим процессам, происходящим в условиях высоких давлений и температур, широко известны в России и за рубежом. За последние 5 лет сотрудниками института было опубликовано более 40 работ, связанных с тематикой мантийных ксенолитов из кимберлитов и щелочных базальтов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана геохимическая модель последовательности различных метасоматических процессов, преобразующих литосферную мантию под кимберлитовой трубкой Обнаженная.

Предложена систематика флогопит-ильменит – содержащих пород на основе минерального и химического состава.

Доказано, что первоначальным породам литосферной мантии соответствуют гарцбургиты и лерцолиты, которые впоследствии испытали воздействие метасоматизирующих силикатных расплавов. Последний этап наиболее четко прослеживается с помощью модального $Phl-Amph$ метасоматоза. Такие расплавы приносили элементы группы HFSE, REE, а также Pt, Pd и Re.

Время развития магнезиальной группы пород может быть отнесено ко времени формирования протолита литосферной мантии Биректинского террейна (~ 2.4 млрд. лет), а возраст метасоматических преобразований по $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ и Re-Os датировкам равняется 1.8-1.7 млрд лет. Повышенный изотопный состав кислорода в минералах из эклогитов указывает на присутствие субдукционной компоненты при формировании литосферной мантии. В дальнейшем в неопротерозое на литосферную мантию под Куойкским полем воздействовали гораздо более высококалийевые, железистые и титанистые расплавы, которые проявились в виде Phl-Plm ксенолитов.

Введены новые понятия о структурных разновидностях флогопит-ильменит - содержащих пород, слагающих их минералов, на основе изучения их петрографических и геохимических особенностей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказано наличие метасоматических преобразований в породах магнезиальной группы (1.7-1.8 млрд. лет), которые выразились в интенсивном развитии флогопита и амфибола по пироксену, привносе Nb, Ta, REE. На основании распределения PGE и Re-Os изотопных отношений, а также распределения редких элементов в минералах предполагается воздействие астеносферных расплавов и привнос Pt, Pd и Re. Было отмечено, что во флогопит-амфиболовых парагенезисах состав граната значительно не изменяется и мало отличается от граната в образцах без метасоматических изменений.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплексный подход с применением современных петрографических, петро- и геохимических методов исследования горных пород с контролем качества анализов по международным стандартным образцам, а также использован обширный литературный материал российских и зарубежных источников по теме исследования.

Изложены новые данные о химическом составе мантийных ксенолитов, а также химическому составу минералов и содержанию в них редких элементов. Впервые были получены данные по содержанию редких элементов в амфиболах и флогопитах из мантийных ксенолитов Куойкского кимберлитового поля.

Раскрыта генетическая природа различных групп ксенолитов из кимберлитовой трубки Обнаженная.

Изучены процессы формирования основных минеральных фаз из ксенолитов кимберлитовой трубки Обнаженная.

Проведена модернизация и уточнение методов расчета концентраций редких элементов в различных минералах из ксенолитов кимберлитовой трубки Обнаженная.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты исследований вносят существенный вклад в изучение литосферной мантии под Сибирским кратоном и будут востребованы исследователями, специализирующимися на проблемах мантийной петрологии и алмазоносности мантийных пород.

Определены концентрации редких элементов в ксенолитах из трубки Обнаженная и слагающих их минералах, которые легли в основу характеристик различных метасоматических процессов.

Сформирована база данных химических составов и содержаний редких элементов в мантийных ксенолитах из трубки Обнаженная и слагающих их минералах, необходимая для их дальнейшего изучения.

Представлены предложения для дальнейших исследований магматических и метасоматических процессов, происходивших в литосферной мантии в районе кимберлитовой трубки Обнаженная.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: достоверность результатов подтверждается детальным изучением более сотни ксенолитов, для которых определены минеральный, макро- и микроэлементные составы. Исследования проведены с помощью аттестованных аналитических методик и с контролем качества аналитических данных на основе использования международных стандартных образцов;

теория построена на полученных данных по химическому составу пород и минералов из ксенолитов трубки Обнаженная, что позволяет сделать вывод об их генезисе. Достоверность полученных и интерпретируемых данных

подтверждается использованием публикациями результатов исследования в рецензируемых журналах и их обсуждением на российских и международных конференциях;

Идея диссертационной работы базируется на генетических представлениях о происхождении литосферной мантии под древними кратонами и ее последующей эволюции в результате метасоматических процессов.

Использованы современные методы химического анализа вещества: метод масс-спектрометрии вторичных ионов (SIMS), метод изотопного $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования, определение изотопного состава кислорода $\delta^{18}\text{O}$ отдельных минералов, определение содержания элементов платиновой группы в образцах методом многоколлекторной масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (MC-ICP MS). Также использованы литературные данные о ксенолитах из кимберлитовых трубок Куйокского поля и трубки Удачная.

Установлено происхождение различных групп мантийных ксенолитов из кимберлитовой трубки Обнаженная;

Использована представительная коллекция образцов (более 100 мантийных ксенолитов), позволившая получить статистически достоверные данные о химическом составе.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственной работе с образцами, их систематизации и подготовке к аналитическим исследованиям, обработке и интерпретации полученных данных. Автор принимала участие в полевых работах 2014–2015 гг., в ходе которых ею были получены новые материалы и коллекции проб мантийных ксенолитов. Кроме того, соискателем выполнен большой объем минералогических и геохимических исследований по теме работы с применением современных аналитических методов. При личном участии соискателя было выполнено более 1000 химических анализов минералов на рентгеновском электронно-зондовом микроанализаторе JEOL JXA-8200 (ИГХ СО РАН). Калашниковой Т.В. освоены методика описания шлифов под микроскопом, методы пробоподготовки к анализам, методы выделения минералов в тяжелых жидкостях, программы расчета P-T параметров кристаллизации минералов. Наиболее существенный вклад соискателем сделан в интерпретацию

полученных результатов и формулировку оригинальных выводов, положенных в основу сформулированных защищаемых положений, а также в подготовку публикаций и представление докладов по теме исследования на конференциях.

На заседании 20.12.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Калашниковой Татьяне Владимировне. ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

за - 20, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель
диссертационного совета



/М.И. Кузьмин/

Ученый секретарь
диссертационного совета

/Г.П. Королева/

20 декабря 2017 г.