

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССОВЕТА Д 003.022.02  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЗЕМНОЙ КОРЫ СО РАН  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 16 февраля 2017 г. №1

О присуждении Асавину Алексею Михайловичу, гражданину РФ, учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Коэффициенты распределения в системе расплав- оливин- кальциевый пироксен и фракционирование редких элементов в щелочных расплавах по экспериментальным и природным данным», по специальности 25.00.04 вулканология и петрология, принята к защите 15.12.2016 г. (протокол №2) диссертационным советом Д 003.022.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, №2059-2393 от 12.10.2009 г. и 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Асавин Алексей Михайлович, 1959 года рождения, в 1981 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институте геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН).

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институте геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН) и закончена в Институте земной коры СО РАН.

Научный руководитель – Иванов Алексей Викторович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, руководитель Центра коллективного пользования "Геодинамика и геохронология" Института земной коры СО РАН (г. Иркутск).

Официальные оппоненты:

1. Борисов Александр Александрович, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук. (г. Москва)

2. Перепелов Александр Александрович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией геохимии гранитоидного магматизма и метаморфизма ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экспериментальной минералогии РАН (ИЭМ РАН)), г. Черноголовка в своем положительном заключении, подписанном:

1. Шаповаловым Юрием Борисовичем, доктором геолого-минералогических наук, член-корр. РАН, председателем Ученого совета, директором ИЭМ РАН

2. Фёдкиным Валентином Васильевичем, кандидатом геолого-минералогических наук, ученым секретарем ИЭМ РАН,

3. Горбачёвым Н.С., главным научным сотрудником ИЭМ РАН, доктором г.-м. н.,

4. Поляковым В.Б., главным научным сотрудником ИЭМ РАН, доктором г.-м. н.,

5. Котельниковым А.Р., заведующим лабораторией радиозкологии, доктором г.-м. н.,

указала, что диссертационная работа Асавина Алексея Михайловича «Коэффициенты распределения в системе расплав- оливин- кальциевый пироксен и фракционирование редких элементов в щелочных расплавах по экспериментальным и природным данным», удовлетворяет требованиям ВАК («Положение о порядке присуждения ученых степеней»), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Асавин Алексей Михайлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого- минералогических наук по специальности 25.00.04 – вулканология, петрология.

Соискатель имеет 57 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 14 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях. В публикациях рассматривается - дифференциация вулканических серий, повышенной щелочности, вопросы фракционирования редких элементов, коэффициенты распределения редких элементов в равновесиях минерал-расплав, методические вопросы обработки данных, создания электронных геоинформационных систем и баз данных, вопросы аналитического определения редких элементов в геологических образцах, изменения отношений парных геохимических элементов Zr/Hf, Nb/Ta, Th/U и др.

Автор участвовал в полевых работах на океанических островах Атлантического океана, Маймеча-Котуйской провинции, Ловоозерском массиве и других проявлениях магматизма Кольского полуострова. Им лично выполнено около 60 экспериментов на установках высокого давления и температур. Автор получил свидетельство на базу данных № 0220611463.

Личный вклад автора в большинстве опубликованных работ составлял не менее 50%.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

- монографии:

1. **Асавин А. М.**, Чесалова Е.И., Шульга Н.Ю. Разработка информационных ресурсов по внутриплитному океаническому магматизму и подводным горам Атлантического и Индийского океане // Электронная Земля. Программа фундаментальных исследований президиума РАН. М., 2009, изд. ВИНТИ РАН ISBN 978-5-94577-053-9. 2009, С.435-452
2. **Асавин А. М.** Когарко Л.Н. Обобщение данных по геохимии и петрохимии внутриплитного щелочного вулканизма // Электронная Земля. Программа фундаментальных исследований президиума РАН. М., 2009, изд. ВИНТИ РАН ISBN 978-5-94577-053-9. 2009, С.394-415
3. Когарко Л.Н., **Асавин А. М.** Геохимическая типизация первичных расплавов и петрохимическое районирование внутриплитного щелочного магматизма Атлантики. // в "Фундаментальные исследование океанов и морей" в двух книгах. Ред. Н.П. Лаверов. М. Наука, 535 стр. 2008, книга 2, С.125-149.

- статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК:

1. Когарко Л.Н., **Асавин А. М.**, Барсуков В.Л., Колесов Г.М., Крючкова О.И., Поляков А.И., Рамендик Г.И. Геохимическая модель фракционирования редких земель в щелочно-базальтовых сериях островов Южной Атлантики. // Геохимия. 1984, №5, С.639-652
2. Когарко Л.Н., Барсуков В.Л., **Асавин А. М.**, Поляков А.И., Черногорова С.М., Коровкина Н.А., Рамендик Г.И. Геохимия элементов группы железа в процессах фракционной дифференциации щелочных серий океанических островов. // Геохимия. 1985, №8, С.1124-1138
3. Когарко Л.Н., **Асавин А. М.**, Крючкова О.И., Рамендик Г.И. Коэффициенты распределения и фракционирование редких элементов в ультраосновных расплавах. // ДАН СССР. 1988, Т.298, №2, С.445-449

4. Сенин В.Г., **Асавин А. М.**, Лазуткина Л.Н., Корсакова Н.В. Определение циркония и гафния в геологических образцах с помощью микрозонда. // Журн. аналит. Химии. 1989, №9, С.1671-1675
5. Вольнец О.Н., **Асавин А. М.** Когарко Л.Н. Вопросы генезиса щелочных и субщелочных вулканитов Камчатки. // Геохимия. 1990, №4, С.506-525
6. Вольнец О.Н., **Асавин А. М.**, Когарко Л.Н. Фракционирование редких элементов щелочных и субщелочных вулканитов Камчатки. // Геохимия. 1990, №5, С.672-681
7. **Асавин А. М.**, Мешалкин С.С., Т.И. Цехоня, Д.В. Николенко, А.А. Арискин Диалоговая система VARAK для хранения и управления данными по фазовым равновесиям в магматических системах. // Геохимия. 1993, №6. С. 905-911
8. Асавин А.М. Геоинформационные системы и базы данных - новости школы-семинара "Программное и аппаратное обеспечение проектных и геологических служб нефтегазовой отрасли" // Геохимия. 1993, №11. С.1674-1676
9. Асавин А.М. Распределение Zr, Hf, Nb, Ta, Th, U в равновесиях минерал -расплав (обзор). // Геохимия. 1994, №10, с.1398-423
10. Асавин А.М., Когарко Л.Н., Карпушина В.А., Колесов Г.М., Крючкова О.И., Тюрин Д.А. Распределение редких литофильных элементов Zr, Hf, Nb, Ta, Th, U и вариации их отношений в процессах фракционирования щелочно-базальтовых серий океанических островов южной Атлантики. // Геохимия. 1994, №8-9, с. 1161-1179
11. **Асавин А. М.**, Когарко Л.Н., Карпушина В.А., Колесов Г.М., Крючкова О.И., Тюрин Д.А. Распределение редких литофильных элементов Zr, Hf, Nb, Ta, Th, U и вариации их отношений в процессах фракционирования щелочно-базальтовых серий океанических островов южной Атлантики. // Геохимия. 1994, №8-9. С.1161-1179
12. **Асавин А. М.**, Когарко Л.Н., О.И. Крючкова, Д.А. Тюрин, Г.М. Колесов. Вариации коэффициентов распределения редких элементов пироксен-расплав в процессе эволюции щелочных магм океанических островов Гран Канария, Святая Елена, Тристан да Кунья. // Геохимия. 1997, №5, С.478-587
13. Когарко Л.Н., **Асавин А. М.**, Ряховский В.И. Типизация первичных расплавов и петрохимическое районирование внутриплитного, щелочного магматизма Атлантики. // Доклады академии наук. 2002, №358 (1), С.97-100
14. **Asavin A. M.**, Khodyrev O.Yu. Zr and Hf in the melting of lamproite at upper mantle pressure // Lithos. EMPG-X Symposium. Abstracts. 2004. V.73, N 1-2. P. S104
15. Когарко Л.Н., **Асавин А. М.** Региональные особенности щелочных первичных магм Атлантического океана. // Геохимия. 2007, №9, С.915-932
16. Когарко Л.Н., **Асавин А. М.** Калиевый магматизм мирового океана (на примере Атлантики). // Геохимия. 2009, №9 С.899-909

- статьи в сборниках:

1. Когарко Л.Н., Поляков А.И., **Асавин А. М.**, Колесов Г.М., Крючкова О.И., Тюрин Д.А. Поведение редких земель в ходе кристаллизационной дифференциации щелочнобазальтовых серий Южной Атлантики. // в сб. Геохимия магматических пород океана и зон сочленения океан-континент "Наука", Сибирское отделение, Новосибирск. 1984, С.92-101
2. **Асавин А. М.** Редкие элементы в плутонических щелочных породах океанических островов. // в сб. Глубинный магматизм его источники и плюмы МИАСС. 2009, С.210-216
3. **Асавин А. М.** Geochemistry of the rare lithophile elements, Zr, Hf, Nb, Ta, Th, U, and variations in their ratios during fractionation of alkali-basalt series in oceanic islands. // in Alkaline magmatism and the problems of mantle sources. Irkutsk. 2001, P.216-222
4. **Asavin A. M.** Multi-magmas numerical model crystallization differentiation primary melts of the oceanic island volcanic series. // Experimental Geochemistry; <http://www.exp-geochem.ru/>

5. **Asavin A. M.**, D. A. Turin, V. G. Senin Experimental measurement coefficient distribution TR, Ni, Mn melilite-melt. // Vestnik Otdelenia nauk o Zemle RAN, doi:10.2205/2012NZ\_ASEMPG, 2012, V.4, NZ9001, P.37-43

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Малич К.Н. - ведущий научный сотрудник Института геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской Академии наук, канд. геол.-мин. наук,  
Баданина И.Ю. - старший научный сотрудник Института геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской Академии наук, канд. геол.-мин. наук.

*Замечания:* 1) Не расшифрована аббревиатура некоторых сокращений: TR, LTR/HTR; 2) условные обозначения к рисункам очень мелкие, что затрудняет их восприятие.

2. Зайцев А.Н. – профессор кафедры минералогии Института Наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, д.г.-м.н.

*Замечания:* Главный вопрос, который возник после прочтения автореферата, относится к минеральному составу изученных пород. Оливин, клинопироксен, мелилит, магнетит (и другие минералы) в исследованных горных породах наверняка характеризуются зональным распределением в содержаниях как главных, так и примесных элементов. Как это учитывалось при расчетах коэффициентов распределения минерал-порода, если анализировались валовые монофракции минералов?

Другой вопрос – для одного и того же минерала в одном типе горной породы (например, рис. 4 – оливин в меймечитах) установлены значимые вариации в величинах коэффициентов распределения для отдельных элементов – они реально статистически различаются или это результат всевозможных «ошибок/погрешностей» при аналитических работах?

3. Расс И.Т. - старший научный сотрудник Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, д.г.-м.н.

*Замечания:* Автореферат местами является излишне декларативным (в одних объектах Кр больше, в других - меньше, в-третьих - одинаковые). Сопоставить все полученные диссертантом Кр и отношения редких элементов, обусловленные различными факторами, и выявить определяющее влияние тех или иных (факторов) автору не удалось.

Гипотеза, объясняющая аномально высокие темпы обогащения редких элементов в щелочных апгаитовых расплавах, изложена недостаточно внятно.

4. Арискин А. А. - профессор кафедры петрологии МГУ им. М.В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник ГЕОХИ РАН, д.г.-м.н.

*Без замечаний*

5. Арзамасцев А. А. - ведущий научный сотрудник ФГБУ Института геологии и геохронологии докембрия РАН (ИГГД РАН), д.г.-м.н.

*Без замечаний*

6. Муравьева Н. С. старший научный сотрудник ГЕОХИ РАН, канд. г.-м.н.

*Замечания:* К недостаткам автореферата следует отнести способ изображения результатов: весьма нестандартные и трудно читаемые графики и отсутствие хотя бы кратких таблиц с величинами коэффициентов распределения, полученных в работе.

7. Смолькин В.Ф. - ведущий научный сотрудник ФГБУН Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского Российской академии наук, доктор г.-м. наук.

*Без замечаний*

8.Сенин В.Г., старший научный сотрудник ГЕОХИ РАН, канд. г.- м. н.

*Без замечаний*

9.Векслер И.В. - профессор кафедры минералогии и петрографии ПГНИУ, научный сотрудник Германского геологического исследовательского центра GFZ Potsdam канд. геол-мин. наук.

*Без замечаний*

10.Кислов Е. В. - заведующий лабораторией геохимии Геологического института СО РАН, канд. г.- м. н.

*Без замечаний*

11.Криволицкая Н.А. - ведущий научный сотрудник ГЕОХИ РАН, доктор г.-м. наук.

*Замечания:* Возникает естественный вопрос, почему полученные результаты по оценке других параметров (фугитивности кислорода, температурам) не сопоставляются с результатами предшественников, в том числе с данными А.В. Соболева?

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что в ней присутствуют специалисты, занимающиеся вопросами экспериментального изучения вещественного состава расплавов, равновесий минерал-расплав, экспериментальному исследованию поведению редких элементов в природных процессах.

Выбор оппонентов обоснован тем, что оба оппонента имеют богатый опыт работы в исследовании геохимии редких элементов, в том числе и в области экспериментальных исследований вулканических и магматических процессов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- На основе использования современных геоинформационных технологий выявлена геохимическая гетерогенность внутриплитного океанического вулканизма Атлантического океана. В его пределах обозначены 7 главных провинций с разными по щелочности и содержанием Zr, Nb, Sr, Ba, TR и других редких элементов во внутриплитном океаническом вулканизме Атлантического океана.
- Установлен факт сильного изменения величин отношений Zr/Hf, Th/U, Nb/Ta, Zr/Nb в составе щелочно-базальтовых вулканических серий океанических островов.
- Доказана равновесность вкрапленников оливина и основной массы ультраосновных вулкаников. Установлено, что значительные вариации Kp объясняются широким (300-500 градусов) температур равновесия. Получены первые данные по коэффициентам распределения для оливина, пироксена, шпинели в ультраосновных высокотемпературных магмах.
- Исследованы вариации коэффициентов распределения мелилит-расплав, пироксен-расплав в природных фойдитовых вулканиках. Помимо природных данных проведен ряд экспериментов по плавлению различных видов фойдитовых расплавов (турьяита, лампроита, мелилитового нефелинита). Показано, что в фойдитовых расплавах в равновесиях с пироксеном, магнетитом, флогопитом коэффициент распределения Hf больше Zr.
- Проведены модельные расчеты фракционирования расплавов в щелочно-базальтовых сериях океанических островов и рассчитаны тренды фракционирования ряда редких элементов. Определены вариации Kp в расплавах этого типа.
- Исследовано влияние щелочности расплавов и уровня агпаитности магм на Kp.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Выявлена зональность в химическом составе плюмового вещества источников внутриплитного магматизма Атлантического океана. Эти источники зональны не только в отношении макрокомпонентов, но и в отношении редких элементов. Это наблюдение имеет достаточно важное научное значение для понимания плюмовой тектоники и взаимодействия мантии и литосферы в океанических районах.
- Доказано, что Кр в первичных расплавах различного типа могут существенно меняться (как, например, в ультраосновных расплавах), или оставаться почти постоянными (как, например, в щелочных оливиновых базальтах). Огромную роль играет взаимосвязь температуры и щелочности расплава, суммарный эффект этих факторов определяет поведение величины Кр.
- Предложена гипотеза аномального накопления рудных компонентов в расплаве до рудных концентраций за счет снижения величины коэффициентов распределения при резком возрастании щелочности.
- Показана невозможность объединения в единый тренд дифференциации вулканитов океанических островов, и на этой основе предложена гипотеза мульти-расплавных источников океанического магматизма.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Разработана методика локального определения Zr Hf при их совместном присутствии в интервале 0.02-4%. Изготовлены стандартные эталоны стекол и определены поправочные коэффициенты для расчета концентраций этих элементов и оценки линий наложения.
- Получены первые данные по коэффициентам распределения для мелилита, пироксена, флогопита в фойдитовых расплавах. Эти данные могут быть использованы для разработки численных геохимических моделей формирования карбонатитовых редкометальных и других типов высоко щелочных магматических месторождений.
- Получены первые данные по коэффициентам распределения для оливина, пироксена, шпинели в ультраосновных высокотемпературных магмах. Эти данные могут быть использованы для разработки численных геохимических моделей формирования медно-никелевых платиновых и хромитовых магматических месторождений.
- Предложена принципиальная модель формирования рудных концентраций на заключительных этапах формирования высоко щелочных агпаитовых расплавов. Установлено, что существует 2 пути кристаллизации щелочных магм: один безрудный и другой рудный – агпаитовый. На этой основе могут быть разработаны новые поисковые признаки при разведке редкометальных месторождений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- Применены современные лицензированные пакеты геоинформационных программ (ESRI ArcGIS, PostgreSQL, MySQL, Access) для создания баз пространственных геологических данных.
- В исследованиях применены опубликованные данные и факты исследователей - предшественников, а также личные результаты исследований, прошедшие апробацию на конференциях различного уровня и опубликованные в ведущих рецензируемых изданиях.
  - Сходимость результатов, полученных автором при использовании различных аналитических методов (искровую масс-спектрометрию, рентгеноспектральный микроанализ, квантометрический эмиссионно-спектральный анализ, спектрофотометрический метод, рентгенофлуоресцентный анализ, нейтронно-активационный анализ), а также геотермометров различных типов равновесий доказывает правильность и достоверность сделанных заключений. Кроме того, большой объем первичной информации, включающий около 3000 анализов минералов и пород на редкие и силикатные компоненты, выполненный анализ 200 природных равновесий минерал-расплав

и лично проведенных около 60 экспериментов, позволяет надежно обосновать защищаемые положения.

Личный вклад соискателя состоит в: проведении полевых работ и отборе каменного материала для исследований распределения редких элементов в равновесиях минерал-расплав; постановке проблематики по вариациям коэффициентов распределения в пределах отдельных типов первичных магм; самостоятельной разработке электронной информационной системы; проведении экспериментов на установках высокого давления и температур; разработке новых аналитических методик; обработке данных и проведению расчетов по различным геотермометрам для оценки условий равновесий в природных процессах; подготовке публикаций и личном участии в апробации результатов исследований.

На заседании диссертационный совет принял решение присудить Асавину Алексею Михайловичу ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них докторов наук по специальности - 25.00.04 – вулканология, петрология, участвовавших в заседании – 7, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение степени - 17, против присуждения степени – нет, недействительных бюллетеней - нет .

Председатель диссертационного  
совета: \_\_\_\_\_

Скляр Евгений Викторович

Ученый секретарь диссертационного  
совета: \_\_\_\_\_

Меньшагин Юрий Витальевич

16.02.2017 г.

