

**Заключение диссертационного совета МГУ.016.5  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета от 10 ноября 2023 г № 63

О присуждении Бычкову Дмитрию Алексеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Программа КриМинал и набор композитометров: инструменты для моделирования равновесия силикатный расплав – минералы» по специальности 1.6.4. – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» принята к защите диссертационным советом 12 мая 2023 года, протокол № 57.

Соискатель Бычков Дмитрий Алексеевич, 1970 года рождения в 1992 году окончил полный курс Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности «Геохимия, минералогия, петрология» с присвоением квалификации геолога-геохимика.

Соискатель работает в должности научного сотрудника лаборатории экспериментальной геохимии геологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре геохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Коптев-Дворников Евгений Владимирович старший научный сотрудник кафедры геохимии геологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

*Арискин Алексей Алексеевич*, доктор геолого-минералогических наук, доцент по специальности, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», геологический факультет, профессор кафедры петрологии и вулканологии;

*Борисов Александр Александрович*, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН «Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН», ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии;

*Луканин Олег Александрович*, доктор геолого-минералогических наук, ФГБУН «Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН», главный научный сотрудник лаборатории геохимии мантии Земли.

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

Соискатель имеет 164 опубликованные работы, в том числе 29 работ по теме диссертации, из них 9 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук:

1. Коптев-Дворников Е.В., Арьяева Н.С., **Бычков Д.А.** Уравнение термобарометра для описания сульфид-силикатной ликвации в базитовых системах // Петрология. 2012. том 20. №5. С. 1-18. Переводная версия: Koptev-Dvornikov E.V., Aryaeva N.S., **Buchkov D.A.** Equation of thermobarometer for description of sulfide-silicate liquid immiscibility in basaltic systems // Petrology. 2012. V. 20. №5. P. 450-466. Scopus IF (CiteScore) = 2.2. Доля участия 30%. Объем 1.33 а.л.

2. Ярошевский А.А., Вейс В.А., **Бычков Д.А.** Геохимическая структура Кивакского расслоенного оливинит-норит-габброноритового интрузива (Северная Карелия): распределение второстепенных литофильных элементов // Геохимия. 2012. №5. С. 513-523. Переводная версия: Yaroshevskii A.A., Veis V.A., **Buchkov D.A.** Geochemical structure of the Kivakka layered olivinite-norite-gabbronorite intrusion, northern Karelia: Distribution of lithophile minor elements // Geochemistry International. 2012. V. 50. №5. P. 466-475. Scopus IF (CiteScore) = 1.4. Доля участия 30%. Объем 0.65 а.л.

3. Арьяева Н.С., Коптев-Дворников Е.В., **Бычков Д.А.** Сульфидный термобарометр высокой точности для моделирования сульфид-силикатной ликвации: метод вывода и верификация // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2013. №3. С. 28-35. Scopus IF (CiteScore) = 1.1. Доля участия 30%. Объем 0.41 а.л.

4. Арьяева Н.С., Коптев-Дворников Е.В., **Бычков Д.А.** Ликвидусный термобарометр для моделирования равновесия хромшпинелиды-расплав: метод вывода и верификация // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2016. №4. С. 30-39. Переводная версия: Aryaeva N.S., Koptev-Dvornikov E.V., **Buchkov D.A.** Liquidus Thermobarometer for Chromite–Melt Equilibrium Modeling: Development and Verification // Moscow University Geology Bulletin. 2016. V. 71. №5. P. 337-346. Scopus IF (CiteScore) = 0.7. Доля участия 30%. Объем 0.81 а.л.

5. Арьяева Н.С., Коптев-Дворников Е.В., **Бычков Д.А.** Ликвидусный термобарометр для моделирования равновесия магнетит–расплав // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2018. №1. С. 70-79. Переводная версия: Aryaeva N.S., Koptev-Dvornikov E.V., **Buchkov D.A.** A Liquidus Thermo-barometer for Modeling of the Magnetite–Melt Equilibrium // Moscow University Geology Bulletin. 2018. V. 73. №2. P. 177-186.

Scopus IF (CiteScore) = 0.7. Доля участия 30%. Объем 0.77 а.л.

6. Коптев-Дворников Е.В., **Бычков Д.А.** Разработка ликвидусного термобарометра для моделирования равновесия оливин–расплав // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2019. №5. С. 62-74. Переводная версия: Koptev-Dvornikov E.V., **Buchkov D.A.** Development of a Liquidus Thermobarometer to Model the Olivine–Melt Equilibrium // Moscow University Geology Bulletin. 2019. V. 74. №6. P. 592-605. Scopus IF (CiteScore) = 0.7. Доля участия 50%. Объем 1.02 а.л.

7. **Бычков Д.А.**, Коптев-Дворников Е.В. Метод расчета энтальпии силикатного расплава произвольного состава // Петрология. 2019. Том 27. №2. С. 123-137. Переводная версия: **Buchkov D.A.**, Koptev-Dvornikov E.V. A Technique for Calculating the Enthalpy of Silicate Melt of Any Composition // Petrology. 2019. V. 27. №2. P. 109-123. Scopus IF (CiteScore) = 2.2. Доля участия 80%. Объем 1.11 а.л.

8. Бычкова Я.В., **Бычков Д.А.**, Минервина Е.А., Ивлев Б.А., Цховребова А.Р., Касьян А.К., Микляева Е.П. Закономерности распределения редкоземельных элементов в Кивакском оливинит-габброноритовом расслоенном интрузиве (Северная Карелия) // Геохимия. 2019. Том 64. №2. С. 145-167. Переводная версия: Buchkova Ya V., **Buchkov D.A.**, Minervina E.A., Ivlev B.A., Tskhovrebova A.R., Kasian A.K., Miklyayeva E.P. Tendencies of REE Distribution in the Kivakka Olivinite–Gabbronorite Layered Intrusion (Northern Karelia) // Geochemistry International. 2019. V. 57. №2. P. 151-169. Scopus IF (CiteScore) = 1.4. Доля участия 40%. Объем 1.67 а.л.

9. Цховребова А.Р., Коптев-Дворников Е.В., **Бычков Д.А.** Сравнительная характеристика расслоенности мафит-ультрамафитовых интрузивов Олангской группы, Северная Карелия // Петрология. 2022. Том 30. №6. С. 644-662. Переводная версия: Tskhovrebova A.R., Koptev-Dvornikov E.V., **Buchkov D.A.** Comparative Characteristics of the Layering of Mafic–Ultramafic Intrusions of the Oulanka Group, Northern Karelia // Petrology. 2022. V. 30. №6. P. 610-627. Scopus IF (CiteScore) = 2.2. Доля участия 30%. Объем 1.41 а.л.

На диссертацию и автореферат поступило **7 дополнительных отзывов, все положительные.**

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью и авторитетом в области геохимии и минералогии, в частности геохимии магматизма и экспериментального и математического моделирования геохимических процессов, а также наличием публикаций в высокорейтинговых научных журналах в соответствующей сфере исследования за последние 5 лет. Всё это позволяет им квалифицированно оценить

значимость и содержание диссертации соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена задача, имеющая значение для развития математического моделирования в области петрологии и геохимии магматических процессов. Полученные результаты использованы в курсах «Компьютерное моделирование природных процессов» и «Геохимия магматизма» для магистров Геологического факультета МГУ.

**Научная новизна** работы состоит:

- В использовании новой формы уравнения, описывающего содержания миналов в минералах, включающей зависимости от состава расплава, температуры, давления и летучести кислорода в системе. Автором впервые предложено использовать оптимизацию не линейных относительно логарифма мольной доли минала выражений, а уравнений, в которых, мольная доля минала является показательной функцией переменных.
- В разработке протокола формирования выборки надёжных экспериментальных данных, включающего последовательную проверку масс-балансовыми расчётами аналитических данных, соответствие анализов заявленным минеральным видам и оценку степени равновесности экспериментов.
- В разработке оригинального алгоритма поиска равновесия в системе силикатный расплав – минералы. Найденное решение не зависит от предшествующего состояния системы и, следовательно, при моделировании последовательности равновесных состояний системы расчётные ошибки не накапливаются.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. **Положения, выносимые на защиту**, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Системы показательных уравнений (композиметры), разработанные для оливина, плагиоклаза, авгита, ортопироксена, пижонита, вкуче с набором миналов для каждого минерала позволяют рассчитывать содержания не только главных, но и второстепенных компонентов в равновесии с расплавами от основных до кислых составов.
2. Разработанная для формирования выборки экспериментальных данных новая методика дает возможность проверять масс-балансовыми расчётами аналитические данные и соответствие анализов заявленным минеральным видам, а также оценивать степень равновесности экспериментов. Эта методика уже применена на практике и показала свою эффективность.

3. Созданный для решения задачи поиска термодинамического равновесия алгоритм не накапливает погрешностей в составе фаз в процессе моделирования последовательности равновесных состояний. Работа алгоритма и комплекса композитометров в составе программы КриМинал прошла успешную верификацию воспроизведением фазового состава и химических составов фаз в экспериментальных сериях и моделированием порядка кристаллизации для интрузивов Кивакка (Карелия) и Скергаард (Гренландия).

На заседании 10 ноября 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Бычкову Д.А. ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» (по геолого-минералогическим наукам), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: «за» – 18, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ**  
диссертационного совета МГУ.016.5  
доктор геолого-минералогических наук,  
профессор, чл.-корр. РАН



**Пеков И.В.**

**УЧЕНЬЙ СЕКРЕТАРЬ**  
диссертационного совета МГУ.016.5  
доктор химических наук, профессор



**Белоконева Е.Л.**

10 ноября 2023 года

