

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, академик РАН  
Похиленко Николай Петрович



«17» марта 2017 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН)**

Диссертация «Петрология гранитоидов Калба-Нарымского батолита (Восточный Казахстан)» выполнена в лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций (№211) федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

В период подготовки диссертации соискатель Котлер Павел Дмитриевич работал в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук в лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций (№211) в должности лаборанта, затем инженера и младшего научного сотрудника. В настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника.

В 2012 году окончил магистратуру геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет») по специальности «геология». В 2015 году окончил очную аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология с представлением.

Научный руководитель – Владимир Александр Геннадьевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций (№ 211) федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

**По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

**Объектами исследования** являются позднепалеозойские гранитоидные комплексы Калба-Нарымской зоны (Восточный Казахстан), представляющей собой герцинский преддуговой прогиб, выполненный осадочными породами девон-раннекаменноугольного

возраста. Также детально рассмотрены потенциальные субстраты гранитоидов – осадочные и метаосадочные породы и метабазиты, распространённые в Калба-Нарымской зоне и сопряженной Иртышской зоне смятия.

#### **Актуальность исследований.**

Гранитоиды являются наиболее распространёнными магматическими породами складчатых областей. Несмотря на огромный объем эмпирического материала по гранитоидам (Таусон, 1977; Коваль, 1998; Владимиров и др., 1999; Frost et al., 2001; Коваленко и др., 2002; Анфилогов и др., 2002; Розен, Федоровский, 2001; Гордиенко и др., 2003; Ярмолюк, Коваленко, 2003; Антипин и др., 2006; Chen, Grapes, 2007; Frost, Frost, 2011; Гребенников, 2014; Gao et al., 2016 и др.), и значительный прогресс экспериментальных исследований в этой области (Beard, Lofgren, 1991; Vielzeuf, Montel, 1994; Patino Douce, 1999; Ходоревская и др., 2002; Аксюк, 2002; Граменицкий и др., 2002; Sallet et al., 2015; Gao et al., 2016 и др.), в науках о Земле до сих пор не сложилось единого подхода к объяснению генезиса и геохимического разнообразия исследуемых пород. Состав первичных магм, длительность внедрения и становления массивов, возможные пути формирования и дифференциации гранитоидных расплавов, их металлогеническая специализация объясняются исследователями неоднозначно.

Гранитоиды Калба-Нарымской зоны образуют один из крупнейших батолитов в западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса. Систематические геологические исследования Калба-Нарымского батолита велись вплоть до конца 80-х годов прошлого века в связи с разработкой редкометалльных месторождений (Li-Rb-Cs, Ta-Nb, Sn-W, Au). Результатом явилось создание нескольких детальных схем корреляции магматизма (Лопатников и др., 1982; Дьячков и др., 1994; Щерба и др., 1998; Навозов и др., 2011). Актуальность данной работы определяется необходимостью решения вопросов расчленения, возраста и петрогенезиса гранитоидов Калба-Нарымского батолита с привлечением современных прецизионных изотопно-геохронологических и геохимических методик, а также необходимостью уточнения геодинамических условий их образования с учётом новых геологических и геохронологических данных полученных в последние годы по комплексам западной части ЦАСП (Владимиров и др., 2008; Pirajno et al., 2009; Добрецов и др., 2010; Xiao et al., 2010; Ernst et al., 2014; Xu et al., 2014; Ярмолюк и др., 2016 и др.).

#### **Наиболее важные результаты, полученные соискателем:**

Формирование Калба-Нарымского батолита произошло в раннепермское время, общая длительность гранитоидного магматизма составляет 20 млн лет. Выделяется два этапа формирования батолита. К первому этапу (296-286 млн. лет) относится образование основного объема гранитоидов (калбинский и каиндинский комплексы). Со вторым этапом (284-276 млн. лет) связано внедрение крупных массивов в северо-западной части батолита (монастырский комплекс).

Первый этап формирования Калба-Нарымского батолита представлен породами гранодиорит-гранитной ассоциации, для которой характерны широкие вариации составов ( $\text{SiO}_2=63-73$ ,  $\text{MgO}=0.16-1.87$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3=1.25-6.68$ ,  $\text{CaO}=0.64-3.15$  мас.%), слабopоложительные значения  $\epsilon\text{Nd}(t)=+0,8 - +3,3$ , и вариации изотопного состава стронция в интервале  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(T) = 0,7036-0,7059$ . Образование данных магм произошло в результате плавления осадочно-метаморфических субстратов Калба-Нарымской зоны с участием выплавов из метабазитовых пород.

На втором этапе формирования Калба-Нарымского батолита происходило внедрение пород лейкогранитной ассоциации, для которой характерны высокие значения  $\text{SiO}_2=73-77$  мас.%, железистый состав и относительное обогащение высокочарядными (Hf, Ta, Nb, Zr, Y), редкоземельными (кроме Eu), а также Li, F, В. Породы лейкогранитной ассоциации отличаются высокими значениями  $\epsilon\text{Nd}(T)= +3,5 - +5,3$  и низкими значениями  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(T) = 0,7010-0,7026$ . Особенности их геологической позиции, вещественного

состава предполагают самостоятельный этап магмообразования при плавлении метаосадочных субстратов Калба-Нарымской зоны в присутствии флюида.

**Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации:**

В основу работы положены материалы, полученные автором за период 2010-2016 гг. в ходе полевых работ и научно-исследовательских работ лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций ИГМ СО РАН. Личный вклад автора состоит в непосредственном участии в полевых работах, пробоподготовке, проведении аналитических работ, обработке и интерпретации полученных данных, написании текстов статей, тезисов и материалов конференций.

**Степень достоверности и обоснованности результатов проведенных исследований.**

Результаты диссертационной работы Котлера П.Д., её научные положения и выводы являются достоверными и обоснованными. Достоверность представленных результатов исследований основывается на высоком научно-методическом уровне, представительности исходных данных, а также корректном использовании общепринятых методик, глубокой проработке научной литературы и её широком использовании.

В ходе полевых работ выполнялись геологические маршруты с изучением разрезов и отбором образцов горных пород (468 образцов) и крупнообъемных проб (20 проб) для выполнения различных видов лабораторных исследований. Петрографические характеристики даны для 200 шлифов. Содержания петрогенных компонентов, определены методом РФА на спектрометре ARL-9900-XP в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск, аналитик Карманова Н.Г.) (255 анализов) и с помощью атомно-абсорбционного метода (атомно-абсорбционный спектрофотометр SOLAAR M6 Thermo Elemental) и спектрофотометрического анализа (спектрофотометрический комплекс Genesys 10S Thermo Fisher Scientific) в ИЗК СО РАН (г. Иркутск, аналитик – Царева Н.Ю.) (80 анализов). Содержание щелочных элементов определялось методом пламенной фотометрии в ИГХ СО РАН (г. Иркутск), аналитик – Алтухова Л.В. (30 определений). Редкоэлементная характеристика пород выполнена методом ICP-MS на масс-спектрометре Finnigan Element в ИГМ СО РАН (г.Новосибирск, аналитики Николаева И.В., Палесский С.В.) (150 анализов). Анализ на дополнительные редкие и летучие элементы проводился атомно-эмиссионным методом в ИГХ СО РАН (г. Иркутск), аналитики – Васильева И.Е., Шабанова Е.В. Определения состава минералов проведено микрозондовым методом в Аналитическом центре ИГМ СО РАН (г. Новосибирск, аналитик Королук В.Н.) (40 анализов), а также методом вторично-ионной масс-спектрометрии на ионно-зондовом микроанализаторе Cameca IMS-4f (Ярославский филиал ФТИАН РАН, г. Ярославль) (40 определений). U-Pb геохронологические исследования выполнены методом LA-SF-ICP-MS на масс-спектрометре Element XR (Thermo Fisher Scientific, Германия) с системой пробоотбора лазерной абляцией UP-213 (New Wave Research, США) в ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ, аналитики Хубанов В.Б., Буянтуев М.Д.) (11 определений) и на ионном микрозонде SHRIMP-II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (аналитики Матуков Д.И., Лепехина Е.Н.) (1 определение). Изотопный состав неодима анализировался в г. Апатиты (ГИ КНЦ РАН, аналитик Баянова Т.Б.) (12 анализов), изотопный состав стронция - в ИГМ СО РАН (аналитик, Киселёва В.Ю.) (10 анализов), изотопный состав кислорода в ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ) (6 анализов). Обработка полученных геологических, геохимических и изотопно-геохронологических данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel, CorelDraw, GCDKit, MapInfo, Fugawi, Isoplot, Glitter, MICA+.

Результаты исследований апробированы на российских и международных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых журналах.

**Научная новизна.**

Получены новые данные о составе и возрасте гранитоидного магматизма Калба-Нарымского батолита (Восточный Казахстан). Впервые собрана база данных и проведена типизация на основе редкоэлементного состава гранитоидов (150 анализов). Впервые собрана база данных и проведено детальное U-Pb изотопное датирование современными прецизионными методами (LA-ICP-MS, SHRIMP-II). Впервые проведены комплексные исследования Nd, Sr, O изотопных характеристик гранитоидов. Обосновано двухэтапное формирование Калба-Нарымского батолита. Получена детальная характеристика и доказано формирование гранитоидов батолита из двух самостоятельных расплавов. Проведена петрогеохимическая типизация субстратов – осадочных толщ и метабазитов Калба-Нарымской зоны. На основе петрогенетического моделирования обоснован вклад метапелитовых и метабазитовых источников в формирование гранодиорит-гранитов, а также участие ювенильного флюида при формировании лейкогранитов.

#### **Практическая значимость работы соискателя.**

Результаты исследований гранитоидов Калба-Нарымского батолита были использованы при составлении легенды к геологической карте Зайсанской серии листов 1 : 200 000 масштаба, в рамках ГДП-200 (ТОО геолого-разведочная компания «Топаз», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан). Петрологические модели формирования гранитоидов используются при прогнозировании редкометалльного потенциала гранитоидов Восточного Казахстана (Владимиров и др., 2012; Загорский и др., 2014).

#### **Соответствие результатов работы научным специальностям.**

Результаты работы соответствуют пунктам 1 (магматическая геология) и 2 (магматическая петрология) паспорта специальности 25.00.04.

#### **Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

Основные научные результаты и материалы диссертационного исследования изложены в научных публикациях соискателя Котлера П.Д. (с соавторами, авторские). Соискатель имеет более 26 опубликованных по теме диссертации работ, в том числе 4 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликований основных научных результатов диссертаций и 22 работ в материалах всероссийских и международных конференций.

#### **Основные публикации соискателя, в которых опубликованы материалы диссертации:**

*Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:*

1. Котлер П.Д., Хромых С.В., Владимиров А.Г., Навозов О.В., Травин А.В., Караваева Г.С., Крук Н.Н., Мурзинцев Н.Г. Новые данные о возрасте и геодинамическая интерпретация гранитоидов Калба-Нарымского батолита (Восточный Казахстан) // Доклады академии наук, – 2015, том 462, № 5, с. 572–577.

2. Котлер П.Д., Крук Н.Н., Хромых С.В., Навозов О.В. Вещественный состав и источники осадочных толщ Калба-Нарымского террейна (Восточный Казахстан) // Вестник Томского государственного университета. 2015. № 400. С. 345–353.

3. Хромых С.В., Цыганков А.А., Котлер П.Д., Навозов О.В., Крук Н.Н., Владимиров А.Г., Травин А.В., Юдин Д.С., Бурмакина Г.Н., Хубанов В.Б., Буянтуев М.Д., Анциферова Т.Н., Караваева Г.С. Позднепалеозойский гранитоидный магматизм Восточного Казахстана и Западного Забайкалья: тестирование плюмовой модели // Геология и геофизика. - 2016. №5 – с.983-1004

4. Савинский И.А., Владимиров А.Г., Котлер П.Д. Природа субстрата метаморфических пород и гранитоидов чечекской купольной структуры (Иртышская сдвиговая зона) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2016. №2 (26) - с. 126-134

*Избранные тезисы докладов:*

1. **P. Kotler**, S. Khromykh, A. Vladimirov., N. Kruk, O. Navozov, V. Khubanov Petrology and isotopic dating of Kalba-Narym granite batholith (East Kazakhstan) // Large Igneous Provinces, Mantle Plumes and Metallogeny in the Earth's History (Abstract Volume). – Irkutsk: 2015 - Publishing House of V.B. Sochava institute of Geography SB RAS, 72-73 pp.

2. **P.D. Kotler**, S.V. Khromykh, N.N. Kruk, A.G. Vladimirov, O.V. Navozov The evolution of Kalba-Narym batholith granitoids (Eastern Kazakhstan) // Granites and Earth's Evolution: Granites and Continental Crust: Proceedings of the 2nd International Geological Conference, 17–20 August, Novosibirsk, Russia. – Novosibirsk: Publishing House SB RAS, 2014. – 98-101 pp.

3. **P.D. Kotler**, S.V. Khromykh., A.G. Vladimirov, , A.V. Travin, , O.V. Navozov Geological structure and isotopic dating of the Kalba-Narym granitoid batholith (East Kazakhstan) // Beishan Orogen in NW China: accretionary tectonics, magmatism, eclogite and granulite complexes, Hami, Xinjiang, China, 2013, p. 28-29.

Диссертация «Петрология гранитоидов Калба-Нарымского батолита (Восточный Казахстан)» Котлера Павла Дмитриевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – «петрология, вулканология».

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций (№ 211) ИГМ СО РАН. Присутствовало на заседании 23 человека (из них 4 доктора геолого-минералогических наук, 9 кандидатов геолого-минералогических наук, а также 5 м.н.с. и аспирантов и 5 инженеров). Результаты открытого голосования по вопросу принятия заключения по диссертации Котлера П.Д.: «за» - 23 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол №2017-1/2 от 20 февраля 2017 года.

Заключение оформил:



---

*Изох Андрей Эмильевич,  
Доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий лабораторией петрологии и  
рудоносности магматических формаций  
(№ 211) ИГМ СО РАН*