

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИГИП ДВО РАН)

к.б.н. Брянин Семен
Владимирович
«15» августа 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук на диссертационную работу Г.О. Ползуnenкова «ПЕТРОЛОГИЯ И ИЗОТОПНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ ВЕЛИТКЕНАЙСКОГО МОНЦОНИТ-ГРАНИТ-МИГМАТИТОВОГО КОМПЛЕКСА (АРКТИЧЕСКАЯ ЧУКОТКА)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. – петрология, вулканология.

В диссертации Ползуnenкова Геннадия Олеговича представлены результаты геологических, минералогических, изотопно-геохимических и геохронологических исследований магматических и метаморфических образований Велиткенайского комплекса террейна Арктическая Аляска-Чукотка, позволяющие разработать петрогенетическую модель формирования пород данного комплекса, выделить хронологию проявления магматических импульсов, охарактеризовать параметры источников магм и реконструировать геодинамические обстановки их формирования.

Актуальность диссертационной работы определяется тем, что полученные автором данные, имеют неопределимое значение для реконструкции многоэтапной истории развития слабоизученного террейна Арктическая Аляска-Чукотка, а также невероятно важны для разработки модели палеогеодинамической реконструкции региона на меловой период.

В качестве основной **цели** работы соискатель обозначил разработку петрогенетической модели формирования ВК с выделением этапов становления, оценкой возраста и природы источников магм, реконструкцией геодинамических обстановок формирования. Задачи исследования включали в себя изучение петрографического и химического состава пород комплекса; изучение химического состава минеральных фаз с оценкой методами минеральной термобарометрии физико-химических условий кристаллизации магм; установления возраста главных

магматических фаз и мигматизации ВК, а также возраста других гранитоидных массивов Чукотки, используя U-Pb метод по циркону (метод SHRIMP); изучение изотопно-геохимических характеристик пород (Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb изотопные системы) и циркона (Lu-Hf, $\delta^{18}\text{O}$) и оценка на этой основе состава параметров источников магм.

Фактический материал, использованный в работе информативен и представлен. Для обоснования защищаемых положений соискателем изучено более 200 шлифов, использовано более 60 оригинальных химических анализов пород (главные и редкие элементы), 1600 результатов микрозондовых исследований химического состава минералов по 20 образцам. Выполнены измерения изотопного состава Sr, Nd, Pb 21 образца. Геохронологические данные, использованные в работе, включают результаты U-Pb изотопного датирования с помощью SHRIMP-RG и SHRIMP-II по 30 образцам. Результаты изучения в цирконе изотопного состава гафния, кислорода а также состава примесных элементов приведены для 11 образцов. Аналитические работы проводились как в лабораториях РАН (ИГГД РАН (г. Санкт-Петербург), ЦКП ИТиГ ДВО РАН (г. Хабаровск), СВКНИИ ДВО РАН (г. Магадан)), так и на базе известных зарубежных центров – Стэнфордского, Вашингтонского университетов и университета Лос-Анджелеса.

Научная новизна. Автором впервые, на основании результатов U-Pb геохронологических исследований, установлен альбский возраст и расширена область развития Чаунской провинции гранитоидного магматизма Чукотки на всю территорию арктического побережья. Для магматических пород Велиткенайского комплекса получен альбский возраст, определена последовательность формирования монцонитоидов, гранитов, мигматитов и ассоциирующих деформаций, оценена температура и давление кристаллизации монцонитоидов. Новыми U-Pb изотопными датировками по циркону соискателем впервые обоснован неопротерозойский возраст мигматизированных ортогнейсов и обоснована их роль в качестве источника меловых лейкогранитов Велиткенайского комплекса.

В практическом плане геохронологические данные, приводимые в работе, могут быть использованы при проведении работ по Государственному геологическому картированию нового поколения, в рамках проектов ГДП-200 и ГДП-1000. Также данные диссертации могут быть использованы при металлогенических поисковых исследованиях и подготовке заявок на расширение границ континентального шельфа РФ в Арктике.

Оформление и апробация работы. В целом, диссертация написана грамотно, специализированная терминология применена профессионально. Иллюстративные материалы наглядны, однако, хотелось бы рекомендовать автору не совмещать подписи на разных языках на одной диаграмме (например, рис. 1.4 и др.).

Результаты исследований апробированы на 9-ти российских и международных конференциях, и в достаточной степени изложены в 4-х статьях в рецензируемых журналах из списка ВАК, в том числе, в 3-х статьях журналов, индексированных в отечественных и международных баз данных и систем цитирования RSCI, Scopus, Web of Science.

Структура и содержание работы. Диссертация общим объемом 267 страниц состоит из введения, семи глав, заключения, трех приложений. Список

литературы содержит 295 источников. Автор приводит три защищаемых положения, которые полностью отражают результаты проведенных исследований.

Раздел «Введение» отражает суть диссертационной работы, содержит информацию об использованном фактическом материале, апробации материалов исследований и сформулированные защищаемые положения.

В первой главе диссертации «Геология и гранитоидный магматизм Чукотки» соискатель по литературным данным приводит краткую геологическую характеристику Чукотского блока террейна Арктическая Аляска-Чукотка (ААЧ) и часть данных о возрасте и источниках гранитоидного магматизма Чукотки. Характеризуя этапность гранитоидного магматизма Чукотки соискатель, с акцентом на собственные данные, выделяет семь этапов гранитоидного магматизма, которые отражают эволюцию и рост континентальной коры в террейне ААЧ: неопротерозойский (720–535 млн. лет), девонско-раннекарбоновый (380–350 млн. лет), позднеюрский (146–145 млн. лет), валанжин-готеривский (136–131 млн. лет), аптский (124–112 млн. лет), альбский (110–100 млн. лет), турон-коньякский (93–85 млн. лет). При этом возникает вопрос относительно выделения неопротерозойского этапа магматизма. Согласно международной стратиграфической шкале на 2023/06 (<https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2023-06.pdf>) верхняя граница неопротерозоя соответствует 538.8 ± 0.2 млн лет. Таким образом, выделяемый автором интервал включает и ранний кембрий.

Соискателем впервые приводятся данные о возрастных популяциях циркона из девонских и каменноугольных отложений Чукотки, эти данные важны для реконструкции источников питания вулканогенно-осадочных толщ и предметного обсуждения тектонической истории террейнов. При этом хотелось бы узнать причину датирования всего 21 кристалла циркона из парагнейса Кооленского купола. Для парапород для корректного выделения основных источников обычно анализируется более 100 цирконов. Также возникает вопрос к обсуждению результатов геохронологических исследований биотит-кварц-полевошпатовых кристаллических сланцев Кульского поднятия. В тексте отмечается, что “Неопротерозойско-девонский кластер наиболее представительный, в него входят 283 датированных кристалла циркона” (30 стр.). Учитывая широту возрастного интервала обозначенного кластера, целесообразно было привести процентное соотношение приходящееся на долю поздненеопротерозойских, кембрийских, ордовикских, силурских и девонских цирконов.

Значимо преобладающие на территории Чукотки гранитоидные интрузии аптского, альбского и турон-коньякского возраста, выделяются соискателем в три провинции гранитоидного магматизма – аптскую Билибинскую, альбскую Чаунскую и турон-коньякскую Охотско-Чукотскую, которые фиксируют максимальные темпы преобразования континентальной коры Чукотки в меловом периоде. Формирование первых двух провинций связывается с постколлизийным растяжением, а Охотско-Чукотской провинции - с формированием одноименного надсубдукционного вулканогенного пояса.

Вторая глава посвящена геологическому строению Куульского поднятия и Велиткенайского монзонит-гранит-мигматитового комплекса. При описании Куульского поднятия автор подробно изложил представления предшествующих исследователей о геологическом строении, опираясь на добротную проработанную фондовую и опубликованную литературу. При описании геологии

Велиткенайского комплекса автором приведены собственные полевые наблюдения, включая структурные данные. Геологическая характеристика сопровождается хорошо подобранными фотографиями реальных обнажений, характеризующих текстурные особенности и взаимоотношения разных типов пород.

Третья глава посвящена методике исследований пород и минералов. Современные и высокоточные локальные методы исследования охарактеризованы в достаточном объеме и позволяют относиться с доверием к аналитическим результатам исследований. Обсуждаются ограничения разных методов, отдельно и подробно рассмотрены ограничения и корректность использования состава минеральных парагенезисов для оценок физико-химических параметров кристаллизации.

В четвертой главе рассмотрены петрографические и минералогические особенности пород Велиткенайского комплекса. Акцентируется синдеформационная природа внедрения ранних монцонитоидов. Для ортогнейсов, в которых локализован Велиткенайский комплекс, Г.О. Ползуненков приводит микроструктурные особенности, составы породообразующих минералов и минеральных включений в цирконах, которые характерны для магматических пород гранитоидного ряда известково щелочной орогенной серии. В тоже время, весьма было бы уместно привести реконструкции природы протолита для данных гнейсов с использованием и геохимических данных.

В пятой главе приведены результаты по минеральной термобарометрии Велиткенайского комплекса. Автор на основании литературных данных очень подробно рассматривает ограничения химического состава амфиболов и его влияние на термобарометрические расчеты. Приводимые результаты геотермобарометрических оценок для ранних монцонитоидов основаны на расчетах по амфибол-плагноклазовому парагенезису и учитывают накладываемые ограничения на состав амфибола. Полученные данные заверены с помощью других минеральных термобарометров (T_i в биотите, T_i в цирконе).

Шестая глава содержит информацию о U-Pb SHRIMP датировании, изотопном (Hf, O) составе циркона из гранитоидов и мигматитов Велиткенайского комплекса. Соискатель на представительных данных U-Pb изотопного датирования установил альбский возраст для гранитоидов и мигматитов Велиткенайского комплекса, различая ранние монцонитоиды от поздних гранитоидов. Для ядер кристаллов циркона из поздних гранитоидов, автором получены неопротерозойские возрасты. Близкие датировки получены для циркона из ортогнейсов центральной части, на основании чего соискателем делается вывод о том, что эти ортогнейсы могут выступать в качестве протолита для выплавления велиткенайских поздних гранитоидов (лейкогранитов).

На основе изотопных параметров Hf и O в цирконах из ранних монцонитоидов соискателем предполагается преимущественно плавление коровых субстратов, при образовании их родоначальных магм. Показано, что самые высокие, «мантийные» изотопные метки $\epsilon_{Hf(i)}$ и $\delta^{18}O$ имеют неопротерозойские унаследованные ядра в цирконе велиткенайских гранитоидов, цирконы из ортогнейсов Кооленского купола, Куульского поднятия и фундамента о-ва Жохова.

Седьмая глава посвящена исследованию геохимии главных и примесных элементов, изотопов Sr, Nd, Pb в валовом составе пород Велиткенайского комплекса. На этой основе обсуждаются возможные источники вещества для их

образования и петрогенетические процессы, ответственные за формирование ассоциаций пород. Эта глава является логическим завершением диссертационного исследования и предлагает ряд выводов по модели формирования Велиткенайского комплекса. В целом реконструкция истории формирования ВК построена автором корректно, основывается на корректных полевых наблюдениях, а также большом и разнообразном аналитическом материале.

В качестве дополнительных замечаний к приведенным выше, можно добавить:

1. Недостаточно ясно осталось пространственное положение вновь выделяемых Чаунской и Билибинской гранитоидных провинций на Чукотке. Одна перекрывает другую, или они расположены субшироотно, отражая миграцию фронта регионального растяжения и деформаций? Осталось неясным, проявлен ли неопротерозойско-палеозойский этап гранитоидного магматизма в Билибинской провинции.
2. Характеристика петрографии и минералогии мигматитов приведена слишком кратко.
3. При обсуждении изотопно-геохимических данных (изотопный состав Sr, Nd в породах) автор предлагает интерпретацию источника мантийной магмы, из которой в результате AFC процесса были образованы ассоциации ранних монцонитов и поздних лейкогранитов, мигматитов. Не совсем ясно, на каком основании были выбраны исходные мантийные магмы и представлены ли они в ВК? На диаграммах не показаны траектории моделируемого процесса АС (ассимиляции и контаминации), возможно ли описание процесса петрогенезиса в рамках только АС сценария?
4. При геодинамических реконструкциях и выделяемом этапе альбского постколлизийного растяжения в регионе автор опирается на литературные данные [Miller, Verbitsky, 2009]. Собственные структурные исследования Велиткенайского комплекса, выполненные автором, в диссертации лишь кратко упомянуты. Было бы целесообразным привести более подробную характеристику этих исследований.
5. В списке основных целей данных исследований заявлена реконструкция геодинамических обстановок формирования гранитоидов. При этом автор, обладая довольно широкой базой геохимических данных, использует только две тектонические диаграммы $Y+Nb - Rb$ [Pearce et al., 1984] и $R1-R2$ [Batchelor, Bowden, 1985]. По нашему мнению, следовало бы использовать и тектонические диаграммы Верма [Verma et al., 2013]. Кроме того, в работе проигнорированы генетические диаграммы Вейлина [Whalen et al., 1987], используемые во всем мире для разделения гранитов А типа от гранитов I, S, М типа;

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе Г.О. Ползуненкова и ее научную ценность. Работа является самостоятельной, внутренне не противоречивым исследованием, содержит новые научные результаты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора. Содержание диссертации полностью соответствует автореферату и присваиваемой специальности.

Диссертация «Петрология и изотопная геохронология Велиткенайского монцонит-гранит-мигматитового комплекса (Арктическая Чукотка)» отвечает требованиям и критериям установленным в «Положении о присуждении ученых

Отзыв организации на диссертационную работу Ползуненкова Геннадия Олеговича подготовлен член-корреспондентом РАН, д.г.-м.н. Сорокиным А.А. и научным сотрудником, к.г.-м.н. Овчинниковым Р.О. и заслушан и одобрен на заседании ученого совета Института геологии и природопользования ДВО РАН (протокол ученого совета ИГиП ДВО РАН № 5 от 15.08.2023 г.) и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации.



Сорокин Андрей Анатол.

Н.Ю. Меусова

1

[illegible]

Н.Ю. Леусова