

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу

Каныгиной Надежды Андреевны

**«Позднедокембрийские осадочные толщи Актау-Моинтинского массива
(Центральный Казахстан): структурное положение, источники сноса,
палеотектонические обстановки формирования», представленную на соискание
ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности
25.00.01 – общая и региональная геология**

Диссертационная работа Н.А. Каныгиной посвящена изучению позднедокембрийских кварцито-сланцевых толщ Актау-Моинтинского массива Центрального Казахстана. Во введении автор отметила, что на современном эрозионном срезе большинства крупных массивов, участвующих в строении палеозоид западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса, до настоящего времени не установлено присутствие домезопротерозойских образований. В то же время, результаты Sm-Nd изотопно-геохимических исследований гранитоидов, слагающих эти массивы, надежно указывают на палеопротерозойский, и реже неоархейский возраст их источника. Кроме того, в пользу существования допозднемезопротерозойской коры также свидетельствуют мощные кварцито-сланцевые толщи, широко распространенные в пределах сиалических массивов Северного, Центрального и Южного Казахстана и относимые к позднедокембрийскому субплатформенному чехлу. Таким образом, актуальность исследований не вызывает сомнений.

Основная цель исследований, проведенных соискателем, заключалась в реконструкции источников сноса докембрийских осадочных толщ и установлении основных этапов формирования континентальной коры Актау-Моинтинского массива. Для выполнения основной цели Н.А. Каныгиной были поставлены несколько задач, в том числе установление временного интервала накопления кварцито-сланцевых и грубообломочных толщ, слагающих Актау-Моинтинского массив; установление состава и возраста основных источников кварцито-сланцевых и грубообломочных толщ; выявление этапов и механизмов формирования докембрийской коры Актау-Моинтинского массива; определение положения Актау-Моинтинского массива относительно континентальных блоков, входивших в состав суперконтинента Родиния. Для решения этих задач соискатель использовала современный комплексный подход при исследовании осадочных образований, включающий в себя геологические, минералого-петрографические, литогеохимические, изотопные и геохронологические методы.

В основу работы положен обширный фактический материал, собранный непосредственно автором в течение нескольких полевых сезонов, а также материалы сотрудников лаборатории геодинамики позднего докембрия и фанерозоя Геологического института РАН, полученные в ходе многолетних исследований. В работе приведены результаты минералого-петрографических исследований шлифов, данные по содержанию главных породообразующих элементов и концентрациям редких и редкоземельных элементов, результаты U-Pb (LA-ICP-MS) геохронологических исследований с изотопным исследованием цирконов Lu-Hf методом *in situ*, а также результаты Sm-Nd изотопного анализа. Кроме того, автором были проведены исследования химических составов репрезентативных минералов. Многообразие современных аналитических исследований, проведенных в известных отечественных и зарубежных аналитических лабораториях, позволяет с большим доверием относиться к сделанным в представляемой диссертации выводам. Личный вклад автора заключается в непосредственном участии в полевых исследованиях позднедокембрийских осадочных толщ Актау-Моинтинского массива (Центральный Казахстан), петрографическом изучении шлифов, интерпретации геохимических данных изученных пород, перерасчете анализов химического состава обломочных минералов. Кроме того, соискатель лично выполняла U-Pb и Lu-Hf изучение детритовых цирконов и осуществляла обработку полученных изотопных и геохронологических данных с использованием специального программного обеспечения. Результаты исследований получены с использованием новых геологических и аналитических методов, что подчеркивает актуальность диссертационной работы.

Диссертационная работа Н.А. Каныгиной представляет собой законченное исследование и оставляет хорошее впечатление. Важность и научная новизна диссертационной работы заключается в том, что автором впервые обосновано существование кварцито-сланцевой толщи в структуре докембрийских комплексов Актау-Моинтинского массива. Изотопно-геохимические и геохронологические исследования детритовых цирконов из кварцито-сланцевых и грубообломочных толщ позволили определить нижний возрастной предел накопления и получить информацию о возрасте пород питающей провинции. Установлен состав и формационная принадлежность комплексов пород в источнике сноса. Выявлены основные этапы формирования континентальной коры Актау-Моинтинского массива в докембрии, а также выполнено сравнение кварцито-сланцевых толщ Актау-Моинтинского массива с аналогичными комплексами пород, слагающих другие массивы западной части ЦАСП и сделано предположение о положении Актау-Моинтинского массива в структуре суперконтинента Родиния.

Представленная к защите работа состоит из введения, 8 глав и заключения. Список литературы включает 133 источника. Кроме того, в работе приведены результаты аналитических исследований, представленные в 16! таблицах. Соискатель представляет четыре основных защищаемых положения, которые полностью отражают результаты проведенных им исследований. Результаты исследований, положенные в основу диссертации, были неоднократно апробированы автором на всероссийских и международных научных совещаниях и опубликованы в трех статьях в рецензируемых научных журналах, в том числе и в Q1, что доказывает высокий научный уровень представляемой к защите работы.

Раздел «Введение» является классическим для диссертационных работ и содержит все необходимые общие характеристики диссертации.

Первая глава диссертации посвящена истории геологического изучения докембрийско-раннепалеозойских комплексов Актау-Моинтинского массива, в которой соискатель описывает историю изученности и освещает проблему стратиграфии исследуемого района, имеющую место на протяжении длительного времени исследований с начала 50-х годов прошлого века до наших дней.

Во второй главе диссертации автор рассматривает геологическое строение Актау-Моинтинского массива в пределах ЦАСП и приводит подробное геологическое описание района исследований. Кроме того, в главе приведена характеристика стратоподразделений, слагающих массив, их взаимоотношения между собой, а также фациальный анализ исследованных терригенных толщ.

В третьей главе диссертации соискатель описывает геологическое строение киикской серии Актау-Моинтинского массива, приводит результаты геологических, петрографических, литогеохимических исследований пород этой серии, а также результаты U-Pb и Lu-Hf исследований детритовых цирконов и изучения минерального состава тяжелой фракции из сланцев, кварцитов и кварцито-песчаников айкарлинской и актауской свит, выделяемых в составе киикской серии.

Четвертая глава диссертации посвящена результатам изучения геологического строения верхнеатауской серии Актау-Моинтинского массива. В главе приводятся результаты петрографических и литогеохимических исследований, данные о U-Pb возрасте и Lu-Hf исследованиях детритовых цирконов из вулканогенно-осадочных толщ кабантауской свиты верхнеатауской серии Актау-Моинтинского массива, а также данные по минеральному составу тяжелой фракции из кварцитов этого стратоподразделения.

В пятой главе диссертации соискатель приводит результаты геологического изучения грубообломочных толщ Актау-Моинтинского массива, их вещественные и изотопно-геохронологические характеристики, полученные на основании петрографических и литогеохимических исследований, а также U-Pb и Lu-Hf изучения детритовых цирконов из грубо- и мелко-среднезернистых песчаников кенелинской и бейэпшинской свит.

Шестая глава диссертации посвящена результатам реконструкций составов и возраста пород в источнике сноса докембрийских осадочных толщ Актау-Моинтинского массива, проведенных на основании полученных соискателем результатов U-Pb и Lu-Hf исследований детритовых цирконов, а также с учетом вещественных характеристик. Определен интервал накопления кварцито-сланцевых и грубообломочных осадочных толщ, слагающих Актау-Моинтинский массив, установлены составы пород в области питающей провинции и их формационная принадлежность. На основе результатов, рассмотренных в данной главе, обоснованы первые два защищаемых положения.

В седьмой главе диссертации соискатель приводит модель эволюции докембрийской континентальной коры Актау-Моинтинского массива. На основании U-Pb и Lu-Hf изучения детритовых цирконов из кварцито-сланцевых толщ, слагающих Актау-Моинтинский массив, сделан вывод о длительной эволюции его континентальной коры, протекающей в три основных этапа: неоархейский, палеопротерозойский и мезопротерозойский, каждый из которых отражает определенный набор составов пород, слагающих область источника сноса изученных терригенных отложений. Данные, приведенные в этой главе, обосновывают третье защищаемое положение диссертации.

Восьмая глава диссертации посвящена положению Актау-Моинтинского массива относительно других массивов западной части ЦАСП и в структуре суперконтинента Родиния. Здесь соискатель проводит палеогеодинамические реконструкции, используя обширный опубликованный материал известных отечественных и иностранных ученых, и сопоставляет их со своими результатами исследований. Материалы, изложенные в восьмой главе диссертации, обосновывают четвертое защищаемое положение.

В разделе «Заключение» автор приводит основные результаты, полученные в ходе выполненного исследования.

В качестве основных замечаний к диссертационной работе можно отметить следующее:

1. Автор в работе приводит только краткое описание петрографических составов осадочных пород. В описании петрографической характеристики исследованных осадочных пород отсутствует информация о количественных соотношениях основных

породообразующих, второстепенных и вторичных минералов. Нет информации о наличии/отсутствии обломков пород. В работе автор упоминает об эпигенетических преобразованиях пород, но не рассматривает их характерные признаки, обычно диагностируемые в процессе петрографических исследований. Такие данные могли бы подтвердить сделанные автором выводы о составе пород в области источника сноса, а также обосновать характер вторичных преобразований, протекавших в постседиментационный период.

2. Вызывает вопрос классификация осадочных пород, проведенная автором на основании только их литохимических составов с использованием одной классификационной диаграммы М.М. Хиррона. Следовало бы провести классификацию изученных осадочных пород с использованием нескольких диаграмм, например, диаграммы Ф. Дж. Петтиджона [Петтиджон Ф.Дж., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. М.: Мир, 1976. 535 с], основанной на логарифмических значениях отношений основных породообразующих элементов ($\log(\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$). Также следовало бы провести петрографическую классификацию пород с использованием диаграмм, основанных на соотношении основных породообразующих минералов, глин и обломков пород, например, диаграмм Ф.Дж. Петтиджона [Pettijohn F.J., Potter P.E., and Siever R. Sand and Sandstones—New York: Springer-Verlag, 1972. 158 p] или В.Н. Шванова [Шванов В.Н. Петрография осадочных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). Л.: Недра, 1987. 269 с.] и сопоставить их с литохимической классификацией изученных пород, что дало бы более информативную картину о составах изученных пород.

3. Автором приведена диаграмма А-СН-К [Nesbit, Young, 1989], которая в том числе используется для выявления характера вторичных преобразований осадочных пород. На диаграмме, приведенной в работе, отчетливо видны тренды разрушения КППШ с образованием глинистых минералов для большинства изученных образцов терригенных пород, но в работе об этом не упоминается.

4. Автор приводит в работе реконструкции обстановок осадконакопления терригенных пород, оперируя в основном результатами изотопно-геохронологического U-Pb и Lu-Hf изучения детритовых цирконов. Желательно было бы также провести реконструкции обстановок осадконакопления, используя данные по химическому составу пород, например, диаграммы $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ [Maynard J.B., Valloni R., Ho Shing Ju. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basin // J. Geol. Soc. Am. Spec. Publs., 1982. V.10. P. 551–561] или $\text{DF}_1\text{-DF}_2$ [Verma S.P., Armstrong-Altrin J.S. New multi-dimensional diagrams for tectonic discrimination of siliciclastic sediments and their application

to Precambrian basins // Chem. Geol., 2013. V. 355. P. 117 – 133], с помощью которых можно было бы подтвердить выводы о природе бассейнов седиментации изученных осадочных толщ.

Отмеченные в отзыве официального оппонента замечания являются, главным образом, методическими и не снижают высокой научной значимости представленной работы, которая является законченным научным исследованием и отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автореферат отражает основные защищаемые положения диссертации.

Диссертация соответствует всем критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней» и утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 для ученой степени кандидата наук, а ее автор Надежда Андреевна Каныгина заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология.

Официальный оппонент,

Зинаида Леонидовна Мотова, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории палеогеодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук

Почтовый адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128

Телефон: +7(3952)427117, 89149017874

Электронная почта: zinaida_motova@mail.ru, motova@crust.irk.ru

Я, Мотова Зинаида Леонидовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись

26 октября 2021 г. *✓*

