

**ОТЗЫВ официального оппонента  
о диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук  
Багдасарян Татьяны Эдвардовны**

**на тему: «Тектоно-термальная эволюция Сибирской платформы в  
мезозой-кайнозойское время по результатам трекового анализа апатита»  
по специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и  
геодинамика**

В последние 15-20 лет в практике геологических исследований резко возрос интерес к датированию низкотемпературных процессов, таких как остывание пород при формировании гор, перемещении по разломам, остывании интрузий и т.д. Эти исследования имеют не только научное, но и сугубо практическое значение, например, для определения возраста рудоносных низкотемпературных жил или времени нахождения нефтематеринских пород в газовом и нефтяном окне. Наиболее широко распространенными методами изучения низкотемпературных процессов стали U-Th-He датирование и трековый анализ, причем оба метода применяются к одним и тем же минералам, прежде всего, апатиту и циркону. В силу ряда специфических особенностей, наиболее информативным оказался апатит, трековому анализу которого и посвящена диссертационная работа Т.Э. Багдасарян. Новое – хорошо забытое старое, и не лишне будет напомнить, что у истоков применения трекового датирования для решения геологических задач еще в середине прошлого века стояли наши замечательные ученые, Ю.А. Шуколюков и А.Н. Комаров, но потом этот метод был незаслуженно забыт. Лишь в последнее время, после появления новых технологий, главным образом, в зарубежных лабораториях, к нему снова возродился интерес и у отечественных исследователей, к числу которых, безусловно, относятся и научный руководитель диссертантки Р.В. Веселовский и сама Т.Э. Багдасарян. С учетом важности исследований в области низкотемпературной термохронологии как для научной, так и практической деятельности, **актуальность и научная значимость** диссертационной работы не вызывает сомнений. Личный вклад

Т.Э. Багдасарян определяется ее участием на всех стадиях проведения аналитических исследований и в интерпретации полученных данных.

Первые две главы диссертации вводные. В первой главе рассматривается современное состояние проблемы исследования, а именно реконструкции термальной эволюции крупных магматических провинций. Приведен хороший обзор имеющейся литературы и справедливо отмечено, что для западной части Сибирской платформы трековому анализу по апатиту посвящена всего одна работа (Розен и др., 2009). Во второй главе приведена краткая геологическая характеристика Сибирской платформы – строения фундамента, стратиграфии и магматизма. Магматизм рассмотрен для периода начиная с 252 млн лет, поскольку только эти события могут быть учтены при построении модели тектоно-термальной эволюции Сибирской платформы в мезозое и кайнозое. В этой же главе приведена геологическая характеристика объектов, на которых производился отбор образцов для трекового анализа, в частности, приведены все доступные данные по определению возраста изучаемых пород, полученного разными методами – эта информация необходима для последующего построения тектоно-термальных моделей. Здесь важно отметить, что по объектам исследования диссертантом приведены не только опубликованные, но и собственные данные по определению U-Pb, Ar-Ar и Rb-Sr возрастов.

Третья глава – методика исследования, она занимает 30 страниц, примерно треть всего текста. Здесь детально, наверное, излишне детально рассмотрена техническая сторона трековых исследований. Впрочем, учитывая пока еще редкость подобных работ, столь значительный объем методического раздела можно считать оправданным. Замечание к содержанию этой главы – помимо технических деталей, в ней надо было более детально рассмотреть ограничения как самого метода, которые не сводятся только к концентрации урана в исследуемом материале, так и интерпретации полученных результатов. В частности, здесь следовало бы упомянуть зависимость температуры закрытия трековой системы от скорости остывания образца, использование в современной литературе двух подходов к расчету трекового возраста – *pooled age* (принятый в диссертации) и *central*

age, наличие/достоверность данных по геотермическому градиенту, когда речь идет об исследовании образцов в скважинах, подходы к выбору граничных условий при моделировании в HeFTy и т.д. Наличие этих и иных ограничений не умаляет достоинств метода, но позволяет более адекватно оценить полученные результаты.

Четвертая глава посвящена изложению полученных результатов, здесь последовательно рассмотрены трековый возраст всех изученных образцов, смоделирована их термальная история. Образцы разделены как по методам, так и по регионам. В целом, **достоверность полученных результатов** сомнений не вызывает, но по некоторым пунктам есть замечания. Так, не вполне понятен смысл графиков, приведенных на рис. 30а, 33, 35 (зависимость трекового возраста образца от содержания урана). На трековый возраст образца влияет много факторов, и трудно ожидать, что остывание всех образцов на столь огромной территории было одинаковым и зависело только от содержания урана. Чаще используется график, приведенный на рис 30б, где рассматривается трековый возраст и содержание урана не в образце, а в отдельных зернах, причем не только для всех зерен, но и для зерен в каждом конкретном образце, как это сделано, например, в цитируемой в диссертации статье Glorie et al. (2017). И уж если такой график приведен для U, то почему не приведен такой же график для Cl, содержание которого влияет на устойчивость треков? Относительно графика на рис. 32 – зависимость трекового возраста от средней длины треков. Диссертант справедливо указывает, что здесь нет признаков распределения по форме «бумеранга». Но при столь высоких значениях средней длины треков (более 14  $\mu\text{m}$ ) бумеранг и не должен получаться, будет видна только его левая наиболее верхняя часть, что и демонстрирует график на этом рисунке. Вопрос к рис. 39а,б – на них указаны 2 возможные величины ошибки. Что они обозначают и есть ли смысл в их упоминании, если в тексте рассматривается только одна из них?

Интерпретация полученных данных рассмотрена в двух заключительных главах. Мезозойско-кайнозойская эволюция трапповой провинции приведена в главе 5. Здесь очень наглядно (табл. 10)

представлены все имеющиеся по рассматриваемому региону определения возраста, полученные разными методами, рассмотрены имеющиеся различия между U-Pb, Rb-Sr,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  и трековыми возрастными интрузий и предложены три варианта объяснения этих различий. Аргументация диссертанта в пользу вторичного прогрева в результате захоронения интрузивных тел под вулканическим чехлом в условиях повышенного теплового потока и их последующей эксгумация в поздне триасовое-раннеюрское время выглядит достаточно убедительной. Этот вывод ставит много вопросов по эволюции соседних осадочных бассейнов, где должны были накапливаться продукты размыва траппов, но их решение находится уже за пределами задач диссертации.

В шестой главе рассмотрена эволюция Непско-Ботуобинской антеклизы в мезозое и кайнозое. Здесь не только проведена вероятная корреляция наблюдаемых трековых возрастов с событиями, происходившими в соседних регионах, но и вполне корректно указана сложность интерпретации данных триас-юрских и палеоценовых трековых возрастов в образцах керна из соседних близко расположенных скважин.

Завершая рассмотрение работы, считаю необходимым подчеркнуть, что это первое исследование треков апатита на территории западной части Сибирской платформы. Работа логично построена, написана хорошим языком, **защищаемые положения** являются выводами из проведенного исследования и **обоснованы** приведенным в работе фактическим материалом. Основные результаты опубликованы в 15 работах, 4 из которых – это статьи в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus, и докладывались на отечественных и международных конференциях. Сделанные замечания не затрагивают содержания защищаемых положений и не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5

Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Багдасарян Татьяна Эдвардовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук,  
профессор кафедры региональной геологии  
Института наук о Земле  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

ХУДОЛЕЙ Андрей Константинович

15.05.2023

Контактные данные:

тел.: +7

i.gu

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:

25.00.03 – Геотектоника и геодинамика

Адрес места работы:

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9, Федеральное  
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
Институт наук о Земле

Тел.: +7 (81

i.gu

