

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета В.Н. Подковырова на диссертацию **Екатерины Алексеевны Брусницыной** на тему: **«Реконструкция источников сноса рифейских терригенных отложений Среднего Тимана, по данным комплексных аналитических исследований»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по научной специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.

Изучение сложного по геологическому строению Тиманского кряжа севера Русской плиты, особенно его осадочного наполнения докембрийского возраста является нетривиальной, сложной в выполнении и безусловно актуальной целью, которой начиная с конца XIX века, занимаются многие геологи. Выполненные автором детальные работы по реконструкции источников сноса обломочного материала и уточнению возраста отложений четласской, быстринской и вымской серий Среднего Тимана традиционно относимых к среднему и позднему рифею, потребовали от Е.А. Брусницыной постановки и решения целого ряда как рутинных, так и новаторских для древних отложений региона, задач - минералого-петрографическое изучения терригенных рифейских пород Среднего Тимана, включая анализ обломочных турмалинов из верхнедокембрийских толщ, и изотопного U-Th-Pb датирование обломочных цирконов и рутилов из верхнедокембрийских терригенных отложений Среднего Тимана для ограничения возраста и определения основных источников обломочного материала, дополненного анализом Lu-Hf изотопных-геохимических характеристик для определения источников их исходного расплава.

Е.А. Брусницына кратко, но с необходимой полнотой рассмотрела длительную историю изучения Тиманского кряжа и прилегающих территорий северо-востока Русской платформы (стр. 12-17), сложное геологическое строение структур Четласского Камня и Вольско-Вымской гряды и эволюцию взглядов на их стратиграфическое расчленение и представлений об истории формирования, остающейся достаточно противоречивой, особенно в изучаемых осадочных последовательностях рифея территории. Предложенный автором вариант обзора истории изучения и геологического строения района работ представляется достаточно исчерпывающим, не противоречивым и вполне достаточным перед изложением методов проведения исследований и полученных на их основе выводов.

Принятый Е.А.Брусницыной выбор набора методов для целей исследования (петрографический, разнообразные минералогические и изотопно-геохимические вкупе с

прецизионным датированием популяций обломочных цирконов и рутилов немых или противоречивых по стратиграфической привязке осадков), подробно изложенных на стр.36-41 диссертационной работы, представляется достаточно оптимальным и корректным. В совокупности, это обеспечило сделанные автором заключения, суммированные в защищаемых положениях работы (с.9). Не возражая против приведенных формулировок, я бы отметил, что вывод (з.п.2) о «широком распространении в источнике осадков осадочных (метаосадочных) пород...на основании преобладания в отложениях рифея «хорошо окатанных зерен обломочных цирконов, состав песчаников и химический состав обломочных турмалинов» не вызывает возражения (наверное так!) но в общем случае не является однозначно определяющим.

Автор диссертационной работы проводит специальный обзор существующих представлений о тектонике региона (стр. 20-33). Проблемы происхождения Тимана и геологической истории северо-востока ВЕП продолжают оставаться дискуссионными, что подчеркивает и подробно разбирает Е.А. Брусницына и тем самым еще раз отражает актуальность проведенного ею исследования.

При подготовке диссертации использована коллекция, собранная непосредственно автором в ходе проведения полевых работ на Среднем Тимане 2015, 2016 гг. Изученная коллекция представляет собой 40 проб, в 8 из которых были выделены обломочные цирконы для последующего датирования, в 8 пробах выделены обломочные турмалины для определения химического состава. Автором работы выполнен целевой отбор зерен обломочных турмалинов и рутилов, выполнены петрографические исследования минералов, а также анализ окатанности обломочных цирконов и турмалинов. Следует отметить, что Е.А. Брусница лично (совместно с аналитиками) принимала участие в проведении всех аналитических исследований: U-Th-Pb датирование цирконов и рутилов, определение Lu-Hf изотопных характеристик в цирконах, определение химического состава обломочных турмалинов. Определение Lu-Hf изотопного состава цирконов было проведено в 6 пробах, для которых предварительно был получен U-Th-Pb возраст цирконов.

Петрографическое описание отложений обломочных пород Четласского Камня и Вольско-Вымской гряды составлено для 40 шлифов, выполнено с высоким качеством, хорошо иллюстрировано графически и с использованием микрофотографий пород (с.42-54), которые охватывают изученные стратиграфические подразделения рифейского возраста. Особо следует отметить детальное и методически выверенное изучение автором степени окатанности обломочных зерен циркона и турмалина осадочных пород (стр.55-58),

что в итоге логично суммировано Е.А. Бруснициной в защищаемых положениях 2 и 3 работы и придает им надлежащую весомость.

Приведенные автором анализ вариаций составов турмалинов (с. 58-61) безусловно интересен и вероятно очень полезен для корреляции с предполагаемым породами-продуцентами турмалина в осадках, но не будучи специалистом-минералогом рецензент тут воздержится от развернутой оценки раздела.

Касаясь изотопного U-Th-Pb датирования обломочных цирконов и рутилов, следует отметить, что автором данного исследования убедительно показано на основе образцов, собранных из литостратиграфически привязанных разрезов докембрийских обломочных пород Четласского Камня и Вольско-Вымской гряды (рис. 1.4, С. 18), что максимальный возраст отложения изученной толщи (четласской, быстринской и вымской серий) определяется как поздний мезопротерозой – самый ранний неопротерозой, исходя из самых молодых возрастов обломочного циркона и рутила. Распределение U-Pb-возрастов детритового циркона из изученных аркозов, сублитаренитов и литаренитов весьма сопоставимо, что дает примерно 50% мезопротерозойского возраста в интервалах 1470–1550 и 1170–1370 млн лет назад, 45% палеопротерозойского возраста и 5% архейского возраста с преобладающим группированием популяций 2500–2700 и 1800–1900 млн лет назад. Данные U-Th-Pb датирования обломочных цирконов рифейских терригенных отложений Тимана из настоящего исследования и более ранних работ автора с коллегами, показали, что источником обломочного материала при формировании отложения выступал кристаллический фундамент ВЕП. В фундаменте ВЕП известны архейские, раннепротерозойские и раннерифейские комплексы породы. Однако, для цирконов со среднерифейским возрастом, источник обломочного материала был иным, так как в фундаменте изучаемой территории ВЕП пород с таким возрастом неизвестно. Магматические и метаморфические события с возрастом 1,0-1,4 млрд лет широко проявлены в пределах Свеконорвежско-Гренвильского орогена (включая участвующие в его строении более древние террейны), который расположен на северо-западе (в современных координатах) Балтики. Сопоставимое распределение возраста обломочного циркона в разновозрастных слоях северной Балтики позволяет автору обосновано предположить общую область их происхождения. Анализ составов и возрастов обломочного рутила также позволяет Е.А. Бруснициной резонно предположить широкое распространение позднего мезопротерозойского – самого раннего неопротерозойского метаморфизма в пределах ареала сноса.

Таким образом, возраст рутила фиксирует остывание после последнего средне- и высокотемпературного метаморфического события, в то время как циркон отражает возраст кристаллизации или высокотемпературного метаморфического события. Рутил и циркон по представлениям автора фиксируют разные стадии магматических или метаморфических процессов.

Возраст самых молодых и образованных не менее чем тремя-пятью зернами популяций обломочных рутилов (~900-1050 млн лет) отражает возраст последней фазы метаморфизма в источнике сноса обломочного материала.

Подробный анализ полученных и заимствованных из литературы данных позволил автору обосновать третье защищаемое положение работы - Проведенное комплексное исследование рифейских терригенных толщ Среднего Тимана показывает, что преобладающим источником обломочного материала выступал Свеконорвежско-Гренвильский ороген вместе с входящими в его состав более древними террейнами. Этот вывод представляется убедительно обоснованным, с чем и следует согласиться.

В целом, представленная к защите диссертационная работа Е.А.Брусницыной хорошо структурирована, изложена хорошим литературным языком и достаточно убедительно иллюстрирована. Основные положения диссертации изложены в ряде международных публикаций и статей из перечня ВАК, а также представлены в тезисах и докладах на ряде Российских и международных совещаний.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Е.А.Брусницыной на тему: **«Реконструкция источников сноса рифейских терригенных отложений Среднего Тимана, по данным комплексных аналитических исследований»** является высококачественной, методически хорошо обоснованной и оригинальной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение практических научных задачи, важных для развития представлений об условиях и истории формирования осадочных последовательностей рифея Среднего Тимана и полностью соответствует специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика;

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, соискателем ученой степени мною не установлено

Диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Член диссертационного совета Подковыров Виктор Николаевич

Доктор геолого-минералогически наук

Главный научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук.

Адрес: 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2

Интернет-сайт: [www.ipgg.ru](http://www.ipgg.ru)

Раб. тел.: 8(812) 328-02-92

Я. Подковыров Виктор Николаевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

15.05. мая 2024 г.

МП

Подпись

