

ОТЗЫВ

официального оппонента Мининой Ольги Романовны на кандидатскую диссертацию Ефремовой Ульяны Сергеевны «Геодинамическая эволюция центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы в протерозое», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1. – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

Поступившая на отзыв диссертационная работа Ефремовой Ульяны Сергеевны посвящена комплексному изучению нижнепротерозойских терригенных пород сарминской серии Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса, являющегося одной из важнейших раннепротерозойских структур Сибирского кратона. Цель работы заключалась в выделение основных этапов геодинамического развития Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса в протерозое, и в конечном итоге, в создании модель геодинамической эволюции центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы в протерозойское время на временном интервале 2.00–1.85 млрд лет. Основные задачи, поставленные в работе, включали полевое изучение разрезов сарминской серии, петрографические, геохимические, изотопные, U-Pb (LA-ICP-MS) исследования пород с использованием современных аналитических методов, тщательный анализ имеющихся данных, выполнены. Цель работы, которую ставила перед собой соискатель, достигнута. Исследования Ульяны Сергеевны Ефремовой позволили восполнить «пробелы» в истории геодинамической эволюции Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса, и имеют большое значение для восстановления тектонической истории всего Сибирского кратона.

Научная новизна исследований и полученных результатов. Научная новизна исследований соискателя заключается в комплексном использовании современных аналитических методов петрографических, изотопно-геохимических и геохронологических исследований нижнепротерозойской сарминской серии. На основании совокупности полученных данных, большей частью изотопно-геохимических и геохронологических, установлено время формирования, источники и условия осадконакопления терригенных пород, относимых к сарминской серии. В работе впервые показано, что в харгитуйскую свиту сарминской серии были объединены три разновозрастные толщи, формирование которых происходило на разных этапах эволюции Сарминского сегмента Аkitканского орогенного пояса. Соискателем впервые предложена модель геодинамической эволюции этой структуры в

протерозое. Представленные результаты исследований являются новым этапом в изучении Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы.

Степень обоснованности научных положений и выводов, содержащихся в рецензируемой работе, определяется обширным фактическим материалом. У.С. Ефремовой проведено изучение разрезов харгитуйской и иликтинской свит сарминской серии, сопровождающееся отбором образцов и проб на различные виды исследований, каменный материал по анайской свите получен автором от коллег лаборатории палеогеодинамики. Автором описано более 90 петрографических шлифов пород сарминской серии, содержания петрогенных оксидов и концентрации редких и редкоземельных элементов определены в 80 пробах, изотопный состав Nd изучен в 5 пробах, U-Pb изотопный анализ зерен циркона выполнен для 10 проб. Автор освоила методику пробоподготовки и геохронологических исследований зерен детритового циркона, провела комплексную обработку и интерпретацию результатов исследований.

Основные положения, защищаемые в диссертационной работе, опубликованы в пятнадцати печатных изданиях, из них пять – в журналах, входящих в перечень ВАК, и 10 в материалах конференций. Все публикации отражают основные положения диссертации. Результаты исследований неоднократно докладывались на конференциях и совещаниях разного уровня.

Практическая значимость работы У.С. Ефремовой определяется тем, что предложенная автором новая стратиграфическая последовательность стратонов может быть использована при составлении геологических карт разного масштаба и легенд к ним, при корреляции протерозойских отложений Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы, сопредельных территорий, для палеогеодинамических реконструкций докембрийских суперконтинентов.

Актуальность, научная новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнений.

Диссертационная работа Ульяны Сергеевны Ефремовой логически продумана, хорошо структурирована с разбивкой на главы и подразделы, хорошо иллюстрирована. Состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Содержит 163 страницы, включает 34 рисунка и 5 таблиц, список из 107 наименований цитируемой литературы, из которых 55 работы зарубежных исследователей. Объем автореферата составляет 20 страниц, включая 6 рисунков.

Я не буду подробно комментировать каждую из 4-х глав диссертации, во всех главах полно и подробно отражены результаты исследований. Во **Введении** работы четко сформулированы цель и актуальность исследований, основные задачи, научная

новизна и практическая значимость, личный вклад автора и защищаемые положения. Всесторонний анализ результатов предшественников и собственные исследования стали основой диссертационной работы.

В **Первой главе** приведены подробные сведения об истории геологических исследований основных тектонических структур Сибирского кратона, рассмотрено геологическое строение сегментов Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы, подробно освещено строение Сарминского сегмента, в пределах которого расположен объект исследований автора – сарминская серия.

Вторая глава содержит сведения об аналитических методах исследований, используемых соискателем для решения поставленных задач. Материалы главы свидетельствуют о том, что автор в полной мере владеет методами исследований и методиками интерпретации их результатов.

Содержание **третьей главы** посвящена характеристике нижнепротерозойских терригенных пород сарминской серии. В подразделе 3.1 автор рассматривает историю изучения сарминской серии, показывает нерешенные вопросы, противоречия в определении ее объема, состава и возраста разными исследователями. В подразделе 3.2 – 3.4 представлена характеристика изученных разрезов харгитуйской, иликтинской и анайской свит сарминской серии, результаты исследования детритовых цирконов, петрографическая и геохимическая характеристика пород, охарактеризованы источники вещества и условия их формирования. Подраздел 3.5 посвящен обобщению результатов исследований, анализу полученных данных. Глава проиллюстрирована схемами геологического строения, диаграммами, гистограммами, фототаблицами.

Четвертая глава наиболее важная, она посвящена описанию модели геодинамической эволюции центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы. Обобщение новых результатов и ранее опубликованных геохронологических данных о возрасте пород Сарминского сегмента Ажитканского орогенного пояса (центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы) позволили автору обосновать основные этапы эволюции этой структуры.

В **Заключение** работы содержатся выводы, полностью соответствующие поставленной цели, задачам и полученным результатам. Результаты проведенного исследования с использованием уже известных опубликованных данных позволили соискателю предложить модель геодинамической эволюции центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы в протерозойское время.

Далее более подробно остановлюсь на некоторых недостатках работы.

Первая глава «Геологическое строение района работ».

1. В первой главе соискателем используются подразделения как Российской Общей стратиграфической шкале докембрия так и Международной шкалы докембрия, причем, например, в подписи к рис. 2 «Рис. 2. Схема геологического строения Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы (Донская, 2019). 1 – Центрально-Азиатский складчатый пояс; 2 – **венд-фанерозойские** образования чехла Сибирской платформы; 3 – **неопротерозойские** осадочные породы; 4-6 – раннепротерозойские метаморфические породы Байкальского выступа.....» для одних подразделений указана номенклатура российской шкалы, для других – международной шкалы. В работе следовало бы придерживаться деления докембрия по Общей стратиграфической шкале докембрия, согласно Стратиграфическому кодексу России (2019 г.). Это целесообразно, так как на современных геологических картах любого масштаба и легендах к ним показаны подразделения в соответствии с этой шкалой. Кроме того, в шкале докембрия для нижнепротерозойской эонотемы используется как синоним карельская, а для эратем - нижнекарельская и верхнекарельская (последние в Международной шкале отвечают палеопротерозою).

2. Следует помнить, если говорится о стратиграфическом подразделении, свите, то например, нижне-, верхнепротерозойская, а если о времени формирования, то ранне-, позднепротерозойское (Стратиграфический кодекс России, 2019 г., параграф 2, статья III3-15). А вот для интрузивных пород, гнейсов, тектонических структур (орогенный пояс, например) применяется как раз название ранне-, позднепротерозойские.

3. Также принято писать либо породы, либо сарминская серия, а не породы сарминской серии (масло масляное) – Пример - «породы сарминской серии с угловым и стратиграфическим несогласием перекрываются.....» - «Сарминская серия с угловым и стратиграфическим несогласием перекрывается.....».

4. Есть ссылка на рис. 3 (стр. 24), а рисунка нет?

5. На рис. 4 – нет масштаба.

6. В подразделе 1.3. «Геологическое строение Сарминского сегмента Байкальского выступа» к геологической карте следовало бы привести стратиграфическую колонку (разрез), где показана последовательность стратонев сарминской серии.

К главе 2 замечаний нет.

Третья глава «Характеристика раннепротерозойских терригенных пород Байкальского выступа» - породы не ранне- а нижнепротерозойские.

1.Раздел 3.1. «История изученности (лучше изучения) терригенных пород, относимых к сарминской серии». Этот раздел, на мой взгляд, было логичнее поместить в первую главу. В подразделе подробно описаны представления разных авторов, но без иллюстраций они довольно сложно воспринимаются. Есть Рис. 5. «Схема стратиграфической последовательности раннего протерозоя Сарминского сегмента по данным разных исследователей (Салоп, 1964; Федоровский. 1989; Галимова и др., 2009)», но на рисунке не приведены схем расчленения по другим авторам, на которых ссылается соискатель, начиная с С.В. Обручева. Следовало бы сделать общую схему корреляции представлений разных исследователей, тем более что схемы их значительно отличаются, были бы сразу видны противоречия. Тем более, что в конце подраздела автор справедливо указывает, что «Изложенная выше информация хорошо **иллюстрирует** нерешенные вопросы и противоречия в мнениях исследователей, занимавшихся изучением ранне(**нижне**)протерозойских отложений Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы». Нужен был бы вывод в конце подраздела, где были бы перечислены противоречия и вопросы, на решение которых направлены исследования автора.

Раздел 3.2 Харгитуйская свита.

1. Геологическая характеристика изученного разреза сводится к нескольким фразам - «Разрез харгитуйской свиты включает в себя три подсвиты. Нижняя подсвита общей мощностью от 300–500 до 800 м сложена биотитовыми, роговообманково-биотитовыми, двуслюдяными гнейсами и метариолитами, чередующимися между собой. Средняя подсвита мощностью 200–1370 м представлена сланцами, слюдистыми кварцитами и метариолитами. Верхняя подсвита сложена кварцитами с прослоями кварцево-слюдистых сланцев общей мощностью от 400–600 м до 700–795 м.». Собственные геологические наблюдения автора не представлены, хотя выше указывается, что изучены разрезы свит. В этом разделе следовало бы указать, кто впервые выделил стратон, где расположен стратотип свиты (я не поняла, изучался ли стратотипический разрез), детальнее описать строение свиты.

2. Нет схем геологического строения участков детальных работ, показано только их расположение на мелкомасштабной карте. Не понятны взаимоотношений выделяемых групп пород в составе свиты, контакты с подстилающими и перекрывающими стратонами (если не установлены или тектонические надо так и писать), нет описания детально изученных разрезов, обнажений, хотя в начале главы написано, что разрезы были изучены. Следовало бы привести также зарисовки, фотографии объектов исследований. Надо было бы сделать общую стратиграфическую

колонку (разрез) по изученным обнажениям свиты, указать места отбора проб. Эти данные дали бы читателю наглядную геологическую информацию об объектах исследований, что особенно важно, так как в первом защищаемом положении соискатель доказывает, что в состав свиты объединены разновозрастные породы.

3. На рисунке 7 «Гистограммы и кривые относительной вероятности возраста детритовых цирконов из пород харгитуйской свиты», нет диаграммы с конкордией. Перепутаны буквенные обозначения, соответствующие номерам образцов, например обр. 2155 рис. 7д, а не в, обр. 21108 рис. 7е, а не д.

4. В тексте (стр. 40) - «В третью группу объединены породы 4, 5 и 6 участков...», следовало бы написать номера образцов и сделать ссылки на рисунки 6 и 7.

5. Подраздел 3.2.2.2 «Петрографическое описание пород» по группам рекомендовала бы поместить перед описанием морфологии цирконов в подразделе 3.2.2.1.

Раздел 3.3. Иликтинская свита

1. Также как и для харгитуйской свиты не хватает геологической информации по исследованным участкам (геологические схемы, разрезы, описание обнажений, фотографии стратиграфические колонки и т.д.), непонятно изучался ли стратотипический разрез.

2. Отсутствуют подписи на рис. 17 к фотографиям шлифов, стоило бы к каждой фотографии, для удобства читателя, поместить петрографическое название породы, например - метапесчаник плагиоклаз-кварцевого состава.

3. В выводах к подразделу 3.3.1 написано - «Проведенные геологические и петрографические исследования терригенных пород верхней части иликтинской свиты показали присутствие на всех участках пород только двух типов, а именно песчаников и сланцев». Следовало бы описать общее строение изученных разрезов свиты, эти два типа пород переслаиваются ритмично или сланцы образуют прослой, какие наблюдались текстуры? Написать отличаются ли песчаники по составу, структурам в разных частях разреза свиты, по крайней мере в верхней части иликтинской свиты на участке Глубокая Падь описаны метапесчаники, которые, в отличие от песчаников, образуются уже в условиях метагенеза. Следовало бы указывать состав сланцев (производные алевролитов и аргиллитов), фации их метаморфизма. Тем более, что далее написано, есть различия в петрохимических характеристиках песчаников и сланцев, есть ли различия и в их в петрографическом составе? Только некоторые из этих сведений упомянуты в подразделе 3.3.4.

4. Вывод в конце раздела 3.3 – «Таким образом, полученные данные в совокупности с незрелым характером терригенных пород иликтинской свиты позволяют предполагать, что породы свиты могли накапливаться как молассоидные образования в бассейнах, связанных с процессами растяжения». Осталось непонятным каковы фациальные типы осадков, какие обстановки их формирования, какой типа бассейн растяжения – авлакоген, пулл-апарт?

3.4. Анайская свита.

1. Автор пишет – «Породы анайской свиты были изучены посредством петрографических, геохимических и геохронологических исследований образца 1813» – вообще-то фраза некорректна, изучить свиту только по одному образцу нельзя – следовало бы написать – «Автором изучен один образец из анайской свиты, но для ее характеристики привлечены данные предшествующих исследований», и обязательно должны быть ссылки на источники, откуда эти данные были взяты.

2. На рисунке 31 «Гистограмма и кривые относительной вероятности возраста детритовых цирконов...», нет диаграммы с самой конкордией.

2. Выводы автора по анайской свите, учитывая что изучен всего один образец, звучать излишне уверенно. Тем более материалы ряда исследователей (только упомянуто, что они есть, в тексте не приводятся и не обсуждаются) противоречат выводам автора. Может быть, автору следовало бы писать – мы полагаем, вероятнее всего, согласуются с данными....

Раздел 3.5. Обсуждение результатов и выводы

Следует заметить, что в работе практически не обсуждаются фациальные типы осадков сарминской серии, обстановки седиментации для пород. Например, если для третьего типа пород харгитуйской свиты говорится о бассейне растяжения, хотя не понятно в каком качестве (рифтогенный, пулл-апарт?) он рассматривается, то для первой и второй групп харгитуйской свиты ни геодинамические обстановки, ни тип палеобассейнов вообще не обсуждаются.

В выводах автору следовало указать, что породы третьей группы харгитуйской свиты должны быть исключены из состава сарминской серии, и обсудить вариант включения их в состав анайской свиты, тем более автор указывает «на схожесть литологического состава и степени зрелости пород анайской свиты с породами третьей группы харгитуйской свиты», либо предложить выделение этой группы пород в качестве самостоятельного стратона в ранге толщи.

Обсуждая источники сноса, следует писать - размывались не «кислые породы», а породы кислого или среднего состава.

Глава 4. «Модель геодинамической эволюции центральной части Байкальского выступа фундамента Сибирской платформы».

1. На рисунке 34 в схеме основных этапов эволюции Сарминского сегмента использованы подразделения Международной шкалы геологического времени, в тексте используется, в основном, номенклатура Российской Общей стратиграфической шкалы докембрия. Следовало бы и на схеме использовать подразделения и временные этапы в соответствии с Общей стратиграфической шкалой докембрия.

2. В завершение этой главы, это касается и основных глав диссертационной работы, следует делать выводы, обобщающие приведенные данные.

По представленной диссертации можно высказать еще замечание редакционного характера – в тексте встречаются стилистические и орфографические ошибки.

Сделанные в отзыве замечания не снижают научной ценности диссертационной работы. Диссертационная работа Ефремовой Ульяны Сергеевны представляет собой законченное и самостоятельное исследование, выполнена на актуальную тему и на высоком современном научно-методическом уровне.

Автореферат диссертации отражает содержание защищаемых положений и полностью отвечает диссертационной работе.

Работа соответствует критериям, установленным в пп. 9-14 «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. 25.01.2024), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее автор Ульяна Сергеевна Ефремова заслуживает присвоения искомой степени по специальности 1.6.1. – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика (науки о Земле).

Официальный оппонент: Минина Ольга Романовна, доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геологический институт им. Н.Л. Добреева Сибирского отделения Российской академии наук.

Почтовый адрес: 670037, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а

Интернет сайт организации: Web: geo.stbur.ru

Email: gin@ginst.ru, раб. тел.: +7(3012)43-30-24

Я, Минина Ольга Романовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

« 26 » ноября 2024 г.

/Минина О.Р./

Минина Ольга Романовна
Заместитель директора по научной работе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Геологический институт им. Н.Л. Добреева Сибирского
отделения Российской академии наук
26.11.2024г.

