

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
«Институт земной коры

Сибирского отделения Российской академии наук»,  
член-корреспондент РАН, доктор геол.-мин. наук,  
Дмитрий Петрович Гладкочуб



24.08 2023 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт земной коры  
Сибирского отделения Российской академии наук»

на диссертационную работу Иванова Александра Владимировича

«Состав, возраст и источники обломочного материала конгломератов раннего палеозоя  
юга Тувы», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-  
минералогических наук по специальности 1.6.4. – «Минералогия, кристаллография.

Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Представленная диссертационная работа Иванова Александра Владимировича  
содержит 194 страницы текста, включая 103 рисунка, 8 таблиц, 25 приложений и  
библиографический список из 117 наименований цитируемой литературы.  
Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения. Объем автореферата  
составляет 23 страницы текста, включая 15 рисунков.

#### **Актуальность темы**

Диссертационная работа А.В. Иванова посвящена изучению раннепалеозойских  
осадочных и осадочно-вулканогенных толщ Тувинского сегмента Центрально-Азиатского  
складчатого пояса (ЦАСП), а именно конгломератов теретигской свиты и  
туфоконгломератов шурмакской и адырташской свит. Современные представления о  
тектонической эволюции Тувинского сегмента ЦАСП построены в основном за счет  
изучения магматических и метаморфических пород, однако исследования осадочных толщ  
рассматриваемого сегмента до настоящего времени не проводились. Между тем,  
всестороннее изучение раннепалеозойских осадочных и вулканогенно-осадочных толщ  
широко распространенных в пределах южной части Тувы, а в частности, слагающих их

галек и валунов, могут дать исчерпывающую информацию о возрасте и составе пород в области источника, а также их геодинамической природе. Таким образом, актуальность исследований, приведенных в данной диссертационной работе, не вызывает сомнений.

### **Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе**

В основе диссертационной работы использованы материалы, полученные соискателем лично и совместно с сотрудниками лаборатории литогеодинамики осадочных бассейнов, в результате экспедиционных работ 2015 – 2022 гг. Соискателем впервые проведены комплексные исследования, включающие современные петрографические, геохимические и изотопные геохронологические методы изучения осадочных и вулканогенно-осадочных пород теретигской, шурмакской, адырташской свит юга Тувы. А также проведен анализ опубликованных данных по исследованному региону. Высокий уровень квалификации и широкий кругозор автора, подтверждается обширным библиографическим списком, который включает 82 наименования на русском языке и 35 на английском языке. Полученные А.В. Ивановым новые, прецизионные данные, позволили провести генетическую типизацию изученных толщ, а также реконструировать состав и возраст пород в области источника. В конечном итоге были сделаны выводы о геодинамической эволюции юга Тувы в раннем палеозое. Наиболее значимые результаты исследований сформулированы в трех основных защищаемых положениях и достаточно аргументированы. Основные результаты исследования могут способствовать более корректной металлогенической оценке исследованной территории, а также учитываться при проведении геолого-разведочных работ.

### **Степень обоснованности и достоверности научных результатов**

Цель, актуальность, основные задачи, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы, а также личный вклад автора и основные защищаемые положения приведены во введении. В основу работы положен обширный фактический материал, собранный непосредственно автором в течение нескольких полевых сезонов. В работе приведены результаты изучения большого объема фактического материала, а именно минералого-петрографических исследований шлифов (215 образцов), данные по содержанию главных породообразующих элементов (174 образца), концентрациям редкоземельных (56 образцов) и рассеянных элементов (136 образцов). U-Pb (LA-ICP-MS) геохронологические исследования проведены для 26! образцов. Для 9 проб карбонатных пород получены данные по С - и О - изотопии, для 6 проб – данные по Sr-изотопии. Кроме того, для 8 образцов проведен Sm-Nd изотопный анализ, по 6 пробам изучен минеральный состав с использованием электронного сканирующего микроскопа. Многообразие

современных аналитических методов исследований, проведенных в ведущих отечественных аналитических лабораториях, позволяет с большим доверием относиться к сформулированным в представленной диссертации выводам.

В **первой главе** диссертации приведены сведения о геологическом строении района исследований. Подробно рассмотрены общие представления о строении юга Тувы, дан обзор тектонического положения и геологического строения структурно-вещественных комплексов Таннуольской зоны. Приведен анализ имеющихся опубликованных данных о геодинамической эволюции района исследования и сопредельных территорий, в ходе которых соискателем были выявлены проблемы построения цельной геодинамической модели формирования и эволюции региона. Отдельное внимание уделено имеющимся опубликованным стратиграфическим схемам района исследований с обоснованием выбора автором наиболее подходящей. Наряду с описанием стратиграфических разрезов здесь же приведены результаты полевых геологических исследований раннепалеозойских осадочных и вулканогенно-осадочных последовательностей – объектов исследований. В этой же главе дана исчерпывающая информация о различных видах магматических и метаморфических комплексов пород, распространенных в районе исследований, а также анализ современного состояния их геологической изученности и существующие проблемы в оценке природы земной коры южной и сопредельных частей Тувинского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса.

На наш взгляд, автор не совсем удачно привел результаты своих полевых геологических наблюдений в описательной главе где, в большей мере, дан обзор имеющейся ранее опубликованной литературы по геологической изученности объекта исследований. Уместнее было бы поместить результаты собственных наблюдений в соответствующей главе или подразделе диссертации. Кроме того, не совсем понятно, где, в подразделе «Стратиграфия», соискатель приводит данные предшественников, а где описывает собственные выводы, полученные в ходе полевых исследований, так как в тексте подраздела отсутствуют библиографические ссылки.

Во **второй главе** автор рассматривает многообразие современных зарубежных и отечественных методов и подходов, применяющихся при изучении грубообломочных пород, основной целью которых является обнаружение новых месторождений ряда полезных ископаемых, а также палеотектонические реконструкции. Здесь же автор обосновывает выбор методов исследований, использованных в работе, с подробным описанием роли и задачи каждого метода. Необходимо отметить, что выбранный автором комплекс методов исследований грубообломочных пород удачно скомбинирован и вполне

отвечает уровню мировых исследований, что, в конечном итоге, позволило получить достоверные данные, необходимые для решения поставленных целей и задач.

В **третьей главе** диссертационной работы соискатель приводит результаты исследований терегтигской свиты. Детально даны особенности геологического строения свиты, взаимоотношения с ниже- и вышележащими породами, текстурно-структурные особенности, информация о составе обломков и литолого-фациальный анализ.

Подробно изложены и иллюстрированы петрографические, геохимические и минералогические особенности гравийно-валунных конгломератов терегтигской свиты. Приведены результаты комплексных исследований валунов из грубообломочной части терегтинской свиты, представленных гранитоидами, риолитами, риодацитами, низкощелочными дацитами, базальтами. Детально изучен матрикс конгломератов, дана его геохимическая характеристика, и результаты исследований с использованием сканирующего микроскопа. Рассмотрены также петрографические свойства кварцевых гравелитов. Здесь же приведены результаты U-Pb датирования зерен циркона из обломочной части и матрикса валунно-галечных конгломератов терегтигской свиты, а также изотопных ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ), геохимических и петрографических исследований карбонатных пород терегтигской свиты.

Выводы по материалам третьей главы достоверны и хорошо обоснованы. В результате литолого-фациальных исследований, автор предполагает, что накопление отложений терегтигской свиты происходило в осадочном бассейне древнего континентального блока в прибрежно-морских обстановках. На основании петрографических, геохимических и изотопных исследований отложений терегтигской свиты установлено, что основными источниками обломочного материала для них служили вендские и, в меньшей степени, кембрийские магматические породы, при участии более древних докембрийских пород, в том числе, ультрабазитов Агардагского офиолитового комплекса. Исходя из данных U-Pb датирования зерен детритового циркона и изучения изотопного состава Sr и C, время накопления отложений терегтигской свиты ограничивается ранним кембрием (530–520 млн лет).

По материалам третьей главы сформулировано **первое защищаемое положение**:

1. Осадочные породы терегтигской свиты накапливались в раннем кембрии 520-530 млн лет назад в обстановках шельфа. Источниками сноса для конгломератов этой свиты служили породы нео-, мезо-, палеопротерозоя, в том числе, офиолиты Агардагского комплекса и породы вулканоплутонической серии с возрастом 574-580 млн лет.

В **четвертой главе** диссертации изложены данные о результатах исследований туфоконгломератов шурмакской свиты. Автор приводит данные об особенностях

геологического строения изученных разрезов шурмакской свиты, характер их взаимоотношений с ниже- и вышележащими стратоподразделениями, а также подробное описание состава пород шурмакской свиты в двух изученных разрезах, где преобладают валунные конгломераты в обломочной части которых наблюдается обилие гранитоидов и вулканитов основного состава. Представленные автором данные, хорошо иллюстрированы и сопровождаются многочисленными фотографиями и рисунками. Петрографические исследования с использованием сканирующего микроскопа позволили автору установить вулканогенную природу матрикса изученных конгломератов. В результате петрографических и геохимических исследований обломков пород из туфоконгломератов шурмакской свиты сделан вывод о том, что основными источниками обломочного материала для них являлись производные как континентальной, так и океанической коры, а также продукты их смешения (гранодиориты). Sm-Nd изотопные исследования пород шурмакской свиты позволили автору установить их формирование за счет активизации древнего докембрийского блока при участии экзогенного обломочного материала, образовавшегося при смешении в различных пропорциях древнекорового и ювенильного вещества. U-Pb геохронологические исследования детритовых цирконов из туфа и матрикса туфоконгломерата шурмакской свиты, а также вулканомиктового песчаника, гранитных валунов и валунов песчаника, позволили установить значительное количество разновозрастных зерен детритовых цирконов, на основании чего автор сделал вывод о том что формирование этих пород связано с вулканическими процессами в пределах континентального блока, около 500 млн лет назад, за счет разрушения продуктов синхронного вулканизма и неопротерозойских магматических и вулканических пород, при участии пород древнего палеопротерозойского блока. Таким образом, совокупность выводов, полученных в ходе исследований, позволила автору установить фрагмент древнего континентального блока в структуре Центрально-Азиатского складчатого пояса.

По материалам четвертой главы было сформулировано **второе защищаемое положение:**

2. Вулканогенно-осадочные породы шурмакской свиты образовались 500 млн лет назад в пределах докембрийского блока земной коры. Обломочный материал туфоконгломератов этой свиты представлен продуктами синхронного вулканизма и обломками более древних пород, в том числе, неопротерозойских гранитоидов.

В **пятой главе** диссертации изложены результаты комплексных исследований туфоконгломератов адырташской свиты. Здесь автор привел данные по геологическому строению разреза адырташской свиты, изученного на водоразделе рек Холу и Деспен, который представлен преимущественно валунными и галечными туфоконгломератами.

Среди обломков пород диагностированы гранитоиды, вулканиты и туфы различного состава. Гальки представлены щелочными породами, валуны - гранодиоритами. Матрикс имеет андезитовый состав. Геохимические исследования обломков гранитов, риодацитов и дацитов из туфоконгломератов адырташской свиты демонстрируют однотипность характеристик, что позволило автору предположить их вулканогенную природу и отнести к единой вулкано-плутонической серии. Установленное обогащение Та вулканических пород из обломочной части туфоконгломератов позволило предположить их потенциальную рудоносность. В результате U-Pb исследований возраста детритовых цирконов из матрикса валунных и галечных конгломератов, а также туфопесчаников центральной части разреза, двух валунов гранодиоритов, риолита и вулканита, было выделено три эпизода вулканической активности во время формирования адырташской свиты (462 млн лет, 455-457 млн лет и 444-445 млн лет), каждый из которых маркируется определенным набором пород в обломочной части изученного разреза.

Результаты исследований, приведенные в пятой главе, позволили автору сформулировать **третье защищаемое положение:**

3. Разрез адырташской свиты в междуречье рек Деспен и Холу представлен вулканическими породами, в том числе туфоконгломератами. Установлено вулканическое событие в интервале 444-463 млн лет и выделено три эпизода его вулканической активности. Обломочный материал туфоконгломератов и вулканические породы в разрезе относятся к единой вулкано-плутонической серии.

Автор подчеркивает, что установленное в ходе проведенных исследований вулканическое событие, является одним из проявлений тектоно-магматической активности в пределах юга Тувы и хорошо согласуется с опубликованными данными предшественников, однако в тексте не приведены конкретные данные, подтверждающие этот вывод. В данном случае автору следовало бы провести сопоставление ранее опубликованных другими исследователями данных о возрасте и составе вулканических и плутонических пород юга Тувы и более удаленных районов Тануола-Хамсаринской СФЗ, маркирующих упомянутое тектоно-магматическое событие с геохимическими и геохронологическими особенностями пород адырташской свиты, для наглядной демонстрации соответствия этих характеристик.

В **шестой главе** диссертации приведены результаты реконструкции состава и возраста пород раннепалеозойского эрозионного среза при седиментации грубообломочных пород, распространенных на юге Тувы, на основе анализа новых геохимических, изотопных и геохронологических данных, полученных в ходе изучения кембрийско-ордовикских вулканогенно-осадочных пород терегтигской, шурмакской,

адырташской свит юга Тувы. Автор не рассматривает вулканиты и граниты раннепалеозойских островодужных комплексов Таннуольской и Хамсаринской тектонических зон в качестве источников обломочного материала при формировании кембрийских туфоконгломератов и конгломератов шурмакской и терегтигской свит. В качестве основного источника обломочного материала в терегтигский осадочный бассейн, существовавший около 530 млн лет назад, рассматриваются гранитоиды, вулканиты и осадочные комплексы пород Агардагского офиолитового комплекса с возрастом 570-580 млн лет. При формировании туфоконгломератов шурмакской свиты, основными поставщиками обломочного материала рассматриваются тоналиты с возрастом 780-760 млн лет и андезиты, образованные в ходе переработки палеопротерозойской континентальной коры и базиты, связанные со смешанными мантийно-коровыми источниками магм. Ордовикские туфоконгломераты адырташской свиты автор отнес к вулканическим образованиям и выявил в три вулканических события, объединенных в единую вулканоплутоническую серию, широко распространенную и за пределами Тувы, но не связанную с процессами островодужного вулканизма Таннуольской и Хамсаринской тектонических зон.

Предположение автора о том, что формирование структуры, в пределах которой происходило накопление кембрийско-ордовикских толщ, началось в неоархее с последующей тектоно-магматической активизацией в палеопротерозое, основанное только на анализе результатов изучения возраста детритовых цирконов, вызывает сомнение и требует дополнительной аргументации.

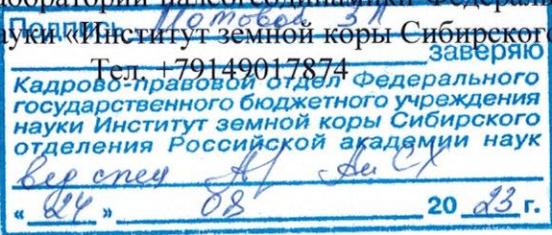
### **Заключение**

Представленная диссертационная работа Иванова А.В. является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком профессиональном уровне, содержит необходимые графические материалы и приложения. Актуальность темы исследований, объем фактического материала, научная новизна, методы решения поставленных задач, а также достоверность полученных результатов, позволяют рассматривать работу как законченное научное исследование. Стоит отметить, что изложенные замечания носят дискуссионный характер и не умаляют заслуг соискателя. Полученные новые данные имеют большое теоретическое и практическое значение. Автореферат диссертации отражает содержание основных защищаемых положений и полностью соответствует диссертационной работе. По результатам исследований автором опубликовано 20 работ, в том числе 8 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК. В публикациях отражены основные защищаемые положения работы.

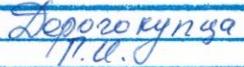
Диссертационная работа Иванова Александра Владимировича «Состав, возраст и источники обломочного материала конгломератов раннего палеозоя юга Тувы» соответствует всем критериям, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 для ученой степени кандидата наук, а ее автор Иванов Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Настоящий отзыв рассмотрен на заседании Ученого совета Института земной коры СО РАН (протокол № 8 от 24.08.2023 г.) и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации.

Отзыв составил:  Зинаида Леонидовна Мотова  
Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник  
лаборатории палеогеодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения  
науки «Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук»  
Тел. +79149017874  
E-mail: [motova@crust.irk.ru](mailto:motova@crust.irk.ru)

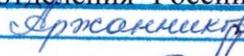
 

Главный научный сотрудник лаборатории петрологии, геохимии и рудогенеза  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт земной коры  
Сибирского отделения Российской академии наук», доктор геолого-минералогических  
наук

Подпись  Дорогокупец Петр Иванович  
Кадрово-правовой отдел Федерального государственного бюджетного учреждения  
науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук  
24.08.2023 г.



Ведущий научный сотрудник лаборатории современной геодинамики  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт земной коры  
Сибирского отделения Российской академии наук», доктор геолого-минералогических  
наук

Подпись  Аржанникова Анастасия Валентиновна  
Кадрово-правовой отдел Федерального государственного бюджетного учреждения  
науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук  
24.08.2023 г.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт земной коры  
Сибирского отделения Российской академии наук»  
Адрес: 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128  
E-mail: [log@crust.irk.ru](mailto:log@crust.irk.ru)  
Сайт: <http://www.crust.irk.ru/>