

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д003.022.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЗЕМНОЙ КОРЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14 сентября 2022 г. № 12

о присуждении Каримовой Анастасии Алексеевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Сегментная активизация разрывов и дискретно-волновая динамика деформаций в сдвиговой зоне (по результатам физического моделирования)» по специальности 25.00.03 – «Геотектоника и геодинамика» принята к защите 12.05.2022 г. (протокол № 2) диссертационным советом Д003.022.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, приказ Минобрнауки России № 931/нк от 28.09.2017 г.

Соискатель Каримова Анастасия Алексеевна, 1989 г. рождения, в 2013 г. окончила ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» по направлению 020700.68 «геология».

В 2013 – 2016 гг. обучалась в очной аспирантуре при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по специальности 25.00.03 – «геотектоника и геодинамика».

Работает младшим научным сотрудником лаборатории тектонофизики ФГБУН Института земной коры СО РАН и старшим преподавателем геологического факультета ФГБОУ ВО Иркутского государственного университета.

Диссертация выполнена в ФГБУН Институте земной коры СО РАН.

Научный руководитель – кандидат геолого-минералогических наук Борняков Сергей Александрович, ведущий научный сотрудник лаборатории тектонофизики ФГБУН Института земной коры СО РАН.

Официальные оппоненты:

1. Быков Виктор Геннадьевич - доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией сейсмологии и сеймотектоники, старший научный сотрудник ФГБУН Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН,

2. Фролова Наталья Сергеевна - кандидат геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, в своем положительном отзыве, составленном доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником, заместителем директора Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН Кузьминым Ю.О., доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником, заведующим лабораторией фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН Ребецким

Ю.Л., кандидатом геолого-минералогических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Марининым А.В. указала, что новизна диссертации состоит в следующем:

По результатам тектонофизического лабораторного моделирования развития крупных сдвиговых зон на вязко-пластичных глинах было установлено, что в сдвиговой зоне деформации происходят неравномерно во времени, в виде повторяющихся последовательностей разномасштабных активизаций. В масштабе всего процесса формирования сдвиговой зоны выделены три таких активизации, определяемые как стадии. При этом в пределах стадий выделяются менее продолжительные активизации, определяемые как этапы, в рамках которых реализуются единичные активизации низшего ранга. Это расширяет представления о периодичности развития сдвиговых зон в виде стадий, ранее выявленные в работах С.И. Шермана и К.Ж. Семинского. Установлено, что все крупные активные разрывы сдвиговой зоны по простиранию изменяют свою сегментную структуру. При этом активные сегменты имеют разную деформационную интенсивность с большим представительством инверсионной кинематики относительно общей кинематики всей сдвиговой зоны. Показано, что деформации в вязко-пластичной глине распространяются в виде уединенных локализованных линейных фронтов.

Диссертация Каримовой Анастасии Алексеевны отвечает всем требованиям п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 – «Геотектоника и геодинамика».

Соискатель имеет 25 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях списка ВАК опубликовано 6 работ.

В опубликованных работах изложены основные положения диссертационной работы.

Наиболее значимые по теме диссертации работы:

1. Тарасова А.А., Борняков С.А. Экспериментальное исследование закономерностей пространственно-временной активизации разломов в деструктивных зонах литосферы // Известия ИГУ. Серия «Науки о Земле». 2014. Т. 9. С. 118–131.

2. Борняков С.А., Семинский К.Ж., Буддо В.Ю., Мирошниченко А.И., Черемных А.В., Черемных А.С., Тарасова А.А. Основные закономерности разломообразования в литосфере и их прикладные следствия (по результатам физического моделирования) // Геодинамика и тектонофизика. Иркутск. 2014. Т. 5 (4). С. 823-861.

3. Борняков С.А., Пантелеев И.А., Тарасова А.А. Дискретно – волновая динамика деформаций в сдвиговой зоне: результаты физического моделирования // Геодинамика и тектонофизика. 2016. Т. 7 (2). С. 289-302.

4. Борняков С.А., Пантелеев И.А., Тарасова А.А. Динамика внутриразломных деформационных волн (по результатам физического моделирования) // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471. № 6. С. 722-724.

5. Борняков С.А., Пантелеев И.А., Черемных А.В., Каримова А.А. Экспериментальное исследование периодической активизации разлома в сейсмической зоне // Геодинамика и тектонофизика. 2018. Т. 9 (3). С. 653–670. doi:10.5800/GT-2018-9-3-0366.

6. Каримова А. А., Борняков С. А. Эволюция разрывной структуры сдвиговой зоны как периодический процесс (по результатам физического моделирования) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2020. Т. 33. С. 44–52.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Леонов М.Г., доктор г.-м. наук, главный научный сотрудник ГИН РАН (г. Москва). 2. Тимофеев В.Ю., доктор ф.-м. наук, главный научный сотрудник нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (г. Новосибирск). 3. Корольков А.Т., доктор г.-м. наук, профессор кафедры динамической геологии ФГБОУ ВО Иркутского государственного университета (г. Иркутск). 4. Забродин В.Ю., доктор г.-м. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А.Косыгина (г. Хабаровск). 5. Жатнуев Н.С., доктор г.-м. наук, старший научный сотрудник лаб. петрологии ФГБУН Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН (г. Улан-Удэ). 6. Умурзаков Р.А., доктор г.-м. наук, профессор ТашГТУ (Республика Узбекистан, г. Ташкент). 7. Юрков А.К., кандидат г.-м. наук, заведующий лабораторией геодинамики ФГБУН Института геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН (г. Екатеринбург). 8. Грохольский А.Л., кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник сектора Геодинамики Музея землеведения ФГБУН «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (г. Москва).

Все отзывы положительные.

В отзывах содержатся критические замечания: 1) первое защищаемое положение сформулировано неясно. По-видимому, автор имеет в виду развитие зоны сдвига в условиях стационарного регионального поля сдвиговых напряжений. В этом случае сначала идёт накопление напряжений на локальных неоднородностях разлома, затем после превышения предела прочности происходят деформации по этим неоднородностям в пределах одной, второй, третьей части разлома, пока напряжения не релаксируют вдоль большей части разлома. Затем снова накопление напряжений на локальных неоднородностях разлома и повторение цикла. Видимо, имеется в виду такой процесс. Но в реферате о региональных сдвиговых напряжениях (деформациях) - источнике появления сдвиговых разломов нет ни слова. Следовало бы отметить в этом положении условие формирования такой зоны сдвига. 2) Заключительные предложения во втором и третьем защищаемых положениях выглядят довольно общими и очевидными. 3) Если судить по реферату, то основное содержание главы 2, посвящённой обзору методов исследования разломов, составляет перечисление хронологии и авторов работ, а не различия принципов в их подходах к решению проблемы. Возможно, в диссертации это не так, но и в реферате следовало бы больше говорить об этом (хотя бы в краткой форме), а не ограничиться простым перечислением фамилий авторов и хронологии публикаций. 4) В главе 5 автореферата сказано: «Прямые инструментальные наблюдения дискретно-волновой передачи деформации в литосфере на сегодняшний день отсутствуют...». Здесь следует упомянуть о результатах передачи деформаций от осевой зоны Восточно-Тихоокеанского поднятия (ВТП) к зоне пододвигания плиты под Южную Америку в районе Перу, рассмотренных по результатам миграции землетрясений в ряде работ конца семидесятых – начала восьмидесятых годов прошлого столетия. 5) автор не приводит характеристику терминам разлом, разрыв, крупные разрывы, мелкие разрывы. Не ясно, что относить в рамках модели к разлому, что к разрыву, крупному или мелкому и как они соотносятся в зависимости от выбранного порядка масштабного уровня площади. 6) из автореферата не ясна связь активизации пассивных и активных сегментов разломной зоны с разным

деформационным поведением смежных блоков (почему не наоборот?). Этот тезис выглядит в реферате декларативным. 7) уже в первом защищаемом положении нужно было указать примерную модельную и природную длительность стадий, этапов, периодов активности разломов. 8) Чем обусловлено разграничение выделенных групп периодов, периодов внутри этапов, если величина амплитуды в группах имеет различные значения, а длительности периодов практически не различаются? На рисунке 4 автореферата можно сгруппировать и по-другому. 9) в автореферате дана (стр. 8) количественная формула подобия, но не показано, как именно вычисляются показатели линейных размеров разломов, времени процесса и др., исходя из формулы, для природных аналогов сдвиговых зон; аналогичные вопросы вызывает таблица 1 на стр. 10. 10) Моделирование ограничено практически тонким слоем модельного вещества, в таком случае, как задаются или учитываются граничные условия на нижней границе - прилипание, скольжение, трение или другое? 11) В механике твердого тела и геомеханике в настоящее время установлено, что разрывной деформации предшествует пластическая, и разрыв является проявлением хрупко-пластического процесса. Было бы интересно связать это явление со стадийностью, этапностью, периодичностью процесса образования разлома, а вернее- зоны хрупко-пластичной деформации. 12) Из автореферата не ясна связь активизации пассивных и активных сегментов разломной зоны с разным деформационным поведением смежных блоков (почему не наоборот?). Этот тезис выглядит в реферате декларативным. Кроме того, в нескольких отзывах имеются частные замечания редакционного и понятийного характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией специалистов в области геотектоники и тектонофизики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: *использован* метода физического моделирования с высокоточной регистрирующей аппаратурой для изучения основных закономерности динамики развития деформаций в пределах формирующейся крупной сдвиговой зоны;

*получены* данные о периодичности в деформационном развитии разрывно-блоковой структуры на ранее не изученных масштабных уровнях;

*выявлены* основные закономерности деформационной динамики разрывно-блоковой структуры формирующейся крупной сдвиговой зоны;

*изучена* динамика смещений по разрывам, их сегментная структура и связь с деформациями смежных с разрывом блоков;

*Практическая и теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:*

Новые данные вносят вклад в дальнейшее развитие теории разломообразования. Так, существенно расширены представления о ранее выявленной неравномерности в деформационной эволюции внутренней структуры зон разломов, показана сегментная активизация протяженных разломов, оценены особенности пространственной миграции неупругих деформаций.

Полученные выводы относительно эволюции и стадийности развития разломных зон показывают, что во внутренней структуре этих зон существует иерархия деформационного процесса не только в объеме, но и во времени, что расширяет интерпретационные возможности при проведении структурно-кинематического анализа. Факт возможности реализации смещений разного знака на разных активных сегментах в пределах даже одного разрыва следует учитывать при

реконструкции полей напряжений геолого-структурными методами. Полученные результаты касательно дискретно-волнового характера деформационного процесса могут помочь при разработке тектонофизической модели подготовки очага землетрясения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

*при проведении экспериментальных работ* основным методом исследования являлось физическое моделирование, а степень достоверности фактического материала обеспечивалась проведением экспериментов с соблюдением условий подобия и многократным их повторением при одинаковых граничных условиях для получения статистически значимых количественных данных по исследуемым параметрам;

*теоретические положения* диссертационного исследования основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин – геотектоники и тектонофизики;

*идея базируется* на исследовании методом физического моделирования различных вопросов разломообразования, которые проблематично изучить инструментально;

*установлено*, что цель и выводы диссертационного исследования согласуются с основным содержанием работы и современными идеями по исследуемой проблематике; исследование опирается на большой объем материалов из отечественной и зарубежной литературы;

*использованы* несколько видов компьютерных программ при обработке данных экспериментов, в том числе программный комплекс «StrainMaster», для получения фактического материала, характеризующего деформационную динамику разрывов в сдвиговой зоне;

Личный вклад соискателя состоит в следующем. Работа представляет итог и обобщение результатов исследований, проведенных автором в лаборатории тектонофизики ИЗК СО РАН. Выполнено физическое моделирование процессов формирования сдвиговых зон при разных граничных условиях экспериментов, собран фактический материал с фотографий экспериментов, проведён анализ, обобщение и интерпретация полученных результатов. Основные выводы и положения диссертации были продемонстрированы в докладах и выступлениях на научных российских и зарубежных конференциях, а также опубликованы в российских научных журналах, входящих в перечень ВАК.

На заседании 14 сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Каримовой Анастасии Алексеевне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них по специальности 25.00.03 – «Геотектоника и геодинамика» 7 докторов наук из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета,  
член-корреспондент РАН

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат физико-математических наук



Гладкочуб Д.П.

Добрынина А.А.

14 сентября 2022 г.