



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФИЦ ЕГС РАН

Ю.А. Виноградов

«20» мая 2022 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» по диссертационной работе Шакировой Александры Альбертовны на тему «Сейсмичность вулкана Кизимен (п-ов Камчатка) при извержении в 2010–2013 годах» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертация «Сейсмичность вулкана Кизимен (п-ов Камчатка) при извержении в 2010–2013 годах» выполнена в Камчатском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Единая геофизическая служба Российской академии наук" (КФ ФИЦ ЕГС РАН), где Шакирова Александра Альбертовна работает с 2008 г. До 2014 года она работала в должности инженера в отделе радиотелеметрических сейсмических станций, с 2014 г. по настоящее время в должности младшего научного сотрудника лаборатории акустического и радонового мониторинга.

В 2010 г. А.А. Шакирова окончила Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга по специальности «Геофизика» (специализация сейсмометрия и сейсмология). А.А. Шакировой сданы необходимые кандидатские экзамены, справки выданы в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» (история и философия науки и иностранный язык (английский)) и в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук» (геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых).

До июля 2021 г. научным руководителем по диссертации А.А. Шакировой был доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией акустического и радонового мониторинга КФ ФИЦ ЕГС РАН Фирстов Павел Павлович. После кончины Павла Павловича соискатель работает под научным руководством доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией сейсмического мониторинга КФ ФИЦ ЕГС РАН Салтыкова Вадима Александровича.

Канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник КФ ФИЦ ЕГС РАН Павлов Виктор Михайлович и канд. геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник КФ ФИЦ ЕГС РАН Сенюков Сергей Львович рассмотрели диссертацию и автореферат, представленные А.А. Шакировой. По результатам обсуждения подготовлено **Заключение:**

#### **Общая оценка работы**

В диссертационной работе А.А. Шакировой на основании выполненных автором исследований рассмотрена научная проблема, имеющая важное практическое значение для прогнозирования извержений вулканов, а также фундаментальная проблема по изучению механизмов возникновения вулканических землетрясений. По объему, новизне, научному и практическому значению полученных результатов диссертация А.А. Шакировой «Сейсмичность вулкана Кизимен (п-ов Камчатка) при извержении в 2010-2013 годах» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям.



## **Актуальность работы**

Извержение вулкана Кизимен в 2010-2013 гг. – первое извержение вулкана, подкрепленное сейсмологическими наблюдениями. Изучение длительной сейсмической подготовки извержения (на протяжении года и восьми месяцев) является важной задачей для прогноза последующих извержений вулкана Кизимен. Во время извержения был зарегистрирован сейсмический режим «drumbeats» (барабанный бой), который ранее при извержении вулканов п-ва Камчатка не регистрировался. В мировой практике исследований вулканических извержений известно о семи случаях регистрации режима «drumbeats». Единого мнения о механизме его возникновения в настоящий момент не существует. Объяснение механизмов возникновения вулканических землетрясений, зарегистрированных при извержении вулкана Кизимен, является актуальной задачей данного исследования. Тематика исследования соответствует приоритетным направлениям фундаментальных исследований в области наук о Земле в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

## **Научная новизна**

В диссертационной работе проведено изучение сейсмической подготовки и извержения вулкана Кизимен в 2010-2013 гг. – первого извержения вулкана, зарегистрированного сетью сейсмических станций. Подробно изучен сейсмический режим «drumbeats», зарегистрированный впервые при извержении вулканов п-ва Камчатка. Выявлено, что он в основном обусловлен движением вязкого лавового потока по склону вулкана. На момент написания диссертационной работы в литературных данных подобный феномен не был описан.

## **Связь темы диссертации с планом основных научных работ КФ ФИЦ ЕГС РАН**

Диссертационная работа Шакировой А.А. выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ КФ ФИЦ ЕГС РАН по следующим темам:

1. Государственное задание Минобрнауки России, НИР № АААА-А19-119031590060-3 «Комплексные геофизические исследования вулканов Камчатки и Северных Курильских островов с целью обнаружения признаков готовящегося извержения, а также прогноза его динамики с оценкой пепловой опасности для авиации»;

2. Государственное задание Минобрнауки России, НИР № АААА-А20-120060890034-7 «Проведение непрерывного сейсмологического, геофизического и геодинамического мониторинга на глобальном, федеральном и региональном уровнях, разработка и внедрение новых технологий обработки и системного анализа больших объемов сейсмологических и геофизических данных».

Диссертация выполнена по приоритетному направлению фундаментальных исследований в области наук о Земле в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы по направлениям: изучение новейшего вулканизма и проведение районирования территории России и пограничных с ней областей в отношении сейсмо-вулканической опасности, наземный и космический мониторинг активных вулканов для минимизации негативных последствий; создание новых методов и модернизированной сети мониторинга действующих вулканов и вулканических процессов.

В работе использованы данные, полученные на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира».



### **Личное участие автора**

Все основные результаты получены А.А. Шакировой, которая участвовала в процессе установки сейсмических станций в районе вулкана Кизимен, выезжала в район вулкана во время извержения для проведения дополнительных сейсмологических наблюдений. Принимала непосредственное участие на всех этапах исследований, при постановке задач, обрабатывала приведенный в работе сейсмологический материал. Анализ полученного материала и разработка модели генерации сейсмического режима «drumbeats» выполнялись автором совместно с научным руководителем, доктором физико-математических наук П.П. Фирстовым. Диссертантом лично написано более 2/3 объема публикаций по теме диссертации. А.А. Шакирова руководила проектом РФФИ № 12-05-31186 (мол\_а) «Особенности сейсмических явлений, сопровождавших извержение вулкана Кизимен в 2010–2012 гг.». Результаты исследований, полученные диссертантом в рамках проекта, также вошли в диссертационную работу.

**Достоверность полученных результатов** подтверждается большим объемом экспериментального материала, статистическим обоснованием оценок, согласованностью результатов наблюдений и выводов для сейсмической активизации вулкана Кизимен мировым данным.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Результаты исследования могут быть использованы для прогноза последующих извержений вулкана Кизимен и при прогнозе извержений вулканов, характеризующихся вязкими лавами, в частности тех, которые расположены в труднодоступных районах и за которыми не ведется прямого видеонаблюдения. Полученные особенности сейсмического режима «drumbeats» расширяют представления научного сообщества о вулканических процессах и механизмах генерации слабых вулканических землетрясений при извержениях.

## **Апробация работы**

Основные результаты и выводы, приведенные в диссертационной работе, представлялись на VII Международной сейсмологической школе «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» (пос. Нарочь, Республика Беларусь, 2012 г.), на Международном совещании IAVCEI (Япония, 2013 г.), на XIV Международной сейсмологической школе «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» (Кишинев, Республика Молдова, 2019 г.), на X Юбилейной международной конференции «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений» (с. Паратунка, Камчатский Край, 2019 г.). А также на семинарах и конференциях, проводимых КФ ФИЦ ЕГС РАН и Институтом Вулканологии и Сейсмологии ДВО РАН в г. Петропавловск-Камчатский: IX, X региональных молодежных научных конференциях «Исследования в области наук о Земле» в 2011 и 2012 гг.; региональной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвященной Дню вулканолога в 2013 г.; научно-технических конференциях «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России» (2013, 2019 и 2021 гг.).

## **Публикации соискателя по теме диссертации**

Материалы диссертации полностью изложены в работах, опубликованных соискателем. По теме диссертационной работы опубликовано 7 статей, в том числе 4 статьи в ведущих научных рецензируемых изданиях, входящих в перечень журналов ВАК. Материалы работы использованы для написания трех научных отчетов. В диссертации указаны ссылки на все источники заимствованных материалов.

**Список публикаций в рецензируемых журналах, в которых изложены основные результаты работы:**

1. Фирстов П.П., Шакирова А.А. Сейсмические явления, сопровождавшие извержение вулкана Кизимен в 2011 г. // Вестник КРАУНЦ.



Науки о Земле. 2011. № 2. Вып. № 18. С. 7-13.  
<http://www.kscnet.ru/journal/kraesc/article/viewFile/410/pdf>

2. Фирстов П.П., Шакирова А.А. Особенности сейсмичности в период подготовки и в процессе извержения вулкана Кизимен (Камчатка) в 2009-2013 гг. // Вулканология и сейсмология. 2014. № 4. С. 3-20.  
<https://doi.org/10.7868/S0203030614040026>

3. Фирстов П.П., Шакирова А.А. Сейсмический режим «drumbeats», предваряющий и сопровождающий извержения андезитовых и дацитовых вулканов и его особенности (обзор) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2019. № 3. Вып. № 43. С. 75-88. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2019-3-43-75-88>

4. Shakirova A., Firstov P. Features of the Kizimen volcano area seismicity prior to and during the 2010-2013 eruption // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2022. V. 421. P. 1-8.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107420>

### **Специальность, которой соответствует диссертация**

Направление диссертационной работы, результатов и публикаций соответствует паспорту специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» по следующим пунктам:

3. Сейсмология;

4. Исследование природы, свойств и геодинамической интерпретации деформационных характеристик и естественных геофизических полей;

5. Геофизические проявления напряженного состояния недр и оценка напряженного состояния по геофизическим данным;

22. Теоретическое и экспериментальное исследование связей петрофизических и физических свойств горных пород с результатами измерения геофизических полей.

## **Степень обоснованности защищаемых положений и выводов, сформулированных в диссертации**

Защищаемые положения обоснованы основными результатами работы, которые опубликованы в различных реферируемых журналах (Вулканология и Сейсмология; Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле; Journal of Volcanology and Geothermal Research) и представлялись на всероссийских и международных конференциях:

1. Детальный анализ последовательности вулcano-тектонических землетрясений перед извержением вулкана Кизимен в 2010-2013 годах выявил уменьшение наклона графика повторяемости с 1.1 до 0.85 в течение 11 месяцев, что интерпретируется, как увеличение напряженного состояния среды в районе вулкана.

2. Выделены две пространственные области слабых землетрясений с энергетическими классами  $K_S < 5$ , возникшие перед извержением, отражающие подъем магмы на глубинах менее 8 км.

3. Выделен тип сейсмического режима «drumbeats», связываемый с движением вязкого лавового потока во время извержения вулкана Кизимен в 2010-2013 гг., в отличие от известного ранее типа, связываемого с выжиманием вершинной экструзии.

### **Рекомендации диссертации к защите**

Диссертационная работа А.А. Шакировой является законченным научным исследованием, в котором представлены сейсмические особенности извержения вулкана Кизимен (п-ов Камчатка) в 2010–2013 годах. Работа имеет научную и прикладную значимость в области изучения механизмов вулканических землетрясений и обнаружения признаков готовящегося извержения и рекомендуется к представлению в диссертационный совет ИЗК СО РАН Д 003.022.03 для защиты на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых. Диссертационная работа Шакировой Александры Альбертовны удовлетворяет всем



требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Заключение принято на заседании Ученого совета КФ ФИЦ ЕГС РАН. Присутствовали 7 членов Ученого совета КФ ФИЦ ЕГС РАН. Результаты голосования Ученого совета: «за» – 7, «против» – 0, «воздержалось» – 0. Протокол № 88 от «18» мая 2022 г.

Директор КФ ФИЦ ЕГС РАН,  
канд. физ.-мат. наук



**Чебуров Данила Викторович**

683023, г. Петропавловск-Камчатский,

Б-р Пийпа Б.И., д. 9

Тел.: 8-(4152) 43-18-01

E-mail: danila@emsd.ru

Подпись



заверяю

Начальник ОК КФ ФИЦ ЕГС РАН



Т. Л. Мамонова

