

Отзыв об автореферате диссертации Шакировой Александры Альбертовны «Сейсмичность вулкана Кизимен (полуостров 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

В диссертационной работе А.А. Шакировой выполнено системное исследование сейсмического отклика активного вулкана Кизимен по ходу его извержения в 2010-2013 году. Данная работа является весьма актуальной, и ее практическую значимость трудно переоценить. Такого рода исследования предоставляют важные «кирпичики» для создания комплекса прогностических признаков, которые могут применяться при мониторинге извержений вулканов сходного типа по всему миру. Это, в свою очередь, позволяет достоверно определять время и характер наиболее опасных фаз извержения, что дает возможность обеспечивать своевременную эвакуацию населения и, тем самым, спасать тысячи жизней в густонаселенных районах.

В работе рассмотрены различные типы сейсмического сигнала, зарегистрированного по ходу активности вулкана Кизимен, имеющего андезит-дацитовый состав и, поэтому, производящего опасные взрывные извержения с характерными пирокластическими потоками, образованием и коллапсом экструзивных куполов, а также вязкими лавовыми потоками. В работе детально рассмотрены различные типы сейсмических событий, такие как: (1) вулканотектонические землетрясения, (2) спазматическое дрожание (треморы), (3) сигнал от эксплозий, (4) сигнал от камнепадов и пирокластических потоков и, наконец, (5) повторяющиеся события типа *drumbeats* или мультиплеты. Для вулканотектонических событий сделан детальный анализ их пространственно-временного распределения, а также для них оценены наклоны графиков повторяемости и их изменения по ходу активизации вулкана.

Наибольшее внимание автор уделяет изучению повторных событий или мультиплетов. Приводится описание процедуры их выделения и разделения по отдельным семействам. Делается попытка определить их пространственное положение, а также изменение их свойств во времени. Очень интересная информация касается выявления связи между характеристиками мультиплетов и различными фазами эруптивной активности. Наконец, делается попытка описать природу возникновения мультиплетов движением лавового потока. Такое многостороннее рассмотрение различных аспектов сейсмической активности во время извержения указывает на фундаментальный характер данного исследования, который может оказаться полезным широкому кругу специалистов. Работа очень хорошо структурирована, написана грамотным языком и проиллюстрирована качественно выполненным графическим материалом. Могу признаться, что я получил настоящее удовольствие от прочтения работы и приобрел для себя много полезной информации.

Вместе с тем, у меня возникли некоторые вопросы и комментарии, которые, впрочем, носят дискуссионный характер.

1. Насколько я знаю, мультиплеты представляют собой длиннопериодные землетрясения, в которых весьма проблематично разделить продольные и поперечные волны.
2. Судя по приложенным картам распределения сейсмичности, расстояние от источников мультиплетов до станции KZV не превосходит 5 км. При этом разностное время между P и S волнами меняется от 0.7 до 1.6 секунды. 1 секунда соответствует расстоянию примерно 8 км, что больше, чем ожидается в нашем случае. При этом, для станции TUMD разностные времена получается вполне разумными.
3. Комментарий по поводу Рисунка 6. Сопоставляя его с Рисунком 7, можно видеть, что малые разностные времена в начале и конце соответствуют выжиманию экструзии (зеленые); максимальные разностные времена – пирокластическим потокам и

эксплозиям (красные); а промежуточные значения – лавовым потокам. В связи с этим, мне кажется, что никакой миграции источников мультиплетов здесь нет, а есть разные процессы, происходящие в различных локациях. Кстати, почему на рисунке 6 на красной кривой только 8 точек, а не 19, как количество семейств мультиплетов в таблице?

4. Мне непонятно, как происходит локализация большого количества землетрясений типа drumbeats (рисунок 5.23 в диссертации). По определению, семейство мультиплетов определяется по схожести сигнала, что говорит о том, что все события в семействе происходят в одной точке за счет неразрушающего воздействия. Таким образом, общее количество индивидуальных локаций должно быть равно количеству семейств, то есть 19.
5. Было бы интересно, если бы на Рисунке 7 мультиплеты разделялись не только по типам, но и по семействам.
6. По существу, локализация мультиплетов производится по двум станциям, что вряд ли может обеспечить надежное определение координат. Приведенные оценки точности кажутся мне излишне оптимистичными.
7. То же самое касается локализации вулканотектонических событий, большинство из которых определены вообще по одной станции. При очень маленьком интервале времени между P и S волнами и высоком уровне шума, я сомневаюсь, что по поляризации P волны можно надежно определить направление на источник.
8. Модель лавового потока, как источника сигнала типа drumbeats кажется мне нереалистичной. Во-первых, лава не скользит подобно бруску, как показано на рисунке 8, а плывет, то есть больше похожа на бульдозер. В этом случае, никакого проскальзывания не происходит. Во-вторых, движение лавы происходит на значительной площади, в то время как сигнал мультиплета представляется локализованным в точке. В-третьих, при перемещении потока его свойства и геометрия постоянно и достаточно быстро меняются, так что представляется невероятным генерация в нем абсолютно похожих сигналов в одной точке на протяжении длительного времени. Мне кажется, для объяснения этого сигнала больше подходят процессы, происходящие внутри вулкана на некоторой глубине.

Несмотря на высказанные замечания, я считаю, что работа А.А. Шакировой представляет собой важный шаг в изучении динамики системы питания активного вулкана по ходу извержения. Несомненно, соискатель заслуживает ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10.

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

Член-корреспондент РАН, доктор геол.-мин. наук по специальностям 25.00.03 - геотектоника и геодинамика и 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых зав. лабораторией

ИНГГ СО РАН, Новосибирск



Кулаков Иван Юрьевич

10 августа 2022 г.

Лаборатория сейсмической томографии
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения Российской академии наук им. А.А. Трофимука. Адрес: 630090, Новосибирск, Проспект Коптюга 3
Телефон: +7 913 453 8987, E-mail: KoulakovIY@ipgg.sbras.ru



СЫСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. канцелярией
10.08.2022. Косов