

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу П.Ю. Кузнецова **«Изучение внутренней структуры вулкана Горелый (Камчатка) методом пассивной сейсмической томографии»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – «геофизика» (25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»)

Работа П.Ю. Кузнецова посвящена актуальной проблеме изучения структуры и динамики активных вулканов. Информация о строении магматических очагов важна для более четкого понимания сути процессов, происходящих внутри вулкана, которые, в итоге, приводят к его извержению. Это, в свою очередь, позволяет повысить надежность прогнозов активизации вулкана, тем самым, минимизируя негативные последствия. Описание процессов внутри вулканов – это сложная проблема, которая требует междисциплинарных подходов, включающих в себя знания о механических свойствах пород, химических реакциях, фазовых переходах и прочих факторах. В отличие от прочих геологических объектов вулканы характеризуются чрезвычайно неоднородным внутренним строением, которое, к тому же, может достаточно быстро менять свои характеристики со временем. Применение сейсмологических методов в случаях вулканов также имеет свои особенности. Резкие неоднородности, связанные с внедрениями магмы и флюидов внутри вулкана, приводят к значительному рассеянию сейсмических волн, что сильно усложняет обработку данных. Кроме того, землетрясения, используемые в качестве источников в пассивной томографии, в случае вулканов имеют несколько другую природу по сравнению с тектоническими событиями, что делает невозможным использование для их обработки традиционных автоматизированных подходов. Все эти трудности приводят к тому, что изучение каждого отдельного вулкана имеет уникальные особенности, делающим невозможным рутинное следование установленным инструкциям.

При изучении вулкана Горелый в рамках диссертационной работы П.Ю. Кузнецов выполнил полный цикл геофизических работ от получения экспериментальных данных до интерпретации финальной сейсмической модели. Настоящее исследование началось с установки сейсмических станций на вулкане в рамках экспедиции, в которой соискатель принимал самое активное участие. После завершения работы сети, Павел Юрьевич самостоятельно разобрался со структурой данных и приступил к поиску на непрерывных сейсмограммах событий и снятию времен прихода сейсмических волн. В связи с тем, что в это время вулкан проявлял высокую активность, в это время на записи доминировали шумы и длиннопериодные события без четких вступлений полезных волн. Среди такого высокоамплитудного сигнала было очень трудно обнаружить полезные вулканотектонические события достаточного качества, для которых можно снять времена прихода Р и S волн. Однако, благодаря высокой работоспособности и аккуратности Павел Юрьевич в течение года работы сумел обнаружить более трехсот таких событий, что сделало возможным выполнение томографической инверсии.

Для изучения внутреннего строения вулкана Горелый в настоящем исследовании использовался алгоритм пассивной томографии LOTOS, основанный на использовании данных местных станций и сейсмичности. Хотя П.Ю. Кузнецов не занимался разработкой этого алгоритма, его освоение и реализация для реальных данных, а также выполнение синтетического тестирования, являются достаточно сложными задачами, требующего определенного творческого подхода. Результаты, показанные в работе, являются вершинами айсберга среди множества моделей и тестов, рассчитанных с целью понимания роли тех или иных параметров и поиска оптимальных значений.

Следует также отметить, что П.Ю. Кузнецов в своей работе не ограничивался изучением одного вулкана Горелый. Свою исследовательскую деятельность он начал с построения томографической модели по вулкану Попокатепетль в Мексике, которая была им опубликована в качестве первого автора. Далее, уже по ходу работы по вулкану Горелый, он параллельно принимал активное участие в обработке данных ряда сейсмических экспериментов, результатом чего явилось соавторство в нескольких статьях в высокорейтинговых журналах. Совместная работа по различным объектам позволило ему расширить кругозор и лучше понять принципы работы магматических систем. В частности, это помогло ему при осмыслении полученной сейсмической модели по вулкану Горелый. При интерпретации полученных результатов Павлом Юрьевичем было изучено множество литературных источников по различным направлениям геологии, геофизики и геодинамики. При обобщении разнопланового материала приходилось на профессиональном уровне вникать в суть различных методов. По ходу этой части работы им были сделаны важные выводы, касающиеся механизмов функционирования активно дегазирующей системы вулкана Горелый.

Следует особо отметить достаточно большое количество статей с участием П.Ю. Кузнецова, опубликованных в международных высокорейтинговых журналах, что указывает на высокий научный уровень его исследований. Он также участвовал во многих международных конференциях, в том числе на ассамблее EGU в Вене, где представлял свои результаты и участвовал в горячих дискуссиях.

Можно резюмировать, что Павел Кузнецов в своей работе показал, что он полностью освоил весь цикл практических сейсмологических работ от установки сетей станций в поле и обработки данных, до построения сейсмических моделей и их геодинамической интерпретации. Все это указывает на то, что Павел Юрьевич Кузнецов является сложившимся специалистом в геофизике и способен проводить собственные исследования. В связи с этим, можно быть уверенным, что он вполне заслуживает степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – «геофизика» (25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых»).

Научный руководитель:

заместитель директора по науке ИНГГ СО РАН,  
заведующий лабораторией сейсмической томографии,  
доктор геолого-минералогических наук,  
член-корреспондент РАН, профессор РАН,  
тел.: +7-913-453-8987,  
email: KoulakovIY@ipgg.sbras.ru

Кулаков И.Ю.  
25.08.2021 г.