

## Отзыв

на автореферат диссертации Волковой Марии Сергеевны **«Применение спутниковой радарной интерферометрии для изучения и моделирования полей смещений на склонах вулканов полуострова Камчатка»** на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Диссертационная работа Волковой Марии Сергеевны посвящена изучению вулканических процессов полуострова Камчатка по выявленным смещениям на склонах вулканов с помощью спутниковой радиолокационной интерферометрии, применённой в сложных климатических и ландшафтных условиях исследуемого региона.

Задача применения РСА-интерферометрии для изучения вулканов в северных широтах представляется крайне актуальной, поскольку спутниковая радиолокационная интерферометрия здесь оказывается практически единственным способом безопасно и эффективно проводить исследования в труднодоступных районах вулканических массивов.

Изучение и мониторинг вулканической деятельности является не только важной научной задачей, но и важной практической задачей, обеспечивающей безопасность населения, проживающего в непосредственной близости от вулканов.

Отраженные в автореферате исследования представляют собой последовательность взаимосвязанных этапов:

- совершенствование технологии обработки радарных снимков в сложных условиях полуострова Камчатка;
- оценка полей смещений земной поверхности в районах активных вулканов с помощью отработанной технологии;
- разработка новых численных моделей вулканических процессов;
- проведение количественной интерпретации полученных полей смещений с использованием этих моделей при решении обратных задач для изучения природы и характера развития вулканических процессов.

Автором проделана большая экспериментальная и аналитическая работа по совершенствованию технологии РСА-интерферометрии в специфических условиях Камчатки. С помощью отработанной технологии впервые определены по снимкам спутника Sentinel-1 за 2019 год скорости

оседания лавового потока, сформированного в результате извержения вулкана Толбачик в 2012-2013 гг. Для интерпретации смещений построена новая математическая модель остывания лавовых потоков. Уникальность модели состоит в том, что для формулировки задачи использовались данные состава лав Толбачика, по которым рассчитывались зависимости содержания кристаллов в расплаве и плотность кристаллов; получена уникальная плотностная модель лавы Толбачика с учётом содержания кристаллов, стёкол и пор; учитывается скорость наращивания лавового слоя по вертикали.

Далее, проведено исследование вулкана Корякский, где впервые по снимкам спутника ALOS-1 получены смещения склона вулкана во время извержения 2008-2009 гг. Полученные смещения хорошо объяснены разработанной автором моделью внедрившейся дайки в вулканическую постройку. Модель основана на решении Окада, модифицированном с учётом горного рельефа. Решение данной задачи подтвердило гипотезу подъёма магмы к поверхности во время извержения 2008-2009 гг., что представляет более высокую степень угрозы при вулканическом извержении для населения.

Проведённое исследование крайне важно ввиду недостаточности применяемых в регионе систем мониторинга вулканической активности. Актуальность проблемы подтверждается Главным управлением МЧС России по Камчатскому краю.

При исследовании пирокластического потока, образовавшегося на вулкане Шивелуч при извержении в 2019 г., определены скорости оседания отложений за 2020 и 2021 гг. Предложенная автором термомеханическая модель позволяет оценить физические параметры пирокластического потока на вулкане Шивелуч и объясняет механизм вертикальной деформации при его остывании, показана степень влияния термической компоненты, компакссии и внешних процессов, связанных с эрозией.

К замечаниям можно отнести следующее: в автореферате автор употребляет термин “оседание”, который подразумевает вертикальную компоненту смещения точки ландшафта, однако, известно, что по радиолокационным снимкам с одного витка (а именно такие снимки были использованы в работе) возможно измерить компоненту смещения по направлению на спутник, и в общем виде, не имея априорную информацию о направлении смещений, пересчитать величину смещения на спутник в вертикальные смещения невозможно. Желательно получить разъяснение, каким образом были рассчитаны смещения по направлению на спутник в

