

ОТЗЫВ научного руководителя

Юркова Анатолия Константиновича

на диссертационную работу

Бирюлина Сергея Викторовича

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ  
АНОМАЛИЙ ОБЪЁМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА  
ПЕРЕД ТЕКТОНИЧЕСКИМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ В РАЙОНЕ ЮЖНЫХ КУРИЛ

Представленной к защите по направлению 25.00.10 — «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Цель выполненной работы состояла в исследовании аномалий объёмной активности радона (ОАР), зафиксированных на Южно-Курильских станциях мониторинга, установление при ретроспективном анализе связи с тектоническими землетрясениями и выделение в них закономерностей их отражения. Фактический материал был получен со станции мониторинга объёмной активности радона в посёлке Южно-Курильск, остров Кунашир и сейсмических каталогов за период с 2011 по 2018 гг. Выполнен комплексный анализ, на основе которого удалось установить ряд закономерностей между землетрясениями и предшествующими аномалиями ОАР.

В результате проведённого исследования было установлено:

1. По результатам анализа выполненных исследований другими авторами, в том числе зарубежными, и с учетом работ по изучению горных ударов показано, что измерения ОАР в почвенном воздухе в диффузионном режиме, измерения радона в воде мало информативны для изучения процесса подготовки тектонических событий.
2. Показано, что частота измерений ОАР должна быть достаточной для измерения лунно-солнечных приливных вариаций и для надежного установления времени экстремума аномалии, так как от этой точки рассчитывается время возможного события.
3. Разработана методика выделения аномалий радона, полученных в ходе мониторинговых исследований с применением адвективного режима измерений в геодинамических условиях Южно-Курильского региона. Показано, что не всегда аномалия ОАР связана с подготовкой события, непосредственно следующего за аномалией.

4. На основе закономерностей формирования поля ОА почвенного радона показано, что амплитуда аномалий не информативна и зависит от частоты происходящих тектонических событий и мало зависит от их магнитуды. Определение координат возможных событий без густой сети станций по ОАР невозможно. Поэтому исследования были направлены на поиск закономерностей времени отражения землетрясений на кривой ОАР.

5. Выполнен ретроспективный сопоставительный анализ аномалий объемной активности радона полученных на станции, расположенной в Южно-Курильске, с тектоническими землетрясениями в радиусе 500 км за период с 2011 по 2018 гг.

6. Показана применимость геодинамического критерия  $M/\lg R \geq 2.5$ , полученного И.П. Добровольским на ряду с измерениями уровня и температуры воды в скважинах и для измерений ОАР. На основе полученных данных уточнен «геодинамический» критерий для измерений ОАР. Для ОАР более предпочтительно соотношение  $M/\lg R \geq 2$ , позволяющие оценивать расстояние проявления радоновых аномалий от эпицентра землетрясения и выполняющийся для 89% выявленных аномалий.

7. Определены основные временные и пространственные закономерности отражения сейсмических событий в кривых объёмной активности радона для геолого-тектонических условий Южно-Курильских островов. Показано, что события дальней зоны отражаются на кривой ОАР начиная от экстремума до окончаний аномалии по времени, не превышая 8 суток. События «ближней» зоны отражаются на кривой ОАР, начиная от конца аномалии в промежутке времени до 28 суток.

8. Определены «ближняя» (расстояние от эпицентра до станции мониторинга  $<130$  км) и «дальняя» (расстояние от эпицентра до станции мониторинга  $>180$  км) зоны для тектонических событий.

9. Проведенные лабораторные исследования по изменению проницаемости образцов под одноосным давлением при нагрузке и снятии нагрузки показал, что горные породы ведут себя неодинаково. Участки упругих деформаций существенно различаются, что определяет необходимость выбора информативных точек для измерений ОАР.

Диссертационная работа включает все обязательные составные элементы. Наглядно отражает высокий уровень профессиональной квалификации Бирюлина С.В., сформированный в период обучения в аспирантуре Института геофизики УрО РАН,

характеризует автора как способного экспериментатора. Собран и обобщён материал по отечественным и зарубежным исследованиям, в основном на английском языке, всеобъемлюще раскрывающий состояние проблемы исследования. Методическая и результативная глава в полной мере отражает навыки диссертанта в получении и комплексной обработке фактического материала, его всестороннего анализа и обобщения. Научные результаты, выносимые на защиту, подкреплены актуальными исходными данными, их комплексным анализом и сопоставлением с опубликованной информацией по проблеме, и обоснованы.

Объективность полученных закономерностей подтвердилась при интерпретации по разработанной методике данных двухлетнего радонового мониторинга на Северном Тянь-Шане (2002-2004) и данных трёхлетнего мониторинга на станциях Северного Кавказа (2018-2021).

По моему мнению диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, соответствует критериям кандидатской диссертации и может быть рекомендована к защите.

Научный руководитель  
заведующий лабораторией геодинамики  
Института геофизики УрО РАН, к.г.-м.н.

Юрков А.К.

