

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу  
**БИРЮЛИНА Сергея Викторовича**  
"ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ  
АНОМАЛИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА ПЕРЕД ТЕКТОНИЧЕСКИМИ  
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ В РАЙОНЕ ЮЖНЫХ КУРИЛ",  
представленную на соискание ученой степени кандидата  
геолого-минералогических наук по специальности  
25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

**Актуальность темы исследований.** Выход различных газов на земную поверхность и характер изменений интенсивности дегазации во времени являются важными явлениями, отражающими динамику тектонических процессов и могут рассматриваться как маркирующий признак флуктуаций геодинамической активности. Из числа глубинных газов наиболее удобным для изучения представляется радон, который, благодаря радиоактивности, легко регистрируется даже в кларковых концентрациях, а также, не накапливается в горных породах, что в свою очередь обусловлено коротким периодом полураспада. Перечисленные особенности позволяют исследовать временные флуктуации эманационного поля для регионов, характеризующихся значительными структурно-вещественными отличиями и находящихся в регионах с разной сейсмической активностью. Распространенность эманационных исследований, а также существенная противоречивость представляемых результатов, обуславливает необходимость создания для каждого региона собственной системы мониторинга и получения массива кондиционного материала с целью актуализации существующих и выявления новых закономерностей.

Исследования С.В. Бирюлина, нацеленные на исследование аномальных колебаний почвенного радона перед сейсмическими событиями в районе Южно-Курильских островов, представленные в виде диссертации "Пространственно-временные закономерности проявления аномалий объемной активности радона перед тектоническими землетрясениями в районе Южных Курил", следует рассматривать как весьма актуальные.

**Цель и задачи исследований.** В качестве основной цели исследований С.В. Бирюлин выбрал выявление аномалий объемной активности почвенного радона и определение общих пространственно-временных закономерностей взаимосвязи таких аномалий с сейсмическими событиями. Для достижения намеченной цели проводился анализ данных со станций эманационного мониторинга, располагающихся в пределах Южно-Курильского геодинамического полигона.

Необходимо отметить, что сформулированные цель и задачи в целом соответствуют общей направленности представленной работы, обозначенной в названии.

**Содержательная часть диссертации, научная новизна результатов.** Структура диссертации и последовательность изложения материала соответствуют поставленным задачам.

В **Главе 1** С.В. Бирюлин приводит обзор результатов, полученных предшественниками. В этой главе, также, рассмотрены общие представления об аномалиях радона и возможности прогноза землетрясений. Приведены теоретические представления о механизмах генерации радиоактивного газа, его последующей миграции в массиве горных пород и различных теориях диффузии. Кроме того, С.В. Бирюлин в данной главе рассматривает применяющиеся в мировой практике датчики фиксации радоновой активности и рассматривает методики сбора фактического материала.

В **Главе 2** С.В. Бирюлин подробно описывает геологическую, геофизическую и геодинамическую обстановки Южно-Курильского полигона. В этой части квалификационной работы приведена исчерпывающая справка о географическом положении и особенностях геоморфологии, строении земной коры и верхней мантии, вулканизме, гравитационных аномалиях, магнитном поле, а также даются результаты электромагнитных исследований, информация о сейсмичности, тепловом потоке и основных чертах геологического строения. Этот раздел работы представляется несколько перегруженным, так как в нем приводится значительное количество информации никак не относящейся к теме исследования и не использующейся в дальнейшем повествовании.

**Главу 3** автор посвятил ключевым задачам представленного исследования: разработке методической основы, выделению радоновых аномалий и их сопоставлению с землетрясениями, произошедшими в Южно-Курильском регионе за период мониторинга (2011-2018 гг.).

Важно отметить уникальность используемого фактического материала. Продолжительные (7 лет) непрерывные измерения объемной активности радона с четырехчасовым интервалом фиксации, выполненные в трех пунктах опробования, подкрепляют общую достоверность полученных на основе их анализа результатов. Отдельно стоит отметить, что диффузионно-адвективный способ доставки почвенного воздуха к чувствительному детектору является собственной разработкой автора.

Интерес вызывает представленная С.В. Бирюлиным методика сопоставления радоновых аномалий с произошедшими в пределах Южно-Курильского полигона землетрясениями. Автор использует расчет зоны влияния сейсмических событий, что позволяет ограничить область исследования, сведя ее к 500 км зоне вокруг пунктов опробования. Также С.В. Бирюлин приводит примеры существующих эманационных

предвестников и определяет оптимальные для своих расчетов характеристики искомых аномалий.

Описанные в диссертационной работе методические подходы С.В. Бирюлина позволили установить, что практически 90% сейсмических событий, вошедших в анализируемую выборку, вызывают предвестниковые возмущения эманационного поля.

Соискателем отмечается, что землетрясения с отношением магнитуды к логарифму эпицентрального расстояния больше или равном 2 отмечаются в аномалиях радона после экстремума. Данную закономерность предлагается рассматривать как прогностический признак.

**Глава 4** диссертации посвящена исследованию пространственного положения очагов сейсмических событий, проявившихся в графиках объемной активности радона. Научной новизной обладает предложенная С.В. Бирюлиным группировка землетрясений по положению момента события на графике объемной активности радона на «ближнюю» и «дальнюю» зоны.

#### **Практическая значимость диссертации**

Полученные в диссертации эмпирические обоснования и теоретические обобщения могут рассматриваться как важный предварительный результат для дальнейшей разработки методик прогноза сейсмических событий в пределах Южно-Курильского полигона.

#### **Основные замечания по диссертации**

1. В работе приведено несколько примеров проявления радоновых аномалий до землетрясения, но практически не описано поведение эманационного поля после события, хотя в работах многих других исследователей, на которые ссылается автор, отмечаются аномалии объемной активности радона после землетрясений.

2. Согласно диссертации, попадание пункта мониторинга за пределы зоны влияния готовящегося землетрясения, размер которой определяется расчетным коэффициентом, обуславливает полное отсутствие аномалии на графике ОАР. Этот тезис соискателя представляется не достаточно доказанным, т.к. противоречит общему представлению о неразрывности эманационного поля. Аномалия, пятикратно превышающая фоновые значения, не может бесследно исчезнуть с графиков объемной активности радона; вероятно, должен наблюдаться эффект ее затухания с расстоянием.

3. На рис. 6 автореферата показано, что сейсмическим событиям ближней зоны соответствуют аномалии радона от первых суток до 36 дней. В работе отсутствует объяснение, чем вызван такой разброс отклика сейсмического события (более чем на порядок), произошедшего в ближней зоне. Также отсутствует объяснение природы такого

существенного разброса отклика для сейсмических событий, произошедших на практически одинаковых расстояниях до станции мониторинга.

4. В работе ничего не сказано о влиянии на полученные кривые ОАР наиболее сильных сейсмических событий, произошедших за период мониторинга в отдаленных частях планеты (Япония, Китай, Россия (Байкал), Хорватия, Чили). Согласно результатам последних исследований, эти и даже менее сильные события, оказав значительное влияние на земную кору в целом, отчетливо отражаются в виде аномалий эманационного поля, что было зафиксировано в различных регионах мира.

5. Утверждение автора о том, что результаты измерений радона в почвенном воздухе практически не подвержены влиянию метеофакторов не совсем доказано, так как по оценкам разных исследователей, зона аэрации (где оказывают влияние метеофакторы) в различных регионах может достигать до глубины 36 метров. Также установлено, что влияние метеофакторов на эманационное поле постепенно снижается с глубиной. Таким образом, вывод об изолированности подвального помещения, где производится определение ОАР, от атмосферного воздействия требует привлечения дополнительных доказательств.

6. Из четырех представленных в работе радиометров, которыми проводятся замеры объемной активности радона, только один входит в государственный перечень сертифицированных приборов, кроме того, в работе не указаны пределы погрешности используемого измерительного оборудования.

7. В диссертации полностью отсутствует сравнение результатов, полученных в ходе проведения оригинального исследования с данными Камчатского филиала Федерального исследовательского центра. Эта организация на протяжении многих лет занимается вопросом прогнозирования сильных сейсмических событий на той же территории, что и соискатель. К примеру, у лаборатории геофизических исследований, входящей в состав этого института, есть практический опыт прогноза землетрясений на территории Курил по разнородным (в т.ч. эманационным) предвестниковым эффектам, описанный в нескольких публикациях.

Тем не менее, следует отметить, что перечисленные выше замечания не умаляют достоинств рассматриваемой диссертации и не снижают оценки квалификационного уровня С.В. Бирюлина.

#### **Общая оценка диссертационной работы**

Диссертация Бирюлина Сергея Викторовича представляет завершённую научно-квалификационную работу, посвящённую актуальной тематике, результаты которой характеризуются определенной новизной. Диссертация структурирована и содержит

исчерпывающую библиографию по рассматриваемой проблеме. Объем и качество представленных научных доказательств достаточны для обоснования сформулированных выводов диссертации.

Результаты и выводы диссертации С.В. Бирюлина доведены до сведения научной общественности в виде 14 публикаций, из которых 6 в журналах из списка ВАК, и 8 докладов и выступлений на научных конференциях, совещаниях, школах-семинарах и т.д.

Все сформулированные автором защищаемые положения раскрыты и обоснованы.

Автореферат отражает содержание и основные результаты диссертационных исследований.

По своему содержанию, научной новизне и практической ценности полученных результатов диссертация "Пространственно-временные закономерности проявления аномалий объемной активности радона перед тектоническими землетрясениями в районе Южных Курил " соответствует требованиям п. 9 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бирюлин Сергей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Семинский Александр Константинович  
м.н.с. лаборатории тектонофизики  
ФГБУН Института земной коры СО РАН,  
к.г.-м.н.

 11.07.2022 г.

Тел. 8-914-917-61-21, e-mail: [zzzsancheszzz@gmail.com](mailto:zzzsancheszzz@gmail.com)

664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова 128

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

11.07.2022 г.

Подпись А.К. Семинского  
заверяю  
Кадрово-правовой отдел Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук  
Семин - Яковлев Ф.В.  
11 июля 2022 г.

