



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГФ УрО РАН  
Козлова И.А.  
28.11.2021 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук по диссертации **Бирюлина Сергея Викторовича**  
«Пространственно-временные закономерности проявления аномалий объёмной активности радона перед тектоническими землетрясениями в районе Южных Курил»

Бирюлин Сергей Викторович в 2015 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный горный университет» по специальности 230201 — «Информационные системы и технологии» (специализация: «Прикладная геоинформатика (в геофизике)), присуждена квалификация инженер (диплом специалиста с отличием).

Диссертационная работа «Пространственно-временные закономерности проявления аномалий объёмной активности радона перед тектоническими землетрясениями в районе Южных Курил» выполнена в лаборатории геодинамики в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук.

В период подготовки диссертации Бирюлин С.В. работал в должности младшего научного сотрудника лаборатории геодинамики, а также окончил очную аспирантуру в ФГБУН Институте геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН по специальности 25.00.10 — «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» (нормативный период обучения с 01.11.2015 г. по 31.10.2019 г.).

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов № 77 выдано в 2019 году ФГБУН Институте геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН.

Научный руководитель — Юрков Анатолий Константинович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геодинамики ФГБУН Института геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

### 1. Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность работы определяется приоритетными направлениями развития науки и технологий и техники в РФ: «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды...» (п.19) и «Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (п.21).

Диссертация Бирюлина Сергея Викторовича посвящена актуальной в теоретическом и практическом аспектах теме сопоставления данных мониторинга объёмной активности радона и фиксируемых землетрясений. Отсутствие универсальных методов прогноза тектонических событий, неоднозначность интерпретации существующих, традиционных, методов мониторинга подрывают доверие к ним. В настоящее время приходит осознание необходимости дополнить существующие технологии мониторинга окружающей среды новыми методами, позволяющими повысить возможность прогноза сейсмических событий на основе детального изучения процесса их подготовки.

На сегодняшний день результаты выполненных ранее радоновых исследований не могут чётко позиционировать радон, как вероятный предвестник тектонического землетрясения. С одной стороны, приведённые примеры показывают, что проявление

сейсмического события в кривых объемной активности радона зависит от геологических и геодинамических условий конкретного региона, а с другой, существенную роль, при интерпретации полученных результатов, играют применяемая методика измерений и аппаратура. Поэтому актуальной становится задача анализа результатов длительных мониторинговых радоновых наблюдений для районов с одинаковыми геологическими и геодинамическими условиями, по которым можно определить пространственные и временные закономерности отражения тектонических событий в поле радона.

Основная цель заключалась в выявление пространственно-временных закономерностей и связей между сейсмической активностью и предшествующими аномалиями объёмной активности радона (ОАР), выделенных на основе данных со станций мониторинга, располагающихся на территории Южно-Курильского геодинамического полигона.

## **2. Личное участие соискателя в получении результатов**

Диссертация Бирюлина С.В. является научной работой, выполненной самостоятельно. Личный вклад соискателя состоит в определении целей и задач исследования, поиске источников информации, формировании и обработке исходных данных. Теоретические и методические положения, выводы, содержащиеся в диссертации, являются результатом самостоятельного исследования соискателя. В частности, такие как: методика сопоставления землетрясений и предшествующих радоновых аномалий, методика выполнения ретроспективного анализа полученных данных, обработка и представление полученных результатов, на основании которых сформулированы самостоятельные, обоснованные и аргументированные выводы по выявленным закономерностям отражения подготовки тектонических землетрясений в предшествующих аномалиях объёмной активности радона.

## **3. Степень достоверности результатов проведенных исследований**

Достоверность выполненной работы подтверждается большим объёмом данных, полученных в результате проведения мониторинга, лабораторных и натуральных экспериментов, их соответствием известным теоретическим представлениям, использованием современных методик, аппаратуры и средств адекватных поставленным целям и задачам. Работа обладает высокой степенью достоверности, что обеспечивается глубиной исследования основных концепций отечественных и зарубежных учёных по вопросам изучаемой проблемы, творческим использованием разнообразных инструментов, способов и приёмов научного исследования, применением методов графического отражения функциональных зависимостей и представлением анализируемых категорий. Выводы диссертации согласуются с результатами известных работ, опубликованных ранее другими авторами.

## **4. Новизна и практическая значимость результатов проведенных исследований**

Новизна полученных результатов заключается в разработке научно обоснованного комплекса теоретических положений и методических подходов по анализу, обработке и сопоставлению результатов мониторинга ОАР с последующими тектоническими землетрясениями.

Новые научные результаты, полученные в диссертации:

- разработана методика выделения аномалий радона, полученных в ходе мониторинговых исследований с применением адвективного режима измерений в геодинамических условиях Южно-Курильского региона.

- выполнен ретроспективный сопоставительный анализ аномалий объёмной активности радона полученных на двух станциях, расположенных в Южно-Курильском регионе с тектоническими землетрясениями произошедшими в радиусе 500 км за период с 2011 по 2018 гг.

- на основе полученных данных определен «геодинамический» критерий (K) в соотношении  $M/\lg R \geq 2$ , позволяющий оценивать расстояние проявления радоновых аномалий от эпицентра землетрясения.

- при оценке по «геодинамическому» критерию  $\geq 2$ , 89% рассмотренных землетрясений отразились на кривых аномалий ОАР. Кроме того, при анализе полученных данных ОАР и рассмотренных сейсмических событий, с применением геодинамических критериев  $K \geq 2.5$  и  $K \geq 2$ , выявлен ряд закономерностей отражения землетрясений на кривых объёмной активности радона по времени и по расстоянию от эпицентра события до станции мониторинга.

- определены основные временные и пространственные закономерности отражения сейсмических событий в кривых объёмной активности радона для геолого-тектонических условий Южно-Курильских островов

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

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты длительного мониторинга ОАР подтверждают его прогностические возможности как одного из вероятного предвестника землетрясений. Разработка эффективной методики наблюдения и интерпретации радоновых аномалий в перспективе позволит увеличить вероятность успешного прогноза землетрясений в совокупности с другими методами.

#### **5. Ценность научных работ соискателя**

Ценность научных работ соискателя состоит в том, что в них поставлена научная проблема интерпретации результатов мониторинга радона и наблюдаемых землетрясений и предлагается её решение, обладающее высокой эффективностью, так как результаты ранее проведённых достаточно многочисленных исследований не всегда позволяли позиционировать радон в качестве одного из вероятных предвестников тектонических событий.

Научные работы соискателя развивают и дополняют теоретико-методические положения по исследуемым вопросам. Предложенные автором разработки по заявленной тематике и методические рекомендации, такие как методика выделения аномалий ОАР и их сопоставление с фиксируемыми землетрясениями, проявление землетрясений на разных участках радоновой аномалии после экстремума в зависимости от расстояния между эпицентром и станцией мониторинга, выявленный «геодинамический» критерий, подходящий к радоновым исследованиям определяют перспективы их практического использования при проведении мониторинга тектонических событий.

Основные положения диссертационного исследования и авторские разработки служат развитию научных основ, методологии, методики выполнения обработки результатов радонового мониторинга.

#### **6. Полнота изложения материалов диссертации в работах опубликованных соискателем**

Результаты диссертационного исследования достаточно полно отражены и опубликованы в 14 научных работах, из них работ, опубликованных согласно перечню российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК) — 6.

В работах, опубликованных в **рецензируемых научных изданиях (из перечня ВАК)**:

1. Бирюлин С.В. Влияние циклических изменений величины одноосного сжатия на относительную проницаемость базальтов и известняков / С.В. Бирюлин, И.А. Козлова, А.К. Юрков // Известия Уральского государственного горного университета. — 2019. — № 4(56). — С. 113-117.

2. Бирюлин С.В. Исследование информативности объёмной активности почвенного радона при подготовке и реализации тектонических землетрясений на примере Южно-Курильского региона / С.В. Бирюлин, И.А. Козлова, А.К. Юрков // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2019. – № 4(44). – С. 73-83.
3. Юрков А.К. Определение коэффициента диффузии и скорости адвекции радона в условиях мгновенного источника при диффузионно-адвективном переносе в горных породах / А.К. Юрков, С.В. Бирюлин, И.А. Козлова // АНРИ. – 2020. – № 1(100). – С. 54-60.
4. Козлова И.А., Изменения объёмной активности почвенного радона и температурные вариации в скважине во время процесса подготовки землетрясения / И.А. Козлова, С.В. Бирюлин, А.К. Юрков, Д.Ю. Демежко // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2021. – №6. – С. 28-36.
5. Козлова И.А. Поведение аномалий объёмной активности почвенного радона во время подготовки тектонических землетрясений / И.А. Козлова, С.В. Бирюлин, А.К. Юрков // Литосфера. – 2021. – №5. – С.724-733.
6. Бирюлин С.В. Связь между аномалиями объёмной активности радона и процессом подготовки землетрясений (на примере Южных Курил) / С.В. Бирюлин, И.А. Козлова, А.К. Юрков // Известия Уральского государственного горного университета. – 2021. – №4 (64). – С. 34-43.

Научные результаты диссертации отражены также в следующих научных изданиях:

1. Юрков А.К. Особенности выделения радона из образцов горных пород при повторном нагреве / А.К. Юрков, И.А. Козлова, С.В. Бирюлин // Уральский геофизический вестник. – 2017. – № 2(30). – С. 79-82.
2. Юрков А.К. Исследование возможности применения угольных фильтров для очистки радоносодержащей воды / А.К. Юрков, И.А. Козлова, С.В. Бирюлин // Уральский геофизический вестник. – 2018. – № 2(32). – С. 67-70.
3. Бирюлин С.В. К вопросу о возможном влиянии вулканических очагов на проявление процесса подготовки землетрясений в аномалиях объёмной активности радона / С.В. Бирюлин, И.А. Козлова, А.К. Юрков // Уральский геофизический вестник. – 2021. – №1. – С. 4-7.

Результаты диссертационных исследований докладывались на научных конференциях:

1. Юрков А.К. Сейсмическое событие 19.10.2015 года на Среднем Урале в поле объёмной активности радона / А.К. Юрков, И.А. Козлова, С.В. Бирюлин // Материалы конференции: «Девятые научные чтения Булашевича, Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле, интерпретация геофизических полей», Екатеринбург, 18-22 сентября, 2017. – Екатеринбург, 2017. – С.480-483.
2. Бирюлин С.В. Изменение проницаемости горных пород при одноосном сжатии / С.В. Бирюлин // Материалы сборника XIX Уральской молодежной научной школы по геофизике, Екатеринбург, 26-30 марта 2018 г. – Екатеринбург, 2018. – С. 24-26.
3. Бирюлин С.В. Отражение тектонических землетрясений в поле объёмной активности радона по наблюдениям на геодинамических полигонах / С.В. Бирюлин, И.А. Козлова, А.К. Юрков // Материалы конференции: «Десятые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей», Екатеринбург, 23-27 сентября 2019 г. – Екатеринбург, 2019. – С. 45-49.
4. Бирюлин С.В. Применение отношения магнитуды сейсмического события к логарифму расстояния до эпицентра при выборе сети радонового и температурного мониторинга / С.В. Бирюлин // Сборник материалов XX Уральской молодежной научной школы по геофизике, Пермь, 18-22 марта 2019 г. – Пермь, 2019. С. 19-24.

5. Бирюлин С.В. Изменение объемной активности радона в верхней части геологического разреза при воздействии низкочастотных упругих колебаний / С.В. Бирюлин // Материалы сборника XXI Уральской молодежной научной школы по геофизике, Екатеринбург, 23-27 марта 2020 г. – Екатеринбург, 2020. – С. 24-26.

Личный вклад соискателя в опубликованных в соавторстве работах составляет 60% и состоит: в постановке задач, подготовке и проведении исследований, выполнении расчётов, обработке данных, разработке методик и обобщении полученных результатов.

#### 7. Научная специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Бирюлина Сергея Викторовича «Пространственно-временные закономерности проявления аномалий объёмной активности радона перед тектоническими землетрясениями в районе Южных Курил» соответствует пп. 14, 22 паспорта научной специальности 25.00.10 — «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых». Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования.

Диссертация «Пространственно-временные закономерности проявления аномалий объёмной активности радона перед тектоническими землетрясениями в районе Южных Курил» Бирюлина Сергея Викторовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Заключение принято на заседании учёного совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 18 чел. Результаты голосования: "за" — 18 чел., "против" — 0 чел., "воздержалось" — 0 чел.,

Ученый секретарь ИГФ УрО РАН



к.г.-м.н. Осипов В.Ю.