

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Макарова Евгения Олеговича

«Отклик в динамике подпочвенного радона на подготовку сильных землетрясений Камчатки и северо-западной окраины Тихого океана»,

представленную на соискание ученой степени **кандидата** физико-математических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа Макарова Евгения Олеговича посвящена исследованию закономерностей динамики объемной активности радона на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне и ее отклику на подготовку сильных землетрясений полуострова Камчатка и северо-западной окраины Тихого океана.

С целью изучения механизма возникновения зарегистрированных аномалий в объемной активности радона, в работе использована теоретическая модель переноса радона в водной среде с полным поперечным перемешиванием, на основании которой выполнено математическое моделирование кривых приращения радона в потоке воды, вследствие воздействия прямоугольного импульса напряжений.

Актуальность темы исследований

Прогноз землетрясений является одной из наиболее актуальных и сложных задач геофизики. Неотъемлемой частью задачи прогноза землетрясений является обнаружение их предвестников, в том числе, на основе исследований вариаций эманационных полей. В связи с этим большое количество научных работ именно в области радоновой тематики посвящено исследованию связи динамики радона в различных средах с сейсмичностью и, в частности, с процессами подготовки сильных землетрясений. Полученные результаты дают основание рассматривать возможность использования данных мониторинга концентрации радона с целью поиска предвестников землетрясений.

Целью диссертационного исследования является исследование закономерностей динамики объемной активности радона на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне и ее отклика на подготовку сильных землетрясений полуострова Камчатка и северо-западной окраины Тихого океана.

Тематика исследований Макарова Е.О. в этой области полностью соответствует приоритетным направлениям фундаментальных исследований в области наук о Земле: Постановление Президиума РАН № 233 от 01.07.2003 г. в части исследований физических полей Земли, а также современной геодинамики, сейсмичности и сейсмического прогноза; программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008-2012 годы по направлению № 64, катастрофические процессы природного и техногенного происхождения, сейсмичность – изучение и прогноз, разработка принципов и систем параметризации природных опасностей, методов мониторинга природных опасностей и системы мониторинга, осуществление комплексного мониторинга, прогнозы времени и магнитуды ожидаемых разрушительных землетрясений, предназначенные для использования органами власти с целью уменьшения ущерба; программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы по направлению № 70, выяснение механизмов преобразования и взаимодействия физических полей Земли на границе земная кора-атмосфера, оценки корреляционных связей вариаций геофизических полей с барическими вариациями в атмосфере; направлению № 78, наземные технологии обнаружения и мониторинга предвестников землетрясений, обоснование и развертывание системы радонового мониторинга в сейсмоактивных районах.

Рассмотренные в работе задачи представляют научный теоретический и прикладной интерес.

Важность проведенных исследований отмечается и активной грантовой поддержкой РФФИ.

Тема диссертационной работы Макарова Е.О., несомненно, является актуальной.

Научная новизна исследований и основных результатов

К научным результатам, обладающим новизной и являющимся заслугой автора диссертационной работы, можно отнести:

- методику исследования вариаций объемной активности подпочвенного радона на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне;
- способ оценки плотности потока радона с земной поверхности методом пассивной регистрации с помощью накопительной камеры;
- выявление краткосрочных аномалий подпочвенного радона, которые предвещали восемь из двенадцати землетрясений района Авачинского залива с магнитудами более 5.5 и глубинами очагов менее 90 км в 1999-2015 гг.;
- регистрация и оперативная интерпретация в качестве предвестниковых аномалий в поле подпочвенного радона и в концентрации молекулярного водорода, которые предвещали глубокое Жупановское землетрясение с магнитудой 7.2 и глубиной очага 177 км, произошедшее 30 января 2016 г.;
- выявление аномалий концентрации подпочвенного радона, предвещавших удаленные землетрясения северо-западной окраины Тихого океана с магнитудами более 7.5;
- применение теоретической модели переноса радона в водной среде для объяснения возникновения радоновых аномалий определенного вида.

Степень обоснованности и достоверности основных положений и выводов

Степень обоснованности изложенных в работе результатов обеспечивается соответствием наблюдений и выводов мировым данным; результатам наблюдений, полученным на Петропавловск-Камчатском полигоне другими исследователями.

Достоверность научных положений подтверждается сопоставлением полученных результатов с известными данными; корректным применением математических методов анализа и моделирования случайных временных рядов при анализе и обработке данных концентрации подпочвенных газов; корректным применением математической модели переноса радона в водной среде.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта

Исследование связи динамики подпочвенного радона с сейсмичностью района Авачинского залива представляет научный и практический интерес для понимания физики процесса подготовки землетрясений и разработки методов краткосрочного прогноза сильных землетрясений.

Практическая значимость работы заключается в повышении степени надежности обобщенных по разным видам предвестников оперативных оценок сейсмической опасности и, на этой основе, своевременного информирования органов власти Камчатского края о возможности возникновения сильных землетрясений. Это достигается использованием информации о радоновом предвестнике при составлении еженедельных заключений о сейсмической опасности в Камчатском филиале Российского экспертного Совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска, направляемых в органы власти и МЧС.

Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации

Диссертация Е.О. Макарова представляет собой завершенное актуальное исследование, имеющее важное научное и практическое значение, результаты которого также могут быть использованы с целью своевременного информирования соответствующих служб и органов власти о возможности возникновения сильных землетрясений.

Основные результаты выполненной работы нашли отражение в 27 публикациях автора в открытой печати, из которых: 8 – статьи в ведущих научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Объем диссертационной работы составляет 139 страниц. Библиография содержит 129 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы исследований, характеризуются научная новизна и практическая значимость полученных результатов, их достоверность. Формулируются защищаемые положения, а также

цель и задачи диссертационного исследования, приводятся сведения об апробации и структуре работы.

В первой главе рассматриваются общие представления о радоне как продукте распада радиоактивных нуклидов уранового ряда радиевой группы и механизме его миграции к земной поверхности. Дается краткий обзор работ, посвященных исследованиям предвестниковых аномалий в динамике радона.

Приводятся некоторые известные модели формирования радоновых предвестников в подземных водах и подпочвенном газе.

Вторая глава посвящена описанию методологического и аппаратного обеспечения пунктов мониторинга подпочвенных газов на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне.

В третьей главе приводятся результаты работ по исследованию отклика поля подпочвенного радона на сильные землетрясения исследуемого региона.

В четвертой главе рассматриваются особенности и закономерности возникновения радоновых предвестников землетрясений на Камчатке в сопоставлении с известными литературными данными. Приводится описание модели переноса радона в водной среде с полным поперечным перемешиванием, используемой соискателем при исследовании механизма возникновения зарегистрированных аномалий в объемной активности радона. Представлены результаты математического моделирования кривых приращений радона в потоке воды, вследствие воздействия прямоугольного импульса напряжений.

В заключении приводятся выводы по результатам исследований.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

Замечания.

1. С чем связано использование именно аддитивной сезонной модели при обработке и анализе временных рядов объемной активности радона? Производилось ли сопоставление с другими моделями?

2. На стр. 116 диссертации при описании существующих математических моделей переноса радона в водной среде указываются только ссылки на

соответствующие литературные источники. Сами математические модели не приводятся.

3. В тексте диссертации (стр. 119-120) производится визуальное сравнение расчетных и экспериментальных кривых приращения концентрации радона. Для более подробного анализа и количественного сопоставления следовало бы привести, к примеру, результаты расчетов абсолютной и относительной погрешностей и других характеристик.

4. В работе содержится ряд неточностей и опечаток, например:

- 1) не для всех используемых обозначений приведены их пояснения или определения (стр. 12, 18, 118);
- 2) для некоторых обозначений параметров не придерживается единый стиль их оформления в тексте и в таблицах;
- 3) в градации предвестников по времени упреждения, принятой в диссертации, не включена верхняя граница в случае среднесрочных прогнозов (стр. 17, 100);
- 4) не для всех параметров математической модели и общего решения задачи указаны единицы измерения (стр. 116-117);
- 5) встречаются пунктуационные и орфографические ошибки в тексте диссертации и автореферата.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают научной и практической значимости исследований.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения научных степеней

Диссертация Е.О. Макарова является законченной научно-квалификационной работой, соответствует следующим пунктам паспорта специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых: (п. 4) исследование природы, свойств и геодинамической интерпретация деформационных характеристик и естественных геофизических полей. Взаимодействие деформационных и геофизических полей; (п. 5) геофизические проявления напряженного состояния недр и оценка напряженного

состояния по геофизическим данным; (п. б) математическое моделирование геодинамических процессов любых пространственных и временных масштабов.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертационная работа Макарова Е.О. «Отклик в динамике подпочвенного радона на подготовку сильных землетрясений Камчатки и северо-западной окраины Тихого океана» удовлетворяет всем требованиям и критериям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям («Положение о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335)), а её автор Макаров Евгений Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,

Нафикова Альбина Ринатовна,

Макаров 30.08.2017 г.

доцент кафедры математического моделирования Стерлитамакского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет».

Адрес: 453103, г. Стерлитамак, пр. Ленина, д. 37,

тел.: (3473) 43-50-02,

e-mail: albinabikbaeva@gmail.com

Я, Нафикова А.Р., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного Совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись официального оппонента

к.ф.-м.н., доцента кафедры математического моделирования Нафиковой А.Р.

заверяю

Главный юрист отдела

правового и кадрового обеспечения



А.М. Хусаинова