

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Макарова Евгения Олеговича «Отклик в динамике подпочвенного радона на подготовку сильных землетрясений Камчатки и северо-западной окраины Тихого океана»*, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

I. Актуальность. Сейсмическая активность, её нарастание и спад, являются одним из важнейших факторов, несущих угрозу не только населению и природе близлежащих регионов, но и материкам в целом (достаточно вспомнить последствия прохождения цунами в Индийском и Тихом океанах только за последние одно – два десятилетия). Известно, что процессы подготовки сильных землетрясений сопровождаются большим разнообразием физических явлений. Одно из таких явлений – вариации концентрации радона (^{222}Rn) под воздействием процесса подготовки сильных землетрясений. Работы в данном направлении ведутся уже не одно десятилетие. Вместе с тем, результаты исследований по проблеме предвестников землетрясений свидетельствуют о том, что эмпирически получаемые закономерности во многих случаях сложны и неоднозначны. В полной мере это относится к предвестниковым сигналам подготовки сильных землетрясений, которые могут проявляться в изменениях концентрации Rn в атмосфере и на различных глубинах в подстилающей поверхности. Вышесказанное определяет **актуальность** работы Макарова Е.О., которая посвящена исследованию закономерностей вариаций объемной активности Rn на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне и их отклика на подготовку сильных землетрясений северо-западной окраины Тихого океана и Камчатки.

II. Основные новые научные результаты работы сводятся к следующему.

1. Для ряда случаев автору впервые удалось установить, что относительные задержки моментов возникновения предвестниковых аномалий Rn на пунктах наблюдательной сети имеют систематический характер и могут быть объяснены прохождением через наблюдательную сеть уединенных деформационных волн, источник которых расположен в области эпицентра готовящегося сильного землетрясения. Выдвинуто предположение, что эти волны могут возникать за счет квазивязкого течения геоматериала на последней стадии подготовки землетрясения и воздействовать на величину объемной активности Rn в зоне аэрации. Выявлено, что длительность таких согласованных предвестниковых аномалий Rn составляет от полутора до десятков суток, время упреждения – от 0.5 до 80 суток, а кажущаяся скорость распространения – 14–144 км/сутки.
2. Впервые в мировой практике радоновых исследований зарегистрированы и оперативно выявлены в качестве предвестниковых аномальные вариации в поле подпочвенного радона и в концентрации других газохимических аномалий (молекулярного водорода), которые предвещали глубокое Жупановское землетрясение с магнитудой 7.2 и глубиной очага 177 км на эпицентральной расстоянии 100 км от наблюдательной сети (30.01.2016 г.).
3. Выявлены аномальные вариации, предвещающие ряд землетрясений с $M > 7.5$ северо-западной окраины Тихого океана, длительностью от года до трех лет в виде вначале повышения, а затем бухтообразного снижения концентрации подпочвенного Rn . Сделан вывод о возможном механизме их генерации, который связан с изменением потока Rn в районе пункта регистрации под действием длительных изменений напряженно-деформированного состояния блока геосреды. Математическое моделирование приращений Rn с использованием теоретической модели переноса Rn в водной среде под воздействием прямоугольного импульса напряжений позволило установить, что существует удовлетворительное согласие модельных и экспериментальных данных.
4. Разработана эффективная методика оценки плотности потока радона с поверхности, расчет азимутов на предполагаемые источники возмущений и определение диапазо-

нов кажущихся скоростей их распространения на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне. На основании данных регистрации концентрации подпочвенных газов выявлены краткосрочные аномалии вариаций объемной активности подпочвенного Rn , которые предвещали восемь из двенадцати землетрясений района Авачинского залива (магнитуда более 5.5 и глубина очага менее 90 км).

III. К замечаниям по работе, не отражающимся на её оценке, следует отнести.

1. В автореферате отсутствуют оценки вклада водорастворимых солей радия в краткосрочные и долгосрочные аномалии вариаций объемной активности подпочвенного радона.
2. Не вполне удачную формулировку начала 1-ого защищаемого положения: «Создана эффективная методика исследования ...». Из текста защищаемого положения неясно – в чем конкретно заключается её эффективность.

IV. Заключение. Материалы, вошедшие в диссертационную работу, прошли серьезную апробацию: докладывались на конференциях, опубликованы в ведущих научных журналах (из списка ВАК). Диссертационная работа удовлетворяет паспорту специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», пункт 4 паспорта специальности. Согласно автореферату и опубликованным в печати работам, диссертация **Макарова Е. О.** «Отклик в динамике подпочвенного радона на подготовку сильных землетрясений Камчатки и северо-западной окраины Тихого океана», соответствует требованиям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории физики климатических систем
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск,
доктор физ.-мат. наук, профессор


Петр Михайлович Нагорский

Я, Нагорский Петр Михайлович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Почтовый адрес: 634021, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3

Сайт: <http://www.imces.ru> E-mail: npm_sta@mail.ru

Телефон: 8-(382)-249-15-65

Подпись в.н.с. П.М. Нагорского заверяю.

Ученый секретарь ИМКОС СО РАН,
канд. техн. наук **О.В. Яблокова**
12 сентября 2017 г.

