ПРОЦЕССЫ В ГЕОСРЕДАХ

2016
№2(6)

PROCESSES IN GEOMEDIA

ПРОЦЕССЫ В ГЕОСРЕДАХ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№ 2(6)
2016

PROCESSES IN GEOMEDIA

SCIENTIFIC JOURNAL
Volume 2(6)
2016

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА НАД ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

И.С. Подымов, Т.М. Подымова

Южное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова

ipodymov@inbox.ru, tpodymova@inbox.ru

Работа посвящена решению задачи радонового картирования территорий Таманского полуострова в аспекте проблемы взаимодействия экосистем региона и населения. В процессе исследований разработан и внедрен в практику экспресс-метод расчета объемной активности радона по энергии короткоживущих дочерних продуктов распада радона в воздухе. Построена карта распределения объемной активности радона в приземном слое атмосферы вдоль прибрежной полосы Азовского и Черного морей, а также над поверхностью Таманского полуострова. Определены среднестатистические значения объемной активности радона для основной территории Тамани, в зонах тектонических нарушений и во время экстремальных событий.

Ключевые слова: *Таманский полуостров, радон, объемная активность радона.*

THE DISTRIBUTION OF RADON VOLUMETRIC ACTIVITY ABOVE THE SURFACE OF THE TAMAN PENINSULA

I.S. Podymov, T.M. Podymova

Southern branch of the P.P.Shirshov Institute of oceanology RAS

The work is devoted to solving the problem of the radon mapping of the Taman peninsula as a problem of the interaction between the region's ecosystems and population. An express method of calculating the radon volumetric activity for decay energy of secondary products is designed and implemented. The data of 3-year field investigations allowed us to plot the map of the distribution of radon volumetric activity in the coastal zone of the Azov and Black seas of the Taman Peninsula, as well as over its surface. The average values of radon volumetric activity are determined in the zones of tectonic disturbances and for the main territory of the Taman.

Keywords: *Taman peninsula, radon, radon volumetric activity.*

Задачи, ориентированные на исследование взаимодействия экосистем региона и населения в аспекте современной проблемы экологической безопасности Азово-Черноморского побережья России, возникли после неординарного геологического события, произошедшего на Таманском полуострове в 2011 году. В ночь с 29 на 30 апреля в районе мыса Каменный произошло высокоамплитудное неотектоническое поднятие участка дна Азовского моря с захватом береговой полосы (рис. 1) [1]. Площадь зафиксированного поднятия была около 10 га, амплитуда поднятия – более 5 м.

Замеры объемной активности радона в надпочвенном воздухе в районе поднятия показали значения до 80 000 Бк/м^3 (при допустимой величине 150 Бк/м^3) [2]. Для выявления возможного радиационного воздействия дочерними продуктами распада радона на население было решено произвести радоновое картирование территорий Таманского полуострова.

Рисунок 1. Мыс Каменный. Неотектоническое поднятие. Май, 2011 г.

Исследования производились методом индикации естественных признаков проявления природных процессов. Для проведения лабораторных анализов осуществлялся отбор проб грунта, воды и брекчии. В процессе исследований использовалось современное высокоточное навигационное, радиометрическое и лабораторное оборудование, картографическое (лицензионное) программное обеспечение с топографическими картами.

В весенне-летний период 2011 года на территории Таманского полуострова выявлен ряд других аномалий:

Мыс Пекло с грязевым вулканом Азовское пекло. Вулкан находится примерно в 5 км на востоке от мыса Каменный. Вулкан существенно поднялся над уровнем моря, и грязь из него ушла. На рис. 2 и рис. 3 показано состояние вулкана в 2010 году и после подъема плиты (в мае 2011 года) соответственно.

Рисунок 2. Грязевой вулкан Азовское пекло. Июнь, 2010 г.

Грязевой вулкан Гнилая гора. Вулкан находится в юго-восточном направлении на расстоянии около 40 км от мыса Каменный. После тектонических подвижек 2011 года грязевая лава шириной до 15 м рекой изливалась из вулкана более 2 месяцев. Т.е. этот участок земной поверхности опустился и выдавил большое количество грязи из глубинных слоев. Грязевая река пересекла проселочную

дорогу и достигла территории городского кладбища г. Темрюк. Протяженность потока была длиной более 1 км.

Гора Карабетка. На восточном склоне горы Карабетка (в 30 км на юг от мыса Каменный) активизировался грязевой вулкан в точке, обозначенной на топографических картах 2006 года как родник.

Все это говорит о том, что в 2011 году тектоническая активность на Таманском полуострове не была локальной и затронула большие территории полуострова.

Рисунок 3. Грязевой вулкан Азовское пекло. Май, 2011 г.

Череда аномалий 2011 года убедила нас в необходимости исследований радонового потенциала Таманского полуострова. На первом этапе был реализован метод лабораторного анализа отобранных в процессе натурных исследований проб. Однако высокая трудоемкость лабораторного метода не позволяла производить детальное радоновое картирование исследуемых территорий. Так возникла задача разработки экспресс-метода, который позволил бы произвести оперативную съемку объемной активности радона над исследуемыми поверхностями.

В основу экспресс-метода легло уравнение эквивалентной равновесной объемной активности радона для неравновесной смеси короткоживущих дочерних продуктов распада в воздухе [3]. Уравнение связывает величину скрытой энергии объемной активности радона с энергией распада дочерних короткоживущих продуктов. С помощью проведенных на стенде исследований найден коэффициент равновесия в уравнении, входным параметром которого является суммарная энергия распада дочерних короткоживущих продуктов, фиксируемая радиометром GMC-320, а выходным – объемная активность радона [4]. Радиометр фиксирует количество радиоактивных распадов для каждой минуты измерения. Классические же методы позволяют получить первые значения концентрации радона в воздухе не ранее чем через сутки после начала измерений.

Тестирование экспресс-метода расчета объемной активности радона по энергии распада дочерних короткоживущих продуктов показало, что он достаточно точно повторяет результаты замеров, сделанных спектроскопическим методом. Графики изменения объемной активности радона за время лабораторного эксперимента по показаниям спектроскопического измерителя концентрации радона и по модели показаны на рис. 4.

Из графиков видно, что экспресс-метод позволяет на порядки увеличить скорость производства замеров и увидеть, какие изменения объемной активности

радона происходят внутри временных интервалов, недоступных для исследований классическим методом. Радоновое картирование исследованных территорий Таманского полуострова выполнено описанным методом. Для картографической привязки данные радиометра в табличном виде присоединялись к данным навигационного оборудования.

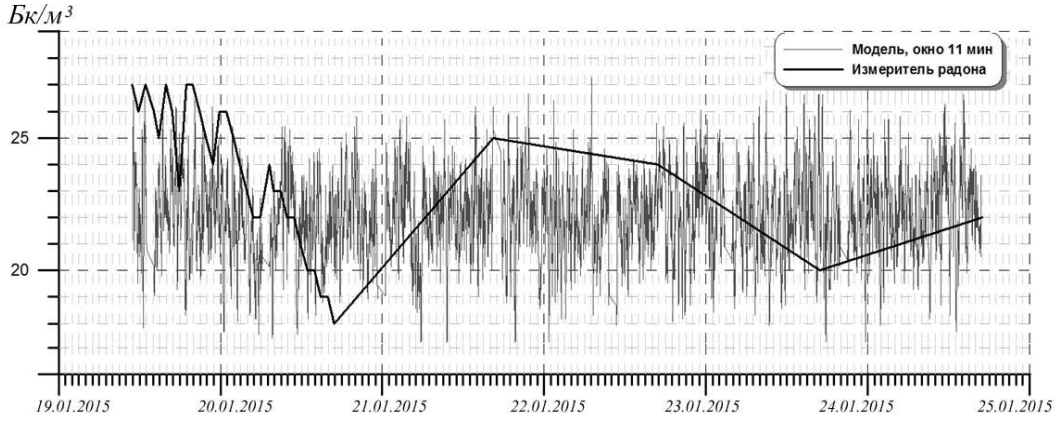


Рисунок 4. Графики изменения объемной активности радона за время эксперимента

Считаем необходимым пояснить, о каком изотопе радона идет речь. Существует три природных изотопа радона: радон (^{222}Rn), торон (^{220}Rn), актинон (^{219}Rn). Поскольку время 97% распада торона и актинона составляет 285 с и 20 с соответственно [3], эманации актинона и торона не способны к миграции на сколько-нибудь заметные расстояния от ядер-предшественников. Время 97% распада радона составляет 20 суток. По этой причине во всех наших рассуждениях под объемной активностью радона подразумевается объемная активность природного изотопа радона ^{222}Rn, в цепочку распада которого входят короткоживущие изотопы полония (^{218}Po), свинца (^{214}Pb) и висмута (^{214}Bi).

Построенная карта распределения объемной активности радона над поверхностью (в приземном слое 0–3 м) Таманского полуострова в весенне-летние периоды 2013–2016 гг. представлена на рис. 5. Карта показывает, что значения повышенной концентрации радона сосредоточены вдоль антиклиналей исследованных территорий.

В численном выражении среднестатистические данные таковы:

- в «спокойный» период для 80% территорий Тамани значения объемной активности радона над поверхностью лежат в пределах 12–20 Бк/м^3;
- в зонах тектонических нарушений они поднимаются до 100 Бк/м^3;
- во время экстремальных событий (как пример можно привести вышеупомянутое высокоамплитудное неотектоническое поднятие участка морского дна Азовского моря) в некоторых местах (поселок Приазовский, Радоновое озеро) объемная активность радона превышает 10 000 Бк/м^3.

Здесь следует отметить, что на полученные значения объемной активности радона наложен отпечаток «сезонности». В настоящее время проводятся

исследования зависимости объемной активности радона в атмосферном воздухе от метеорологических параметров и от времени года.

Новообразованные структуры, возникшие в результате разрядки тектонических напряжений, являются индикаторами потенциальной опасности сложного геологического строения земной толщи в регионе. Именно этим обусловлена актуальность мониторинга радоновой обстановки.

Оценка радоноопасности территорий Таманского полуострова произведена впервые. Построенная карта распределения объемной активности радона над поверхностью Таманского полуострова позволит ориентироваться при выборе мест для ведения хозяйственной деятельности.

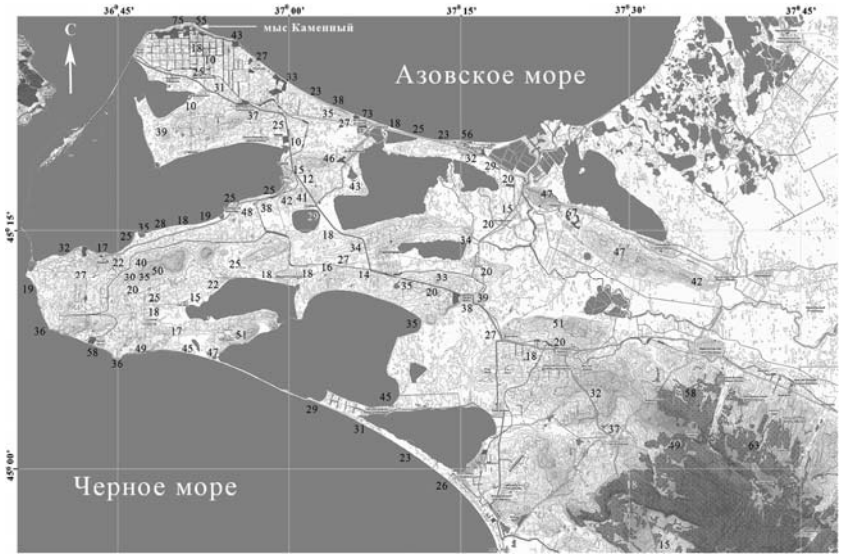


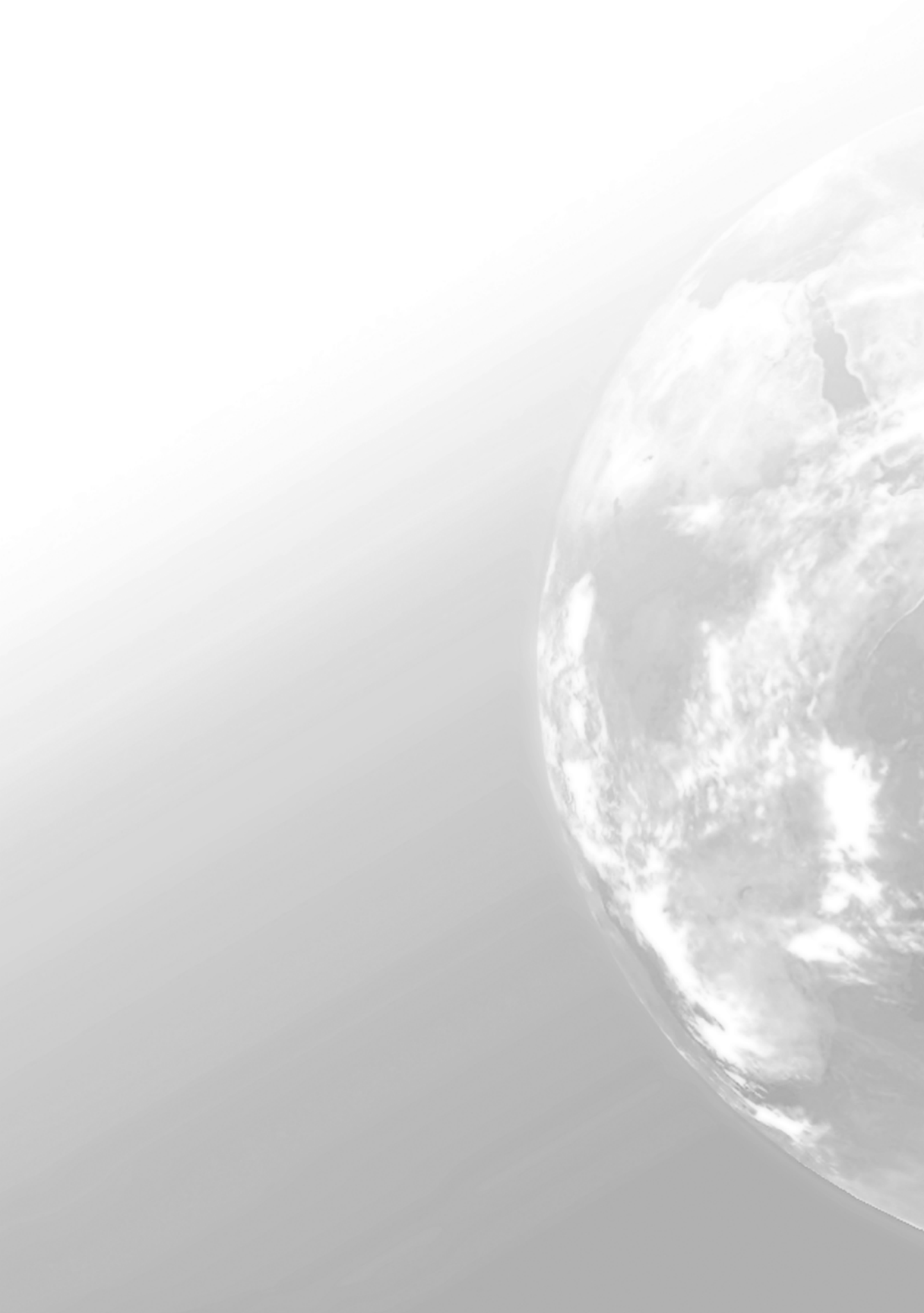
Рисунок 5. Карта распределения объемной активности радона над поверхностью Таманского полуострова

Экспресс-метод расчета объемной активности радона по энергии распада дочерних короткоживущих продуктов можно рекомендовать для оперативного радиологического мониторинга окружающей среды, прогнозирования и ликвидации загрязнения радионуклидами.

Проводимые исследования имеют особое значение в аспекте современной проблемы экологической безопасности Азово-Черноморского побережья России.

Работа выполнена при поддержке проекта РНФ 14-17-00547.

Литература:

1. Podymov I.S. Podymova T.M. Anomalous Natural Phenomenon at the Coastal Zone of Azov Sea // Global Congress on ICM. Lessons Learned to Address New Challenges. Proceedings of EMECS 10 Medcoast 2013 Joint Conference. Ankara, Turkey: Bizim Dijital Matbaa. 2013. V. 1. P. 655–664.
2. Подымов И.С., Подымова Т.М. Исследование плотности потока радона с водных и грунтовых поверхностей Таманского полуострова // Материалы международного семинара «Экология прибрежной зоны внутренних морей».

Геленджик, 3–6 июля 2014 г. Геленджик: Интертехнологии. 2014. С. 41–49.
3. Яковлева В.С. Измерение плотности потока радона и его изотопов с поверхностей. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011. 174 с.
4. Подымов И.С., Подымова Т.М. Экспресс-метод исследований объемной активности радона над поверхностью обитаемых территорий // Материалы научно-практической конференции «Пути решения проблемы сохранения и восстановления пляжей Крымского полуострова». Севастополь, 16–18 сентября 2015 г. Севастополь: МГИ РАН. 2015. С. 68–69.