

УДК 550.835

В.П. Молев, П.Н. Мостовой, А.И. Обжиров, И.В. Рыбалочко

МОЛЕВ Виктор Прокопьевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии, геофизики и геоэкологии Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток), МОСТОВОЙ Павел Николаевич – аспирант кафедры геологии, геофизики и геоэкологии Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток), ОБЖИРОВ Анатолий Иванович – доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией газогеохимии Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва (ДВО РАН, Владивосток), РЫБАЛОЧКО Ирина Владимировна – инженер лаборатории газогеохимии Тихоокеанского океанологического института им. И.В. Ильичёва (ДВО РАН, Владивосток). E-mail: vmolev@mail.ru

© Молев В.П., Мостовой П.Н., Обжиров А.И., Рыбалочко И.В., 2012

Оценка радоноопасности южной части города Владивостока



Анализируется впервые построенная авторами карта радоноопасности южной части г. Владивостока и результаты измерения концентрации радона в атмосфере производственных помещений. Измерения объемной активности радона производились с помощью радиометра альфа-активных газов РГА-500 по стандартной методике. По результатам съемки, проведенной в учебном корпусе Инженерной школы и лабораториях ТОИ ДВО РАН, выявлены аномалии радона интенсивностью 250–300 Бк/м³. Даются рекомендации по выполнению норм радиационной безопасности.

Ключевые слова: радон, радиационная безопасность, радиоактивные изотопы, экология.

Estimation radonopasnosti south part of city Vladivostok. Viktor P. Molev, Pavel N. Mostovoy – School of Engineering (Far Eastern Federal University, Vladivostok), Anatoly I. Obshirov, Irina V. Rybalochko. (V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

It is analyzed for the first time built author card radon safety south part of city Vladivostok and results of the measurement to concentrations of the radon in atmosphere of the production premiseses. The measurements activity of the radon were produced by means of radiometry alpha-active gases RGA-500 on standard methods. On result of the removal, called on in scholastic body of the Engineering school and laboratory TOI FEB RAS, is revealed anomalies of the radon by intensity 250–300 Bk/m³. The recommendations are given on performing the rates radioactivity to safety.

Key words: radon, radioactivity safety, radioactive isotopes, ecology.

По имеющимся данным, здоровье жителей г. Владивостока на 15–20% определяется экологическим состоянием окружающей среды, в том числе уровнем радиационного фона [3]. Из всех факторов внешней среды влияние ионизирующих излучений на организм человека является наиболее изученным, однако это относится к большим дозам облучения. Что касается сравнимых с уровнем естественного радиационного фона Земли так называемых малых доз, то до настоящего времени вопрос их безопасности окончательно не решен [4, 5]. Облучение, которое производится по медицинским показаниям, не регламентируется, но, безусловно, должно быть минимизировано.

Для Приморского края техногенные источники ионизирующих излучений в основном связаны с ремонтом, обслуживанием и эксплуатацией атомных субмарин Тихоокеанского флота России, хранением и переработкой радиоактивных отходов и выбросами ТЭЦ, работающих на угле [1]. Если исключить радиационные аварии, то влияние этих источников можно считать локальным и контролируемым. Естественный радиационный фон Земли существовал всегда, поэтому некоторые исследователи считают, что биота адаптировалась к его влиянию и даже включила в процесс естественного отбора. Однако в связи с ростом продолжительности жизни людей и кумулятивным свойством излучений накапливать радиационные поражения естественный радиационный фон стал рассматриваться в качестве патогенного фактора [1, 5]

До недавнего времени считалось, что основными источниками естественного фона являются горные породы и почвы, содержащие некоторое количество природных радиоактивных элементов (уран, торий и продукты их распада, а также одиночный радиоактивный изотоп калий-40), и космические лучи. В 1980-х годах было обнаружено, что порядка 50% общего облучения людей приходится на радиоактивные газы: радон, торон и актинон, из которых наибольшую опасность представляет радон-222 [4]. Радон является продуктом распада урана и представляет собой бесцветный одноатомный, химически инертный радиоактивный газ в 7,5 раз тяжелее воздуха, с периодом полураспада 3,85 дня. При распаде радон испускает альфа-частицы, пробег которых в воздухе не превышает 11,5 см. Он скапливается на пониженных участках рельефа, хорошо

растворяется в воде, не имеет цвета, вкуса и запаха; его невозможно ни увидеть, ни почувствовать. Ввиду малой проникающей способности альфа-частиц для обнаружения радона требуется специальное оборудование [2].

Источниками поступления газа внутрь здания могут быть трещины, дыры или конструкционные отверстия в фундаменте. Дополнительный радиоактивный фон создают строительные материалы, а также используемые в быту вода и природный газ, из которых радон эмануирует в атмосферу и накапливается в воздухе жилых и производственных помещений. Опасность вдыхания радона связана с его дочерними продуктами распада (висмут-214, свинец-214, полоний-218), которые в отличие от радона являются гамма-излучателями.

Учитывая возможность проявления отдаленных последствий облучения людей малыми дозами, в Российской Федерации принята беспороговая концепция радиационного риска, согласно которой любое дополнительное облучение провоцирует соматические заболевания и отдаленные генетические нарушения. В качестве предельной дозы облучения населения РФ в «Нормах радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) принята величина в 1 мЗв/год . Мировым стандартом содержания радона в воздухе помещений является 200 Бк/м^3 для эксплуатируемых и 100 Бк/м^3 для строящихся зданий. В случаях, когда невозможно снижение эквивалентной равновесной объемной активности радона (ЭРОА) до значений меньше 400 Бк/м^3 , жильцы переселяются, а помещение перепрофилируется [4, 5].

Таким образом, проблема радона является одной из основных в обеспечении радиационной безопасности населения России. В рамках российской научно-исследовательской программы «Радон» построена карта радоноопасности территории РФ в масштабе $1:10\,000\,000$, а в некоторых городах, в основном в Европейской части России, сделана наземная и воздушная гамма-спектрометрическая съемка. На Дальнем Востоке такие исследования проведены в 1996 г. спецкомбинатом «Радон», также построены карты радононосности и радоноопасности г. Хабаровска. В г. Владивостоке концентрация радона в разные годы измерялась специалистами Центра гигиены, эпидемиологии и сертификации. Эти данные были обобщены и положены в основу построения первой и пока единственной карты радоноопасности южной части г. Владивостока.

При интерпретации карт необходимо учитывать, что высокие содержания урана в горных породах и почвах характеризуют радононосность и потенциальную радоноопасность территории, в то время как для образования опасных концентраций радона требуются дополнительные условия, благоприятствующие его миграции и накоплению. Например, в плотных рыхлых отложениях поступление радона в атмосферу ограничено глубиной 5 м.

Кроме геологического строения и минералогического состава пород на распределение концентрации радона в горных породах влияет тектоническая ситуация и сейсмическая активность территории. Известно, что содержание урана в изверженных горных породах возрастает от основных разностей к кислым и может отличаться в десятки и даже сотни раз. Осадочные породы, за исключением глиносодержащих пород и некоторых солей, практически нерадиоактивны. Разломы и трещиноватые породы представляют собой пути миграции радона, и, как показало математическое моделирование, глубина, с которой может поступать радон, составляет сотни метров. В сейсмоактивных районах даже незначительные смещения горных массивов вдоль разломов создают потоки радона на поверхность с еще больших глубин [1].

Все вышеперечисленные особенности характерны для геологического строения как для Приморского края в целом, так и для п-ва Муравьева-Амурского в частности, где расположен г. Владивосток. Южная часть территории города в основном сложена породами пермского возраста и представлена двумя свитами: поспеловской и владивостокской. Первая сложена преимущественно осадочными породами (песчаники, алевролиты, в меньшей степени риолиты и андезиты), вторая – вулканогенно-осадочными породами. Граница между свитами прослеживается по долине р. Первая речка.

По результатам радиометрических исследований содержание урана в перечисленных породах изменяется незначительно и варьирует от $1 \times 10^{-4}\%$ до $3 \times 10^{-4}\%$, при кларковом содержании, равном $2,5 \times 10^{-4}\%$, что создает предпосылки для незначительной вариабельности содержаний радона. Исходя из содержания урана и тория в свитах, следует ожидать, что при одинаковом коэффициенте эманирования районы распространения владивостокской свиты к северу от разлома должны отмечаться повышенными концентрациями радона по сравнению с участками развития поспеловской свиты.

Анализ составленной авторами карты объемной активности радона показывает, что по морфологии всю исследуемую территорию можно «разбить» на три зоны: северо-западную, центральную и юго-восточную. Центральная зона протягивается полосой шириной 3–5 км в северо-восточном направлении от южной оконечности п-ва Шкота и бух. Улисс до района ул. 3-я Рабочая и характеризуется относительно повышенными значениями радоносодержания ($50\text{--}70 \text{ Бк/м}^3$), т.е. коррелирует с распространением интрузивных горных пород и предположительно тяготеет к зоне разломов. В пределах полосы выделяются три локальные аномалии интенсивностью до $80\text{--}90 \text{ Бк/м}^3$: на побережье бух. Улисс, в районе Гайдамака и Снеговой пади. Еще две аномалии интенсивностью около 100 Бк/м^3 обнаружены на южной оконечности п-ва Шкота и мысе Фирсова.

Остальная часть исследуемой территории характеризуется значениями ЭРОА менее 50 Бк/м³. Минимальный радоновый фон имеет юго-восточная зона и район Второй Речки. Самые низкие значения зафиксированы в центральной части п-ва Шкота, пространственно совпадающей с тупиком ДВЖД. Две локальные аномалии интенсивностью менее 30–40 Бк/м³ обнаружены в центре города и бух. Диомид.

В 2010 г. сотрудниками кафедры геофизики и геоэкологии ДВГТУ совместно с лабораторией газогеохимии ТОИ ДВО РАН были проведены радоновые исследования в производственных помещениях учебного корпуса Института инженерной и социальной экологии ДВГТУ (ул. Алеутская, 39) и лабораториях ТОИ (ул. Радио, 10). Измерения объемной активности радона производились с помощью радиометра альфа-активных газов РГА-500 по стандартной методике.

Содержание радона в холле первого этажа учебного корпуса ДВГТУ изменялось от 90 до 138 Бк/м³, а в холле второго этажа не превышало 42 Бк/м³, т.е. по мере изменения высоты – в 2–3 раза. Исследования, выполненные для аудиторий первого этажа, показали, что концентрация радона в них варьирует от 60 до 300 Бк/м³. Такая существенная вариация объясняется не столько разницей строительных материалов, из которых построены стены, сколько различной степенью воздухообмена. Аудитории № 102 и 103 являются полуподвальными складскими помещениями с отсутствием вентиляции, концентрация радона в них составляла 300 и 240 Бк/м³ соответственно. Принимая во внимание ПДК, которое для данных условий не должно превышать 200 Бк/м³, можно считать эти помещения непригодными для нахождения в них людей длительное время.

Исследования радоноопасности подвальных помещений ТОИ показали, что концентрация радона на высоте 10 см изменяется от 180 до 500 Бк/м³, быстро уменьшаясь с высотой. На высоте 100 см концентрация радона варьирует от 160 до 340 Бк/м³. На первом этаже объемная концентрация радона на высоте 10 см составляет 138–300 Бк/м³, а на высоте 100 см – 96–198 Бк/м³. В лабораториях № 107, 115 и 128 превышена допустимая концентрация радиоактивного газа (258, 276 и 300 Бк/м³), данные условия являются неблагоприятными для присутствия в этих комнатах людей, тем более для ежедневного выполнения работ. Источниками поступления радиоактивного газа в эти помещения являются грунт, на котором расположены здания; а также всевозможные трещины в самих постройках; строительные материалы, из которых построены эти помещения и выполнены облицовочные работы.

Проведенные исследования, несмотря на малый объем, позволяют сделать следующие предварительные выводы о распределении радона на исследованной территории:

- общий уровень радонового фона не превышает предельно допустимых норм, т.е. ниже 100 Бк/м³; выявленные локальные аномалии интенсивностью до 80–100 Бк/м³ требуют детализации с целью определения источника поступления радона;

- распределение радона не имеет очевидной связи с геологическим строением территории и, видимо, отражает более глобальные геолого-структурные образования; основным источником поступления радона в атмосферу предположительно является тектонически ослабленная зона, пространственно совпадающая с системой субширотных разломов в центральной части п-ва Муравьева-Амурского;

- изучение радоноопасности помещений показало, что угрозу для здоровья людей представляют только подвальные и полуподвальные помещения, в которых содержание радона превышает нормы не более чем в 1,5–2 раза; в тех помещениях, где концентрируется большая часть газа, необходимо провести вентиляцию, заделать щели в полу и стенах и выполнить облицовку внутренних поверхностей.

Учитывая предварительный характер полученных данных, а также актуальность радоновых исследований селитебных районов, изучение радононосности горных пород и радоноопасности жилых и производственных помещений г. Владивостока необходимо продолжить в объемах, достаточных для научно обоснованной оценки и разработки мероприятий по обеспечению радиационной безопасности жителей города и его окрестностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов В.А., Молев В.П. Эколого-радиометрический мониторинг Южного Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2005. 325 с.
2. Зайцев В.В., Шакин Д.Ю., Роголис В.С., Вербова Л.Ф. Методический подход к прогнозированию радоновой обстановки в помещениях проектируемых зданий // Геофиз. вестн. 2011. Вып 9. С. 9–19.
3. Здоровье населения Приморского края. Проблемы первичной профилактики и восстановительного лечения / под ред. Е.М. Иванова. Владивосток: СО РАМН, 1997. 256 с.
4. Ионизирующее излучение: источники и биологические эффекты. Доклад НКДАР ООН. Нью-Йорк, 1982. 325 с.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): гигиенические нормативы. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. 116 с.

