

и $^{239+240}\text{Pu}$ (до 75 Бк/кг). Максимальное содержание ^{241}Am , ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ находится в верхнем 5-сантиметровом слое, содержание ^{90}Sr распределяется равномерно до глубины 20 см. В целом исследуемые искусственные радионуклиды по степени их подвижности в вертикальном профиле почв представляют собой ряд: $^{90}\text{Sr} > ^{239+240}\text{Pu} > ^{241}\text{Am} > ^{137}\text{Cs}$.

Содержание радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в растительности, отобранной на предполагаемых сенокосах и пастбищах, а также лесных массивах исследуемой территории, находится ниже предельно-допустимых уровней радиоактивного загрязнения кормовых растений (111 Бк/кг и 74 Бк/кг соответственно), установленных Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан (1994). Концентрация ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ в растениях не нормируется, однако, исходя из степени общей радиотоксичности каждого, можно предположить, что допустимый уровень по ним будет ориентировочно на порядок меньше, чем по ^{90}Sr (≈ 10 Бк/кг), что значительно выше установленных величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексахин, Р. М., Нарышкин, М. А.* Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1977. – 144 с.
2. *Куликов, Н. В., Молчанова, И. В., Каравалева, Е. Н.* Радиоэкология почвенно-растительного покрова. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – 172 с.
3. *Тихомиров, Ф. А.* Распределение и миграция радионуклидов в лесах ВУРС при радиоактивных выпадениях // Экологические последствия аварии на Южном Урале. М.: Наука, 1993. – С. 21-39.
4. *Shcheglov, A. I., Tsvetnova, O. B., Klyashtorin, A. L.* Biogeochemical migration of technogenic radionuclides in forest ecosystems. – Nauka, Moscow, 2001. – 235 p.
5. *Переволоцкий, А. Н.* Радиационно-экологическая обстановка в лесных биогеоценозах: динамика, факторы, прогноз (на примере региона аварии Чернобыльской АЭС): Обнинск, 2013. – 30 с.
6. *Toshihiro Yoshihara, et al.* Changes in radiocesium contamination from Fukushima in foliar parts of 10 common tree species in Japan between 2011 and 2013 / Toshihiro Yoshihara, Hideyuki Matsumura, Masaharu Tsuzaki, Takashi Wakamatsu, Takuya Kobayashi, Shin-nosuke Hashida, Toru Nagaoka, Fumiyuki Goto // Journal of Environmental Radioactivity. – 2014. – Vol. 138. – P. 220–226.
7. *Izuki Endo, et al.* Estimation of radioactive 137-cesium transportation by litterfall, stemflow and throughfall in the forests of Fukushima / Izuki Endo, Nobuhito Ohte, Kohei Iseda, Keitaro Tanoi, Natsuko I. Kobayashi, Masashi Murakami, Naoko Tokuchi, Mizue Ohashi // Journal of Environmental Radioactivity. – 2015. – Vol. 149. – P. 176–185.
8. *Yao Huang, et al.* Radiocesium immobilization to leaf litter by fungi during first-year decomposition in a deciduous forest in Fukushima / Yao Huang, Nobuhiro Kaneko, Taizo Nakamori, Toshiko Miura, Yoichiro Tanaka, Masanori Nonaka, Chisato Takenaka // Journal of Environmental Radioactivity. – 2016. – Vol. 152. – P. 28–34.
9. *Vasyl Yoschenko, et al.* Radiocesium distribution and fluxes in the typical Cryptomeria japonica forest at the late stage after the accident at Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant / Vasyl Yoschenko, Tsugiko Takase, Alexei Konoplev, Kenji Nanba, Yuichi Onda, Sergiy Kivva, Mark Zheleznyak, Natsumi Sato, Koji Keitoku // Journal of Environmental Radioactivity. – 2017. – Vol. 166. – P. 45–56.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОТОПОВ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАНА DETERMINATION OF VOLUME ACTIVITY OF THE RADON ISOTOP IN THE AIR OF LIVING PREMISES OF THE SOUTH REGIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

**С. В. Муминов¹, С. М. Бахронов¹, М. М. Махмудова¹, У. М. Мирсаидов²
S. Muminov¹, S. Bahronov¹, M. M. Makhmudova¹, U. M. Mirsaidov²**

¹Таджикский государственный медицинский университет имени Абу Али ибн Сина,
г. Душанбе, Республика Таджикистан

²Агентство по ядерной и радиационной безопасности Академии наук Республики Таджикистан,
г. Душанбе, Республика Таджикистан
ulmas2005@mail.ru

¹Nuclear and Radiation Safety Agency of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan,
Dushanbe, Republic of Tajikistan

²Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

Представлены результаты измерения объёмной активности (далее – ОА) радона – 222 в жилых помещениях, детских садах и средней школах южных регионов Республики Таджикистана. Изучены ОА радона – 222 на первом и втором этажах исследуемые местности. При исследованиях в жилых помещениях южной регионов республики использовались пассивно – интегральный метод измерения с помощью твердотельных детекторов альфа – частиц. В результате исследования установлено что, на южной регионов страны эквивалентная равновесная активность (далее – ЭРОА) радона в воздухе не превышает установленный норматив 200 Бк/м³.

The results of measuring the Radon - 222 volumetric activity (VA) in living premises, kindergartens and secondary schools of the southern regions of the Republic of Tajikistan are presented. Radon - 222 VA on the first and second floors of the research area had been studied. The passive - integrated measurement method using solid-state alpha-particle detectors was used to study the living premises in the southern regions of the country. Due to the study results, the equivalent equilibrium activity of radon in the air does not exceed the established standard of 200 Bq/m³ in the southern regions of the country.

Ключевые слова: радон, объёмная активность, воздух, жилое помещение, трек, детекторы.

Key words: radon, volumetric activity, air, living premises, track, detector.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-1-363-365>

Обычно, когда говорят о радоне, подразумевают в первую очередь радон – 222 с периодом полураспада 3,82 сут, являющийся членом радиоактивного семейства урана – 238, самого распространённого изотопа (>99%) повсеместно присутствующего, весьма рассеянного изотопа. Непосредственным предшественником радона в этой семье является радий – 226. Радон образуется в почвах, в горных породах, в строительных материалах и по трещинам и порам поступает в воздух[1].

Продукты распада радона в момент их образования представляют собой положительно заряженные ионы, легко захватываемый различными поверхностями или аэрозольными частицами. В воздухе они могут находиться в двух различных формах[1]:

а) в виде элементарных ионов или отдельных атомов; в этом состоянии продукты распада радона обладают большим коэффициентом диффузии, равным 0,5 см²/с;

б) в виде атомов, осевших на аэрозольные частицы (ядра конденсации), находящиеся в воздухе; коэффициент диффузии в зависимости от размеров частиц меняется в пределах $2 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-6}$ см²/с.

Газ радон является альфа – излучателем формирующим лучевые нагрузки на эпителий слизистых носоглотки, трахеи, бронхов альвеол. Незначительная часть сорбированных излучателей проникает в желудочно–кишечный тракт с продуктами питания, водой. Размеры поступления изотопов в организм чрезвычайно варьируются в зависимости от географии места жительства, его высоты относительно нулевых значений рельефа местности, этажности дома, характера строительных материалов[1-2].

Максимальные лучевые нагрузки (на легкие) формируется в странах с длительным холодным периодом и вынужденным режим снижением вентиляции помещений. Внутри помещений максимальные концентрации газов накапливаются в ванных комнатах (вследствие водо – газонепроницаемости пола, стен), в 40-50 раз превышая средние значения, концентрации радона в комнатах квартир первых этажей (в 15 – 20 раз выше средних значений). Превышение средних значений фоновой радиоактивности газов (от 1 до 10 Бк/м³) регистрируется в домах, построенных без предварительного радиационного контроля материалов. Доля такого радиационно опасного жилья, по данным МКРЗ, достигает 0,1 % преимущественно в странах Севера [2].

Нами проведено измерение ОА радона – 222 в жилых помещениях, детских садах, средних школах на первой и второй этажах зданий южных регионов страны. Измерения проводились с использованием интегрального метода пассивной трековой радиометрии с применением более 300 твердотельных трековых детекторов альфа- частиц. Время измерения: зима и лето, и период измерения ОА радона – три месяца. Территория исследований (площадь около ~14000 км²) характеризуется типичным для Бохтарского и Кулябского региона соотношением природных ландшафтов и включает различные по природным особенностям территории.

Целью данной работы является измерение и исследование уровней объёмной активности радона в воздухе жилых помещений южных регионов Республики Таджикистан.

В НРБ -06 Республики Таджикистан установлены нормы ЭРОА радона и торона для новых зданий и старых зданий: «При проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная равновесная объёмная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе помещений $ЭРОА_{Rn} + 4,6 \cdot ЭРОА_{Tn}$ не превышала 100 Бк/м³. В эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объёмная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³. При более высоких значениях объёмной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений» [5].

Измерение ОА радона интегрирующими трековыми детекторами в жилых помещениях были выполнены в первые, для Хатлонской области (южный регион) Республики Таджикистан. А для Согдийской области и центральной части республики раньше были измерены и изучены ОА радона в жилых помещениях этим методом[3]. Оценка среднегодовой эквивалентной равновесной объёмной активности радона выполнялись в соответствии с методическому указанию [4-5]. На рисунке приведены результаты измерения среднегодового значения ЭРОА радона в жилых помещениях южных регионов Таджикистана.

На рисунке черным цветом или в первой колонке (столбце) приведены результаты измерения ЭРОА на первых этажах, а серым цветом, во второй колонке, вторых этажах жилых помещений Хатлонской области Республики Таджикистан.

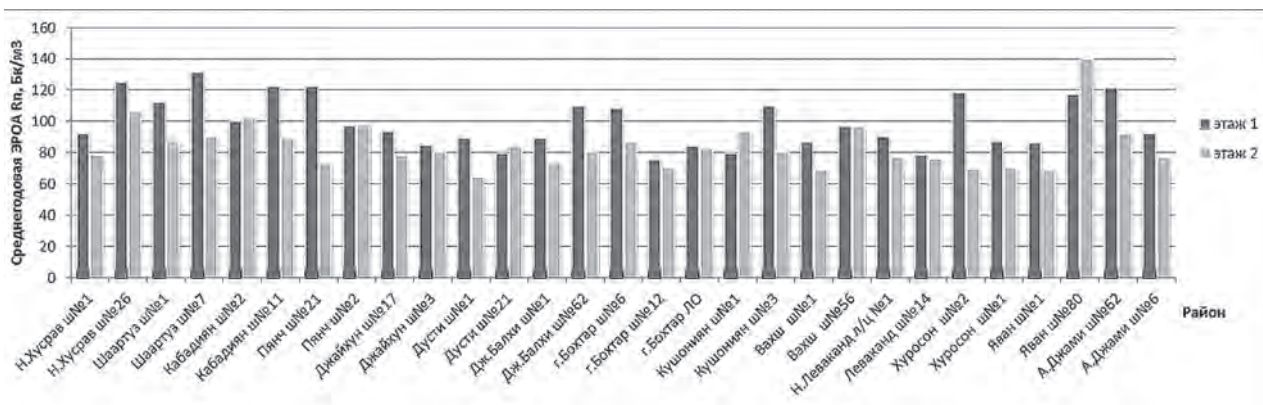


Рисунок – Среднегодовая ЭРОА радона в жилых помещениях Хатлонской области Таджикистана

Среднее значение ЭРОА радона в жилых помещениях в Хатлонской области на первых этажах составляют 99 Бк/м³, а на вторых этажах 81 Бк/м³. И максимальное значение ЭРОА радона составляет около 140 Бк/м³, а минимальное значение – 64 Бк/м³. При этом ЭРОА не превышает установленную норму НРБ-06 РТ (т.е. 200 Бк/м³), так как >99 % исследуемых зданий были старыми зданиями.

Кроме того, из рисунка видно, что в некоторых местах на вторых этажах значение ЭРОА радона относительно выше, чем на первых этажах. Предполагается, что частота обмена воздуха на вторых этажах сравнительно мала, чем на первых этажах. В целях минимизации концентрации радона в этих помещениях, рекомендуется почаще проветривать помещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожников, Ю. А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика / Ю. А. Сапожников, Р. А. Алиев С. Н. Калмыков – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 226 с.
2. Пивоваров, Ю. П. Радиационная экология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. П. Пивоваров, В. П. Михалев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
3. Мирсаидов, И. У. Исследование содержания радона в атмосферном воздухе и в жилых помещениях города Душанбе Республики Таджикистан / Мирсаидов И.У., Хамидов Ф.А., Баротов Б.Б., Муминов С.В., Баротов А.М. ДАН РТ. – 2017. – Т.60. – №7-8.
4. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных производственных зданий и сооружений после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности: Методические указания. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 26 с.
5. Нормы радиационной безопасности РТ (НРБ-06) / СП 2.6.1.001-06.

НАКОПЛЕНИЕ ¹³⁷Cs В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ НА ЮВЕНИЛЬНОЙ СТАДИИ РАЗВИТИЯ ПРИ НЕПРОДОЛЖИТЕЛЬНОМ ИЗМЕНЕНИИ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ACCUMULATION OF ¹³⁷Cs IN THE AERIAL PARTS OF JUVENILE SPRING WHEAT UNDER THE IMPACT OF SHORT CHANGE IN SOIL MOISTURE

А. Н. Никитин, О. А. Шуранкова, Е. В. Мищенко, Г. А. Леферд
A. Nikitin, O. Shurankova, E. Mischenko, G. Leferd

*Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси,
г. Гомель, Республика Беларусь
nikitinal@gmail.com*

*Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus,
Gomel, Republic of Belarus*

Влияние отклонений температурного и гидрологического режима от климатической нормы на поведение техногенных радионуклидов в системе «почва – растение» является слабо изученной проблемой. Исследования в данном направлении важны для эффективного применения мероприятий по обеспечению радиационной безопасности на загрязненных радионуклидами территориях в условиях глобального и регионального