

УДК 550.42:546.027

ПРОЦЕССЫ НАКОПЛЕНИЯ РАДОНА-222 В ПОМЕЩЕНИЯХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В СЕЙСМОАКТИВНЫХ ЗОНАХ ТУВЫ (НА ПРИМЕРЕ МОНГУН-ТАЙГИ)

Кендиван О.Д., Ховалыг А.А.

ФГБУ ВПО «Тувинский государственный университет», Кызыл, e-mail: olgakendivan@yandex.ru

Обследование уровней накопления радона в жилищах велось в июле 2013 года. Измерения проводились с помощью радиометра радона PPA – 01М-03. Выборки жилищ при проведении обследований формировались путем случайного выбора домов. Всего было проведено 17 измерений объемной активности радона в 4 домах поселка. В большинстве помещений измерения проводились неоднократно. Результаты измерений занесены в единую базу данных. Для перехода от измеренных значений объемной активности радона к эквивалентной равновесной объемной активности радона было использовано значение коэффициента равновесия $F = 0.4$. Объемная активность радона в помещениях менялась в диапазоне от 619 ± 111 до 932 ± 158 Бк/м³, среднеарифметическое значение составило 756 Бк/м³. По содержанию радона в помещениях все обследованные жилые помещения относятся к третьей категории радоноопасности.

Ключевые слова: сейсмически активная зона, радон-222, объемная активность, жилые помещения, метод активной сорбции, Монгун-Тайга, Тува

THE PROCESSES OF ACCUMULATION OF RADON-222 IN ROOMS LOCATED IN SEISMICALLY ACTIVE ZONES OF TUVA (ON THE EXAMPLE OF MONGUN-TAIGA)

Kendivan O.D., Khovalyg A.A.

Tuva State University, Kyzyl, e-mail: olgakendivan@yandex.ru

Examination of the levels of radon in dwellings was carried out in July 2013. The measurements were conducted using radon radiometer PPA – 01M-03. The sample of dwellings in surveys were formed by random selection of houses. In all there were 17 measurement of volumetric activity of radon in the 4 houses of the village. In most areas of the measurements were carried out repeatedly. The measurement results entered in the unified database. To move from the measured values of volume activity of radon to the equivalent equilibrium volumetric activity of radon was used value of the coefficient of equilibrium $F = 0.4$. Volumetric activity of radon in the premises ranged from 619 ± 111 to 932 ± 158 Bq/m³, average value amounted to 756 Bq/m³. On the content of radon in the premises of all surveyed accommodations belong to the third category radon hazard.

Keywords: a seismically active zone, radon-222, volumetric activity, accommodations, method of sorption active, Mongun-Taiga, Tuva

Цель исследования – определение объемной активности радона-222 в воздухе жилых помещений населенного пункта Мугур-Аксы Монгун-Тайгинского района Республики Тыва и оценка уровня накопления радона в помещениях.

Материалы и методы исследования

В качестве средства измерения использовался радиометр радона PPA-01М-03. Прибор позволяет определять объемную активность радона в пределах 20–20 000 Бк/м³. Радиометр радона PPA-01М-03 предназначен для измерений объемной активности (ОА) радона-222 и торона-220 в воздухе жилых и рабочих помещений, а также на открытом воздухе. Применяется для контроля санитарных норм согласно СП 2.6.1.758-99 и МУ 2.6.1.715-98 [3]. Внесен в Государственный реестр средств измерений: регистрационный номер № 21365-01. Изготовитель ООО «НТМ-ЗАЩИТА». Радиометр радона PPA-01М-03 выполнен в виде носимого прибора с автономным и сетевым питанием. Прибор может работать в режиме монитора, подключаться к ПЭВМ. Измерение объемной активности (ОА) радона-222 и торона-220 основано на электростатическом осаждении дочерних продуктов распада радона-222 и торона-220 – положительно заряженных ионов ²¹⁸Po (RaA) и ²¹⁶Po

(ThA) – из отобранной пробы воздуха на поверхность полупроводникового детектора с помощью высокого положительного потенциала, поданного на электрод измерительной камеры. Активность радона-222 и торона-220 определяется альфа-спектрометрическим методом по количеству зарегистрированных альфа-частиц при распаде RaA и ThA. В процессе измерений контролируются следующие параметры окружающей среды: температура, относительная влажность и давление. Радиометр PPA-01М-03 обладает:

а) возможностью измерения объемной активности радона, температуры, давления и влажности окружающей среды, а также полной автоматизацией процессов отбора, измерения проб и обработки результатов;

б) возможностью хранения комплексных результатов (номер измерения, номер серии, дата и время измерения, температура, влажность, давление, количество зарегистрированных распадов Ra A, Th A, абсолютные значения объемной активности радона с погрешностью) в ОЗУ радиометра (до 1500 комплексных результатов);

в) возможностью просмотра данных из памяти радиометра на матричном дисплее в процессе измерения;

г) возможностью вывода данных на ПЭВМ с графическим представлением информации и протоколом измерений. Основные технические характеристики [3] прибора приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики радиометра радона

1	Диапазон измерений объемной активности Rn-222	20–2·10 ⁴ Бк/м ³
2	Диапазон измерений объемной активности Rn-220	20–2·10 ⁴ Бк/м ³
3	Пределы допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне 20–20000 Бк/м ³ , не более:	±30 %
4	Диапазон измерения микроклиматических параметров (погрешность не более ± 5 %): температуры давления влажности	+5...+50 °С 700–820 мм рт.ст. 30–90 %
5	Продолжительность непрерывной работы от аккумуляторов, не менее	10 часов
6	Габаритные размеры (масса)	290×200×155 мм (4 кг)
7	Диапазон рабочих температур	+5...+35 °С
8	Относительная влажность при температуре окружающего воздуха + 25 °С	до 80 %
9	Атмосферное давление	700–820 мм рт.ст.

Объемная активность радона зависит от времени суток, от сезона. При отсутствии антропогенных и атмосферных факторов соблюдается почти всегда нормальный суточный ход концентрации радона: минимальные значения ОА радона наблюдаются в послеполуденное время, а максимальные – в пред-рассветные часы, поэтому измерения проводились в основном в дневное время (с 09⁰⁰ – 18⁰⁰ ч), когда концентрация радона соответствует среднесуточному значению.

Результаты исследования и их обсуждение

Всего на содержание радона было исследовано 4 дома, расположенные на разных участках села Мугур-Аксы Монгун-Тайгинского района. Жилые помеще-

ния – двухэтажные, по типу стройматериалов – кирпичные и деревянные. Измерения ОА радона в помещениях проводились с помощью метода активной сорбции в летний период (июль, 2013). Длительность одного измерения составила 25 мин. Измерения проводились в комнатах постоянного пребывания людей. Точка измерения выбиралась в месте, исключающем прохождение через него потоков воздуха, обусловленных сквозным проветриванием помещения (в стороне от прямой, соединяющей окно и дверь в помещении) [5]. Результаты исследования ОА радона в воздухе жилых помещений населенного пункта Мугур-Аксы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Место отбора пробы	Дата измерения	Количество измерений	ОА радона (мак)	ОА радона (мин)	ОА радона (сред)
ул. Дандар-Салчак, 33–3	13.07	4	718 ± 122	619 ± 111	655
ул. Ак-Баштыг, 10–1	13.07	3	932 ± 158	718 ± 122	824
ул. Дандар-Салчак, 44	13.07	6	843 ± 143	723 ± 122	797
ул. Гагарина, 9–4	13.07	1	750 ± 127	750 ± 127	750
ул. Саадак, 31	13.07	3	813 ± 146	718 ± 122	757

Уровни радона незначительно различаются в разных помещениях. ОА радона в помещениях менялась в диапазоне от 619 ± 111 до 932 ± 158 Бк/м³, среднее арифметическое значение составило 756 Бк/м³. На концентрацию радона внутри помещений оказывает влияние возраст здания. С течением времени любая постройка оседает, в фундаменте образуются трещины, и поступление радона может увеличиться. Поэтому даже благополучное здание время от времени необходимо тестировать на наличие радона. Однако прямая связь между возрастом зданий и уровнями радона не была установлена.

Максимальное мгновенное значение ОА составило 932 ± 158 Бк/м³. Во всех обследованных жилых помещениях зафиксированы высокие значения концентрации радона (среднее значение 757 Бк/м³), что предполагает их относительное радоновое неблагополучие. Полученная величина средней ЭРОА радона для с. Мугур-Аксы составила 302 Бк/м³, что превышает установленный НРБ-99 норматив для эксплуатируемых зданий (200 Бк/м³, [4]) и значительно превышает среднемировую величину (16 Бк/м³, [2]).

Для характеристики оценки радиационной опасности нами условно все здания

были разделены на три группы опасности. В основу этого разделения были положены следующие принципы [1]:

1. При концентрации радона в 2,5 раза ниже допустимого значения здание относилось к первой категории безопасности.

2. При наличии в здании помещений с концентрациями радона от 40 до 100 Бк/м³ здание относилось ко второй категории опасности.

3. При обнаружении концентраций радона выше 100 Бк/м³ здание относилось к 3 категории опасности. Результаты оценки представлены в табл. 3.

Таблица 3

Оценка радоноопасности жилых помещений

Показатель	Диапазоны значений показателей по категориям радоноопасности		
	1 категория	2 категория	3 категория
ОА радона в воздухе помещений, Бк/м ³	< 40	40 – 100	> 100
Процентная доля, %	0	0	100

Годовые эффективные дозы облучения пада радона составляют 11,14–14,01 мЗв людей за счет дочерних продуктов распада радона (табл. 4).

Таблица 4

Оценка доз облучения людей за счет основных природных источников излучения в отдельных жилых помещениях с. Мугур-Аксы, мЗв/год

№ п/п	Адрес жилого помещения	ОА радона, Бк/м ³	Д _{эффект} , мЗв/год
1.	ул. Дандар-Салчак, 33–3	655	11,14
2.	ул. Ак-Баштыг, 10–1	824	14,01
3.	ул. Дандар-Салчак, 44	797	13,54
4.	ул. Гагарина, 9–4	750	13,54
5.	ул. Саадак, 31	757	12,86

Выводы

1. По содержанию радона в помещениях все обследованные жилые помещения относятся к третьей категории радоноопасности.

2. Средняя ОА радона в жилых помещениях составляет 757 Бк/м³. Для уточнения сезонных вариаций концентрации радона в помещениях следует провести дополнительные измерения в осенне-зимний период, по крайней мере для зданий третьей категории.

3. Индивидуальные годовые эффективные дозы облучения людей могут выходить за пределы указанных оценок, поскольку они определяются также конкретными характеристиками жилых домов, в которых они проживают.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 13-05-98021 p_сибирь_a.

Список литературы

1. Еремеева Т.Н., Сухих С.Э. Опыт радиационно-гигиенических обследований детских дошкольных учреждений // АНРИ. – 1999. – № 1. – С. 27–32.
2. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 года с научными приложениями. – М., 2002, т.1. – 306 с.
3. Радиометр радона PPA-01M-03. Руководство по эксплуатации. – М.: ВНИИФТРИ, 2004. – 34 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 155 с.

5. Ховалыг А.А. Оценка доз облучения детей за счет основных природных источников излучения в населенных пунктах Тувы // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: материалы XVII Международной научной школы-конференции. – Абакан: Издательство ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», 2013. – С. 74–75.

References

1. Eremeeva T.N. Sukhikh S.E. Experience of radiation-hygienic examinations of children's preschool institutions // ENRR. 1999. no. 1. pp. 27–32.
2. Sources and effects of ionizing radiation. Report UNSCEAR of 2000 with the scientific applications. Moscow, 2002, Vol. 1. 306 p.
3. Radon radiometer PPA-01M-03. Operation manual. Moscow: VNIIFTRI, 2004. 34 p.
4. Radiation safety standards (RSS). SP 2.6.1.758-99. Moscow: Ministry of health of Russia, 1999. 155 p.
5. Khovalyg A.A. Assessment of doses to children at the expense of the main natural sources of radiation in the settlements of Tuva // Ecology of southern Siberia and adjacent territories. Proceedings of XVII International scientific school-conference. Abakan: Publishing house of «Khakass state University named after. N.F. Katanov». 2013. pp. 74–75.

Рецензенты:

Дубровский Н.Г., д.б.н., профессор кафедры общей биологии ТувГУ, декан ЕГФ, ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл;

Андрейчик М.Ф., д.г.н., профессор кафедры географии, ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл.

Работа поступила в редакцию 30.12.2013.