

УДК 550.42:546.027

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА В ЗДАНИЯХ Г. КЫЗЫЛА

Саая Саглаана Кара-Катовна

ФГБУ ВПО «Тувинский государственный университет»

**Аннотация:** Представлены результаты исследования объемной активности радона-222 в воздухе помещений микрорайона «Восток» города Кызыла Республики Тыва. В качестве средства измерения использовался радиометр радона РРА-01М-03. Прибор позволяет определять объемную активность радона в пределах 20–20 000 Бк/м<sup>3</sup>. Обследования уровней активности радона в помещениях проводились методами осаждения на фильтр. Исследования проводились в осенний период 2017 года. Было проведено 28 замеров концентрации радона в помещениях. Средняя эквивалентная равновесная объемная активность радона составляет 23±7 Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное значение объемной активности составляет 41±15 Бк/м<sup>3</sup>. Проведена оценка радонобезопасности жилых помещений.

Цель исследования – определение объемной активности природного радона-222 в воздухе жилых помещений микрорайона «Восток» города Кызыла Республики Тыва и оценка уровня накопления радона в помещениях. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: определить содержание радона в жилых помещениях города Кызыла; обобщить материал по распределению радона в жилых помещениях; создать электронную базу данных о содержании радона в воздухе помещений; изучить влияние изменения атмосферных условий на вариации объемной активности радона.

**Ключевые слова:** радон-222, объемная активность радона, радиометр радона, микрорайон «Восток», город Кызыл, Республики Тыва.

# EXPERIMENTAL DETERMINATION OF RADON CONCENTRATION IN BUILDINGS OF KYZYL

Saaya Saglana Kara-Katovna

"Tuva State University"

**Abstract:** The results of a study of the volumetric activity of radon-222 in the air of the premises of the Vostok microdistrict in the city of Kyzyl of the Republic of Tuva are presented. As a measuring instrument, the radon radiometer PPA-01M-03 was used. The device allows to determine the volumetric activity of radon in the range of 20-20 000 Bq / m<sup>3</sup>. Surveys of levels of activity of radon in the premises were carried out by methods of deposition on the filter. The research was carried out in the autumn of 2017. 28 measurements of radon concentration in the rooms were conducted. The average equivalent equilibrium volume activity of radon is  $23 \pm 7$  Bq/m<sup>3</sup>. The maximum value of volumetric activity is  $41 \pm 15$  Bq/m<sup>3</sup>. The estimation of radon safety of premises is carried out.

The purpose of the study was to determine the volumetric activity of natural radon-222 in the air of residential areas of the Vostok microdistrict in the city of Kyzyl of the Republic of Tyva and to estimate the level of accumulation of radon in the premises. To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks: To determine the radon content in residential areas of the city of Kyzyl; summarize the material on the distribution of radon in residential areas; create an electronic database on radon content in indoor air; to study the effect of changes in atmospheric conditions on variations in the volume activity of radon.

**Key words:** radon-222, volumetric activity of radon, radiometer of radon, microdistrict "Vostok", city of Kyzyl, Republic of Tuva.

**Введение.** Кроме воздействия внешнего гамма-излучения, человек подвергается и воздействию внутреннего облучения, вызываемого попаданием в организм вместе с вдыхаемым воздухом радона, торона и продуктов их распада. Основную радиационную опасность представляет радон и продукты его распада. По литературным данным, превышение

установленных нормативов по эквивалентной равновесной объемной активности радона наблюдается в 0,1-1% зданий. Основными источниками поступления радона в помещения является грунт, на котором стоит здание, а также строительные материалы. При этом, если удельная эффективная активность радия в строительных материалах находится в пределах до 20 Бк/кг, доминирующим источником поступления радона в помещения зданий является грунт. В 1997 г. был установлен норматив для величины плотности потока радона из почвы (грунта), на котором строятся здания. При соблюдении этого норматива (80 мБк/м<sup>2</sup>с), безопасная эквивалентная равновесная объемная активность радона в воздухе помещений зданий (200 Бк/м<sup>3</sup>) достигается за счет мощного фундамента и естественного воздухообмена. При превышении норматива по плотности потока радона для обеспечения безопасной объемной активности радона в помещениях регламентируется применение противорадоновой защиты. Ошибочные результаты, полученные при измерении концентрации радона, могут приводить к неправильным выводам относительно радоноопасности участков застройки и, соответственно, к неверным рекомендациям по применению (или неприменению) противорадоновых мероприятий.

**Цель исследования** – определение объемной активности природного радона-222 в воздухе жилых помещений микрорайона «Восток» города Кызыла Республики Тыва и оценка уровня накопления радона в помещениях. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Определить содержание радона в жилых помещениях города Кызыла.
2. Обобщить материал по распределению радона в жилых помещениях.
3. Создать электронную базу данных о содержании радона в воздухе помещений.
4. Изучить влияние изменения атмосферных условий на вариации объемной активности

радона.

**Приборы и методы.** Основным радиологическим параметром для оценки величины облучения является потенциальная энергия, приходящаяся на единицу активности радона - 222 [1, с. 225]. Как и любой другой радиоактивный материал, радон может быть зарегистрирован дозиметрическими приборами по факту распада его изотопов и последующих дочерних продуктов. Таких методов регистрации существует множество — как непосредственно, так и по продуктам его распада. Одним из таких методов для непосредственной регистрации является электростатическое осаждение радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) на поверхности полупроводникового детектора (ППД) альфа-распада с последующей дискриминацией частиц по энергетическому уровню. Именно на этом принципе работы основаны современные радон-мониторы. В нашей работе в качестве средства измерения использовался радиометр радона РРА-01М-03 с допустимой относительной погрешностью  $\pm 30\%$  [2, с. 182]. Прибор позволяет определять объемную активность радона в пределах 20–20 000 Бк/м<sup>3</sup> [3, с. 1344]. Радиометр радона РРА-01М-03 предназначен для измерений объемной активности (ОА) радона-222 и торона-220 в воздухе жилых и рабочих помещений, а также на открытом воздухе [4, с. 76]. Применяется для контроля санитарных норм согласно СП 2.6.1.758-99 и МУ 2.6.1.715-98. Внесен в Государственный реестр средств измерений: регистрационный номер № 21365-01 [5, с. 15]. Радиометр радона РРА-01М-03 выполнен в виде носимого прибора с автономным и сетевым питанием. Прибор может работать в режиме монитора, подключаться к ПЭВМ. Прибор позволяет измерять объемную активность аэрозольных короткоживущих продуктов распада радона (полоний-218, полоний- 214, висмут-214) и торона (свинец-212 и висмут-212), осаждаемых на аэрозольном фильтре [6, с. 257].

#### **Материалы и методы исследований.**

Материалами для данной работы являлись результаты измерения объемной активности (ОА) радона в типичных помещениях города Кызыла Республики Тыва. В каждой обследуемой жилой единице (квартире или односемейном

доме) измерения проводились с максимальной длительностью нахождения людей, в спальне [7, с. 146]. 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) [8, с. 146].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Следует отметить, что ОА радона в помещениях жилых зданий является весьма вариабельной величиной и во многом зависит от конструктивных особенностей и защитных свойств зданий. Если принять, что в микрорайоне «Восток» преобладают одноэтажные деревянные строения с простыми фундаментами и деревянными полами, то можно считать, что поступление радона в помещение определяется, в основном, свойствами подстилающих пород. В процессе исследований выполнялись следующие работы:

- в каждой обследуемой жилой единице проводились повторные измерения;
- проводились измерения объемной активности в течение осеннего периода;
- проводились измерения концентрации радона в одноэтажных и многоэтажных зданиях микрорайона;
- проведены суточные измерения концентрации радона в жилых помещениях;
- проводилось наблюдение за воздействием изменений температуры воздуха и атмосферного давления на процесс выделения радона из почвы.

В ходе исследования было проведено 28 замеров концентрации радона в помещениях. Исследования проводились в весенний период 2018 года. По материалам измерений ОА радона, проведенных в городе Кызыле, были определены средние значения ОА радона. Установлено, что среднее значение объемной активности (ОА) радона в воздухе жилых помещений города Кызыла составляет  $23 \pm 7$  Бк/м<sup>3</sup> (давление: 709-712; влажность 54-68%; температура: 20-23<sup>0</sup> С). Максимальное значение концентрации радона составляет  $41 \pm 15$  Бк/м<sup>3</sup>. Контроль природного радиационного фона

предусмотрен Федеральным Законом «О радиационной безопасности населения», а также «Нормами радиационной безопасности (НРБ-96)», которые ограничивают суммарную дозу облучения от естественных радионуклидов. Из естественных радионуклидов наибольший вклад в дозовую нагрузку вносит радон. Поднимаясь по трещинам и разломам из глубин земной коры, радон может скапливаться в жилых и рабочих помещениях. При использовании строительных материалов с повышенным содержанием урана в помещениях также выделяется радон. По действующим санитарным нормам (НРБ-96) его концентрация во вновь строящихся зданиях не должно превышать 100 Бк/м<sup>3</sup>, в уже существующих 200 Бк/м<sup>3</sup> воздуха. Поэтому в настоящей работе проведена оценка радонобезопасности жилых помещений. Прежде чем дать характеристику степени радоновой опасности, нами условно все здания были разделены на три группы опасности, принятое в литературе. В основу этого деления были положены следующие принципы:

1. При концентрации радона в 2 ниже допустимого значения здание относилось к первой категории безопасности (отсутствует радоноопасность).
2. При наличии в здании помещений с концентрациями радона от 50 до 100 Бк/м<sup>3</sup> помещение относилось ко второй категории (относительная радоноопасность).
3. При обнаружении концентрации радона выше 100 Бк/м<sup>3</sup> здание относилось к третьей категории радоноопасности (условная радоноопасность).

**Таблица 1.**

**Оценка радоноопасности жилых помещений г. Кызыла**

Показатель	Диапазоны значений показателей по категориям радоноопасности		
	1 категория	2 категория	3 категория
ОА радона, Бк/м <sup>3</sup>	<50	50-100	100-200
Процентная доля, %	100%	0%	0%
Жилые дома	Микрорайон «Восток»		

Помещения, находящиеся на территории города Кызыла относятся к 1-ой категории радонобезопасности.

Сравнительные данные ОА радона в жилых зданиях регионов России представлены в таблице. 8. Из представленных данных видно, что предгорные районы Республики Тыва попадает в категорию условно радонобезопасных территорий.

Таблица 2.

**Данные по объемной активности радона на первых этажах в жилых зданиях обследованных населенных пунктов ряда регионов России и условия проведения измерений**

Область (город)	Сезон измерения	Категория населения	ОА радона в жилых помещениях, Сред, значения Бк/м <sup>3</sup>
Свердловская	Все сезоны	Город	45
	Все сезоны	сельское	106
Ленинградская	Осень	городское	54
Московская	Лето, осень	городское	58
Брянская	Осень	сельское	72
Тульская	Весна - осень	Сельское и городское	70
Оренбургская	Осень-весна	Сельское и городское	90
Алтайский край	Весна - осень	Сельское и городское	293
Республика Тыва, г. Кызыл.	осень	городское	23

**Выводы:**

1. Обследованы уровни накопления радона-222 в жилых помещениях города Кызыла.
2. Установлено, что среднее значение объемной активности (ОА) радона в воздухе жилых помещений микрорайона «Восток» города Кызыла составляет  $23 \pm 7$  Бк/м<sup>3</sup> при максимальном  $41 \pm 15$  Бк/м<sup>3</sup>.
3. Проведена оценка радонобезопасности жилых помещений. Показано, что помещения города Кызыла относятся к 1-ой категории радонобезопасности.

**Список литературы**

1. Донгак О.О., Кендиван О.Д.С. Измерения объемной активности природного радона на территории населенного пункта Суг-Аксы. В книге: Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций

народов Саяно-Алтая Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 20-летнему юбилею Тувинского государственного университета, Году народных традиций в Республике Тыва. Тувинский государственный университет. 2015. С. 225-226.

2. Кендиван О.Д.С., Ховалыг А.А. Экологическая оценка жилых помещений Мугур-Аксы на содержание концентрации радона //Успехи современного естествознания. 2014. № 3. С. 182.

3.Кендиван О. Д.-С., Ховалыг А. А. Процессы накопления радона-222 в помещениях, расположенных в сейсмоактивных зонах Тувы (на примере Монгун-Тайги) //Фундаментальные исследования. 2013. № 11. Ч. 7. С. 1344-1346.

4.Кендиван О.Д.-С., Куулар А.Т. Объемная активность радона в воздухе зданий дошкольных учреждений //Вестн. Ом. ун-та. 2014. № 2. С. 76-78.

5. Кендиван О.Д.С. Экспериментальные исследования радона в жилых помещениях поселка Кара-Хаак. В сборнике: НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ОТКРЫТИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЁЖИ сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2017. С. 14-16.

6.Шыырап Ч.М., Кендиван О.Д.С. Объемная активность радона в жилых помещениях Тере-Хольского района /В книге: Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций народов Саяно-Алтая Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 20-летнему юбилею Тувинского государственного университета, Году народных традиций в Республике Тыва. Тувинский государственный университет. 2015. С. 257-258.

7.Ооржак Ч.Н., Дыртык-оол О.А., Подгорнова Ю.А., Кендиван О.Д.С. Объемная активность радона в жилых помещениях (на примере Пий-Хемского района /В сборнике: Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций народов Саяно-Алтая Материалы II международной научно-практической конференции молодых ученых,

аспирантов и студентов, посвященной 100-летию единения России и Тувы и в рамках реализации мероприятий Программы развития деятельности студенческих объединений. ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова». 2014. С. 146.

8. Ондар А.А., Ооржак Ч.Н., Кендиван О.Д.С. Объемная активность района в жилых помещениях населенного пункта Тээли /В книге: Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций народов Саяно-Алтая Материалы II международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 100-летию единения России и Тувы и в рамках реализации мероприятий Программы развития деятельности студенческих объединений. ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова». 2014. С. 145-146.