

Химия. БЖД

УДК 504.3.054

Булгаков Андрей Борисович

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: bgd_2020@mail.ru

Bulgakov Andrey Borisovich

Amur State University

Blagoveschensk, Russia

E-mail: bgd_2020@mail.ru

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ УЧЕБНОГО КОРПУСА № 1 АмГУ

PRELIMINARY RESULTS OF RESEARCH RADON CONTENTS IN THE AIR ENVIRONMENT EDUCATIONAL BUILDING № 1 AmSU

Аннотация. В статье приведены предварительные результаты исследований содержания радона в воздухе 1-го корпуса АмГУ.

Abstrakt. The article presents preliminary results of studies of radon content in the air of the 1st building of the AMSU.

Ключевые слова: радон, источники радона, объемная активность, эквивалентная равновесная объемная активность.

Key words: radon, radon sources, volumetric activity, equivalent equilibrium volumetric activity.

DOI: 10.22250/20730268_2023_101_109

Введение

Радон – радиоактивный газ без запаха, цвета и вкуса, образуется в процессе природного радиоактивного распада урана, который присутствует во всех горных породах и почвах. Высвобождаясь из грунта в воздух, радон распадается с образованием радиоактивных частиц. В процессе распада он продуцирует семейство других альфа-излучателей, которые в целом называют дочерними продуктами распада. Когда мы дышим, эти частицы осаждаются на клетках эпителия дыхательных путей, что чревато повреждением ДНК клеток и может привести к развитию рака легких. Радон является одной из основных причин развития этого заболевания. По оценкам, радон вызывает от 3 % до 14 % всех случаев рака легких в зависимости от среднего по стране уровня концентрации радона и распространенности курения [1].

Впервые повышенная заболеваемость раком легких была отмечена у шахтеров, работающих в урановых рудниках и подвергающихся воздействию радона в очень высоких концентрациях. Кроме того, исследования, проведенные в Европе, Северной Америке и Китае, подтвердили, что даже низкие концентрации радона, которые, например, часто регистрируются в жилых помещениях, создают риски для здоровья и способствуют развитию рака легких.

Увеличение средней концентрации радона за длительный период времени на 100 Бк/м^3 увеличивает примерно на 16% риск развития рака легких [1]. Считается, что соотношение доза – ответ является линейным, т. е. риск развития рака легких возрастает пропорционально увеличению воздействия радона.

Концентрация радона в атмосферном воздухе быстро падает до очень низкого уровня и, как правило, уже не представляет опасности ($(5-15) \text{ Бк/м}^3$). Однако внутри помещений, а также в плохо проветриваемых местах концентрация выше, причем наиболее высокие уровни наблюдаются в шахтах, пещерах и водоочистных сооружениях. В зданиях, – например, в жилых домах, школах и офисных помещениях – уровни концентрации радона могут сильно варьировать – от 10 Бк/м^3 до более чем $10\,000 \text{ Бк/м}^3$ [1]. Следовательно находящиеся в таких зданиях люди, возможно, сами того не сознавая, живут или работают в условиях очень высокой концентрации радона.

Концентрация радона внутри зданий зависит от многих факторов: геологических особенностей местности (например, содержание урана и проницаемость подстилающих пород и грунтов), пути поступления радона в здание из грунта, выделение радона из строительных материалов, частота смены воздушных масс в помещении за счет поступления атмосферного воздуха, что зависит от конструкции здания, привычек людей в отношении проветривания занимаемых помещений и герметичности здания.

Цель работы

Цель работы – исследование содержания радона в воздушной среде 1-го корпуса АМГУ.

Программа предварительных исследований и средство измерения

На первом этапе исследования проведены измерения OA_{Rn} в воздухе подвального помещения (самое большое количество радона поступает из почвы, находящейся под самим зданием через фундамент и полы), 1-го этажа 1-го корпуса (миграция воздуха из подвала на первый этаж) и в атмосферном воздухе. Исследования проводились в осенний и весенний периоды года. В сентябре почва оттаивает полностью и выделения радона максимальны, весной, когда за зиму почва промерзает на большую глубину, – они минимальны.

Измерение содержания радона выполнены прибором «Альфарад плюс – АР» в соответствии с методическими указаниями [2].

Результаты измерений объемной активности радона и оценка эквивалентной равновесной объемной активности радона

Контролируемой величиной в жилых домах, общественных и производственных зданиях и сооружениях, сдающихся в эксплуатацию после окончания строительства, капитального ремонта или реконструкции, а также в эксплуатируемых, является среднегодовое значение эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона ($ЭРОA_{Rn}$) в воздухе помещений.

В соответствии с [2] допускается проводить оценку ЭРОА_{Rn} в воздухе по результатам измерений объемной активности радона (ОА_{Rn}).

Результаты измерений ОА_{Rn} в воздушной среде приведены в табл. 1, а условия проведения измерений – в табл. 2.

Таблица 1

Результаты измерений ОА_{Rn} и расчетные значения ЭРОА_{Rn}

Время проведения исследований	19 апреля 2022 г.		28 сентября 2022 г.	
	ОА _{Rn} , Бк/м ³	ЭРОА _{Rn} , Бк/м ³	ОА _{Rn} , Бк/м ³	ЭРОА _{Rn} , Бк/м ³
Место измерения: - атмосферный воздух	7,0 ± 2	3,5	0,0	0,0
- 1 этаж, район главной лестницы	22,0 ± 8	11,0	53,0 ± 21	26,5
- подвальное помещение	74,0 ± 29	37,0	103,0 ± 41	51,5

Таблица 2

Условия проведения измерений

Время проведения исследований	19 апреля 2022 г.		28 сентября 2022 г.	
	атмосферный воздух	воздушная среда помещений	атмосферный воздух	воздушная среда помещений
Параметры среды: - температура воздуха, °С	15,1	28,0	12,0	23,0
- относительная влажность, %	39,0	18,0	40,0	28,0
- атмосферное давление, мм рт. ст.	731	731	746,0	51,5

Для пересчета измеренных значений ОА_{Rn} в значения ЭРОА_{Rn} применяется коэффициент F_{Rn} [2], характеризующий сдвиг радиоактивного равновесия между радоном и его короткоживущими дочерними продуктами распада в воздухе:

$$ЭРОА_{Rn} = F_{Rn} \cdot ОА_{Rn}. \quad (1)$$

Значения F_{Rn} определяют экспериментальным путем по результатам специальных многократных измерений ОА_{Rn} и ЭРОА_{Rn} радона в воздухе, характерные для данного региона, периода года или типа зданий. В связи с тем, что для нашего случая нет инструментальных данных, принимаем в соответствии с [2] значение F_{Rn} равным 0,5. Рассчитанные значения ЭРОА_{Rn} по формуле (1) представлены в табл. 1.

Анализ выполнения требования «ограничение природного облучения»

В эксплуатируемых жилых и общественных зданиях среднегодовая ЭРОА радона и торона в воздухе помещений не должна превышать ЭРОА_{Rnн}=200 Бк/м³ [3]. Корпуса учебных заведений относятся к общественным зданиям.

Помещение признается соответствующим нормативным требованиям [4], если выполняется условие

$$\text{ЭРОА}_{Rn} + \Delta < \text{ЭРОА}_{Rnн}, \quad (2)$$

где ЭРОА_{Rn} – значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона в помещении, Бк/м³; Δ – значение неопределенности оценки ЭРОА_{Rn} , Бк/м³; $\text{ЭРОА}_{Rnн}$ – значение норматива согласно действующим нормативным документам, Бк/м³ [3].

С учетом неопределенности результата измерения, рассчитанные значения ЭРОА_{Rn} (максимальное возможное значение 144 Бк/м³ по результатам предварительных исследований) не превышают 200 Бк/м³.

Однако содержание радона и его дочерних продуктов распада в помещениях с естественной вентиляцией в период, когда они закрыты, далеко не всегда возрастает и стабилизируется во времени. В закрытых помещениях, как и в эксплуатируемых, могут наблюдаться существенные временные вариации коэффициента равновесия, OA_{Rn} и ЭРОА_{Rn} . На рис. 1 приведены результаты исследования ЭРОА_{Rn} в закрытом помещении в здании офисного типа [4].

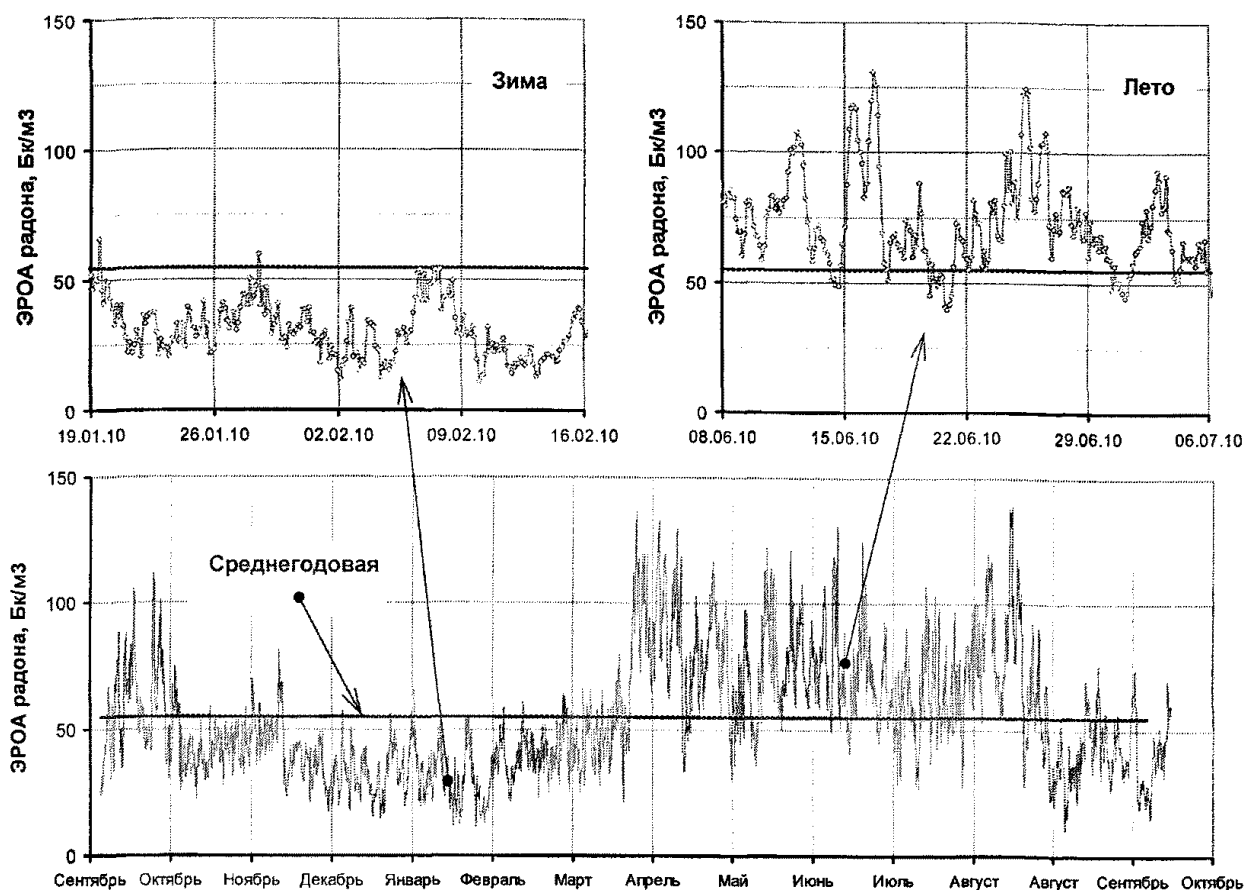


Рис. 1. Вариации ЭРОА_{Rn} в течение года в помещении офисного типа [4].

Заключение

Из результатов предварительных исследований можно сделать следующие выводы:

1) измеренные значения ЭРОА_{Rn} (11-51,5) Бк/м³ и OA_{Rn} (30-144) Бк/м³ в обследованных помещениях здания в среднем превышают среднемировые наиболее вероятные значения ЭРОА_{Rn} или OA_{Rn} радона в помещениях зданий, которые составляют, соответственно около 15 и 37 Бк/м³ [4];

2) измеренные значения $ЭРОА_{Rn}$ (0-3,5) Бк/м³ и $ОА_{Rn}$ (0-9) Бк/м³ в атмосферном воздухе в среднем не превышают среднемировые наиболее вероятные значения $ЭРОА_{Rn}$ или $ОА_{Rn}$ радона в атмосферном воздухе, которые составляют, соответственно около 6 и 10 Бк/м³ [4];

3) по результатам предварительных исследований содержание радона в обследованных помещениях считается повышенным [4];

4) максимальная концентрация радона и дочерних продуктов распада содержится в воздухе подвального помещения, это обусловлено тем, что в подвале система вентиляции не обеспечивает требуемый воздухообмен [5];

5) для уточнения среднегодовых значений $ЭРОА_{Rn}$ и $ОА_{Rn}$ в помещениях обследуемого здания необходимо провести исследования по методике, приведенной в [4]. Регулярные измерения необходимо осуществлять в течение года.

1. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health> (дата обращения 06.02.2023 г.).

2. МУ 2.6.1.2838-11 «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности». – Методические указания.

3. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормы».

4. МУ 2.6.1.037-2015 «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Определение среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений по результатам измерений разной длительности». – Методические указания.

5. Сегренёв, Я.С., Булгаков, А.Б. Исследование содержания радона в воздухе помещений 1-го корпуса ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет» // «День науки»: материалы XXXI научной конференции Амурского государственного университета (21 апреля 2022 г., Благовещенск). – Благовещенск: типография АмГУ, 2022. – С. 6-7.