

СОДЕРЖАНИЕ РАДОНА В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В работе представлены результаты по дозовым нагрузкам от радона и торона для жилых и других помещений Иссык-Кульской области. Получены предварительные результаты сезонной зависимости ОА радона и сезонных вариаций ОА радона. Определен коэффициент равновесия F для летнего периода. Впервые получены значения эквивалентной равновесной объемности радона для данного региона.

В последние десятилетия как в зарубежной, так и в отечественной литературе, появилось значительное количество статей и монографий, посвященных проблемам радиационного воздействия на население изотопов радона и их дочерних продуктов распада. По данным Научного комитета по действию атомной радиации при Организации объединенных наций (НКДАР ООН), за счет радона создается около половины общей дозы облучения населения от природных источников ионизирующего излучения.

Анализ, проведенный Комитетом по оценке риска здоровью при облучении радоном Национальной Академии Наук США (BEIR VI)[1], показал, что от 10 до 14 % случаев рака легких обусловлено облучением населения дочерними продуктами распада радона в жилищах. После курения облучение радоном является следующей основной причиной возникновения этого тяжелого заболевания.

Поскольку население большую часть времени проводит внутри жилых и производственных помещений, на дозу от природных источников ионизирующего излучения существенно влияют естественные радионуклиды (ЕРН), содержащиеся в материалах, а также особенности конструкций зданий. Ввиду того, что содержание ЕРН варьирует в широких пределах, индивидуальные дозы облучения в различного

вида зданиях изменяются в очень широком диапазоне: от значений в два раза ниже среднего до значений в 100 раз и более превышающих средние. Облучение населения от естественных радионуклидов (ЕРН), в первую очередь от радона, определяет дозовую нагрузку на население в любом регионе. Иссык-Кульская область в этом отношении не исключение.

Природный радиоактивный газ (^{222}Rn) присутствует в наружном воздухе и внутри всех зданий, включая рабочие места. Таким образом, он является неизбежным источником радиационного воздействия как в жилищах, так и на рабочих местах. В некоторых географических точках могут наблюдаться повышенные концентрации радона в зданиях, включая рабочие места. В особенности это относится к таким рабочим местам, как подземные рудники, природные пещеры, туннели, зоны медицинских процедур курортов с минеральными водами, станции фильтрования, где обрабатываются или хранятся грунтовые воды с высокой концентрацией радона. Однако нельзя забывать и о другом ЕРН, тороне (^{220}Rn), так как за счет дочерних продуктов распада (ДПР) торона формируется около трети всей дозы ингаляционного облучения.

С 1999 года силами Иссык-Кульского государственного университета (г. Каракол, Кыргызстан) и Уральского государственного технического университета (г. Екатеринбург, Россия) ведется радиационное обследование по определению объемной активности радона и торона в воздухе жилых и других помещений на территории Иссык-Кульской области.

Методы

Для получения комплексной информации по дозовым нагрузкам от радона и торона используется сочетание инспекционных аспирационных методов определения объемных активностей радона и ДПР радона и торона с интегральными методами измерений [2].

Аспирационный метод измерения радона основан на модифицированном методе Маркова-Герентьева, что позволяет оценить не только содержание ДПР радона, но и ДПР торона в воздухе жилых помещений [3].

Дополнительной особенностью использования аспирационных методов измерения эквивалентной равновесной активности радона (ЭРОА) является возможность оценки значения коэффициента равновесия F между радоном и его дочерними продуктами распада (ДПР) по сдвигу равновесия между отдельными дочерними продуктами распада [2].

Для интегрального метода используются интегральные трековые радиометры радона (ИТРР) пассивного типа. Экспозиция ИТРР в течении 1-3 месяцев позволяет достаточно надежно судить о средних значениях объемной активности радона.

Результаты

Все обследованные помещения были разделены по двум основным типам зданий: дома сельского типа и квартиры городского типа. Наибольшее число измерений проведено в домах сельского типа. Общее число измерений составило всего 113 в городских квартирах и 630 в сельских домах. В 73 городских и 306 сельских домах измерения проводились полносезонно, как в летний период года, так и в зимний. В

основном ОА радона могут быть описаны логнормальным распределением (рис.1 и 2).

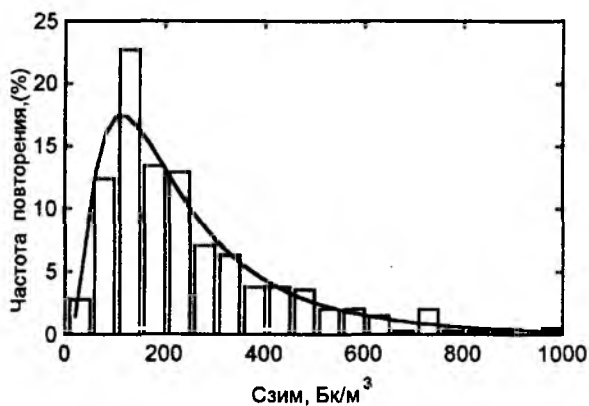


Рис.1. Распределение ОА радона в зимний период в домах сельского типа

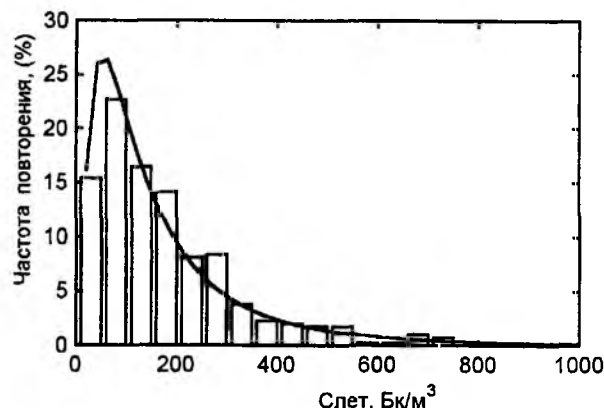


Рис.2. Распределение ОА радона в летний период в домах городского типа

При изучении полученных данных просматривается очень малое отличие между ОА радона в городских и сельских домах. Разница между сельскими и городскими жилищами ($p < 0,05$) может быть обнаружена лишь в подвыборках измерений в северной и южной частях Иссык-Кульской области. Параметры распределения ОА радона представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры распределения ОА радона

Тип здания	Зимний сезон			Летний сезон		
	Ср. арим, Бк/м ³	Ср. геом., Бк/м ³	СГО	Ср. арим, Бк/м ³	Ср. геом., Бк/м ³	СГО
Городские	235	211	2,16	212	124	3,07
Сельские	267	200	2,13	181	123	2,51

Были получены предварительные результаты сезонной зависимости ОА радона $C_{зим} = f(C_{лет})$, $C_{лет} = f(C_{зим})$ и сезонной вариации ОА радона $C_{зим} - C_{лет}$. Эти параметры могут быть использованы для оценки среднегодовых значений ОА радона по результатам измерений, проведенных в течении одного сезона.

Существует статически значимая положительная разность между $C_{зим} - C_{лет}$, но не наблюдается статистически значимой достоверной корреляции между этой разностью и значением $C_{зим}$ или $C_{лет}$.

Распределение $C_{зим} - C_{лет}$ может быть описано нормальным распределением, что представлено на рисунках 3 и 4. Параметры этого распределения представлены в таблице 2. Следует отметить, что различия в величинах данных параметров не являются статистически значимыми.

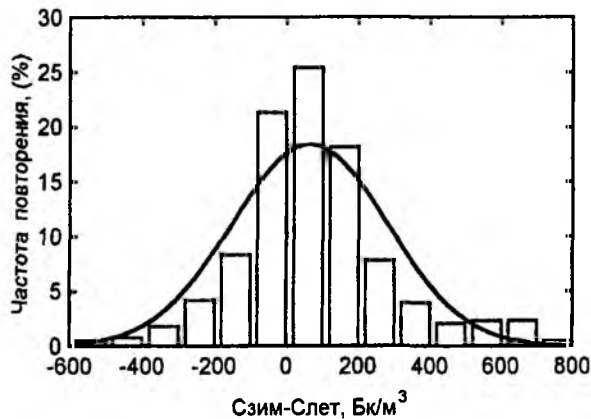


Рис.3. Распределение разности $C_{зим}-C_{лет}$ в сельских домах

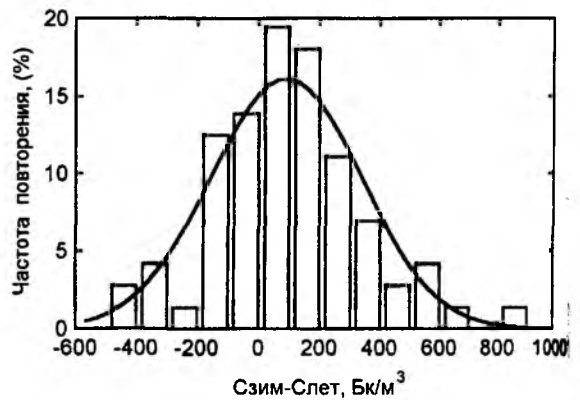


Рис.4. Распределение разности $C_{зим}-C_{лет}$ в городских домах

Таблица 2.
Распределение разности сезонных вариаций ОА района $C_{зим}-C_{лет}$

Тип здания	Ср. арифм., Бк/м ³	Стандартное отклонение, Бк/м ³
Городские	90	247
Сельские	86	284

Для определения коэффициента равновесия F мы использовали результаты исследований проведенных в летний период года по сдвигу равновесия между $Р\alpha-218$ и $Р\beta-214$. Распределение для коэффициента равновесия можно считать логнормальным. В публикации 65 МКРЗ [4] рекомендовано использовать значение коэффициента равновесия $F = 0,4$. Полученный нами коэффициент равновесия для летнего периода года был округлен $F = 0,3$, что значительно ниже рекомендованного значения.

Значения распределения коэффициента равновесия представлены в таблице 3.

Таблица 3.
Распределение коэффициента равновесия, F

Тип здания	Среднее арифметическое	Среднее геометрическое	СГО
Городские	0.26	0.21	2.20
Сельские	0.28	0.24	3.00

Результаты исследований показали, что нет адекватных моделей для описания сезонных вариаций района. Поэтому среднегодовое значение ЭРОА района были рассчитаны с использованием непосредственных парных измерений ОА района, проведенных летом и зимой, а так же измеренных значений коэффициента равновесия

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ. МАТЕМАТИКА. ФИЗИКА

Р. Для холодного периода года мы условно приняли $F = 0,5$, так как замеры в зимний период года не велись. Полученные результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5

Параметры распределения среднегодовых значений ЭРОА радона

Тип здания	Число измерений	Ср. арифм, Бк/м ³	Ср., геомет, Бк/м ³	СГО
Городские	73	82	65	1,97
Сельские	396	74	62	1,82
Всего	472	75	62	1,84

Полученные различия для среднегеометрических значений не являются статистически значимыми. Ожидаемая из параметров распределения часть жилищ с ЭРОА радона выше 200 составляет 2,8 %. Реально наблюдаемая доля жилищ с превышением данного санитарно-гигиенического уровня составила 3,0 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Health Effects of Exposure to Radon. Committee on Health Risks of Exposure to Radon (BEIR VI). National Academy Press. Washington, 1999.
2. Жуковский М.В., Ярошенко И.В. Радон: измерение, дозы, оценка риска. Екатеринбург: УрО РАН, 1997.
3. Терентьев М.В. Совместное определение концентраций ^{222}Rn и ^{220}Rn в воздухе //Атомная энергия. 1986. Т. 61, № 3. С. 192-195.
4. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах. Публикация 65 МКРЗ. М.: Энергоатомиздат. 1995.