

УДК 616-092:574.24:502.53:314.4(575.2)

## РОЛЬ РАДОНА В СУММАРНОМ ОБЛУЧЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ

*Б.Т. Калиев*

Установлено, что облучение происходит в основном продуктами распада радона. Среди них есть твердые радиоактивные вещества, образующие аэрозоли. Эти соединения долго находятся во взвешенном состоянии в воздухе и попадают в организм через дыхательные пути и с пищей.

*Ключевые слова:* радиация; радон; Кыргызская Республика.

---

## ROLE OF RADON IN SUMMARY POPULATION RADIATION EXPOSURE

*B. T. Kaliev*

It was found, that radiation exposure is mainly by radon radioactive decays. They include solid radioactive substances, which form aerosols. These radon decay products presence long time in the air and penetrate in organism through respiratory system and with food.

*Keywords:* radiation; radon; the Kyrgyz Republic.

На территории Кыргызстана сохранилось более 49 урановых хвостохранилищ, которые в той или иной мере оказывали и оказывают свое действие на здоровье человека, проживающего вблизи от них. В Кыргызстане множество мест выхода радона в виде термальных источников. Славятся курорты ущелий Алтын-Арашан, Ак-Су, Джеты-Огуз, долины Джууку.

Обедненный уран и его продукты распада, как правило, представляют наибольшую опасность для здоровья человека в случае их попадания в организм при заглатывании или вдыхании.

В организме уран представляет угрозу, будучи одновременно токсическим тяжелым металлом и радиоактивным веществом. К тому же существует ряд признаков, которые указывают на возможный синергизм этих двух типов воздействия на организм. Механизм действия активных материалов хвостохранилищ на экологию Кыргызстана достаточно хорошо изучен и обобщен [1].

По данным Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН, наибольшая часть дозы облучения (около 80 % от общей), получаемой населением в обычных условиях, связана именно с природными источниками радиации. Более половины этой дозы обусловлено присутствием газа радона и его дочерних продуктов распада в воздухе зданий, в которых человек проводит более 70 % времени [2].

Человеческий организм подвергается воздействию многими видами излучения. Среди них особую опасность представляет радоновое [3].

Радон тяжелее воздуха, поэтому, поднявшись из глубин, где он образуется, может скапливаться в подвалах зданий, проникая оттуда и на нижние этажи. Повышает опасность для населения и характерная особенность зданий в период отопления – понижение давления в помещениях относительно атмосферного. Этот эффект приводит не просто к диффузионному поступлению радона в помещения, а к отсосу зданием радона из грунта.

Распадаясь, радон испускает альфа-частицы, которые вызывают облучение поверхности кожи и легочной ткани. Кроме того, распад радона сопровождается образованием радиоизотопов свинца, висмута и полония. Продукты распада радона – радиоактивные твердые вещества, которые образуют аэрозоли – частицы настолько мелкие, что они могут очень долго находиться во взвешенном состоянии в воздухе, вместе с ним попадать в легкие и вызывать внутреннее облучение.

В 1977 г. научным комитетом ООН по воздействию атомной радиации радон был определен как основной источник опасности для населения.

При определении дозы радиации, вредной для здоровья человека, существуют две концепции. Первая исходит из представления о том, что есть некая пороговая доза, ниже которой радиация не только безвредна, но даже полезна для организма.

Эта теория возникла, очевидно, по аналогии с представлением о малых дозах ядов, помогающих лечить ряд болезней, или малых доз алкоголя, улучшающих самочувствие человека. Однако если малые дозы ядов или алкоголя попросту активизируют отдельные клетки организма, то даже незначительные дозы излучения попросту уничтожают их. Поэтому многие придерживаются другой, беспороговой концепции. Согласно ей вероятность заболеть раком прямо пропорциональна полученной в течение жизни дозы радиации. А значит, не существует никакой минимальной дозы, ниже которой радиация была бы безвредной.

Радиационное повреждение тканей и/или органов зависит от полученной дозы облучения или поглощенной дозы, которая выражается в грях (Гр). Эффективная доза используется для измерения ионизирующего излучения с точки зрения его потенциала причинить вред. Зиверт (Зв) – единица эффективной дозы, в которой учитывается вид излучения и чувствительность ткани и органов.

Зиверт (Зв) – это единица взвешенной дозы радиации, называемой также эффективной дозой. Она дает возможность измерить ионизирующее излучение с точки зрения потенциала нанесения вреда. Зв учитывает вид радиации и чувствительность органов и тканей.

Подсчет вклада радона в формирование средней дозы облучения человека в процессе его жизни дает следующие результаты. Общий вклад естественного облучения в дозовую нагрузку составляет около 72 %. При этом в облучении вклад космического излучения в общую дозу облучения человека от естественных источников составляет почти 14 %, внешнее и внутреннее естественное гамма-излучение – по 16 % каждое. Вклад радона оценивается в 54 %, т. е. более половины годовой дозы от всех природных источников излучения человек получает через воздух, облучая радоном свои легкие во время дыхания.

Радон-222 – коварный газ. Население считает его, как и все инертные газы, безвредным. Радон –  $^{222}\text{Rn}$  – является продуктом распада радия-226, в свою очередь, образующегося в процессе радиоактивного распада естественного урана-238. Это радиоактивный бесцветный и без запаха инертный газ с периодом полураспада 3,82 суток. Он в 7,5 раз тяжелее воздуха. Этот газ и образующиеся короткоживущие продукты его распада являются интенсивными альфа-излучателями. Энергия альфа-частиц колеблется от 5,48 до 7,68 Мэв. Это обуславливает их активное воздействие на биологические ткани внутренних органов человека (бронхи, легочный эпителий и т. д.). Существует газообразный продукт распада  $^{232}\text{Th}$  – торон

( $^{220}\text{Rn}$ ) с периодом полураспада 55 сек. В радиологическом плане он менее опасен, но при определенных условиях торон может создавать повышенные концентрации, и “тороновый” фактор в областях развития торийсодержащих пород.

Короткоживущие продукты распада изотопов радона, попадая в ЖКТ (с водой, пищей, в процессе самоочищения легких и т. д.), практически не достигают его стенок и распадаются в его содержимом и слизистом отделяемом, не поступая в кровь. При поступлении в ЖКТ долгоживущих продуктов распада резорбция их в кровь зависит от химических свойств вещества, физиологического состояния пищеварительного тракта, состава пищевого рациона и т. д. Резорбция изотопа полония Po 210 из ЖКТ принята равной 6, изотопа Pb 210 – 8.

Дополнительным элементом радиологической защиты, который появился со временем, является осознание относительных рисков у женщин и мужчин. Сегодня общий риск развития смертельных раковых заболеваний у женщин при воздействии малыми дозами облучения почти на 50 % выше, чем у мужчин. Почти 45 % дополнительного риска у женщин на единицу облучения является следствием особой чувствительности женской груди к облучению. Если рассматривать процентное отношение раковых заболеваний, то, независимо от уровня смертности, это сравнение становится несколько выше, т. е. для женщин риск заболеть какой-либо формой рака от радиоактивного облучения более чем на 58 % выше, чем для мужчин.

В результате новых исследований взаимодействия излучения с живой клеткой были сокращены максимально допустимые дозы, например в 1990 г. она вновь снижена до 0,1 бэра в год (0,5 бэра в 1959 г.)

**Воздействие излучения на внутриутробный и детский возраст.** Исследователи отметили неожиданное продолжение этого воздействия на репродуктивный цикл крыс даже через девять месяцев после однократного уранового облучения. Они показали, что уран пересекает границу плаценты и концентрируется в ткани плода. Существует целый букет последствий внутриутробного облучения на развитие центральной нервной системы – это олигофрения, снижение умственных способностей и успеваемости в школе, а также различные приступы.

Источники поступления радона, непосредственно связанные с земными недрами, представляют две группы:

1. Источниками являются сами горные породы, и радон поступает в дома за счет высокого геохимического фона радона в породах. Этот повышенный местный геохимический фон (например,

при концентрации радона в грунтах более 50–100 Бк/л) может создать значительные по площади радоносные участки, в пределах которых концентрация радона практически повсеместно может превышать ПДК в десятки раз (до 1000 Бк/м<sup>3</sup>);

2. Источником являются радоносные тектонические зоны, которые характеризуются резко аномальными (во много раз превышающими местный геохимический фон) концентрациями радона, четко выраженными линейными размерами (как правило, ширина таких зон составляет десятки-первые сотни метров при протяженности во многие сотни и тысячи метров). Концентрация радона в атмосфере домов, располагающихся над такими зонами, может достигать ураганно-высоких значений до десятков тысяч Бк/м<sup>3</sup>.

В [1] приводится такой факт, что уровень излучения в жилых помещениях г. Майлуу-Суу и его окрестностях во много раз превышает допустимый и достигает 650 Бк/м<sup>3</sup>. Естественно, что, находясь постоянно в таких жилых домах, жители не могут быть здоровыми и у них отмечаются заболевания с многообразными клиническими синдромами, в том числе с такими признаками, как и у пострадавших от ионизирующего излучения в том числе от радона.

#### **Выводы**

1. Радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада составляет примерно 3/4 годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации

2. Облучение происходит в основном продуктами распада радона, среди которых есть твердые радиоактивные вещества, образующие аэрозоли, долго находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе и попадающие в организм через дыхательные пути и с пищей.

3. Внутреннее облучение имеет линейный характер и в любом случае повреждает клетки. При однократных малых дозах облучения клетки могут еще восстанавливаться, а при больших облучениях повреждения носят необратимый характер и их последствия могут привести к онкозаболеваниям даже через много лет после однократного облучения.

4. Женщины на 50 % более подвержены облучению, особенно клетки молочной железы.

5. Общая радиоактивность в помещении, определяемая по гамма-съемке, не всегда может характеризовать опасность радонотделения. Контроль интенсивности гамма-излучения строительных материалов посредством гамма-радиометров не гарантирует чистоты по радону для строящихся из этих материалов зданий. Опасность помещений и строительных материалов по радону необходимо контролировать непосредственно только по радону.

6. Необходимо составить карту радоноопасности Кыргызстана, отдельных помещений, а также материалов, из которых изготавливают строительные конструкции.

7. Необходимо широкое оповещение населения о скрытых местах скопления радона и источниках радоноизлучения и механизмах его действия.

#### **Литература**

1. *Быковченко Ю.Г.* Техногенное загрязнение ураном биосферы Кыргызстана / Ю.Г. Быковченко, Э.И. Быкова, Т. Белеков и др. Бишкек: АО “Алтын-Тамга”, 2005.
2. *Смит Брайс.* Новые факторы риска для здоровья от урана / Брайс Смит, Арджун Макхиджани // IEEER Энергетика и безопасность. 2005. № 32.
3. *Кононенко Д.В.* Оценка радиационного риска для населения Санкт-Петербурга при облучении радоном / Д.В. Кононенко; Санкт-Петербургский научно-исследов. ин-т радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева. 2013. № 6 (1). С. 31–37.