

С.М. Киселев**ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ МКРЗ К РЕГУЛИРОВАНИЮ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ РАДОНА****S.M. Kiselev****Evolution of Approaches of ICRP to the Regulations of Protection of the Population from Radon**

РЕФЕРАТ

В конце 2014 г. Международная комиссия по радиологической защите выпустила публикацию «Радиологическая защита от облучения радоном» (Публикация 126 МКРЗ). В подготовке публикации приняли участие специалисты из Франции, России, Норвегии, Германии, Австралии, Канады, Швейцарии и Китая. Этим документом Комиссия завершила очередной цикл рекомендаций по проблеме регулирования защиты населения от радона, основанных на анализе современных научных данных о воздействии радиоактивного газа на здоровье человека. В работе представлена история развития подходов МКРЗ к регулированию «радоновой проблемы», изложена современная методология защиты населения в жилищах и на рабочих местах.

Ключевые слова: радон, МКРЗ, рак легкого, регулирование, референсные уровни, национальная стратегия, национальный план действий

ABSTRACT

In late 2014, the International Commission on Radiological Protection issued a publication “Radiological Protection against Radon Exposure” (ICRP 126). An international expert team (France, Norway, Russia, Canada, Australia, Germany, Switzerland and China) was organized to prepare this document. With this document the Commission completed the cycle of modern recommendations on the radon issue, based on the analysis of current scientific evidence of the impact of the radioactive gas on human health. The paper presents the development of approaches of ICRP for regulating public radon exposure and also outlines modern approaches to the public protection against radon exposure in homes and at workplaces

Key words: radon, ICRP, lung cancer, regulation, reference levels, national strategy, national action plan

Введение

В настоящее время большое внимание международных и общественных организаций уделяется обсуждению и разработке подходов к обеспечению защиты населения от природного радиоактивного газа радона. С радиологической точки зрения радон является доминирующим источником облучения населения. Его вклад в суммарную дозу облучения составляет более 50 %. Оценивая медицинские последствия воздействия радона на организм человека, следует отметить, что Международное агентство по исследованию рака отнесло радон к соединениям, классифицируемым как канцероген для человека [1]. В настоящее время убедительно продемонстрирована связь между раком легкого и облучением радоном в жилищах, при этом отмечено, что радон является вторым по значимости (после курения) фактором риска возникновения легочной онкопатологии. По разным оценкам авторитетных международных организаций, от 3 до 14 % случаев рака легких обусловлено облучением населения дочерними продуктами распада радона в жилищах [2].

Учитывая данные обстоятельства, ограничение облучения населения радоном является важной научно-практической задачей, решение которой в настоящее время выходит за рамки исключительно радиологических аспектов и приобретает широкое звучание в контексте общественного здравоохранения. Контролируемость облучения радоном лежит в основе регулирования данной ситуации облучения,

разработка стратегии и тактики которого является предметом рекомендаций и требований авторитетных международных организаций по радиационной безопасности. Целью настоящей работы является ознакомление специалистов, занимающихся проблемой обеспечения защиты населения от радона, с новыми тенденциями в управлении «радоновым риском», изложенными в современных рекомендациях МКРЗ.

Развитие подходов МКРЗ к регулированию защиты населения от радона

Обращаясь к истории развития радоновой проблемы, следует отметить, что ее начало было положено еще в XVI в., когда была обнаружена высокая смертность шахтеров в центральной Европе [3]. В конце XIX в. было диагностировано заболевание — рак легкого и выдвинуто предположение о прямой связи развития легочной онкопатологии у шахтеров с воздействием радиоактивного газа. Результаты первых эпидемиологических исследований, проведенных в 60-х гг. XX столетия, подтвердили связь облучения шахтеров радоном с развитием рака легкого.

Интенсификация деятельности по добыче и переработке урана в середине XX в. остро поставила задачу обеспечения безопасности персонала урановых рудников от воздействия радона и инициировала разработку серии рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите, основанных на установлении ограничений ингаляционного посту-

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна ФМБА России, Москва. E-mail: sergio@gmail.com

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA, Moscow, Russia. E-mail: sergio@gmail.com

пления радона в организм человека (МКРЗ 24, 32, 39, 47) [4–7].

Позднее исследования, проведенные в жилых помещениях, показали, что радон вносит существенный вклад в облучение населения. Это привлекло особое внимание к проблемам обеспечения радонобезопасности населения и инициировало выпуск базовых рекомендаций МКРЗ по этому вопросу, изложенных в Публикации 65 (МКРЗ 65, 1993) [8].

В документе сформулирован единый подход к защите населения от радона в жилищах и на рабочих местах. Регулирование осуществлялось путем установления уровней действия (600 Бк/м^3 — в жилищах и 1500 Бк/м^3 на рабочих местах), превышение которых диктовало необходимость применения мер по снижению содержания газа в помещениях. Таким образом, подходы МКРЗ базировались на концепции защиты наиболее облучаемых групп населения. В соответствии с рекомендациями МКРЗ и требованиями МАГАТЭ (1996) в различных странах были введены нормативы на содержание радона в жилищах. Важность проблемы регулирования облучения населения от радона была широко воспринята в различных странах мира, что, в свою очередь, инициировало проведение национальных радоновых обследований. Это позволило провести предварительные оценки масштабов радоновой проблемы и определить ее значимость на национальном уровне. В развитие рекомендаций МКРЗ в России в 1994 г. была принята федеральная целевая программа «Радон», целью которой являлось формирование научно-методической, технической и организационной базы для решения вопросов обеспечения радонобезопасности населения на национальном уровне [9].

С момента выпуска Публикации 65 прошло более 20 лет. За это время изменилось многое. Накоплен большой международный опыт регулирования данной проблемы, более детально проработана экспериментальная основа оценки рисков облучения населения от радона, кардинально изменилась система радиологической защиты. Эти обстоятельства обусловили необходимость пересмотра рекомендаций МКРЗ по радону с учетом современных реалий. В связи с этим на заседании Главной комиссии МКРЗ в г. Порто (Португалия) 6–16 ноября 2009 г. была сформирована международная рабочая группа с целью разработки новых рекомендаций по защите от радона взамен Публикации 65. В качестве научной и методической основы разрабатываемого документа использованы материалы предыдущей Публикации 65, Публикаций 101 и 103, заявление Главной Комиссии по радону [8, 10, 11].

Одним из наиболее проблемных моментов публикации 65 являлось то, что основу оценки рисков от воздействия радона составляли эпидемиологические исследования, полученные на когортах шахтеров урановых рудников, перенос которых на население

по ряду известных причин является некорректным. После выхода Публикации 65 изучение эффектов воздействия радона на здоровье населения получило довольно интенсивное развитие. С 1980-х гг. в Европе, Северной Америке и Китае были проведены обширные эпидемиологические исследования по оценкам риска для населения в жилищах, которые выполнялись по методу «случай—контроль». При этом была проделана поистине гигантская работа по достижению необходимой статистической мощности исследований. Результаты этой деятельности позволили впервые провести прямую оценку риска для населения без необходимости экстраполяции параметров риска, полученных в исследованиях среди шахтеров. Эти результаты развития «радоновой проблемы» были проанализированы в рамках Международного радонового проекта, который был инициирован Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 2005 г. Научный комитет по действию атомной радиации ООН (НКДАР ООН) опубликовал научный доклад по оценке результатов проведенных эпидемиологических исследований, в котором указывается, что в настоящее время представляется обоснованным принять оценку избыточного относительного риска, равную $0,16$ на 100 Бк/м^3 , как подходящую, возможно консервативную, оценку (пожизненного) риска от радона в жилищах [12].

Учитывая результаты Международного радонового проекта ВОЗ, научные оценки НКДАР ООН, МКРЗ выпустила в 2010 г. Публикацию 115 «Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада» [13]. В ней представлены результаты анализа эпидемиологических данных, на основе которых проведена переоценка показателей номинального риска заболеваемости раком легкого при облучении радоном. При этом были учтены только исследования, выполненные методом «случай—контроль», как дающие наиболее надежные результаты. В результате было показано, что номинальный риск возникновения легочной онкопатологии при облучении радоном в жилищах в два раза превышает аналогичный показатель, представленный в Публикации 65. Опираясь на результаты эпидемиологических исследований, МКРЗ выпустило заявление по радону (Порто, ноябрь 2009 г.), в котором рекомендовало снизить нормируемые значения по объемной активности радона в жилищах [13].

Результаты эпидемиологических исследований в жилищах послужили научно-практической основой для пересмотра не только количественных показателей нормируемой величины, но и методологии защиты населения от данного компонента природного облучения.

В соответствии с новой системой радиологической защиты, постулированной в Публикации МКРЗ

103, ситуация облучения населения радоном относится к ситуации существующего облучения [11]. Принципы регулирования данной ситуации облучения базируются на установлении референсных уровней и применении принципа оптимизации при принятии и реализации соответствующих мер защиты. Концепция референсного уровня отличается от концепции уровней действия. По мнению МКРЗ и ВОЗ, подход, при котором меры по снижению радона в помещениях рекомендовались только в случае превышения уровней действия (65 МКРЗ), создавал неверное представление, что воздействие ниже этого уровня является безопасным. Действительно, результаты анализа объединенных эпидемиологических исследований в жилищах, проведенного в рамках радонового проекта ВОЗ, убедительно продемонстрировали следующее:

- риск рака легкого увеличивается линейно с долгосрочной радоновой экспозицией (30 лет);
- нет свидетельств наличия порога;
- риск возрастает статистически значимо даже при умеренных содержаниях радона в жилых помещениях (50–100 Бк/м³);
- большинство обусловленных радоном раков легкого вызвано скорее низкими и средними концентрациями радона, чем высокими, потому что, в общем, меньшее количество людей подвергается воздействию высоких объемных активностей радона.

В противовес концепции уровней действия, референсный уровень представляет собой уровень дозы, риска или концентрации радионуклидов, допущение превышения которого при планировании считается неприемлемым, а ниже которого должна осуществляться оптимизация защиты. Следствием применения подхода к регулированию на основе референсного уровня является то, что оптимизация должна применяться как оправданная мера выше и ниже референсного уровня, а не только когда он превышает. Это является краеугольным камнем современной методологии регулирования радоновой проблемы, изложенной в новой публикации 126 МКРЗ «Радиологическая защита от радона» [14]. Основная идея современной стратегии регулирования радоновой проблемы заключается не только в снижении индивидуальных рисков от радона для наиболее облучаемых лиц, но и в направленности на последовательное снижение общего коллективного риска для всего населения.

Новые методические аспекты регулирования защиты населения от радона, представленные в Публикации 126 МКРЗ

В соответствии с новыми эпидемиологическими данными, МКРЗ рекомендует установить верхнюю границу производного референсного уровня по

объемной активности радона в жилищах на уровне 300 Бк/м³ вместо верхней границы уровня действия 600 Бк/м³, рекомендованного МКРЗ в Публикации 65. В дозовом эквиваленте это значение соответствует среднегодовому облучению населения 10 мЗв/год, учитывая дозовый коэффициент, рассчитанный на основе условного дозового перехода и пересмотренного значения номинального коэффициента риска [13]. Вместе с тем, Комиссия настоятельно рекомендует национальным регуляторам установить производный референсный уровень в диапазоне от 100 до 300 Бк/м³ с учетом социально-экономических условий в каждой стране. Целесообразность установления значений референсных значений на как можно более низком уровне обусловлена направленностью на достижение стратегической цели, заключающейся в снижении заболеваемости и смертности населения от онкологических заболеваний легких.

Для контроля облучения населения Комиссия рекомендует применять универсальный подход, направленный на управление зданием или местом, где существует ситуация облучения индивидуума радоном, независимо от предназначения здания и типа его обитателей. Мнения МКРЗ, МАГАТЭ и Еврокомиссии схожи в данном подходе. Для жилых, общественных помещений и классических рабочих мест рекомендуется установить единый референсный уровень в единицах объемной активности радона не более 300 Бк/м³.

При рассмотрении вопросов регулирования облучения на рабочих местах, Комиссия отмечает, что на большинстве рабочих мест облучение радоном является побочным и не рассматривается как профессиональное. Однако конечное решение остается за национальными властями, которые могут отнести облучение работников радоном на некоторых рабочих местах (например, термальные курорты, пещеры и другие подземные рабочие места) к категории профессионального облучения.

Для контроля облучения на рабочих местах МКРЗ предлагает использовать ступенчатый подход. На начальном этапе рекомендуется установить референсный уровень как в жилых помещениях — 300 Бк/м³ в случае, если облучение работников не является следствием их профессиональной деятельности, напрямую связанной с источником облучения. Если проведение радонозащитных мероприятий не позволяет снизить содержание радиоактивного газа на рабочем месте до установленного норматива, то его значение корректируется в сторону увеличения с учетом временных параметров облучения работника и соблюдения верхнего предела по эффективной дозе 10 мЗв/год. В этом случае устанавливается производный референсный уровень по объемной активности радона 1000 Бк/м³ в качестве отправной точки для примене-

ния требований защиты от профессионального облучения. Воздействие радона на рабочем месте следует рассматривать как составляющую профессионального облучения в том случае, если, несмотря на все усилия, облучение остается выше референсного уровня (более 10 мЗв/год, 1000 Бк/м³).

Применение принципов регулирования защиты населения от радона в ситуации планируемого облучения (установление предела дозы, организация учета индивидуального контроля доз) должно применяться, если национальные власти сочтут, что ситуация облучения радоном должна трактоваться как ситуация планируемого облучения (например, работа с радиоактивными веществами, являющимися непосредственными источниками поступления радона в воздушную среду помещений, в частности, добыча урана в урановых рудниках).

Одной из существенных особенностей современных рекомендаций МКРЗ является изменение подхода к оценке эффективной дозы облучения при ингаляционном поступлении радона и дочерних продуктов его распада. Комиссия решила отойти от ранее применяемого подхода к оценке эффективной дозы от радона на основе условного дозового перехода и использовать классические дозиметрические модели для расчета доз внутреннего облучения при ингаляционном поступлении радионуклидов. Целесообразность этого решения вызывает сомнения и вполне оправданные опасения, обусловленные возможным усложнением регулирования радона на рабочих местах. Учитывая сложность дозиметрических моделей и значительную вариабельность параметров, зависящих от качества внутренней среды помещений, следует ожидать высокую степень неопределенности в оценках доз облучения.

В новой Публикации уделено внимание проблеме адресности защиты критической группы населения — табакокурильщиков как наиболее уязвимой в отношении воздействия радиоактивного газа на развитие заболеваний легкого. В документе отмечается, что, несмотря на то, что абсолютный риск возникновения рака легких, обусловленного радоном, у курильщиков значительно превышает аналогичный показатель у некурящих людей, Комиссия рекомендует не делать различий в подходах к защите этих групп населения, основываясь на факте добровольного выбора человеком пристрастия к табакокурению. Вместе с тем, учитывая, что радон и табакокурение являются основными факторами риска при развитии легочной онкопатологии, МКРЗ отмечает необходимость скоординированной политики при реализации национальных стратегий по защите населения от радона и снижению потребления табачных изделий.

Формирование комплексного подхода к решению проблемы защиты населения от радона: разработка национальных радоновых программ

Учет современных рекомендаций требует пересмотра стратегии мер по ограничению облучения населения радоном. Согласно рекомендациям Комиссии, национальным органам власти, ответственным за регулирование защиты населения от природных источников облучения, рекомендуется установить национальные референсные уровни с учетом преобладающих экономических и социальных условий, а затем применить процесс оптимизации защиты в своих странах. Значимое уменьшение коллективной дозы облучения населения радоном, сопровождающееся заметным снижением индуцированной радоном онкологической заболеваемости, может быть достигнуто при планомерном снижении общего уровня облучения радоном в жилищах. Эта задача может быть решена путем формирования национальной стратегии защиты населения от источников природного облучения. Для обеспечения выполнения национальной стратегии органы власти с участием соответствующих заинтересованных сторон должны разработать национальный план действий, рассчитанный на долгосрочную перспективу его реализации.

Спектр сторон, имеющих отношение к решению проблемы радона, широк и включает домовладельцев, работодателей, местные органы власти, строителей, архитекторов и специалистов в области здравоохранения. Решение о проведении тестирования или реабилитационных мероприятий находится в ведении, в первую очередь, частного собственника жилья или управляющего. Решение о прекращении курения принимают курильщики (курение значительно повышает риски при воздействии и радона). Многие из решений, касающихся защиты новых домов от радона, принимаются в первую очередь проектировщиками и строителями. Решения в отношении финансирования, правил и образовательных программ находятся в компетенции, прежде всего, государственных и общественных органов. Поэтому реализация радоновой программы требует совместного участия государственных, региональных и местных организаций, отвечающих за здравоохранение, строительство и защиту от ионизирующего излучения. Ключевым элементом радоновой программы является развитие инфраструктуры взаимодействия между организациями и экспертами, такими как научно-исследовательские институты, общественные или частные лаборатории, занимающиеся измерениями радона, инженеры и ученые строительного профиля, специалисты строительной промышленности.

Основными направлениями реализации национального плана действий являются развитие и совер-

шенствование профилактических и корректирующих мер защиты. Профилактические меры направлены на предупреждение или удержание на минимальном разумно достижимом уровне облучения людей за счет реализации радонозащитных мероприятий на этапах планирования, проектирования и строительства зданий и (или) выбора места его расположения. Применение корректирующих мер защиты направлено на снижение облучения населения в существующих зданиях до разумно достижимого минимального уровня. Это длительный процесс, который включает в себя выявление помещений с повышенными уровнями радона и проведение радонозащитных мероприятий с целью снижения поступления радиоактивного газа в помещение. В экономическом плане профилактические меры всегда являются наиболее выгодными, но, как показывает практика, их успех зависит от четко проработанной методической и практической системы их реализации.

Политика в отношении радона должна осуществляться с учетом других рисков для здоровья, выявленных в стране. Более того, она должна сочетать действия с другими реализуемыми в области общественного здравоохранения мерами, такими как борьба с табакокурением, удаление асбеста, а также рядом других мероприятий, направленных на улучшение качества воздушной среды в помещениях. Это позволит избежать возникновения возможных противоречий и достичь лучшей эффективности в реализации радоновой стратегии.

Очевидно, что для успешной реализации радоновых программ необходим поиск эффективных механизмов вовлечения населения в данный процесс. Резюмируя опыт национальных регуляторов в разных странах мира, стоит отметить, что в настоящее время население в целом не осознает значимость данной проблемы. Отсутствие понимания радоновой проблемы населением и, как следствие, нежелание нести дополнительные расходы на проведение радонозащитных мероприятий, определяют низкую степень доверия населения к деятельности регулятора. В связи с этим развитие коммуникативных стратегий, работа с населением, заинтересованными сторонами являются определяющими элементами успешной реализации радоновых программ.

Изложенные выше рекомендации такой авторитетной организации, как МКРЗ, нашли широкое применение в ряде стран. Подтверждением тому является также издание новой редакции базовых стандартов безопасности Европейского Союза, которые учитывают современные рекомендации МКРЗ в области снижения радоновой опасности. Более того, была принята Директива ЕС, обязывающая утвердить к **6 февраля**

2018 г. в 28 государствах-членах национальные планы действий, как оптимальную форму межведомственного взаимодействия на национальном уровне различных ведомств и неправительственных заинтересованных организаций. В этом плане подходы МКРЗ к регулированию защиты населения от радона, а также уже имеющий опыт зарубежных стран по их использованию должны стать ориентиром в дальнейшем развитии радоновой стратегии и привести в конечном итоге к формированию адекватного национального плана действий в России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка канцерогенных рисков для человека. Монография. Т. 43. Международное агентство по исследованию рака. Лион. 1988.
2. Руководство по радону. ВОЗ. — Женева. 2009.
3. Якоби В. История радоновой проблемы в шахтах и жилых помещениях. Публикация МКРЗ 23(2). 1993. С. 39—45.
4. Радиологическая защита в урановых и других шахтах. Публикация 24 МКРЗ. 1977.
5. Пределы ингаляционного поступления дочерних продуктов распада радона для профессиональных работников. Публикация 32 МКРЗ. 1981. — М.: Энергоатомиздат. 1984.
6. Принципы нормирования облучения населения от естественных источников ионизирующих излучений. Публикация 39 МКРЗ. — М.: Энергоатомиздат. 1986.
7. Радиологическая защита рабочих подземных шахт. Публикация 47 МКРЗ. М.: Энергоатомиздат. 1986.
8. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах. Публикация 65 МКРЗ. — М.: Энергоатомиздат. 1995.
9. Крисюк Э.М. Проблема радона — ведущая проблема обеспечения радиационной безопасности населения // АНРИ. 1996/97. № 3(9). С.13—16.
10. Оптимизация радиологической защиты. Публикация 101 МКРЗ. 2006.
11. Публикация 103 МКРЗ 2007 г. Пер. с англ. Под ред. М.Ф. Киселёва и Н.К. Шандала. — М.: Изд. ООО ПКФ «Алана». 2009. 312 с.
12. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 г. Генеральной Ассамблее ООН с научными приложениями. Том 1: Источники (часть 1). Пер. с англ. Под ред. Л.А. Ильина и С.П. Ярмоненко. — М.: РАДЭКОН. 2002. 308 с.
13. Публикация 115 МКРЗ 2010 г. — М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 2013.
14. Радиологическая защита от облучения радоном. Публикация 126 МКРЗ. 2014.

Поступила: 12.09.2015

Принята к публикации: 15.12.2015