

Эволюция регламентации радона в отечественном нормировании

А.Т. Губин¹, В.А. Сакович¹, Ю.А. Соловьев²

¹ ФГУП «Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России», Москва

² Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва

Кратко рассмотрена история развития и современное состояние нормативно-методической базы ограничения воздействия техногенного и природного радона на персонал и население. Проанализированы коэффициенты перехода от применяемых для радона радиометрических величин к эффективной дозе, соответствующие различным версиям НРБ и нормативно-методическим документам по ограничению облучения от природных источников. Сформулированы предложения к новой редакции НРБ в части нормирования радона.

Ключевые слова: радиационная безопасность, нормирование, радон, облучение персонала, облучение населения, эффективная доза.

Введение

В 2007 г. был опубликован очередной документ из серии основополагающих документов МКРЗ – Рекомендации МКРЗ 2007 года [1]. В скором времени ожидается выпуск новых Международных основных норм безопасности [2], традиционно разрабатываемых под эгидой МАГАТЭ на основе рекомендаций МКРЗ. На таком фоне проходила работа над недавно утвержденной новой редакцией отечественных норм радиационной безопасности (НРБ) – НРБ-99/2009 [3], подготовленной в связи с истечением срока действия НРБ-99 [4].

Разница между положениями исходной и обновленной версиями НРБ-99 в части регламентации радона практически отсутствует. Поскольку НРБ-99/2009 в силу ряда обстоятельств является промежуточным результатом работы над совершенствованием НРБ-99 и вскоре предполагается коренная переработка документа, полезно проанализировать современное состояние нормативно-методической базы ограничения воздействия радона на персонал и все население, заглянув в историю вопроса.

В первом разделе статьи приведены некоторые сведения методического характера, касающиеся перехода от величин, традиционно применяемых для регламентации радона, к эффективной дозе. Во втором и третьем разделах рассмотрены изменения с течением времени положений НРБ, регламентирующих облучение от радона, а в заключительном разделе подведены итоги проведенного рассмотрения и сформулированы предложения по совершенствованию нормирования радона для будущей редакции НРБ.

1. Предварительные замечания

За крайне редкими исключениями в практике обеспечения радиационной безопасности радон имеет естественное происхождение, т. е. возникает вследствие ядерных превращений, происходящих независимо от деятельности человека. Тем не менее, согласно определениям техногенных и природных источников в последних версиях НРБ уместно радон, с которым приходится иметь дело при добыче, переработке и обогащении сырья для изготовления продукции на основе делящихся и радиоактивных материалов и при использовании такой продукции, называть

техногенным радоном, а весь иной радон – природным радоном. Именно в таком смысле мы используем далее термины «техногенный радон» и «природный радон», причем под радоном во всех случаях понимается смесь изотопов радона с их дочерними продуктами, если не оговорено иное.

Регламентация радона в различных версиях НРБ осуществлялась по-разному для трёх категорий облучаемых лиц – А, Б и В, как и для других источников. Критерии отнесения к категориям А и В оставались одинаковыми во всех версиях НРБ, в то время как смысл категории Б и критерии отнесения к ней они претерпевали заметные изменения. Так, в [5, 6] категория Б – это облучение лиц, находящихся в пределах санитарно-защитной зоны (кроме лиц категории А), а в последних версиях НРБ [3, 4] – лица из персонала, находящиеся по условиям их работы в сфере воздействия техногенных источников.

В связи с известными особенностями воздействия радона на людей для нормирования и контроля радона с самого начала использовали иные величины, чем для всех других видов излучения. Базовые нормативы для всех техногенных источников устанавливали в дозовых единицах, сейчас – в единицах эффективной дозы, тогда как для радона использовались радиометрические единицы, сейчас – объемная активность (ОА) радона или эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) радона. ОА обычно применяют в документах международных организаций [1, 7–9], а ЭРОА радона, определяемую как взвешенную сумму активностей короткоживущих дочерних продуктов распада (ДПР) радона, – в отечественных документах.

Дозиметрические и радиометрические величины, их наименования и единицы измерения за рассматриваемый примерно полувековой период претерпели изменения. Чтобы облегчить сопоставление разных версий НРБ мы переходили, где это было необходимо, к современным величинам и единицам. Так, поскольку фактически во всех случаях воздействие радона ограничивалось путем установления предела ЭРОА радона и предела годового поступления (ПГП) ДПР радона, в дальнейшем анализе оригинальные наименования соответствующих величин из версий НРБ заменены современными – ЭРОА и ПГП.

Эволюция нормирования радона проходила в значительной степени независимо от нормирования облучения от других источников, вследствие чего появились определённые несоответствия. Лучшее всего они видны при анализе дозовых коэффициентов k_D и коэффициентов перехода от ЭРОА радона к эффективной дозе k_E (далее – коэффициент перехода). Эти коэффициенты для радона ни в одной из версий НРБ в явном виде не регламентированы, но они предопределяются установленными пределами годовой эффективной дозы ПД и допустимой среднегодовой ЭРОА радона $\overline{ЭРОА}$, а также стандартными длительностями облучения T и объёмами вдыхаемого воздуха V в течение года для разных категорий лиц:

$$k_E = \frac{ПД}{\overline{ЭРОА} \cdot T}; \quad (1)$$

$$k_D = \frac{ПД}{ПГП} = \frac{ПД}{\overline{ЭРОА} \cdot V}; \quad (2)$$

Далее мы опираемся на результаты и выводы публикации 65 МКРЗ [7], в которой предложен метод «условного дозового перехода» для определения k_E . Он основан на равенстве ущербов, соответствующих двум типам эпидемиологических исследований: с использованием в качестве меры облучения дозы (как в исследованиях на японской когорте) или экспозиции по скрытой энергии (как в шахтерских исследованиях). МКРЗ пришла к выводу о возможности применения единого значения номинального ущерба на единицу экспозиции по скрытой энергии ($0,08 \text{ (Дж}\cdot\text{ч}/\text{м}^3)^{-1}$) для взрослых лиц и для всего населения. В таком случае коэффициент перехода k_E [$\text{мЗв}/(\text{Бк}\cdot\text{ч}/\text{м}^3)$] определяется формулой:

$$k_E = 4,5 \cdot 10^{-10} / r_E, \quad (3)$$

где r_E [мЗв^{-1}] – это номинальный ущерб здоровью на единицу эффективной дозы для интересующей группы лиц.

Формула (3) показывает, что отличия в k_E для различных категорий облучаемых лиц обусловлены только разными r_E . В Публикации 60 [9] МКРЗ рекомендовала для персонала, т. е. для взрослых, $r_E = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ мЗв}^{-1}$ и для всего населения $r_E = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ мЗв}^{-1}$. С учетом этого получаем следующие оценки $k_E = 7,9 \cdot 10^{-6} \text{ мЗв}/(\text{Бк}\cdot\text{ч}/\text{м}^3)$ и $k_E = 6,1 \cdot 10^{-6} \text{ мЗв}/(\text{Бк}\cdot\text{ч}/\text{м}^3)$ для взрослых и для всего населения соответственно.

2. Развитие нормирования техногенного радона

Сводка базовых нормативов, нормативов облучения от радона, а также стандартных объемов вдыхаемого воздуха и длительностей облучения для категорий А, Б и В из различных версий НРБ, представлена в таблице 1. Не во всех версиях содержался полный набор данных. Пробелы, характерные для отдельных версий НРБ, были восполнены с использованием сведений из подходящих по времени источников. Немногие такие дополнения указаны в таблицах курсивом, а способы их получения описаны далее в тексте.

Одним из первых (если не самым первым) опубликованных в нашей стране документов с нормативами для

облучения от радона были «Предельно допустимые уровни ионизирующих излучений (ПДУ-1960 г.)», изданные в виде приложения 2 (как неотъемлемой части) к утвержденным в 1960 г. «Санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений» [5]. Основой для подготовки ПДУ-60 послужили рекомендации МКРЗ 1959 г. [10]. Мерой радиационного воздействия и, соответственно, нормируемой величиной в ту пору служила эквивалентная доза. Для легких – главной мишени для радона – в документе были установлены следующие пределы годовой эквивалентной дозы: 150 мЗв для категории А; 15 мЗв для категории Б и 5 мЗв для категории В. Пересчет с использованием тканевого весового множителя для легких $w_T=0,12$ [3] дает годовые пределы в современных единицах эффективной дозы: 18 мЗв; 1,8 мЗв и 0,6 мЗв. В ПДУ-60 установлены только значения $\overline{ЭРОА}$ ^{222}Rn и ^{220}Rn в воздухе для указанных трех категорий. ПГП этих изотопов радона, как и годовые объемы вдыхаемого воздуха, необходимые для расчета ПГП, в ПДУ-60 отсутствуют. Последние для категории А и В были взяты из НРБ СЭВ-1965 [6]: $V=2600 \text{ м}^3$ и $V=7300 \text{ м}^3$, а для категории Б, с учетом её определения в ПДУ-60, приняли V таким же, как для категории А. ПГП, рассчитанные при таких значениях V , представлены в таблице 1*.

В 1969 году взамен ПДУ-60 были выпущены НРБ-69 [12], в которых содержится ряд важных нововведений. Так, при прежних пределах дозы на легкое существенно изменены $\overline{ЭРОА}$ и ПГП ^{222}Rn и ^{220}Rn для категории Б, ЭРОА и ПГП ^{220}Rn для категории А**, установлено $V=7300 \text{ м}^3$ для Б и уменьшено до 2500 м^3 V для категории А. В НРБ-69 были впервые введены $\overline{ЭРОА}$ и ПГП для ^{219}Rn и ограничения на концентрации самих изотопов радона: для каждого из них установлен ПГП в 278 МБк и среднегодовая ОА – 111 кБк/м³. И, наконец, в отличие от ПДУ-60 и НРБ СЭВ-65, в НРБ-69 нет дозового предела для всего населения, а значит в этой версии НРБ нет ЭРОА и ПГП радона. Отсутствуют также пределы и в последующих трех редакциях НРБ [13–15]. $\overline{ЭРОА}$ и ПГП изотопов радона по сравнению с НРБ-69 в этих версиях НРБ не изменились, однако ограничения на концентрации самих изотопов радона были уменьшены примерно вдвое: ПГП до 141 МБк и ПДК до 56 кБк/м³.

Рассмотренные документы относятся к периоду времени, когда в стране отсутствовало законодательное регулирование радиационной безопасности. Вступление в силу в январе 1996 г. закона «О радиационной безопасности населения» [16] изменило ситуацию. Законом определены пределы годовой эффективной дозы для облучения от техногенных источников, а именно: 20 мЗв в среднем за любые 5 лет (но не более 50 мЗв в год) для персонала категории А; четверть от предела, установленного для персонала категории А, и соответствующих ему всех «остальных допустимых производных уровней» – для персонала категории Б; 1 мЗв в среднем за любые 5 лет (но не более 5 мЗв в год) для населения.

* Следует отметить, что установленное в ПДУ-60 значение $\overline{ЭРОА}$ для категории А не распространялось на урановые рудники, для которых ведомственным нормативом допускалось в 30 раз большее значение [11].

** В НРБ-69 допускалось трехкратное превышение при условии, что за все время работы суммарное поступление ДПР не превысит 0,14 МБк. Это допущение было исключено в последующих редакциях НРБ.

Изменение нормативов на облучение от ^{222}Rn в отечественных нормативных документах

Версия НРБ	Изотопы	Величины и единицы измерения	Нормативы для техногенного радона			Природный радон на рабочем месте
			Категория А	Категория Б	Категория В	
ПДУ-60 [5] НРБ СЭВ-65 [6]		\overline{PD} , мЗв V , м ³	18 2600	1,8 2600	0,6 7300	- -
	^{222}Rn	$\overline{ЭРОА}$, Бк/м ³ ПГП, МБк	1110 2,89	370 0,962	111 0,810	- -
	^{220}Rn	$\overline{ЭРОА}$, Бк/м ³ ПГП, МБк	370 0,962	111 0,289	37 0,270	-
НРБ-69 [12] НРБ-76 [13] НРБ-76/ОСП-72/80[14] НРБ-76/87 [15]		\overline{PD} , мЗв V , м ³ T , час*	18 2500 1700	1,8 7300 8800 (2000)	- - 8800	- - -
	^{222}Rn	$\overline{ЭРОА}$, Бк/м ³ ПГП, МБк	1110 2,77	37** 0,277	- -	- -
	^{220}Rn	$\overline{ЭРОА}$, Бк/м ³ ПГП, МБк	88,8 0,222	2,96 0,0222	- -	- -
	^{219}Rn	$\overline{ЭРОА}$, Бк/м ³ ПГП, МБк	1780 4,44	59,2 0,444	- -	- -
НРБ-96 [17] НРБ-99 [4] НРБ-99/2009 [3]		\overline{PD} , мЗв V , м ³ T , час	20 2400(2500)*** 1700	5 2400(2500) 1700	1 7300 8800	5 2400 2000
	^{222}Rn	$\overline{ЭРОА}$, Бк/м ³ ПГП, МБк	1200 (1240) 3,0 (3,1)	300 (310) 0,750 (0,775)	15,8 (16,3) 0,115 (0,119)	310 0,744
	^{220}Rn	$\overline{ЭРОА}$, Бк/м ³ ПГП, МБк	270 0,680	67,5 0,170	3,57 0,0261	68 0,163

* Приведенные в этой строке значения T не относятся к НРБ-69, где они не указаны; значение T для категории В установлено только в НРБ-76, в двух пересмотренных изданиях оно отсутствует; значение в скобках относится только к НРБ-76/87 для той части лиц категории Б, которая находится в пределах зоны санитарно-защитной зоны.

** В НРБ-76/87 применяется только для служебных помещений.

*** Значения в скобках относятся только к НРБ-96.

Нормирование техногенного радона в НРБ-96 [17], НРБ-99 [4] и НРБ-99/2009 [3], выпущенных после выхода закона, основывалось на новых пределах облучения, но $\overline{ЭРОА}$ и ПГП были установлены только для ^{222}Rn и ^{220}Rn и только для персонала категорий А и Б. Причем, как и в предыдущих версиях НРБ, они вынесены в отдельный пункт. Для населения, несмотря на наличие законодательного предела техногенного облучения, значения $\overline{ЭРОА}$ и ПГП не установлены. Однако, следуя логике [7], их можно рассчитать:

$$ПГП_B = ПГП_A \cdot \frac{\overline{PD}_B}{\overline{PD}_A} \cdot \frac{(r_E)_A}{(r_E)_B}; \quad (4)$$

$$\overline{ЭРОА}_B = \frac{ПГП_B}{V_B}, \quad (5)$$

где индексы А и В показывают принадлежность величин к персоналу и всему населению соответственно. Значения ПГП и $\overline{ЭРОА}$, установленные в различных версиях НРБ и рассчитанные по вышеприведенным формулам, представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что ПГП и $\overline{ЭРОА}$, принятые для разных категорий облучаемых лиц в НРБ, менялись от версии к версии. В меньшей степени менялись $\overline{ЭРОА}$ и ПГП ^{222}Rn для категории А (отношение максимальных значений к минимальным в обоих случаях равно 1,12), в наибольшей – $\overline{ЭРОА}$ и ПГП ^{220}Rn для категории Б (отношения максимального значения к минимальному равны 37,5 и 13 соответственно). Изменения обусловлены коррекциями значений V и T для отдельных категорий облучаемых лиц, изменением представлений об эффективности ^{220}Rn , увеличением \overline{PD} и т. п.

Интегрально разницу в нормативах из разных версий НРБ характеризуют приведенные в таблице 2 значения k_D для техногенных ^{222}Rn и ^{220}Rn , рассчитанные по формуле (2) и нормативам и параметрам, указанным в таблице 1. Как видно, для категории А k_D для ^{222}Rn с годами изменялся мало и современное значение превышает самое первое всего на 8%. Для ^{220}Rn и категории А, а в случае двух других категорий – и для ^{222}Rn и ^{220}Rn , имел место существенный разброс k_D от версии к версии. Интересно, что первым версиям НРБ соответствовали значения k_D для категории А, значительно превышающие k_D для категорий

Б и В, по сравнению с В – почти на порядок. Таким образом, принималось, что техногенный радон для персонала гораздо опаснее, чем для населения. Как видно из таблицы, в версиях НРБ, изданных после принятия закона [16], это несоответствие было устранено.

Таблица 2

Дозовые коэффициенты k_D (мЗв/МБк) для техногенных ^{222}Rn и ^{220}Rn

Версии НРБ	Изотоп	Категория А	Категория Б	Категория В
ПДУ-60 [5]	^{222}Rn	6,2	1,9	0,74
НРБ СЭВ-65 [6]	^{220}Rn	19	6,2	2,2
НРБ-69 [12]	^{222}Rn	6,5	6,5	–
НРБ-76 [13]	^{220}Rn	81	81	–
НРБ-76/ОСП-72/80 [14]				
НРБ-76/87 [15]				
НРБ-96 [17]	^{222}Rn	6,5	6,5	8,4
	^{220}Rn	29	29	38
НРБ-99 [4]	^{222}Rn	6,7	6,7	8,7
НРБ-99/2009 [3]	^{220}Rn	29	29	38

3. Нормирование облучения от природного радона

В статье 15 закона [16] указано, что «облучение населения и работников, обусловленное радоном, продуктами его распада... в жилых и производственных помещениях не должно превышать установленные нормативы», но сами нормативы для облучения от радона в законе отсутствуют. Требования по ограничению облучения населения от природных источников, включая радон, в бытовых и производственных условиях были впервые сформулированы в НРБ-96 и с небольшими изменениями воспроизведены в НРБ-99 и НРБ-99/2009.

Ограничения на содержание природного радона в домах установлены в единицах приведенной среднегодовой ЭРОА радона отдельно для эксплуатируемых зданий (≤ 200 Бк/м³) и для проектируемых зданий (≤ 100 Бк/м³). Эти ограничения имеют смысл уровней вмешательства, поскольку при их превышении должен рассматриваться вопрос о применении мер по снижению уровней радона. Причем, если для эксплуатируемых зданий такие меры должны применяться фактически на добровольной основе, то для вновь строящихся они скорее носят характер обязательных, так как при превышении 100 Бк/м³ здание не должно приниматься в эксплуатацию.

Для облучения от природного радона в производственных условиях установлены ПД (5 мЗв) и ЭРОА (310 Бк/м³ для ^{222}Rn и 68 Бк/м³ для ^{220}Rn). Применение формулы (1) при $T=2000$ ч даёт для производственного облучения от ^{222}Rn : $k_E^0 = 5 / (310 \times 2000) \approx 8,1 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(ч Бк/м³). Поскольку производственное облучение – это облучение взрослых, а разница между населением и взрослыми согласно МКРЗ [7] может быть сведена к разным для них значениям r_E (см. формулу (3)), то для всего населения получаем $k_E^0 \approx 6,2 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(ч Бк/м³).

Вышеприведенные значения k_E^0 практически совпадают с оценками МКРЗ [7, 9] (раздел 1). Следовательно,

положения последних трех версий НРБ, касающиеся облучения от природного радона в производственных условиях и в домах, базируются на количественных оценках риска, выполненных МКРЗ в начале 1990-х гг. и легших в основу разработки соответствующих положений Международных основных норм безопасности [8]. Однако в ряде нормативных и методических документов (табл. 3), принятых в развитие НРБ-99, в явном или неявном виде установлены значения k_E , отличающиеся от соответствующих НРБ-99.

Действительно, всего несколько месяцев спустя после вступления в силу НРБ-99 были утверждены санитарные правила [18], действующие по сей день, где для производственного облучения было установлено значение $k_E^0 = 7,8 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(ч Бк/м³). Между 2000 и 2003 гг. были выпущены два методических документа [20, 21], в которых для всего населения рекомендовано применять $k_E^0 = 9,5 \cdot 10^{-6}$ мЗв/(ч Бк/м³), что примерно в полтора раза превышает k_E^0 по НРБ-99. Такое же значение недавно принято в [24, 25].

Применение формулы (2) даёт для природного радона следующие значения k_D [мЗв/МБк]: в случае ^{222}Rn – 7,4 и 6,7 и в случае ^{220}Rn – 34 и 28 для всего населения и для взрослых соответственно. Сравнение с данными таблицы 2 показывает, что для природного радона оценки k_D для населения (облучение в домах) несколько меньше оценок для техногенного радона, а для взрослых (облучение на производстве) практически совпадают с ними.

Таблица 3

Коэффициенты перехода для природного радона в разных документах, данные в скобках относятся к производственному облучению

Номер, уровень и дата утверждения/введения в действие документа	$k_E^0 \cdot 10^6$, мЗв/(МБк ч/м ³)
НРБ-96. Утв. ГСВ* 19.04.1996 [17]	
НРБ-99. Утв. ГСВ 02.07.1999 [4]	
НРБ-99/2009. Утв. ГСВ 07.07.2009 [3]	6,2 (8,1)
СП 2.6.1.798-99. Утв. ГСВ 23.12.1999 [18]	(7,8)
МР № 11-2/206-09. Утв. зам. ГСВ 29.08.2000 [19]	6,2
МР № 11-2/283-09. Утв. руководителем деп. Госсанэпиднадзора 28.11.2001 [20].	9,5
МУ 2.6.1.1088-02. Утв. ГСВ 04.01.2002 [21]	9,5
СП 2.6.1.1292-03. Утв. ГСВ 18.04.2003 [22]	6,2 (8,1** и 7,8)
СП 2.6.1.1291-03. Утв. ГСВ 18.04.2003 [23]	(7,8)
МР № 0100/4027-07-34. Утв. 19.04.2007 [24]	9,5
МУ 2.6.1.2397-08. Утв. ГСВ 02.07.2008 [25]	9,5

* главный санитарный врач Российской Федерации;

** данное значение соответствует пунктам 3.1.1 и 3.1.3 документа, в которых воспроизводятся требования НРБ-99.

3. Обсуждение и выводы

Сопоставление требований в отношении техногенного радона в НРБ, выпущенных за последние примерно 50 лет, показало, что имеются многочисленные различия между версиями НРБ по составу нормируемых величин и параметров, их пределам и значениям, критериям отнесения облучаемых лиц к разным категориям и т.п.

Наибольшей стабильностью в рассматриваемый период характеризуется регламентация ^{222}Rn для категории

А. Длительное время предел $\overline{ЭПОА}^{222}Rn$ оставался равным 1110 Бк/м^3 и только в НРБ-96 он был увеличен до 1240 Бк/м^3 . Значение дозового коэффициента k_D для категории А медленно возрастало, однако современное значение превышает самое первое всего на 8%. Увеличение k_D для категорий Б и В было более значительным. Еще большие и нерегулярные изменения претерпевали значения k_D для ^{220}Rn для всех категорий.

Нормирование радона в первых версиях НРБ для разных категорий не было взаимосогласованным. Так, значение дозовых коэффициентов ^{222}Rn и ^{220}Rn для категории В на порядок меньше, чем для категории А, т. е. опасность техногенного радона для населения сильно недооценивалась. В последних версиях НРБ этот недостаток был устранен.

Обнаруженные несоответствия значений k_E для природного радона, установленных для населения в ряде принятых в развитие НРБ-99 документов, и значений k_E , соответствующих самим НРБ-99 (а теперь и НРБ-99/2009), сильно затрудняют анализ облучения населения от радона.

Как следует из пояснений в некоторых из таких документов, примерно в полтора раза более высокие значения k_E по сравнению с НРБ-99 были выбраны, исходя из оценки НКДАР ООН [26]. Очевидно, однако, что никакие результаты научных публикаций, даже таких как доклады НКДАР ООН, не могут служить основанием для нарушения требований НРБ-99. Кроме того, принимая более высокие значения k_E для облучения всего населения, следовало бы увеличить их и для производственного облучения, что не было сделано.

Проведенный анализ показал также, что в случае населения значение дозового коэффициента для природного радона, соответствующее НРБ-99, меньше значения для техногенного радона. Сохранение такого различия в дальнейшем представляется неоправданным.

МКРЗ в своей последней публикации [1] предложила новые, более низкие, значения r_E (мЗв^{-1}) для персонала ($4,2 \cdot 10^{-5}$ вместо $5,6 \cdot 10^{-5}$) и для всего населения ($5,7 \cdot 10^{-5}$ вместо $7,3 \cdot 10^{-5}$) при сохранении прежней оценки номинального ущерба на единицу радоновой экспозиции. Поскольку в этом случае числовой коэффициент в формуле (3) остается неизменным, то логично принять более высокие значения k_E ($\text{мЗв}/(\text{Бк ч/м}^3)$) для персонала и населения: $7,8 \cdot 10^{-6}$ и $11 \cdot 10^{-6}$ соответственно.

Таким образом, выполненный анализ состояния нормативной базы ограничения облучения от радона показывает, что в ней имеется много позиций, заслуживающих коррекции при дальнейшей переработке НРБ. Как отмечалось во вводной части, НРБ-99/2009 воспроизводят требования НРБ-99, касающиеся радона, практически в неизменном виде. Однако, будучи зарегистрированным Минюстом, НРБ-99/2009, в отличие от НРБ-99, является полноценным правовым документом, требования которого должны неукоснительно соблюдаться. Поэтому отклонения от НРБ-99, допущенные в ряде выпущенных в их развитие документов, теперь стали совершенно недопустимыми. Необходимо пересмотреть и гармонизировать всю систему нормативных и методических радиационно-гигиенических документов в части регламентации и контроля радона.

Литература

1. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Recommendation of the ICRP Publication 103 // Annals of the ICRP 38. 2008. 332 p.
2. Официальный сайт МАГАТЭ (Международного агентства по атомной энергии): <http://www.iaea.org>.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарные правила и нормативы (СанПиН 2.6.1.2523-09): утв. и введены в действие от 07 июля 2009 г. взамен СанПиН 2.6.1.758-99. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы: (СП 2.6.1. 758-99). М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. 116 с.
5. «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений»: (ОСП-1960/79). – М.: Госатомиздат, 1960. 119 с.
6. Нормы радиационной безопасности (НРБ СЭВ-1965): утв. постоянной комиссией СЭВ по использованию атомной энергии в мирных целях 27 ноября 1965 г. М., 1965. 22 с.
7. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах // Публикация 65 МКРЗ: Международная комиссия по радиационной защите. [пер. с англ. под ред. А.В. Кружалова]. М.: Энергоатомиздат, 1995. 68 с.
8. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115. IAEA. Vienna, 1996.
9. Рекомендации Международной комиссии по радиационной защите: Публикация 60 МКРЗ. ч.1 [пер. с англ.]. М.: Энергоатомиздат, 1994. 192 с.
10. Радиационная защита. Рекомендации МКРЗ. Публикация № 2: Отчет Комитета 2 о допустимых дозах внутреннего облучения. М.: Атомиздат, 1961.
11. Салтыков Л.Д., Шалаев И.Л., Лебедев Ю.А. Радиационная безопасность при разведке и добыче урановых руд. М.: Энергоатомиздат, 1984.
12. Нормы радиационной безопасности (НРБ-69). Изд.2. М.: Атомиздат, 1972. 88 с.
13. Нормы радиационной безопасности (НРБ-76). М.: Атомиздат, 1978. 56 с.
14. Нормы радиационной безопасности (НРБ-76) и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений: (ОСП-72/80). М.: Энергоиздат, 1981. 96 с.
15. Нормы радиационной безопасности (НРБ-76/87) и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений: (ОСП-72/87). М.: Энергоатомиздат, 1988. 160 с.
16. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» (№ 3-ФЗ): принят от 9 января 1996 г. // Собрание законодательства Российской Федерации, 1996. №11. 1362 с.
17. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96): Гигиенические нормативы. М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзор России, 1996. 127 с.
18. Санитарные правила и нормативы «Обращение с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием природных радионуклидов»: (СП 2.6.1.798-99): утв. 23.12.1999 г. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. 16 с.
19. Методические рекомендации «Выборочное обследование жилых зданий для оценки доз облучения населения»: (МР № 11-2/206-09): утв. 29 августа 2000 г.

20. Форма государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ «Инструкция по заполнению формы № 4-ДОЗ» (МР № 11-2/283-09).
21. Методические указания «Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения»: (МУ 2.6.1.1088-02), М.: Минздрав России, 2002. 23 с.
22. Санитарно-эпидемиологические правила «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения» (СП 2.6.1.1292-03): утв. 18 апреля 2003 года, введены в действие с 20 июня 2003 г.
23. Санитарные правила по обеспечению радиационной безопасности на объектах нефтегазового комплекса России (СП 2.6.1.1291-03): утв. и введены в действие 18 апреля 2003 г. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003.
24. Форма федерального государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ «Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона» (МР № 0100/4027-07-34).
25. Методические указания «Оценка доз облучения групп населения, подвергающихся повышенному облучению за счет природных источников ионизирующего излучения» (МУ 2.6.1.2397-08).
26. Sources and Effects of Ionizing Radiation: Report of the United National Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation // 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. Volume I: Sources. UNSCEAR. New York, 2000.

A.T. Gubin¹, V.A. Sakovich¹, Yu.A. Soloviev²

Evolution of the radon regulation in domestic standardization

¹ FSUE Research and Technical Centre for Radiation-Chemical Safety and Hygiene FMBA of Russia, Moscow

² Federal Medical-Biological Agency, Moscow

Abstract. Briefly considered history of the development and present status of the normative-methodical basis for the limitation of artificial and natural radon influence on personnel and population. The Transfer factors from radon radiometric values to effective dose, corresponding to various versions of RSS and normative-methodical documents for limitation of the irradiation from natural sources are analysed. Proposals to the new RSS editing in a part of the standardization of radon.

Key words: Radiation protection, standardization, radon, are formulated, personnel exposure, population exposure, effective dose.

Поступила 30.10.2009 г.

A.T. Gubin
E-mail: atgubin@rambler.ru