

Проблемы использования минимально значимой активности для регулирования обращения с закрытыми радионуклидными источниками гамма-излучения

А.Н. Барковский, В.П. Рамзаев, И.К. Романович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрено нормативное обеспечение процедуры освобождения обращения с радионуклидными источниками ионизирующего излучения от контроля. Отмечена противоречивость существующего набора действующих критериев освобождения, приводящая в ряде случаев к парадоксальным ситуациям. Показано, что значения минимально-значимой активности, определенные в НРБ-99/2009 и в международных основных нормах безопасности МАГАТЭ, существенно завышены (по сравнению с активностью точечного источника, создающей мощность AMBIENTного эквивалента дозы 1 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м) для целого ряда наиболее широко используемых гамма-излучающих радионуклидов, в том числе для ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{75}Se , ^{152}Eu и ^{154}Eu . Предлагается пересмотреть действующие значения минимально значимой активности, приведя их в соответствие с критерием освобождения закрытых радионуклидных источников гамма-излучения по мощности дозы, и представить их с одной значащей цифрой. Предложены скорректированные значения минимально значимой активности семи радионуклидов для использования при переработке норм радиационной безопасности.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, радионуклид, закрытый источник, открытый источник, освобождение от контроля, минимально значимая активность.

Введение

В настоящее время радионуклидные источники ионизирующего излучения (ИИИ) широко применяются в промышленности, науке, медицине и в повседневной жизни. При этом, в зависимости от их потенциальной опасности [1], определяемой используемым радионуклидом, его активностью и типом источника (открытый, закрытый) [2], обращение с радионуклидными источниками ИИИ подлежит

регулированию. В данной статье рассматриваются технологические радионуклидные источники гамма-излучения, применяемые для калибровки и поверки измерительных приборов, облучения различных объектов в науке, медицине и промышленности, а также в составе различных приборов.

При решении вопроса о возможности освобождения радионуклидного ИИИ от контроля можно руководствоваться п. 1.4 НРБ-99/2009¹ либо п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2010².

¹ Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 г. № 47 (зарегистрированы Минюстом России от 14.08.2009 г., регистрационный № 14534) [Sanitary Norms and Regulations SanPiN 2.6.1.2523-09 "Norms of Radiation Safety (NRB-99/2009)" approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 07.07.2009 No. 47 (registered by the Ministry of Justice of Russia dated 14.08.2009 registration No. 14534)].

² Санитарные правила СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.04.2010 г. № 40 (зарегистрированы Минюстом России 11.08.2010 г., регистрационный № 18115) с изменением № 1, утвержденным постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.09.2013 № 43 (зарегистрировано Минюстом России 05.11.2013 регистрационный № 30309) [Sanitary rules SP 2.6.1.2612-10 "Basic Sanitary Rules for Ensuring Radiation Safety (OSPORB-99/2010)", approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 40 of April 26, 2010 (registered by the Ministry of Justice of Russia on 11.08.2010 registration No. 18115) with change No. 1, approved by the resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 43 of September 16, 2013 (registered by the Ministry of Justice of Russia on 05.11.2013 registration No. 30309)].

Барковский Анатолий Николаевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru

В соответствии с п. 1.4 НРБ-99/2009 освобождаются от контроля ИИИ, создающие при любых условиях обращения с ними индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв. К таким источникам относятся, в частности, радионуклидные ИИИ, активность которых не превышает МЗА. Таким образом, при активности радионуклида в источнике меньше МЗА обращение с ним освобождается от контроля. Данное условие относится как к закрытым, так и к открытым радионуклидным ИИИ.

С другой стороны, в соответствии с п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2010 изделия, содержащие радионуклидные источники гамма-излучения, освобождаются от контроля, если мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от поверхности изделия не превышает 1,0 мкЗв/ч и обеспечена надежная герметизация радиоактивного содержимого при всех возможных режимах эксплуатации. Данные условия справедливы и для самих радионуклидных ИИИ, но с учетом последнего требования – только для закрытых радионуклидных ИИИ.

Таким образом, освобождение закрытого радионуклидного источника гамма-излучения от контроля может проводиться по двум основаниям: активность меньше МЗА или мощность дозы на расстоянии 0,1 м не превышает 1,0 мкЗв/ч. Естественно было бы рассчитывать на то, чтобы оба эти условия были эквивалентны друг другу. Потенциальная радиационная опасность открытого радионуклидного ИИИ выше, чем закрытого, поскольку при одинаковой активности они создают одинаковое внешнее облучение, но открытый источник может дополнительно создавать и внутреннее облучение. Поэтому ограничение по МЗА, относящееся и к закрытым, и к открытым радионуклидным ИИИ, должно быть жестче, чем ограничение по мощности дозы, относящееся только к закрытым радионуклидным ИИИ.

Но на практике это оказывается совсем не так. Для многих гамма-излучающих радионуклидов, используемых в практической деятельности в составе закрытых радионуклидных источников гамма-излучения, ограничение по мощности дозы оказывается значительно жестче, чем ограничение по МЗА [3].

Аналогичная ситуация имеет место и в международных рекомендациях, и значения МЗА для радионуклидов, принятые в НРБ-99/2009, соответствуют значениям МЗА, принятым в международных основных нормах безопасности МАГАТЭ [4].

Цель исследования – проанализировать имеющиеся противоречия в численных критериях освобождения закрытых радионуклидных источников гамма-излучения от контроля и сформулировать предложения по возможным путям разрешения выявленных противоречий.

Материалы и методы

Для ряда наиболее часто используемых на практике радионуклидов авторами были проведены расчеты мощности кермы гамма-излучения в воздухе на расстоянии 0,1 м от точечных изотропных радионуклидных ИИИ, активность которых равна установленному для данного радионуклида значению МЗА. Выбор точечного источника для проведения расчетов определялся тем, что используемые на практике закрытые радионуклидные источники,

как правило, имеют малые размеры и хорошо описываются моделью точечного источника. Кроме того, при фиксированной активности радионуклида мощность дозы на фиксированном расстоянии максимальна именно для точечного источника [5]. При проведении расчетов использовались данные публикации ICRP 107 [6] и значения МЗА, приведенные в Приложении 4 к НРБ-99/2009. При вычислении мощности дозы для ^{137}Cs использовали значение коэффициента, приведенного для дочернего короткоживущего продукта $^{137\text{m}}\text{Ba}$. Выход $^{137\text{m}}\text{Ba}$ при распаде ^{137}Cs принят равным 94,4%. Поскольку в публикации ICRP 107 [6] дозовые коэффициенты даны для кермы, а требования ОСПОРБ-99/2010 относятся к значению мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы, численные значения которых заметно различаются [7], при проведении расчетов использовались факторы перехода от мощности кермы к мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения из Таблицы А.21 публикации ICRP 74 [8].

Мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ (мкЗв/ч) на расстоянии R (м) от точечного изотропного источника гамма-излучения активностью C (МБк) рассчитывалась с использованием следующего выражения [9]:

$$\dot{H}^*(10) = \frac{k \times \eta \times C}{R^2}, \quad (1)$$

где: k – дозовый коэффициент, (мкГр×м²)/(МБк×ч) [6]; η – коэффициент перехода от кермы к AMBIENTНОМУ эквиваленту дозы, Зв/Гр [8].

Для R = 0,1 м, выражение (1) принимает вид:

$$\dot{H}^*(10) = 100 \times k \times \eta \times C, \quad (2)$$

На основе полученных результатов оценивалась активность гамма-излучающих радионуклидов, при которой мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от источника равна 1,0 мкЗв/ч.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены рассчитанные значения мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД_г) на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника, активность которого равна МЗА, для некоторых наиболее часто используемых в практической деятельности радионуклидов. Там же для этих радионуклидов приведены значения МЗА, периоды полураспада и средние энергии гамма-излучения [6].

Как видно из приведенных в таблице 1 данных, для ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{75}Se , ^{152}Eu и ^{154}Eu значения МАЭД_г более чем на порядок превышают 1,0 мкЗв/ч; максимальное значение – 33 мкЗв/ч имеет место для ^{22}Na . Данный радионуклид создает мощность дозы на 1 Бк активности почти такую же, как ^{60}Co , и в 3 с лишним раза больше, чем ^{137}Cs . Дозовый коэффициент для перорального поступления с пищей (приложение 2 к НРБ-99/2009) для ^{22}Na ($1,5 \times 10^{-8}$ Зв/Бк) мало отличается от соответствующих величин для ^{137}Cs ($1,3 \times 10^{-8}$ Зв/Бк) и ^{60}Co ($2,7 \times 10^{-8}$ Зв/Бк). Тем не менее, установленное значение МЗА для ^{22}Na на 2 порядка выше, чем для ^{137}Cs , и на порядок выше, чем для ^{60}Co . Даже для ^{24}Na , имеющего период полураспада всего 15 ч, установленное значение МЗА на порядок меньше, чем для ^{22}Na . С другой стороны, значения МЗА для ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{192}Ir представляются существенно заниженными по сравнению с активностью точечного источника, создающей

Таблица 1

Характеристики наиболее часто используемых на практике гамма-излучающих радионуклидов и результаты вычислений МАЭД₁ и МЗА₁

[Table 1

Characteristics of gamma-emitting radionuclides most commonly used in practice and the results of calculations of ADER₁, ADER₂, A₁ and A₂]

Радионуклид [Radionuclide]	Период полураспада [Half-life]	Средняя энергия γ-излучения, МэВ [Average energy of γ-radiation, MeV]	МЗА, кБк [Exempt activity, kBq]	$k,$ $\frac{мкГр \times м^2}{МБк \times ч}$ $[\frac{\mu Gy \times m^2}{MBq \times h}]$	$\eta,$ Зв/Гр [Sv/Gy]	МАЭД ₁ [*] (МАЭД ₂ ^{**}), мкЗв/ч [ADER ₁ [*] (ADER ₂ ^{**}), μSv/h]	A ₁ ^{***} (A ₂ ^{****}), кБк [A ₁ ^{***} (A ₂ ^{****}), kBq]
²² Na	2,60 лет [y]	0,78	1 000	0,281	1,19	33 (29)	30 (35)
²⁴ Na	15 ч [h]	2,06	100	0,436	1,14	5,0 (0,012)	20 (8070)
⁵⁴ Mn	312 сут [day]	0,83	1 000	0,110	1,19	13 (8,9)	76 (112)
⁶⁰ Co	5,27 лет [y]	1,25	100	0,307	1,16	3,6 (3,4)	28 (30)
⁶⁵ Zn	244 сут [day]	1,12	1 000	0,073	1,17	8,6 (5,4)	116 (190)
⁷⁵ Se	120 сут [day]	0,21	1 000	0,153	1,40	21 (8,8)	48 (110)
¹³⁴ Cs	2,06 лет [y]	0,70	10	0,208	1,20	0,25 (0,21)	40 (47)
¹³⁷ Cs	30 лет [y]	0,66	10	0,077	1,20	0,09 (0,09)	110 (110)
¹⁵² Eu	13,3 лет [y]	0,71	1 000	0,153	1,20	18 (18)	56 (57)
¹⁵⁴ Eu	8,60 лет [y]	0,74	1 000	0,159	1,20	19 (18)	53 (55)
¹⁹² Ir	74 сут [day]	0,37	10	0,114	1,28	0,15 (0,04)	67 (240)

* – мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника, активность радионуклида в котором равна его МЗА [The rate of ambient dose equivalent at a distance of 0.1 m from a point isotropic source whose radionuclide activity is equal to its exempt activity].

** – среднегодовая мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника, начальная активность радионуклида в котором равна его МЗА [The average rate of ambient dose equivalent at a distance of 0.1 m from a point isotropic source whose radionuclide activity is equal to its exempt activity].

*** – активность радионуклида в точечном изотропном источнике, при которой мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от него равна 1 мкЗв/ч [The activity of a radionuclide in a point isotropic source at which the ambient dose equivalent of gamma radiation at a distance of 0.1 m from it is equal to 1 μSv/h].

**** – начальная активность радионуклида в точечном изотропном источнике, при которой среднегодовая мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от него равна 1 мкЗв/ч. [The initial activity of a radionuclide in a point isotropic source at which the average annual rate of the ambient dose equivalent of gamma radiation at a distance of 0.1 m from it is equal to 1 μSv/h].

мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы 1 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м.

Следует отметить, что представленные рассуждения справедливы для радионуклидов, у которых большие периоды полураспада. Для радионуклидов, период полураспада которых близок к 1 году и менее, при проведении дозовых оценок необходимо учитывать уменьшение со временем мощности дозы за счет радиоактивного распада. Изменение мощности дозы радионуклидного источника гамма-излучения со временем с учетом радиоактивного распада описывается выражением [9]:

$$\dot{H}(t) = \dot{H}(0) \times \exp(-\lambda \times t), \quad (3)$$

где: $\dot{H}(t)$ – мощность дозы в момент времени t ; $\dot{H}(0)$ – мощность дозы в нулевой момент времени; λ – постоянная распада радионуклида равная:

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}, \quad (4)$$

где: $T_{1/2}$ – период полураспада.

Среднее за период времени t_0 значение мощности дозы $[\bar{H}(t_0)]$ будет равно:

$$\bar{H}(t_0) = \dot{H}(0) \frac{1}{t_0} \int_0^{t_0} \exp(-\lambda \times t) dt = \frac{\dot{H}(0)}{\lambda \times t_0} [1 - \exp(-\lambda \times t_0)] \quad (5)$$

С использованием выражения (5) были рассчитаны средние за год мощности дозы ($t_0 = 1$ год) для радионуклидов, приведенных в таблице 1, при начальной активности источника, равной МЗА. Полученные результаты (МАЭД₂) приведены в предпоследнем столбце таблице 1 (в скобках). Как видно, средние значения мощности дозы меньше значений мощности дозы без учета распада, но для пяти радионуклидов (²²Na, ⁵⁴Mn, ⁷⁵Se, ¹⁵²Eu и ¹⁵⁴Eu) сформулированный выше вывод остается в силе – значения МЗА сильно завышены.

В последнем столбце таблицы 1 представлены вычисленные значения активности радионуклидов A₁, при которых мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного

источника равна 1 мкЗв/ч, и A_2 (в скобках), при которых среднегодовая мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника равна 1 мкЗв/ч. Как видно из представленных результатов, открытый радионуклидный ИИИ на основе ^{22}Na освобождается от контроля при активности 1000 кБк, а закрытый – при активности 30 кБк, что вызывает вопросы. Еще для семи радионуклидов, приведенных в таблице 1, активность, при которой в настоящее время освобождается от контроля открытый радионуклидный ИИИ, в 3,6–21 раз больше активности, при которой освобождается от контроля закрытый радионуклидный ИИИ. Подобное положение создает значительные трудности при решении вопроса о возможности освобождения закрытых радионуклидных источников гамма-излучения от контроля. Следует отметить, что для трех из рассмотренных радионуклидов (^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{192}Ir) ситуация обратная. Для них условие освобождения от контроля открытых радионуклидных ИИИ значительно жестче, чем для закрытых.

Освобождение от контроля закрытых радионуклидных источников гамма-излучения, для которых мощность амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м не превышает 1 мкЗв/ч, представляется достаточно реалистичным критерием. При увеличении расстояния от данного источника в 10 раз (с 0,1 м до 1,0 м) мощность дозы в соответствии с выражением (1) уменьшится в 100 раз и составит 0,01 мкЗв/ч. В предположении, что работник проводит половину рабочего времени (т.е. 1000 часов в год) на расстоянии 1 м от такого источника (что достаточно типично, например для гамма-спектрометров, использующих наборы калибровочных источников), годовая эффективная доза работника не превысит $0,01 \times 1000 = 10$ мкЗв в год. Именно это значение годовой эффективной дозы соответствует уровню освобождения ИИИ от регулирующего контроля (п. 1.4 НРБ-99/2009). Если же в качестве параметров освобождения использовать значения среднегодовых мощностей дозы, то корректно учитываются и радионуклиды, имеющие небольшие периоды полураспада.

Очевидно, что назрела необходимость пересмотра численных значений величин МЗА. Они остаются неизменными уже более 30 лет, хотя дозиметрические характеристики многих радионуклидов за это время заметно изменились. И представление данных величин в виде 10^n (столбец 4 в таблице 1), т.е. с 0 значащих цифр, не отвечает практическим потребностям однозначной регламентации процедуры освобождения радионуклидных ИИИ от контроля. Необходимо пересмотреть данные величины и представить их хотя бы с одной значащей цифрой. Только в этом случае их можно будет реально использовать в качестве универсальных критериев освобождения радионуклидных ИИИ и содержащих их изделий от регулирующего контроля.

В качестве первого шага в этом направлении считаем целесообразным при разработке новых Норм радиационной безопасности, запланированной на 2018 г., рассмотреть вопрос о внесении изменений в табличные значения МЗА, по крайней мере для семи из вышеперечисленных радионуклидов, установив для них значения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2
Предлагаемые значения минимально значимой активности (МЗА_{предл})

[Table 2
Proposed values of exempt activity (EA_{prop})]

Радионуклид [Radionuclide]	МЗА _{предл} , кБк [EA _{prop} , kBq]
^{22}Na	30
^{54}Mn	100
^{60}Co	30
^{65}Zn	200
^{75}Se	100
^{152}Eu	60
^{154}Eu	60

Выводы

1. При использовании значений МЗА радионуклидов, приведенных в НРБ-99/2009, для решения вопроса об освобождении закрытых радионуклидных источников гамма-излучения от контроля, возникают значительные трудности, связанные с завышенными в ряде случаев значениями этих величин и неоднозначностью действующих критериев освобождения. При этом критерий освобождения по мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м, относящийся только к закрытым радионуклидным ИИИ, оказывается в ряде случаев значительно жестче, чем критерий освобождения по активности радионуклида в источнике, применяемый и для открытых радионуклидных ИИИ. То есть при освобождении от контроля к закрытым радионуклидным ИИИ предъявляются более жесткие требования, чем к открытым радионуклидным ИИИ.

2. Назрела необходимость пересмотра численных значений величин МЗА. Они, как минимум, должны обеспечивать среднегодовую мощность дозы на расстоянии 0,1 м от источника, активность которого равна МЗА, не более 1 мкЗв/ч. Кроме того, значения МЗА должны представляться хотя бы с одной значащей цифрой. Только в этом случае их можно будет реально использовать в качестве универсальных критериев освобождения радионуклидных ИИИ и содержащих их изделий от регулирующего контроля.

3. В настоящей работе представлены рекомендации по скорректированным значениям МЗА для семи техногенных радионуклидов, которые наиболее часто используются на практике в качестве источников гамма-излучения.

Благодарность

Авторы выражают благодарность двум рецензентам за полезные замечания и предложения по содержанию данной статьи.

Литература

1. Нормы безопасности МАГАТЭ. Категоризация радиоактивных источников. Руководство по безопасности № RS-G-1.9. – Вена, 2005.
2. Ильин, Л.А. Радиационная гигиена : учеб. для вузов / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.
3. Барковский, А.Н. Освобождение обращения с техногенными источниками ионизирующего излучения от специальной регламентации / А.Н. Барковский, Н.В. Титов, А.Л. Зельдин // Радиационная гигиена. – 2012. – Т. 5, № 4. – С. 40–44.

4. Нормы безопасности МАГАТЭ. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности, часть 3. № GSR Part 3. – Вена, 2015.
5. Руководство по радиационной защите для инженеров / пер. с англ.; под ред. Д.Л. Бродера [и др.]. – М.: Атомиздат, 1973. – Т. 2. – 288 с.
6. International commission on radiological protection, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations (CD data base), ICRP Publication 107, Ann ICRP, 2008 Vol.38, № 3.
7. Ramzaev V., Barkovsky A. On the relationship between ambient dose equivalent and absorbed dose in air in the case of large-scale contamination of the environment by radioactive cesium. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2015, Vol. 8, No. 3, pp. 21–32.
8. International Commission on Radiological Protection. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP, 1996, Vol. 26, No. 3/4.
9. Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений: справочник / В.П. Машкович, А.В. Кудрявцева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.

Поступила: 09.11.2017 г.

Барковский Анатолий Николаевич – руководитель Федерального радиологического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru

Рамзаев Валерий Павлович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории внешнего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Барковский А.Н., Рамзаев В.П., Романович И.К. Проблемы использования минимально значимой активности для регулирования обращения с закрытыми радионуклидными источниками гамма-излучения // *Радиационная гигиена*. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 67-72. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-67-72

The problems of using exemption activity values for regulating the management of sealed radionuclide sources of gamma-radiation

Anatoly N. Barkovsky, Valery P. Ramzaev, Ivan K. Romanovich

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

The article focuses on the procedure for exemption of the sealed and unsealed radionuclide sources of gamma radiation from regulatory control. The contradictory nature of the existing set of exemption criteria has been noted, leading, in some cases, to paradoxical situations. It is shown that the exempt activity values determined in NRB-99/2009 and in the international basic safety standards of the IAEA are significantly overestimated (in comparison with the activity values of a point source creating the ambient dose equivalent rate of 1 $\mu\text{Sv} / \text{h}$ at a distance of 0.1 m) for a number of the most widely used gamma-emitting radionuclides, including ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{75}Se , ^{152}Eu and ^{154}Eu . It is proposed to revise the current values of exempt activity, bringing them in line with the dose rate criterion for the exempt of sealed radionuclide sources of gamma radiation, and to present them with one significant digit. The corrected values of exempt activity for

Anatoly N. Barkovsky

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru

seven selected radionuclides are proposed for further use in the process of revision of the national radiation safety standards.

Key words: *ionizing radiation, radionuclide, sealed source, unsealed source, exemption from control, exempt activity.*

References

1. IAEA – International Atomic Energy Agency. Categorization of Radioactive Sources. Safety Guide. No. RS-G-1.9. IAEA, Vienna, 2005.
2. Ilyin L.A., Kirillov V.F., Korenkov I.P. Radiation hygiene: a textbook for universities. Moscow, GEOTAR-Media, 2010, 384 p. (in Russian).
3. Barkovsky A.N., Titov N.V., Zeldin A.L. Exception of the management of artificial ionizing irradiation sources from the special regulation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2012, Vol. 5, No. 4, pp. 40–44. (in Russian).
4. IAEA – International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Part 3. No. GSR Part 3. IAEA, Vienna, 2014. (in Russian).
5. Brodeur D.L. et al. (Ed.). Guidelines for Radiation Protection for Engineers. Vol. 2, Moscow, Atomizdat, 1973, 288 p. (in Russian).
6. ICRP – International Commission on Radiological Protection. Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations (CD data base), ICRP Publication 107. *Ann ICRP*, 2008, Vol. 38, No. 3.
7. Ramzaev V., Barkovsky A. On the relationship between ambient dose equivalent and absorbed dose in air in the case of large-scale contamination of the environment by radioactive cesium. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2015, Vol. 8, No. 3, pp. 21–32.
8. ICRP – International Commission on Radiological Protection. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74. *Ann. ICRP*, 1996, Vol. 26, No. 3/4.
9. Mashkovich V.P., Kudryavtseva A.V. Protection from ionizing radiation: Directory. 4th ed., revised and additional. Moscow, Energoatomizdat, 1995, 496 p. (in Russian).

Received: November 09, 2017

For correspondence: Anatoly N. Barkovsky – Head of Federal Radiological Centre, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru)

Valery P. Ramzaev – Candidate of Medical Sciences, leading researcher, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Ivan K. Romanovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Director of Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Barkovsky A. N., Ramzaev V. P., Romanovich I. K. The problems of using exemption activity values for regulating the management of sealed radionuclide sources of gamma-radiation. *Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene*, 2017, Vol. 10, No. 4, pp.67-72. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-67-72