

Б.Е. Серебряков**О НЕОБХОДИМОСТИ КОРРЕКТИРОВКИ НРБ-99/2009 И ОСПОРБ-99/2010**

Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия

Серебряков Борис Ефимович, bserebr@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Основные санитарные правила (ОСПОРБ-99/2010) и Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) содержат требования по обращению с загрязненными радионуклидами материалами и отходами, но не являющимися радиоактивными веществами (РВ) и радиоактивными отходами (РАО). Целью работы является разработка рекомендаций по корректировке ОСПОРБ-99/2010 и НРБ-99/2009 для обеспечения радиационной безопасности нынешнего и будущих поколений людей при обращении с этими материалами и отходами.

Результаты: Выявлены и обоснованы недостатки НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010, регламентирующие обращение с материалами и отходами, загрязненными радионуклидами, но не являющимися РВ и РАО. Эти положения могут приводить к избыточному облучению нынешнего и будущих поколений людей. Разработаны и обоснованы предложения по корректировке НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010.

Выводы: Сделаны следующие предложения по корректировке НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010:

- в НРБ-99/2009 предложено удалить из пункта 5.3.4 положения, регламентирующие использование материалов для дорожного строительства;
- в ОСПОРБ-99/2010 предложен возврат к ОСПОРБ-99 по установлению нижней границы по суммарной альфа- и бета-активности для отходов и материалов ограниченного использования.

Ключевые слова: радиоактивные загрязнения, отходы, материалы, удельная активность, облучение населения

Для цитирования: Серебряков Б.Е. О необходимости корректировки НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020;65(3):27-30.

DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-3-27-30

Введение

В Основных санитарных правилах (ОСПОРБ-99/2010) [1] выделяются загрязненные радионуклидами твердые материалы и отходы, которые не являются ни радиоактивными веществами (РВ), ни радиоактивными отходами (РАО), но не могут бесконтрольно использоваться или захораниваться. В санитарных правилах [2] в соответствии с мировой практикой для таких отходов использован термин «очень низкоактивные отходы» (ОНАО).

Можно отметить две причины целесообразности выделения материалов ограниченного использования и ОНАО в отдельную группу. Первая причина связана с дорогостоящей системой учета и контроля РВ и РАО. Учет и контроль материалов ограниченного использования и ОНАО можно проводить значительно дешевле и проще, чем РВ и РАО. Второй причиной является тот факт, что на ОНАО не распространяется закон о радиоактивных отходах [3], поэтому предприятия могут сами проводить захоронение ОНАО.

Материалы ограниченного использования (МОИ) и ОНАО имеют верхние и нижние пределы активности, величины которых рассматриваются в данной статье, причем основное внимание уделяется отходам. Нижняя граница активности еще называется уровнем активности для снятия отходов и материалов с радиационного контроля.

Показано, что определяемые в ОСПОРБ-99/2010 уровни активности для снятия материалов и отходов с контроля характеризуются значительной некорректностью, что может приводить к недопустимому облучению населения. Даны предложения по корректировке ОСПОРБ-99/2010 и НРБ-99/2009 для обеспечения радиационной безопасности населения.

Анализ регламентации активности в ОСПОРБ-99/2010

Принятая в ОСПОРБ-99/2010 верхняя граница активности МОИ и ОНАО совпадает с нижней границей активности твердых радиоактивных отходов (ТРО), которая установлена постановлением Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069 [4].

Согласно этому постановлению, при известном радионуклидном составе к ТРО относятся отходы, в которых активность радионуклида больше минимально значимой удельной активности (МЗУА). Если радионуклидов несколько, то отходы относятся к ТРО, если сумма отношений удельных активностей радионуклидов в отходах к их значениям МЗУА превышает 1. В постановлении [4] величина МЗУА взята из Норм радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [5].

При неизвестном составе отходы относятся к ТРО, если суммарная альфа-активность больше 1 Бк/г, или суммарная бета активность больше 100 Бк/г.

Кроме того, в постановлении [4] введены «твердые отходы, образующиеся при осуществлении не связанных с использованием атомной энергии видов деятельности по добыче и переработке минерального и органического сырья с повышенным содержанием природных радионуклидов». Эти отходы относятся к ТРО, если определенная в НРБ-99/2009 эффективная удельная активность природных радионуклидов в них превышает 10 Бк/г.

Принятая в ОСПОРБ-99/2010 нижняя граница активности искусственных радионуклидов в МОИ и в ОНАО

Нижняя граница активности МОИ и ОНАО имеет большее значение, чем верхняя, т.к. нижняя граница определяет активность, с которой допускается бесконтрольное использование МОИ и бесконтроль-

ное захоронение ОНАО. Согласно ОСПОРБ-99/2010, МОИ могут быть сняты с радиационного контроля, если возможная эффективная доза облучения при их использовании не превысит 10 мкЗв/год. Но использовать каждый раз расчеты дозы практически невозможно, поэтому используются предельные активности радионуклидов.

Для МОИ и ОНАО с искусственными радионуклидами в ОСПОРБ-99/2010 в качестве нижней границы приведены значения активности более чем для 200 радионуклидов в материалах и отходах, соответствующие дозе 10 мкЗв/год. Для смеси радионуклидов полагается, что сумма отношений активностей к пределам не должна превышать 1. Указанные значения заимствованы из руководства по безопасности МАГАТЭ [6] в соответствии с расчетами, выполненными в МАГАТЭ в 2005 г. [7].

Расчеты в [7] выполнены для большого количества вещества (свыше 1 т), исходя из условия непревышения дозы 10 мкЗв/год, и основаны на оценке набора типичных сценариев облучения от всех материалов, включая внешнее облучение, ингаляционное поступление пыли и пероральное поступление (прямое и косвенное).

Но и расчеты верхней границы активности для ОНАО, т.е. упоминавшейся выше величины МЗУА, также выполнены, исходя из условия непревышения дозы 10 мкЗв/год, расчеты проведены в Евратоме в 1993 году, они представлены в [8]. Эти расчеты значительно сложнее, чем в [7]: учитывалось 24 пути облучения персонала и населения. Рассматривались жидкие, твердые и газообразные вещества, разброс массы источника превышал 13 порядков: от $6,15 \cdot 10^{-4}$ г для ампулы с радиоактивным инертным газом, до $1,5 \cdot 10^4$ т для очень низкоактивных отходов.

Получается, что верхняя и нижняя границы МОИ и ОНАО рассчитаны, исходя из одного и того же условия, поэтому имеется парадокс: для 117 радионуклидов нижняя граница равна верхней, что составляет около 42 % общего количества радионуклидов, для которых установлена МЗУА. Примером этого являются: ^{18}F (10 Бк/г), ^{32}P (1000 Бк/г), ^{51}Mn (10 Бк/г), ^{64}Cu (100 Бк/г) и т.д. Естественно, такая классификация не является корректной.

В 2000 г. Евратом повторил расчеты для материалов и отходов в большом количестве [9]. В расчетах Евратома [8, 9] нет различий между искусственными и природными радионуклидами, это отличает их от расчетов МАГАТЭ [7].

Евратом примерно через 10 лет после выполнения своих расчетов [9] и через 5 лет после расчетов МАГАТЭ [7] сравнил свои расчеты с расчетами МАГАТЭ, результаты сравнения приведены в [10]. В результате сравнения было получено, что в целом значения активности в расчетах Евратома, как правило, меньше, чем в расчетах МАГАТЭ. Отношение активности радионуклидов, рассчитанной МАГАТЭ, к активности, рассчитанной Евратомом, изменяется от 0,1 до 100.

Основной причиной расхождения результатов является использование разных сценариев облучения населения.

Можно сделать вывод, что использовать подходы как МАГАТЭ, так и Евратома для установления нижней границы активности ОНАО нецелесообразно из-за очень большой неоднозначности полученных результатов. Существенным недостатком такого использования также является необходимость измерения активности большого числа радионуклидов, что значительно увеличивает стоимость и усложняет разделение материалов и отходов по радиационному признаку.

Таким образом, можно сделать вывод, что требования ОСПОРБ-99/2010 по снятию с контроля материалов и отходов, загрязненных искусственными радионуклидами, не годятся для практического использования и должны быть переработаны.

Нижняя граница активности природных радионуклидов в материалах ограниченного использования

Для природных радионуклидов в ОСПОРБ-99/2010 при снятии с контроля МОИ и ОНАО установлены разные требования. Согласно п. 5.1.16: «Использование в коммунальных условиях и быту материалов и изделий, для которых в НРБ-99/2009 и настоящих Правилах не установлены прямые нормативы на содержание природных радионуклидов, допускается, если при использовании их по назначению эффективная доза облучения населения не превысит 0,1 мЗв/год».

Устанавливать предел дозы, а не активности нецелесообразно вследствие того, что для каждой партии или объема МОИ нужно отдельно рассчитывать возможную дозу облучения. Это требование ОСПОРБ-99/2010 должно быть переработано, и должна быть установлена конкретная величина активности МОИ для снятия их с радиационного контроля.

Нижняя граница активности природных радионуклидов в очень низкоактивных отходах

Для снятия с радиационного контроля отходов и некоторых материалов в ОСПОРБ-99/2010 используется т.н. эффективная удельная активность природных радионуклидов ($A_{эфф}$), которая согласно НРБ-99/2009 [5] определяется следующим образом:

$$A_{эфф} = A_{\text{Ra}} + 1,3A_{\text{Th}} + 0,09A_{\text{K}},$$

где A_{Ra} и A_{Th} – удельные активности ^{226}Ra и ^{232}Th , находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов, A_{K} – удельная активность ^{40}K (Бк/кг).

Отнесение отходов к ОНАО в ОСПОРБ-99/2010 производится в соответствии с п. 5.2.9:

«Производственные отходы с эффективной удельной активностью природных радионуклидов до 1500 Бк/кг могут направляться для захоронения в места захоронения промышленных отходов без ограничений по радиационному фактору».

Нижний предел эффективной удельной активности 1500 Бк/кг принят в соответствии с НРБ-99/2009. В НРБ-99/2009 имеется пункт 5.3.4, записанный следующим образом:

«Эффективная удельная активность ($A_{эфф}$) природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье и пр.), добываемых на их месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также отходы промышленного производства, используемые для изготовления строительных материалов (золы, шлаки и пр.), и готовой продукции не должна превышать: <...>

– для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс) 1500 Бк/кг».

Эффективная удельная активность позволяет контролировать только внешнее облучение человека от природных радионуклидов в материалах, используемых для строительства дорог. Эти материалы останутся на месте, когда дороги уже не будет, а территория будет использоваться по другому назначению, в т.ч. для проживания. Максимальный вклад в фоновое облучение при проживании на месте бывшей дороги тогда будет обусловлен поступлением радона в жилище.

Согласно сайту НИИРГ им. П.В. Рамзаева [11], средняя доза облучения населения за счет радона в жилище в России составляет около 2,4 мЗв/год при диапазоне значений от 0,4 до 30 мЗв/год. Содержание радона в жилище прямо пропорционально активности ^{226}Ra в грунтах в почвах при одинаковых конструкциях домов. Согласно [7], содержание ^{226}Ra в грунтах России изменяется от 1 до 76 Бк/кг, а средняя эффективная удельная активность составляет 27 Бк/кг. Получается, что коэффициент пересчета активности ^{226}Ra в материалах и отходах в годовую дозу облучения от радона в среднем равен примерно 0,089 (мЗв/год)/(Бк/кг), эту величину можно округлить до 0,1 (мЗв/год)/(Бк/кг).

В отходах уранодобывающей промышленности основной вклад в эффективную удельную активность вносит ^{226}Ra . Активность ^{232}Th и ^{40}K в этих отходах примерно соответствует средним значениям, и согласно [7] эти радионуклиды дают вклад в эффективную активность не более 100 Бк/кг. Поэтому при эффективной удельной активности дорожного материала 1500 Бк/кг активность ^{226}Ra составит примерно 1400 Бк/кг.

Используя полученный выше коэффициент пересчета активности ^{226}Ra в дозу облучения, получаем, что облучение населения от радона может составить до 140 мЗв/год. Полученное значение характеризует максимально возможную дозу. Тем не менее, можно сделать вывод, что при бесконтрольном распространении отходов, содержащих радиоизотопы радия, облучение населения может значительно превысить предел дозы 1 мЗв/год.

На основании полученных результатов следует признать недопустимым установление предела 1500 Бк/кг для эффективной удельной активности при захоронении промышленных отходов без ограничений по радиационному фактору.

Можно сделать вывод, что в первую очередь следует выполнить корректировку Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009: удалить из пункта 5.3.4 положения, регламентирующие использование материалов для дорожного строительства.

Рекомендации по корректировке Основных санитарных правил ОСПОРБ-99/2010

Выше было показано, что требования ОСПОРБ-99/2010 по снятию с контроля материалов и отходов, загрязненных как искусственными, так и природными радионуклидами, не годятся для практического использования и должны быть переработаны.

Материалы и отходы, загрязненные радионуклидами, но не являющимися РВ и РАО, впервые были введены в Основных санитарных правилах ОСПОРБ-99 [12]. В этих Правилах для нижней границы снятия с радиационного контроля материалов и отходов были использованы величины суммарной альфа- и бета-активности. Для суммарной альфа-активности и для суммарной бета-активности были установлены одинаковые пределы 300 Бк/кг.

Примерно такие же суммарные альфа- и бета-активности являются фоновыми значениями активности в почвах и в донных отложениях для природных радионуклидов вместе с искусственными ^{90}Sr и ^{137}Cs , которые связаны с глобальными выпадениями. Эти же фоновые пределы активности для ОНАО установлены в действующих санитарных правилах [2], т.к. во время утверждения этих правил действовали ОСПОРБ-99. Подобный подход существует в США, где у низкоактивных ТРО нет нижней границы активности, отходы считаются РАО, если активность радионуклидов превышает фоновые значения, или такое превышение предполагается.

Следует признать, что существовавшие в России в 1999–2010 гг. нижние пределы активности для снятия с контроля МОИ и ОНАО надежно обеспечивали радиационную безопасность населения, кроме того, измерение суммарной альфа и бета-активности не вызвало особых проблем. Поэтому можно рекомендовать для нижнего предела ОНАО и МОИ суммарную альфа-активность и суммарную бета-активность по 300 Бк/кг.

Пределы суммарной бета-активности, равные 300 Бк/кг, в некоторых случаях оказывались излишне консервативными, поэтому в ОСПОРБ-99 допускалось в этих случаях увеличение суммарной бета-активности по согласованию с федеральным органом Госсанэпиднадзора. Эту возможность следует оставить при корректировке ОСПОРБ-99/2010.

Выводы

1. Использование в ОСПОРБ-99/2010 расчетов МАГАТЭ и/или Евратама для установления нижней границы активности искусственных радионуклидов при снятии с контроля ОНАО и материалов ограниченного использования нецелесообразно из-за очень большой неоднозначности этих расчетов, связанной со сценариями, используемыми для расчетов. Для большого количества радионуклидов ограничивается практическое использование подобных расчетов.

2. Для снятия с контроля ОНАО, загрязненных природными радионуклидами, в ОСПОРБ-99/2010 используется предел эффективной удельной активности 1500 Бк/кг, взятый из НРБ-99/2009, где этот предел установлен для ограничения активности ма-

териалов дорожного строительства вне населенных пунктов. Показано, что использование этого предела может приводить к недопустимому облучению населения, главным образом, из-за поступления радона в жилища.

3. Обоснована рекомендация о корректировке Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009: предложено удалить из пункта 5.3.4 положения, регламентирующие использование материалов для дорожного строительства.

4. Оптимальным и разумным предложением является возврат к регламентации в ОСПОРБ-99, где для ОНАО и МОИ были установлены нижние пределы активности суммарной альфа-активности и суммарной бета-активности по 300 Бк/кг. В ОСПОРБ-99 допускалось в некоторых случаях увеличение суммарной бета-активности при согласовании с федеральным органом Госсанэпиднадзора, эту возможность следует оставить при корректировке ОСПОРБ-99/2000.

About of the Necessary of Corrections of the NRB-99/2009 and OSPORB-99/2010

B.E. Serebryakov

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

ABSTRACT

Purpose: The Basic Sanitary Rules (OSPORB-99/2010) and the Standards of Radiation Safety (NRB-99/2009) contain requirements on the treatment of radionuclide contaminated materials and waste, but non-radioactive substances and radioactive waste. The aim of this work is to develop recommendations for adjustment of OSPORB-99/2010 and NRB-99/2009 for radiation safety of current and future generations of people.

Results: Identified and justified by the shortcomings of NRB-99/2009 and OSPORB-99/2010 governing the treatment of materials and waste contaminated by radionuclides, but non-radioactive substances and radioactive waste, which can lead to overexposure of present and future generations of people. Developed and justified proposals for adjustments to NRB-99/2009 and OSPORB-99/2010.

Conclusions: It was proposed adjustment of NRB-99/2009 and OSPORB-99-2010:

- in NRB-99/2009 it was proposed to delete from paragraph 5.3.4 the provisions regulating the use of materials for road construction;
- in OSPORB-99/2010 the return to OSPORB-99 on establishment of the lower border of wastes and materials of limited use on total alpha and beta-activity is offered.

Key words: radionuclide contamination, materials, wastes, specific activity, public exposure

For citation: Serebryakov BE. About of the Necessary of Corrections of the NRB-99/2009 and OSPORB-99/2010. Medical Radiology and Radiation Safety. 2020;65(3):27-30. (In Russ.).

DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-3-27-30

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). [SP 2.6.1.2612-10 Basic Sanitary Rules for Radiation Safety (OSPORB-99/2010). (In Russ.).]
2. СП 2.6.6.2572-2010. «Обеспечение радиационной безопасности при обращении с промышленными отходами атомных станций, содержащими техногенные радионуклиды». [SP 2.6.6.2572-2010. Radiation Safety in Management of Industrial Wastes of Nuclear Stations, Containing Man-made Radionuclides]. (In Russ.).]
3. Федеральный закон от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Federal Law of July 11, 2011 No. 190-FZ «On Management of Radioactive Wastes and Amending of Particular Legislative Acts of the Russian Federation» (In Russ.).]
4. Постановление Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов». [Order of the Government of the Russian Federation of 19.10.2012 № 1069 “About Criteria of Reference of Solid, Liquid and Gaseous Wastes to Radioactive Waste, Criteria of Reference of Radioactive Waste to Special Radioactive Waste and to the Removed Radioactive Waste and Criteria of Classification of the Removed Radioactive Waste”. (In Russ.).]
5. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. [SanPiN 2.6.1.2523-09. Radiation Safety Standards (NRB-99/2009). (In Russ.).]
6. Серия норм по безопасности, № RS-G-1.7. Применение концепции исключения, изъятия и освобождение от контроля. МАГАТЭ, Вена, 2006. [Safety series, no. RS-G-1.7. Application of the concept of exclusion, exemption and exemption from control. IAEA, Vienna, 2006. (In Russ.).]
7. Derivation of activity concentration values for exclusion, exemption and clearance. IAEA, Vienna, 2005.
8. Radiation Protection 65. Principles and Methods for Establishing Concentrations and Quantities (Exemption values) Below which Reporting is not Required in the European Directives. Commission of the European Communities, 1993.
9. Radiation Protection 122. Practical Use of the Concepts for Clearance and Exemption – Part I. Guidance on General Clearance Levels for Practices. European Commission, 2000.
10. Radiation Protection 157. Comparative Study of EC and IAEA Guidance on Exemption and Clearance Levels Directorate-General for Energy. European Commission, 2010.
11. Federal Budget Scientific Institution “P.V.Ramzaev St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene”. Natural radiation. <http://www.niirg.ru/NatExp.htm>
12. СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). [SP 2.6.1.799-99. Basic Sanitary Rules for Radiation Safety (OSPORB-99). (In Russ.).]

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Financing. The study had no sponsorship.

Поступила: 05.02.2018. **Принята к публикации:** 24.06.2020.

Article received: 05.02.2018. **Accepted for publication:** 24.06.2020.