

Б.Е. Серебряков

## О НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕСМОТРА ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 19 ОКТЯБРЯ 2012 г. № 1069 ПО КЛАССИФИКАЦИИ РАДОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

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

Контактное лицо: Борис Ефимович Серебряков, bserebr@yandex.ru

### РЕФЕРАТ

**Цель:** Рассмотрение недостатков постановления Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 о классификации радиоактивных отходов. Разработка рекомендаций по изменению положений постановления для обеспечения радиационной безопасности нынешних и будущих поколений при захоронении радиоактивных отходов.

**Результаты:** Выявлены недостатки постановления Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 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». Эти недостатки могут приводить к переоблучению нынешнего и будущих поколений людей, к излишним затратам и к неоднозначным результатам при классификации РАО.

**Выводы:** Обоснованы следующие предложения по переработке рассматриваемого постановления Правительства РФ:

1. Полностью переработать требования для отнесения отходов к РАО.
2. Исключить из Постановления твердые тритий содержащие отходы.
3. Исключить из Постановления твердые и жидкие 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. Классификация таких отходов должна проводиться точно так же, как и отходов атомной промышленности.

**Ключевые слова:** радиоактивные отходы, радионуклиды, удельная активность, облучение населения

**Для цитирования:** Серебряков Б.Е. О необходимости пересмотра постановления Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 по классификации радиоактивных отходов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. Т.66. №2. С. 83–88

DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-2-83-88

### Введение

В связи с принятием Федерального закона РФ «Об обращении с радиоактивными отходами...» [1] произошел пересмотр классификации радиоактивных отходов. Принятие Закона было, в основном, связано с переходом от хранения отходов к их захоронению, поэтому классификация РАО должна была обеспечить безопасное захоронение отходов. Согласно Закону, классификация РАО должна устанавливаться Правительством РФ, поэтому было утверждено постановление Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 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».

Принятая классификация имеет очень много недостатков, которые невозможно охватить в одной статье. Поэтому в данной статье рассматриваются только те критерии, которые могут приводить к недопустимому облучению как нынешних, так и, особенно, будущих поколений населения при захоронении РАО. К таким недостаткам относятся:

- критерии отнесения твердых отходов к радиоактивным отходам;
- установление для тритий-содержащих отходов недопустимо высокой активности трития;

- введение в постановление твердых и жидких отходов, образующихся при осуществлении не связанных с использованием атомной энергии видов деятельности по добыче и переработке минерального и органического сырья с повышенным содержанием природных радионуклидов.

Цель исследования – разработка рекомендации о переработке Постановления для обеспечения радиационной безопасности нынешних и будущих поколений при захоронении радиоактивных отходов.

### Критерии отнесения жидких отходов к жидким радиоактивным отходам (ЖРО)

До принятия постановления Правительства от 19.10.2012 №1069 классификация РАО регламентировалась Основными санитарными правилами (ОСПОРБ). Согласно ОСПОРБ-99 [2], жидкие отходы относились к ЖРО при превышении удельной активности радионуклида десяти уровней вмешательства (УВ). Для нескольких радионуклидов – если сумма отношений удельных активностей радионуклидов к их 10УВ превышала 1. Уровень вмешательства согласно Нормам радиационной безопасности НРБ-99/2009 [3], – это такая удельная активность радионуклида в воде, при питьевом потреблении которой годовая доза составит 0,1 мЗв.

С введением ОСПОРБ-99 возникли определенные проблемы. Например, жидкости должны относиться

к ЖРО при превышении удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ , равной 10 Бк/г. Такая незначительная активность создавала абсурдные ситуации. Обычно приводится такой пример: сыворожка от молока в Брянской области иногда превышает указанную активность, по этой причине с ней нужно обращаться, как с ЖРО, т.е. ее нельзя сливать в канализацию, а нужно отверждать и передавать на захоронение, а предприятие должно иметь лицензию по обращению с РАО.

Эти проблемы попытались решить в ОСПОРБ-99/2010 [4], приравняв границу отнесения жидких отходов к ЖРО к границе для твердых РАО, что было подвергнуто резкой критике. Принятие постановления значительно улучшило положение для отнесения жидкостей к ЖРО, вместо величины 10УВ для большинства радионуклидов была узаконена величина 100УВ, для отдельных радионуклидов имеется отличие от 100УВ, но, тем не менее, предельная активность много больше 10УВ.

Кроме того, для жидкостей были введены предельные величины суммарной альфа- и бета-активности при невозможности определения радионуклидного состава жидкости: 0,05 Бк/г - для альфа-излучающих радионуклидов, и 0,5 Бк/г - для бета-излучающих радионуклидов.

#### **Критерии отнесения твердых отходов к твердым радиоактивным отходам (ТРО)**

В отличие от жидких отходов, критерии отнесения твердых отходов к ТРО для атомной промышленности в постановлении Правительства № 1069 от 19.10.2012 г. остались практически такими же, как были в ОСПОРБ-99 и в ОСПОРБ-99/2010.

При известном радионуклидном составе согласно постановлению 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 величины МЗУА взяты из НРБ-99/2009.

При неизвестном составе отходы относятся к ТРО, если суммарная альфа-активность больше 1 Бк/г, или суммарная бета-активность больше 100 Бк/г. Существование разных критериев при известном и неизвестном составе зачастую приводит к производственным конфликтам при отнесении жидкостей и отходов к ЖРО и ТРО.

Использование суммарных альфа- и бета-активностей, а также мощности дозы гамма-излучения для классификации твердых и жидких отходов крайне необходимо для уменьшения затрат на эту процедуру. Но это нужно делать для определенных видов отходов, при этом критерии суммарной альфа- и бета-активности и мощности дозы могут быть различными. Такие критерии следует устанавливать в документах более низкого юридического статуса, чем постановление Правительства.

#### **Неправомотность использования величины МЗУА для отнесения отходов к ТРО**

Величина МЗУА в НРБ-99/2009 введена для ограничения удельной активности источника ионизирующего излучения в помещении или на рабочем месте, при этом должно выполняться условие не превышения минимально значимой активности (МЗА). Значения МЗУА и МЗА в НРБ-99/2009 приведены из основных норм безопасности МАГАТЭ [5], где эти величины использованы для выведения материалов из-под контроля, они были рассчитаны группой из Комиссии европейских сообществ (КЕС) в работе [6].

В работе КЕС [6] для расчета использовалось три сценария облучения персонала и населения: облучение персонала при нормальной работе, облучение персонала при инцидентах, облучение населения при размещении отходов на свалках как при нормальной сценарии, так и при инцидентах. При расчетах учитывалось 24 пути облучения персонала и населения, расчеты для установления МЗА и МЗУА проводились независимо, в качестве результата использовалось минимальное значение. Для облучения населения и персонала при нормальной работе учитывался предел эффективной дозы 10 мкЗв/год, для облучения персонала при инцидентах - 1 мЗв/год, также учитывался предел эквивалентной дозы облучения кожи 50 мЗв/год. Рассматривались жидкие, твердые и газообразные вещества, разброс массы источника превышал 13 порядков: от  $6,15 \times 10^{-4}$  г для ампулы с радиоактивным инертным газом, до  $1,5 \times 10^4$  т для очень низкоактивных отходов.

Вызывает большие сомнения правильность подхода к расчету доз в работе [6] для безопасного захоронения РАО. Дело в том, что опасность каждого радионуклида при захоронении определяется тремя основными факторами: периодом полураспада, способностью радионуклида выходить из отходов и мигрировать в горных породах, а также дозовым коэффициентом. Причем при захоронении РАО главное значение имеют дозовые коэффициенты внутреннего облучения при пероральном поступлении радионуклидов, т.к. основным путем распространения радионуклидов из пунктов захоронения является миграция с подземными водами, а основным путем облучения является потребление загрязненной воды и других продуктов питания, загрязнение которых может быть связано с этой водой.

Все эти факторы учитывались при разработке классификации низкоактивных отходов США [7]. Для установления пределов активности отдельных радионуклидов в США были выполнены специальные исследования. Согласно [8], проводились специальные расчеты возможного облучения населения для характерных могильников. С помощью этих расчетов были установлены предельные активности для разных классов низкоактивных отходов. В данной статье рассматривается верхний предел активности для класса А - этот класс составляют самые низкоактивные отходы.

Для доказательства непригодности МЗУА для классификации РАО в табл. 1 приведены величины МЗУА и активности радионуклидов для отнесения к классу А из нормативного документа США [7] для самых распро-

Таблица 1

Активность радионуклидов в России и в США, используемая для классификации ТРО  
Activity of radionuclides in Russia and USA used for classification of solid radioactive waste

Радио нуклид	H-3	Co-60	Ni-63	Sr-90	Cs-137	C-14	Tc-99	I-129
МЗУА, Бк/г	10 <sup>6</sup>	10	10 <sup>5</sup>	100	10	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	100
США [7], Ки/м <sup>3</sup>	40	700	3,5	0,04	1	0,8	0,3	0,008

страненных радионуклидов. Следует отметить, что в [7] у низкоактивных ТРО нет нижней границы активности, отходы считаются РАО, если активность радионуклидов превышает фоновые значения, или такое превышение предполагается.

Активности приведены в тех единицах, которые используются в документах, приводить их к одним единицам не имеет смысла, т.к. согласно вышеприведенному описанию активности характеризуют разные критерии. В данной статье рассматривается только корреляция между активностями.

Из табл. 1 видно, что не наблюдается никакой корреляции между величиной МЗУА и активностью, принятой в США. На рис. 1 показана взаимозависимость активностей таблицы, которая подтверждает вывод об отсутствии корреляции между МЗУА и активностями, принятыми в США.

Величина МЗУА, в основном, обратно пропорциональна величине дозовых коэффициентов внешнего и внутреннего облучения, причем МЗУА максимальна у трития и у <sup>99</sup>Tc (10<sup>6</sup> Бк/г) потому, что эти радионуклиды являются мягкими бета-излучателями. Минимальная величина МЗУА (10 Бк/г) у <sup>60</sup>Co и <sup>137</sup>Cs, т.к. эти радионуклиды являются мощными гамма-излучателями.

В классификации США, кроме дозовых коэффициентов учитывается период полураспада и способность радионуклидов к миграции. Самую большую активность (700 Ки/м<sup>3</sup>) имеет <sup>60</sup>Co, т.к. у него самый малый период

полураспада (5,7 лет), а самую малую активность (0,008 Ки/м<sup>3</sup>) имеет <sup>129</sup>I, т.к. у него очень большой период полураспада (1,57·10<sup>7</sup> лет). У <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs период полураспада примерно равный (около 30 лет), однако активность <sup>90</sup>Sr в 25 раз меньше активности <sup>137</sup>Cs, т.к. способность к миграции у <sup>90</sup>Sr в десятки раз больше, чем у <sup>137</sup>Cs.

На основании сравнения классификации ТРО в США и в России можно сделать вывод, что величины МЗУА не связаны с радиационной безопасностью населения при захоронении РАО, и использовать эту величину для классификации РАО недопустимо.

**Недопустимость высокой активности тритий-содержащих ТРО**

Тритий, как очень мягкий бета-излучатель, имеет одно из самых малых значений дозового коэффициента перорального облучения (1,8·10<sup>-8</sup> мЗв/Бк), у него сравнительно небольшой период полураспада (12,3 лет), поэтому он считается достаточно безопасным, и иногда его активность в ТРО допускается больше, чем других радионуклидов (в Великобритании в 10 раз). В постановлении Правительства разделение ТРО на классы проводится по суммарной альфа-и бета-активности, в тритий-содержащих отходах активность трития допускается в 10000 раз больше, чем активность других бета-излучателей, что абсолютно недопустимо по двум основным причинам:

- Тритий имеет самую высокую миграционную способность из всех радионуклидов, он легче всего выходит из отходов и легче преодолевает инженерные и природные барьеры.
- Выше было отмечено, что основное облучение населения при захоронении РАО происходит через загрязнение подземных вод, тритий не такой уж безобидный радионуклид, как принято считать. Он может быть в двух формах: в виде тритиевой воды и в органической форме, дозовый коэффициент для этой формы значительно больше.
- Уровень вмешательства трития в тритиевой воде имеет большую величину – 7600 Бк/л, однако нормы по этому радионуклиду постоянно ужесточаются. Согласно [9], предельная активность трития в питьевой воде в странах Евросоюза меньше, чем в России в 76 раз и равна 100 Бк/л, а в одном из штатов США – 15 Бк/л.

Все эти факторы учитываются в классификации США [7], поэтому в таблице активность трития ненамного больше активности других радионуклидов и даже меньше активности <sup>60</sup>Co. Классификация США [7] была разработана не только на основе расчетов [8], но и с учетом реально наблюдаемой значительной миграции трития из могильников.

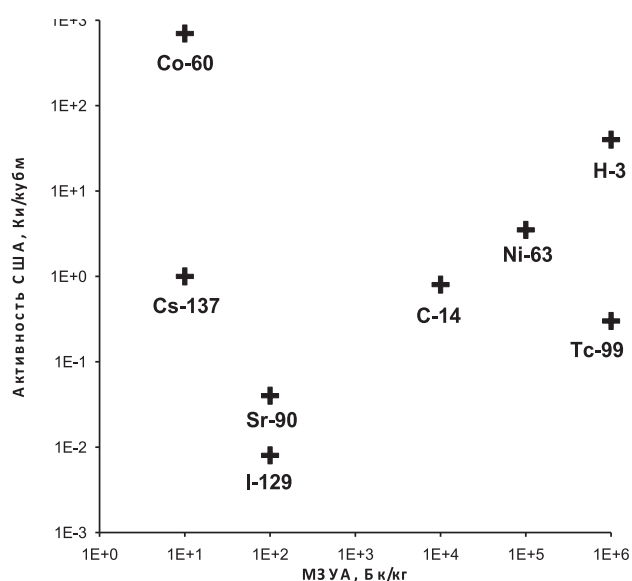


Рис. 1 – Взаимозависимость МЗУА и активности, принятой в США [7]

Fig. 1. Interdependence of the minimum significant specific activity adopted in the USA [7]

В 70-х годах в США было выполнено широкомасштабное экспериментальное исследование состояния приповерхностных пунктов захоронения РАО (ППЗРО) [10]. Документ США [7] был разработан на основе этих исследований. В результате было получено, что многие могильники не удовлетворяют требованиям радиационной безопасности. Результатом проведенной работы было закрытие и консервация четырех из семи имевшихся в стране ППЗРО. Основной причиной закрытия ППЗРО было недопустимое распространение радионуклидов из могильников, главным образом трития.

Отечественные ППЗРО не уступают зарубежным в части радиоактивного загрязнения грунтовых вод. Согласно [11], на начало 1990-х гг. в грунтовых водах промплощадки Ленинградского спецкомбината «Радон» активность цезия-137 составляла до 650 Бк/л, стронция-90 – до 5000 Бк/л, активность трития – до 40000 кБк/л. Таким образом, имело место превышение УВ для цезия-137 примерно в 60 раз, для стронция-90 – примерно в 1000 раз, а для трития – более чем в 5000 раз.

На основании приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что тритий является весьма опасным радионуклидом при захоронении РАО. Поэтому введение тритий-содержащих отходов, активность трития в которых может в 10 000 раз и более превосходить активность других бета-излучающих радионуклидов, абсолютно недопустимо.

#### Отходы, не связанные с атомной промышленностью

В постановлении Правительства узаконены твердые и жидкие 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. Следует отметить, что этих отходов не было в проекте Постановления, размещенного в Интернете, который обсуждался научной общественностью.

Согласно постановлению, не связанные с использованием атомной энергии ТРО относятся к радиоактивным отходам в случае, если выполняется следующее условие:

$$A_{Ra} + 1,3 A_{Th} + 0,09 A_K > 10 \text{ Бк/г}, \quad (1)$$

где:  $A_{Ra}$  – удельная активность  $^{226}\text{Ra}$ , находящегося в равновесии с радионуклидами уранового ряда, Бк/г;  $A_{Th}$  – удельная активность  $^{232}\text{Th}$ , находящегося в равновесии с радионуклидами ториевого ряда, Бк/г;  $A_K$  – удельная активность  $^{40}\text{K}$ , Бк/г.

$^{226}\text{Ra}$  входит в ряд  $^{228}\text{U}$ , где имеется 8 альфа-излучателей, для которых при равновесии активности всех радионуклидов равны. Если в твердых отходах присутствуют только радионуклиды ряда  $^{228}\text{U}$ , то такие отходы будут относиться к ТРО, если суммарная альфа-активность превысит 80 Бк/г.

Такое требование Постановления находится в явном противоречии с отходами, связанными с атомной промышленностью, где при неизвестном радионуклидном составе отходы относятся к ТРО, если удельная активность альфа-излучающих радионуклидов больше 1 Бк/г. Т.е. для отходов неатомной промышленности установлен

критерий в 80 раз более мягкий для отнесения отходов к ТРО по сравнению с отходами, связанными с атомной промышленностью.

Аналогичные послабления имеют место и для отнесение жидких отходов к ЖРО для предприятий неатомной промышленности. К ЖРО относятся отходы, для которых выполняется неравенство:

$$A_U + 2,14 A_{Th} > 0,13 \text{ Бк/г}, \quad (2)$$

где:  $A_U$  – удельная активность урана-228, находящегося в равновесии с радионуклидами уранового ряда, Бк/г.

Если в воде присутствуют только радионуклиды ряда  $^{228}\text{U}$ , связанные с неатомной промышленностью, то согласно (2) она будет относиться к ЖРО при превышении суммарной альфа-активности 1,04 Бк/г. Выше было указано, что для атомной промышленности при отнесении жидкостей к ЖРО установлена величина альфа-активности 0,05 Бк/г. Получается, что уровень отнесения жидкостей к ЖРО для неатомной промышленности примерно в 20 раз больше, чем для отходов атомной промышленности.

Следовательно, послабления в десятки раз, сделанные для предприятий, не связанных с атомной промышленностью, при захоронении РАО могут приводить к более значительному загрязнению окружающей среды, и, как следствие, к более значительному облучению населения. Поэтому узаконивание твердых и жидких отходов, не связанных с атомной промышленностью, недопустимо.

#### Другие недостатки постановления Правительства

Можно отметить и другие недостатки постановления Правительства № 1069 от 19.10.2012 г.:

- отсутствие однозначных и практически применимых критериев отнесения отходов к так называемым особым РАО, которые могут оставаться в местах их образования;
- отсутствие классификации по радиационному фактору особых РАО;
- использование классов для классификации удаляемых отходов вместо обычно используемого и рекомендованного МАГАТЭ разделения отходов на низко-средне- и высокоактивные;
- выделение очень низкоактивных радиоактивных отходов (ОН РАО); в мировой практике подобные отходы называются очень низкоактивными отходами (ОНАО), в России ОНАО не относят к РАО и на них не распространяются нормы и правила обращения с радиоактивными отходами;
- использование величины допустимой объемной активности для населения при отнесении газов к газообразным РАО; получается, что персонал может дышать газообразными РАО.

При переработке Постановления эти недостатки следует учесть и устранить.

#### Выводы

На основании вышеприведенного материала следует кардинально переработать рассматриваемое постановление Правительства № 1069 от 19.10.2012 в соответствии со следующими предложениями.



1. Переработать требования для отнесения отходов к РАО, в частности:

- отказаться от использования минимально-значимой удельной активности для отнесения отходов к ТРО;
- выполнить исследования, как в США, для установления предельных активностей для наиболее значимых дозообразующих радионуклидов, при превышении которых твердые отходы должны относиться к ТРО;
- исключить из Постановления величины суммарной альфа- и бета-активности для отнесения отходов к ТРО и к ЖРО;
- допустить в Постановлении возможность для отнесения разных видов отходов их к РАО по суммарной альфа-и бета-активности, а также по мощности дозы

гамма-излучения, величины активности и мощности должны устанавливаться в документах более низкого уровня, чем постановление Правительства РФ.

2. Исключить из постановления твердые тритий-содержащие отходы. Для ТРО можно допустить активность трития в 10 раз больше активности других бета-излучателей (как это сделано для ЖРО).

3. Исключить из постановления твердые и жидкие 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. Классификация таких отходов должна проводиться так же, как и отходов атомной промышленности.

## About of the Necessary the Review of the Government Decision of the Russian Federation from October 19, 2012 No. 1069 for Classification of Radioactive Wastes

**B.E. Serebryakov**

AI Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: Boris Efimovich Serebryakov, bserebr@yandex.ru

### ABSTRACT

**Purpose:** Consideration of the shortcomings of the Government Decision of the Russian Federation of 19 October 2012 No. 1069 on the classification of radioactive waste. Development of recommendations to change the Regulations of radiation safety of current and future generations with the radioactive waste disposal.

**Results:** There was obtained the shortcomings of the Decree of the RF Government dated 19 October 2012, No. 1069 these deficiencies can lead to overexposure of present and future generations of people to unnecessary costs and mixed results in the classification of radioactive waste.

**Conclusions:** the developed proposals for the government's decision:

1. Completely rework the requirements for waste include in radioactive waste.
2. To exclude from the solution of waste containing tritium.
3. To exclude from the resolution of solid and liquid wastes generated from implementation of the non-use of nuclear energy for mining and processing mineral and organic raw materials with high content of natural radionuclides.

**Key words:** *radioactive wastes, radionuclides, specific activity, public exposure*

**For citation:** Serebryakov B.E. About of the Necessary the Review of the Government Decision of the Russian Federation from October 19, 2012 No. 1069 for Classification of Radioactive Wastes. Medical Radiology and Radiation Safety 2021;66(2):83–88.

DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-2-83-88

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 11 июля 2011 г. N 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. СП 2.6.1.799-99 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99).
3. СанПиН 2.6.1.2523 – 09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).
4. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).
5. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения. Серия изданий по безопасности № 115. МАГАТЭ, Вена, 1997.
6. 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.
7. Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Wastes: Code of Federal Regulations, Title 10, Part 61, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Government Printing Office, Washington, DC, 1987.
8. James D.W., Thomas M., Kalinowski T.M. Regulatory Change in Low Level Waste Disposal: Why Something Should be Done. DW James Consulting, LLC. URL: <http://www.wmsym.org/archives/2010/pdfs/10540.pdf>
9. Янов А.Ю., Востротин В.В., Финашов Л.В. Тритий в окружающей среде уральского региона: обзор современного состояния и анализ перспектив изучения с позиций радиологической защиты // Человек. Спорт. Медицина, 2016. Т. 16. №2. С. 85–99.
10. United States Commercial “Low-Level” Radioactive Waste Disposal Sites Fact Sheet. NIRS, Takoma Park, MD, 2009.
11. Оценка существующего и потенциального воздействия атомно-промышленного комплекса на подземные воды (г. Сосновый Бор Ленинградской области) Под ред. Румынина В.Г. СПб.: Изд. С.-Петербург. ун-та, 2003.

REFERENCES

1. 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 Russian).
2. SP 2.6.1.799-99 Basic Sanitary Rules for Radiation Safety (OSPORB-99) (In Russian).
3. SanPiN 2.6.1.2523 09 Radiation Safety Standards (NRB-99/2009) (In Russian).
4. SP 2.6.1.2612-10 Basic Sanitary Rules for Radiation Safety (OSPORB-99/2010) (In Russian).
5. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series № 115. IAEA, Vienna, 1997 (In Russian).
6. 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.
7. Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive waste: Code of Federal Regulations, Title 10, Part 61, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Government Printing Office, Washington, DC, 1987.
8. James DW, Thomas M Kalinowski TM Regulatory Change in Low Level Waste Disposal: Why Something Should be Done. DW James Consulting, LLC. URL: <http://www.wmsym.org/archives/2010/pdfs/10540.pdf>
9. Janov A, Vostrotin, VV, Pinakov LV. Tritium in the Environment of the Ural Region: Review of Current Status and Analysis of the Prospects of Studying from the Standpoint of Radiological Protection. Man Sport Medicine. 2016;16(2):85-99 (In Russian).
10. United States Commercial “Low-Level” Radioactive Waste Disposal Sites Fact Sheet. NIRS, Takoma Park, MD, 2009.
11. Assessment of the Existing and Potential Impact of the Atomic-Industrial Complex on Groundwater (Pine Forest of the Leningrad region). Ed. by Rumynin VG. Petersburg Publ., 2003 (In Russian).

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Поступила:** 23.12.2020. Принята к публикации: 20.01.2021.

**Conflict of interest.** The author declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Article received:** 23.12.2020. Accepted for publication: 20.01.2021.