

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К ЗАХОРОНЕНИЮ ОЧЕНЬ НИЗКОАКТИВНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Д. И. Павлов¹, В. В. Ирошников¹, Д. А. Максименко¹, А. В. Дёмин², Д. В. Сыченко²

¹Санкт-Петербургский филиал АО «ФЦНИВТ «СНПО «ЭЛЕРОН» – «ВНИПИЭТ», Санкт-Петербург

²Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, Москва

Статья поступила в редакцию 15 октября 2021 г.

Рассмотрены существующие практики захоронения очень низкоактивных радиоактивных отходов (ОНРАО), выполнен анализ действующей нормативной базы Российской Федерации в области захоронения РАО на предмет требований к конструкциям пунктов захоронения ОНРАО. Разработаны предложения и рекомендации по корректировке нормативной базы для обеспечения экономичного и безопасного захоронения ОНРАО.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, очень низкоактивные радиоактивные отходы (ОНРАО), пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО), инженерные барьеры безопасности (ИББ).

Введение

В соответствии с [1–3] в зависимости от удельной активности радиоактивные отходы разделяются на высокоактивные (ВАО), среднеактивные (САО), низкоактивные (НАО) и очень низкоактивные радиоактивные отходы (ОНРАО). Категория отходов ОНРАО появилась в Российской Федерации с введением Федерального закона от 11.07.2011 № 190 [1]. Выделение данного типа отходов, исходя из принципа оптимальности ALARA, целесообразно для сокращения затрат на их захоронение и соответствует международной практике окончательной изоляции РАО.

В России также существует понятие «очень низкоактивные отходы» — ОНАО, которые не являются РАО (закон [1] на них не распространяется), но которые не могут быть выведены из-под регулирующего (радиационного) контроля. Их захоронение должно осуществляться в пунктах захоронения ОНАО.

В ряде стран (например, Швеция, Франция [4]) применяются упрощенные типовые конструкции сооружений для окончательной изоляции отходов очень низкого уровня активности. Применение таких конструкций ПЗРО, с минимально необходимым и достаточным набором инженерных барьеров безопасности, позволяет значительно сократить затраты на захоронение отходов.

В Российской Федерации на сегодняшний день практически отсутствует опыт возведения и эксплуатации таких сооружений. С учетом прогнозов по объему образования ОНРАО [5], разработка надежных и экономичных решений по конструкциям пунктов их захоронения — весьма перспективная задача.

Помимо инженерных задач, связанных с разработкой конструкций ПЗРО, для экономичного и безопасного решения вопросов захоронения

ОНРАО необходима также оценка и, возможно, усовершенствование нормативной базы РФ. Например, в соответствии с [2], ОНРАО относятся к классу 4 по классификации отходов для целей захоронения вместе с отходами категории НАО. Следовательно, для НАО и ОНРАО устанавливаются единые тарифы на захоронение (около 52 тыс. руб./м³ по состоянию на 2021 год [6]), что не позволяет сокращать расходы поставщиков ОНРАО. Вместе с тем имеется возможность разработки дифференцированных тарифов для захоронения РАО одного класса (по аналогии с классом 5), однако для этого требуется разработка специализированного ПЗРО меньшей стоимости, характеристики ИББ которого соответствуют потенциальной опасности таких отходов.

В настоящей статье выполнен краткий анализ требований нормативной базы РФ к пунктам захоронения ОНРАО, приводятся предварительные данные по возможному конструктивному исполнению таких пунктов, дается первичная оценка необходимых изменений в нормативной базе, которые позволят обеспечить снижение затрат и упрощение процедуры передачи

ОНРАО на окончательную изоляцию при безусловном соблюдении требований безопасности. Вопросы захоронения РАО класса 6 (РАО, образующиеся при добыче и переработке урановых руд, минерального и органического сырья с повышенным содержанием природных радионуклидов), которые согласно ОСОРБ-99/2010 [3] по удельной активности относятся к ОНРАО, в настоящей статье не рассматриваются.

Нормативно-правовое регулирование в области захоронения ОНРАО

В табл. 1 приведен перечень основных нормативных документов (НД), требования которых распространяются на отходы категорий НАО и ОНРАО. В связи с тем что ОНРАО по классификации [2] относятся к классу 4, для НАО и ОНРАО перечень нормативных документов, устанавливающий требования к их захоронению, практически одинаков. В табл. 1 в графе «Примечания» представлены предварительные данные о необходимости внесения изменений в нормативную базу. Обоснование этого положения приведено в последующих разделах настоящей статьи.

Таблица 1. Перечень основных нормативных документов, требования которых распространяются на захоронение отходов категорий НАО и ОНРАО

Обозначение документа	Наименование документа	Классификация и категорирование ПЗРО для ОНРАО	Примечания
ФЗ № 190 от 11.07.2011 [1]	Федеральный закон от 11 июля 2011 года № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»	-	Требуются изменения в части конкретизации вопросов передачи собственности на пункты захоронения ОНРАО
ПП № 1069 от 19.10.2012 [2]	Постановление Правительства Российской Федерации от 19 октября 2012 года № 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»	ОНРАО, направляемые на захоронение в ПЗРО, являются удаляемыми РАО класса 4	Требуются изменения в части выделения ОНРАО в отдельный класс по классификации для целей захоронения. Требуется обсуждения вопрос об ограничении содержания долгоживущих радионуклидов в ОНРАО
НП-055-14 [7]	Захоронение радиоактивных отходов, принципы, критерии и основные требования безопасности	Приповерхностное ПЗРО	Рекомендуются изменения в части конкретизации требований к захоронению ОНРАО
НП-069-14 [8]	Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов, требования безопасности	-	Рекомендуются изменения в части конкретизации требований к захоронению ОНРАО
НП-093-14 [9]	Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения	-	Рекомендуются изменения в части конкретизации требований к захоронению ОНРАО
РБ-117-16 [10]	Оценка долговременной безопасности пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов	-	-
ГОСТ Р 52037-2003 [11]	Могильники приповерхностные для захоронения радиоактивных отходов. Общие требования	-	Требует отмена документа в связи с введением [8]
НП-058-14 [12]	Безопасность при обращении с радиоактивными отходами, общие положения	-	-

Продолжение таблицы 1

Обозначение документа	Наименование документа	Классификация и категорирование ПЗРО для ОНРАО	Примечания
СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010) [3]	Основные санитарные правила и нормы обеспечения радиационной безопасности	ПЗРО для ОНРАО – III категория по потенциальной радиационной опасности	–
НП-064-17 [13]	Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии	Требования НП-064-17 не распространяются на ПЗРО, так как он не относится ни к I, ни к II категории по потенциальной радиационной опасности	–
НП-016-05 [14]	Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)	Геотехнические барьеры (подстилающий и покрывающий экраны) – система, важная для безопасности. Легкие каркасные сооружения для защиты от атмосферных осадков – система, не влияющая на безопасность	Для классификации каркасных сооружений, предназначенных для защиты от атмосферных осадков, как системы, не влияющей на безопасность, требуется обоснование того, что обрушение сооружений на упаковке с ОНРАО не приводит к загрязнению территории ПЗРО
НП-031-01 [15]	Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций	Геотехнические барьеры (подстилающий и покрывающий экраны) – II категория сейсмостойкости. Легкие каркасные сооружения для защиты от атмосферных осадков – III категория сейсмостойкости	–
ФЗ № 170 от 21.11.1995 [16]	Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»	ПЗРО является объектом использования атомной энергии (ОИАЭ)	–
ПП № 1185 от 19.11.2012 [17]	Постановление Правительства Российской Федерации от 19.11.2012 № 1185 «Об определении порядка и сроков создания единой государственной системы обращения с РАО»	–	–
ПП № 899 от 10.09.2012 [18]	Об утверждении положения о передаче РАО на захоронение, в том числе РАО, образовавшихся при осуществлении деятельности, связанной с разработкой, изготовлением, испытанием, эксплуатацией и утилизацией ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения: Постановление Правительства Рос. Федерации от 10.09.2012 № 899	–	–
НП-100-17 [19]	Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов	–	–
ГК РФ [20]	Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации»	ПЗРО является особо опасным, технически сложным и уникальным объектом в соответствии с ГК РФ, так как является ОИАЭ	–
ФЗ № 384 от 30.12.2009 [21]	Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»	Повышенный уровень ответственности сооружения	–
СП 2.6.6.2572-2010 [22]	Обеспечение радиационной безопасности при обращении с промышленными отходами атомных станций, содержащими техногенные радионуклиды. Санитарные правила	–	Документ распространяется на ОНАО, образующиеся на АЭС

Окончание таблицы 1

Обозначение документа	Наименование документа	Классификация и категорирование ПЗРО для ОНРАО	Примечания
Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.12.2015 № 2499-р [23]	Перечень организаций, в результате осуществления деятельности которых по добыче и переработке урановых руд образуются РАО, и организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты и осуществляющие деятельность, в результате которой образуются ОНРАО, которые могут осуществлять захоронение указанных отходов в ПЗ РАО, размещенных на используемых такими организациями земельных участках	–	–
МУ 2.6.5.08-2019 [24]	Установление категории потенциальной радиационной опасности радиационного объекта. Методические указания	–	–
ПП № 1494 от 30.12.2012 [25]	Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2012 № 1494 «Положение об отнесении объектов использования атомной энергии к отдельным категориям и определении состава и границ таких объектов»	ПЗРО является объектом использования атомной энергии (ОИАЭ)	–
СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) [26]	Нормы радиационной безопасности	–	–
–	Сооружения для окончательной изоляции очень низкоактивных радиоактивных отходов. Общие требования	–	Рекомендуется разработка данного нормативного документа после выбора наиболее экономичной и безопасной конструкции ПЗРО для ОНРАО и научного обоснования данного выбора

Конструкции пунктов захоронения ОНРАО

На рис. 1 и 2 представлены конструкции сооружений захоронения очень низкоактивных отходов, которые используются в Швеции и Франции [27, 28]. Международный опыт захоронения данной категории отходов кратко представлен в [29].

Шведский региональный пункт захоронения очень низкоактивных отходов на площадке АЭС Oskarhamn представляет собой непроницаемое бетонное основание толщиной 0,5 м, которое



Рис. 1. Технология захоронения ОНРАО на площадке АЭС Oskarhamn (Швеция) в процессе возведения покрывающего экрана [27]

размещается на двухметровом слое естественной морены, с засыпкой смеси гальки и каменной крошки. Упаковки с отходами устанавливаются в виде протяженного кургана. Свободное пространство засыпается песком, а сверху создается покрывающий экран, включающий следующие слои: смесь гальки и каменной крошки, гидравлический барьер из бентонита с каменной крошкой толщиной 0,4 м, бентонитовый текстиль, галечный дренажный слой, геотекстильный материал, слой глинистой морены толщиной 1,2 м, который сверху закрывается растительным грунтом [27].



Рис. 2. Технология захоронения ОНРАО объекта Cirex на площадке Morvilliers (Франция) [28]

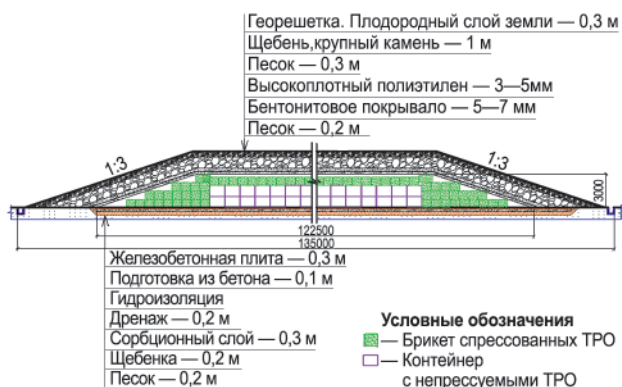


Рис. 3. Конструкция пункта захоронения ОНАО для БРЕСТ-ОД-300 [30]

Централизованный пункт захоронения очень низкоактивных отходов во Франции представляет собой сеть траншей глубиной до 8 м в приповерхностном слое глины, над которыми на период загрузки установлены временные укрытия. После заполнения траншеи и создания кургана из упаковок с отходами, засыпанных песком, над курганом создается покрывающий экран из полиэтилена высокой плотности толщиной 2 мм, глины, извлеченной при изготовлении траншей (от 1 до 5 м), буферного материала на основе глины (2,5 м), почвенного слоя для зеленых насаждений (0,3 м) [28].

Заглубленные сооружения целесообразно применять в случае захоронения в глиняных формациях, когда извлеченная при создании траншеи глина может быть использована для возведения покрывающего экрана, а также при условии значительного удаления грунтовых вод от земной

поверхности. В остальных случаях наиболее приемлемым вариантом является наземный ПЗРО.

В российской практике наземные сооружения использовались в проектах захоронения ОНАО для Курской АЭС и БРЕСТ-ОД-300, получивших положительное заключение государственной экспертизы (в проектировании данных сооружений принимали участие авторы настоящей статьи). Конструкция пункта захоронения ОНАО для БРЕСТ-ОД-300 представлена на рис. 3. Для Курской АЭС конструкция пункта захоронения ОНАО аналогична.

Система барьеров безопасности пунктов захоронения, которые показаны на рис. 1–3, упрощенно сводится к двум барьерам: подстилающему и покрывающему экранам. Буферный материал для засыпки упаковок с отходами (песок) не является препятствием для распространения радионуклидов. Основное назначение буфера — заполнение пустот во избежание проседания покрывающего экрана и накопления воды, которая в зимнее время приводит к быстрому разрушению заложенных барьеров.

Для передачи отходов на захоронение используются пластиковые пакеты, бочки, биг-бэги, металлические и полимерные контейнеры, которые могут не являться барьерами безопасности после размещения их в ПЗРО. Практикуется также захоронение крупногабаритных отходов без упаковок.

Функциональное назначение основных элементов пунктов захоронения очень низкоактивных отходов приведено в табл. 2.

Таблица 2. Назначение основных элементов конструкции ПЗРО для ОНАО

№ п/п	Наименование элемента ПЗРО	Назначение
1	Подстилающий экран (основание)	Восприятие механических нагрузок от упаковок с отходами, буферных материалов и покрывающего экрана. Препятствие поступлению грунтовых вод к упаковкам с отходами. Отвод воды в случае обводнения отходов. Препятствие распространению радионуклидов, выходящих из упаковок с отходами
2	Упаковки и форма отходов	Сохранение целостности размещенных в упаковке отходов как минимум до момента возведения покрывающего экрана (в соответствии с таблицей № 4 НП-093-14)
3	Буферный материал	Заполнение пустот во избежание проседания покрывающего экрана. Препятствие накоплению воды за счёт гидроизоляционных свойств (глина) или за счёт фильтрации (песок). Создание стабильных (химически и биологически нейтральных) условий для сохранения целостности упаковок с отходами
4	Покрывающий экран	Препятствие техногенным и природным воздействиям. Гидроизоляция. Препятствие промерзанию массива захоронения. Препятствие капиллярному поднятию воды из ячеек захоронения (в случае обводнения отходов). Сорбция радионуклидов, выходящих из упаковок с отходами. Препятствие накоплению газов в массиве захоронения
5	Временное укрытие над зоной производства работ	Защита от осадков на время проведения работ по загрузке упаковок
6	Естественный барьер (вмещающая порода)	Предотвращение миграции радионуклидов при деградации инженерных барьеров
7	Наблюдательные скважины	Контроль грунтовых вод на наличие радиоактивных загрязнений. Косвенный контроль сохранности барьеров безопасности
8	Ограждение (система физической защиты)	Предотвращение несанкционированного доступа человека к ПЗРО

Реализация вышеуказанных функций для элементов ПЗРО позволяет за рубежом безопасно эксплуатировать сооружения захоронения отходов, по уровню активности соответствующих отходам ОНРАО по российской классификации. При этом достигается значительная экономическая эффективность их захоронения за счет:

- отсутствия несущих строительных конструкций в составе ПЗРО;
- упрощенных подходов к переработке отходов (или отказа от переработки вообще);
- использования недорогих общепромышленных упаковок для отходов.

По данным [31], расходы на несущие строительные конструкции ПЗРО, переработку РАО и приобретение контейнеров для захоронения являются одними из наиболее затратных статей на заключительных стадиях обращения с РАО.

Положительный опыт обращения с отходами категории ОНРАО за рубежом целесообразно использовать и в России. Рассмотрим требования нормативной документации (НД) Российской Федерации в области захоронения РАО и проанализируем наличие препятствий в законодательной базе для возведения в России сооружений, аналогичных пунктам захоронения очень низкоактивных отходов, эксплуатируемым в Швеции или Франции.

Предпосылки для внесения изменений в нормативно-правовое регулирование в области захоронения ОНРАО

Требования НД к конструкции ПЗРО

Несмотря на то что в [1] и [2] предусмотрено выделение ОНРАО из числа прочих категорий радиоактивных отходов, дифференцирование требований к конструкциям ПЗРО для НАО и ОНРАО в нормативной базе Российской Федерации практически не произведено по причине того, что они относятся к одному классу.

В соответствии со статьей 12 [1] «Захоронение ... твердых очень низкоактивных радиоактивных отходов может осуществляться без их кондиционирования в пунктах приповерхностного захоронения радиоактивных отходов» (то есть в неупакованном виде, в отличие от НАО и САО, для которых требуется кондиционирование и использование упаковки¹).

Требования к конструкции пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов (ППЗРО) приведены в НП-069-14 [8].

Согласно п. 8 раздела 2 [8] в качестве инженерных барьеров безопасности на ППЗРО в зависимости от характеристик РАО, способа и условий их захоронения применяются:

- упаковка РАО и ее отдельные элементы (форма РАО, контейнер);
- строительные конструкции ППЗРО и их отдельные части;
- конструкционные материалы ячейки захоронения РАО;
- буферные материалы;
- элементы специально оборудованных для захоронения отработанных закрытых источников ионизирующего излучения (ОЗИИИ) конструктивно обособленных сооружений или части сооружений ППЗРО;
- подстилающий экран;
- покрывающий экран.

Общие требования к составу и назначению барьеров безопасности приведены также в НП-055-14 [7]. Однако конкретных специализированных требований к конструкциям ИББ в нормативной базе РФ на сегодняшний день нет. Наиболее детально они разработаны только в части упаковок, поступающих на захоронение [9], однако для РАО класса 4 (НАО, ОНРАО) требования [9] минимальны.

Согласно п. 12 раздела II [7] «Выбор способа захоронения РАО (приповерхностное или глубинное захоронение РАО), конструкции сооружений, состава и свойств барьеров безопасности определяется и обосновывается в проектной документации».

Очевидно, что набор барьеров, приведенный в [8], для захоронения ОНРАО в общем случае избыточен. При этом упрощенная конструкция ППЗРО для ОНРАО (без строительных конструкций, с общепромышленными упаковками) не противоречит требованиям [7] и [8] при соответствующем обосновании технических решений в проектной документации.

Для обращения с отходами категории ОНАО АЭС в 2010 году разработаны санитарные правила [22] (далее — Правила), в которых содержатся требования к конструкциям пунктов их захоронения. Несмотря на узкую специфику данного документа, конкретных требований к конструктивным особенностям пунктов захоронения в нем также не приведено. Пунктом 6.2.1 Правил [22] предписано осуществлять захоронение ОНАО, используя приповерхностный способ локализации отходов. В приложении 2 Правил приведены общие требования к составу и назначению барьеров безопасности. При этом, согласно п. 6.2.2, конкретные технические решения по конструкции пунктов захоронения

¹ В скобках указано примечание авторов.

устанавливаются и обосновываются проектной документацией.

В целом складывается ситуация, когда проектные организации, занимающиеся разработкой документации для захоронения ОНРАО, не имеют конкретных требований НД и опыта проектирования и строительства ПЗРО ОНРАО. Это может привести к разработке неоптимальных технических решений по конструкциям ПЗРО и отсутствию унификации, особенно с учетом больших объемов ОНРАО.

В связи с этим в перспективе может быть целесообразным создание национального стандарта (например, ГОСТ «Сооружения для окончательной изоляции очень низкоактивных радиоактивных отходов. Общие требования»), разработанного с учетом обобщения зарубежного опыта строительства и эксплуатации ПЗРО для очень низкоактивных отходов, в котором должны быть приведены конкретизированные требования или рекомендации по конструкциям сооружений захоронения ОНРАО (например, по количеству слоев, материалам и толщинам покрывающего и подстилающего экранов и буферных материалов, эскизные чертежи типовых конструкций ПЗРО, рекомендации по установлению сроков службы ПЗРО, конкретизированные требования к функциям основных барьеров безопасности и конструктивных элементов ПЗРО²). Предшествовать созданию такого ГОСТа должно научно-техническое обоснование выбора оптимальной конструкции ПЗРО для ОНРАО, а также подготовка и прохождение экспертизы проектной документации для пунктов захоронения ОНРАО.

По результатам разработки вышеуказанного ГОСТа могут потребоваться корректировки или дополнения для [7] и [8].

Об отнесении ПЗРО ОНРАО к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам

На рис. 4 показана схема, в соответствии с которой пункты захоронения ОНРАО попадают под категорию особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, в соответствии с градостроительным кодексом [20], и относятся к сооружениям повышенного уровня ответственности по классификации Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ [21].

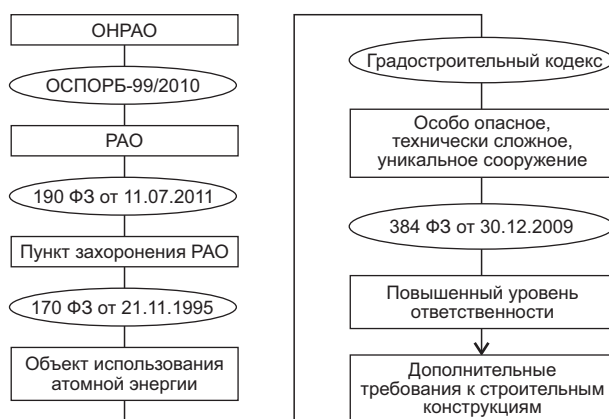


Рис. 4. Схема отнесения ПЗРО для ОНРАО к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам в соответствии с НД РФ

В [21] предъявляются дополнительные требования к сооружениям повышенного уровня ответственности (к проведению инженерных изысканий, к обеспечению механической безопасности сооружений). Данные требования направлены на защиту жизни и здоровья людей и окружающей среды от опасных последствий аварий в процессе строительства, эксплуатации, консервации и сноса (демонтажа) таких объектов.

Требования Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ [21] для сооружений повышенного уровня ответственности, касающиеся учета аварийной расчетной ситуации, конкретизированы в ряде нормативных документов. Например, в следующих:

- СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 [32];
- СП 286.1325800.2016 Объекты строительные повышенной ответственности. Правила детального сейсмического районирования [33];
- ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований [34];
- СП 14.13330.2014 СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах [35].

В соответствии с требованиями № 384-ФЗ [21] отказ одного из элементов несущих конструкций не должен приводить к обрушению всего строения. В зависимости от конструктивных решений того или иного сооружения требования [21, 32–35] могут приводить к значительному удорожанию, связанному с необходимостью дублирования несущих балок, усиления армирования и т. п.

Однако для объектов, подобных представленному на рис. 3, в которых отсутствуют перекрытия, стены, колонны, кровля и т. д., данные требования могут оказывать влияние главным образом на конструкцию основания для установки контейнеров. Очевидно, это не должно повлечь

² В части конструктивных особенностей ПЗРО для ОНРАО ГОСТ должен сохранить подход, действующий в федеральных нормах и правилах, в соответствии с которым окончательный выбор конструкций ПЗРО для ОНРАО должен осуществляться при проектировании, с учетом природно-климатических условий участка размещения, а также радионуклидных составов ОНРАО, направляемых на захоронение.

значимого удорожания ПЗРО для ОНРАО, особенно принимая во внимание то, что:

- фундамента для ПЗРО по французской модели захоронения ОНРАО не требуется;
- шведский опыт захоронения ОНРАО показал, что установку контейнеров целесообразно осуществлять не на железобетонное основание, а на глинистый грунт, способный сорбировать радионуклиды, которые со временем мигрируют из упаковок с РАО.

Дискуссионным является вопрос о классификации временных сооружений, которые могут возводиться над ячейками захоронения РАО на период загрузки ПЗРО для защиты от атмосферных осадков.

Если обрушение временных сооружений на штабель упаковок ОНРАО приводит к загрязнению территории ПЗРО, то требуется предъявлять повышенные требования к таким конструкциям, что, соответственно, повлечет удорожание.

Для решения данного вопроса может быть целесообразным использование пневмокаркасных сооружений, разрушение которых не приводит к повреждению упаковок с отходами.

Об учете внешних воздействий при разработке конструкций ПЗРО для ОНРАО

Вопросы реализации мероприятий по защите от внешних воздействий на ОИАЭ определяются исходя из категории потенциальной радиационной опасности объекта, устанавливаемой в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 [3] и МУ 2.6.5.08-2019 [24].

Согласно материалам обоснования лицензий для пунктов захоронения РАО 3 и 4 класса (НАО/САО) на площадках АО «УЭХК», ФГУП «ПО «МАЯК» и АО «СХК» [36–38] установлено, что данные ПЗРО относятся к III категории по потенциальной радиационной опасности. Очевидно, что для пунктов захоронения ОНРАО должна быть такая же категория, так они не могут представлять большую потенциальную опасность, чем пункты захоронения низко- и среднеактивных отходов.

Радиационное воздействие при аварии на таких объектах ограничивается их территорией. Для объектов III категории по потенциальной радиационной опасности не требуется учитывать требования НП-064-17 [13] (они распространяются только на объекты I и II категории, в соответствии с п. 1.2 данных НП). В частности, не требуется предусматривать технические решения и защищать объект от падения летательного аппарата на ПЗРО, что позволяет избежать дополнительных затрат

на усиление конструкций сооружений захоронения. То же касается сейсмических воздействий интенсивностью МРЗ и взрывной ударной волны (защита объекта от данных воздействий не требуется).

Требования НД к порядку передачи ОНРАО на захоронение и тарифам на захоронение

Общие требования к порядку передачи РАО на захоронение (и, в частности, ОНРАО) установлены в [1]. Если общий порядок, предусмотренный статьей этого закона, состоит в передаче упаковок РАО национальному оператору, который размещает принятые РАО, соответствующие установленным критериям, в специально созданных пунктах захоронения, то согласно статье 27 [1] захоронение ОНРАО может осуществляться в сооружениях, размещенных на используемых такими организациями земельных участках по решению Правительства РФ. Распоряжением Правительства РФ [23] утвержден перечень из 12 организаций, которым разрешено захоронение указанных отходов в ПЗРО, размещенных на земельных участках этих организаций. Однако практической реализации захоронения ОНРАО в ряде случаев препятствует требование статьи 40 [1], согласно которой в течение года с момента возникновения права собственности у юридического лица на ПЗ РАО необходимо отчуждать его в собственность ФГУП «НО РАО». Данные противоречия НД уже отмечались и ранее [39].

Тарифы на захоронение установлены приказами Федеральной антимонопольной службы и приведены в [6]. В соответствии с [2] ОНРАО относятся к классу 4, как и НАО, и при передаче отходов национальному оператору для НАО и ОНРАО установлены единые тарифы, что не позволяет на сегодняшний день оптимизировать затраты на захоронение ОНРАО. Так как НАО и ОНРАО имеют разные удельные активности, которые различаются на 1–2 порядка, то, очевидно, и обращение с ОНРАО должно быть дешевле.

Для решения вышеуказанных проблем требуется внесение изменений в [2] и [1], в частности — конкретизация вопросов передачи собственности на пункты захоронения ОНРАО и выделение их в отдельный класс по классификации для целей захоронения.

Требования НД к сроку службы ПЗРО для ОНРАО

В НД РФ не указаны конкретные сроки службы пунктов захоронения РАО. Срок службы ИББ ПЗРО определяется обеспечением безопасности захоронения и непосредственно связан с периодом потенциальной опасности отходов,

подлежащих окончательной изоляции в ПЗРО. Для приповерхностных пунктов захоронения короткоживущих НАО и САО он составляет, как правило, несколько сотен лет [40, 41]. Это определяет требования к ограничению удельной активности долгоживущих радионуклидов (особенно по содержанию трансурановых элементов) и к надежности и долговечности конструкций ПЗРО.

Период потенциальной опасности ПЗРО для ОНРАО в Швеции составляет 100 лет [27], при ограничении количества/концентрации долгоживущих радионуклидов. Этот период соответствует сроку службы современных предприятий атомной отрасли, с учетом сроков их вывода из эксплуатации, и не приводит к необходимости применения дорогостоящих технических решений. Обеспечение и обоснование безопасности захоронения ОНРАО на такой период — вполне достижимая задача при условии ограничения содержания долгоживущих радионуклидов. Однако на сегодняшний день в федеральных нормах и правилах данный срок не указан.

Предельные значения удельной и объемной активности радионуклидов в отходах приведены в [2]. Практика разработки оценок долговременной безопасности для ПЗРО на площадках АО «УЭХК», ФГУП «ПО «Маяк» и АО «СХК» [36–38] показывает, что при этом содержание и активность радионуклидов принимаются консервативно — согласно предельным значениям для соответствующих классов удаляемых РАО, указанным в [2]. В случае, если по результатам расчетов миграции радионуклидов в окружающей среде после закрытия ПЗРО, выявляется превышение дозовых пределов для населения, установленных нормами радиационной безопасности [26], предельные значения удельной/объемной активности некоторых радионуклидов ограничиваются путем решения обратной задачи. Впоследствии ограничения по содержанию радионуклидов в отходах, направляемых на захоронение, должны быть положены в основу локальных критериев приемлемости для конкретного ПЗРО.

Данный подход может быть применен и для пунктов захоронения ОНРАО. В этом случае для проектирования ПЗРО с периодом потенциальной опасности в течение 100 лет будет необходима разработка только локальных критериев приемлемости. Однако при тиражировании проектных решений для ПЗРО ОНРАО, рассчитанных на этот период, по-видимому, целесообразно нормативно ограничить содержание долгоживущих

радионуклидов в ОНРАО и внести соответствующие корректировки в Постановление Правительства Российской Федерации от 19 октября 2012 года № 1069 [2].

Требования НД к оценке долговременной безопасности ПЗРО

Рекомендации к оценке долговременной безопасности пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов (в том числе ОНРАО) изложены в [10], а к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности ПЗРО — в [19]. Однако эти требования являются лишь общими, специальные оценки в НД отсутствуют. При этом требования [10] и [19] распространяются главным образом на проектные работы и не оказывают прямого и существенного влияния на конструкцию ПЗРО и его стоимость. В данных НД также не содержится каких-либо требований и рекомендаций, препятствующих окончательной изоляции ОНРАО в пунктах захоронения упрощенной конструкции. В связи с этим корректировка или дополнение данной нормативной документации не нужны.

Необходимые и достаточные изменения в нормативно-правовом регулировании в области захоронения ОНРАО

Как показано выше, НД в области захоронения РАО содержат ряд требований и рекомендаций, которые не позволяют полноценно реализовать главную задачу по обращению с ОНРАО — задачу экономичной окончательной изоляции данных отходов при безусловном соблюдении всех действующих принципов безопасности.

Для решения этой задачи должны быть определены нормативные документы, в которые необходимо внести изменения.

В первую очередь следует урегулировать проблемы, связанные с передачей собственности на пункты захоронения ОНРАО и определением тарифов на захоронение. При этом вопросы, касающиеся тарифов, имеют прямое отношение к классификации РАО для целей захоронения, что требует внесения изменений в [1] и [2]. Это позволит создать необходимые условия для начала практической реализации мер по окончательной изоляции ОНРАО.

Несмотря на то что требования к конструкциям пунктов захоронения ОНРАО в НД не выделены и приводятся в числе общих требований к приповерхностному захоронению, каких-либо существенных ограничений в НД,

препятствующих окончательной изоляции ОН-РАО в ПЗРО упрощенных конструкций, не выявлено, так как решения по выбору конструкции ПЗРО устанавливаются и обосновываются в проектной документации.

Однако отсутствие конкретных требований к конструкциям ПЗРО ОНРАО также создает прецедент для различной трактовки общих требований НД. В связи с этим, с целью создания достаточных условий для внедрения в РФ международной практики захоронения ОНРАО в ПЗРО упрощенных конструкций, рекомендуется внесение изменений в [7] и [8], а именно: включение требований по выбору таких ПЗРО, рекомендаций по дифференцированному выбору системы ИББ с учетом потенциальной опасности отходов; а также, вероятно, конкретизация требований к временным сооружениям, защищающим ячейки захоронения от атмосферных осадков на период загрузки ПЗРО.

Для последующего усовершенствования и унификации подходов к окончательной изоляции ОНРАО в перспективе может быть целесообразна разработка и утверждение нового специализированного нормативного документа, предъявляющего требования к сооружениям захоронения ОНРАО.

О совместном захоронении ОНАО и ОНРАО

В связи с трудностями разделения отходов категорий ОНАО и ОНРАО в некоторых публикациях [39, 42] предлагалась концепция их совместного захоронения. Экспертная оценка реализации такой идеи давалась в статье [43] и вкратце сводится к тому, что ОНАО не должны входить в категорию радиоактивных отходов во избежание дополнительной нагрузки на ЕГС РАО, с чем также согласны и авторы настоящей статьи.

Однако основной принцип выделения отходов категории ОНАО (в общем уменьшении объема низкоактивных отходов, передаваемых национальному оператору на захоронение) может быть распространен и на отходы категории ОНРАО.

В случае реализации идеи захоронения ОНРАО непосредственно на площадках предприятий их образования, подходы к захоронению ОНАО и ОНРАО могут быть идентичны. Одинаковыми могут быть и конструкции пунктов захоронения таких отходов.

При этом учет и контроль ОНАО и ОНРАО в процессе захоронения должны вестись отдельно (полигоны захоронения ОНАО могут быть

отделены от полигонов захоронения ОНРАО для возможности идентификации одного полигона как пункта захоронения отходов производства и потребления, а другого — как пункта захоронения радиоактивных отходов).

О возможности захоронения ОНРАО в сооружениях, подлежащих выводу из эксплуатации

Применительно к задаче захоронения ОНРАО в настоящее время в научной и проектной среде обсуждаются варианты их захоронения в существующих на площадках ОИАЭ зданиях и сооружениях, подлежащих выводу из эксплуатации (ВЭ), но не являющихся пунктами размещения особых РАО. Предпосылками для таких дискуссий являются следующие тезисы:

- фактическое наличие сооружений на площадках ОИАЭ (в непосредственной близости к источникам образования ОНРАО), площади которых освобождены от оборудования в рамках работ по ВЭ;
- исключение дорогостоящих работ по демонтажу таких зданий / сооружений;
- исключение работ по дезактивации строительных конструкций;
- хорошее состояние и высокая надежность строительных конструкций некоторых зданий и сооружений, подлежащих ВЭ (причиной ВЭ является не износ строительных конструкций, а износ установок, размещаемых в них);
- отсутствие требований к строительным конструкциям, используемым для захоронения ОНРАО как к инженерным барьерам безопасности (выше было показано, что захоронение ОНРАО может осуществляться вообще без использования строительных конструкций).

На сегодняшний день авторами настоящей статьи не выявлено нормативных препятствий для использования в качестве основы ПЗРО строительных конструкций зданий/сооружений, изначально не предназначенных для захоронения ОНРАО. При этом реализация такого варианта возможна при условии соответствия площадки ОИАЭ требованиям к обеспечению безопасности, предъявляемым при выборе площадки для размещения ПЗРО.

В соответствии с п. 36 [19]: «Для размещаемых ПЗРО должны быть представлены информация по альтернативным площадкам, рассматриваемым при выборе места размещения ПЗРО, и обоснование преимущества выбранной площадки». Для оценки экономической

эффективности реализации захоронения ОНРАО в существующих на площадках ОИАЭ зданиях и сооружениях, подлежащих ВЭ, и удовлетворению требований [19], целесообразно проведение отдельных технико-экономических исследований.

Заключение

Целью выделения отдельной новой группы ОНРАО было устранение избыточных требований и ограничений, накладываемых на этапах дальнейшего обращения с большой номенклатурой отходов, накопленных и образующихся в атомной отрасли. Прежде всего это должно было позволить упростить организацию окончательной изоляции этих отходов. Краткий анализ общих требований НД РФ в области захоронения РАО показал, что до настоящего времени эта цель не достигнута, и для разработки экономических решений по окончательной изоляции ОНРАО необходимо внесение изменений в [1] и [2] для урегулирования вопросов собственности на ПЗРО для ОНРАО и тарифов на их захоронение.

Решение этих проблем позволит перейти к практике захоронения ОНРАО в ПЗРО, соответствующей лучшим зарубежным аналогам.

В масштабах Российской Федерации для системного решения вопросов, связанных с конструкциями пунктов захоронения ОНРАО, целесообразно:

- конкретизировать требования к ПЗРО ОНРАО в [7, 8];
- ввести ограничения по предельным значениям удельной/объемной активности долгоживущих радионуклидов в ОНРАО в [2] для назначения периода потенциальной опасности ПЗРО ОНРАО около 100 лет;
- разработать типовые унифицированные конструкции ПЗРО ОНРАО, используя зарубежный опыт с соответствующим научно-техническим обоснованием, что впоследствии может стать основой для ГОСТ «Сооружения для окончательной изоляции очень низкоактивных радиоактивных отходов. Общие требования»;
- выполнить анализ концепции захоронения ОНРАО применительно к задачам вывода из эксплуатации ОИАЭ и провести технико-экономические исследования о возможности использования строительных конструкций существующих зданий/сооружений, не подлежащих дальнейшей эксплуатации, в качестве основы для пунктов захоронения ОНРАО.

Литература

1. Федеральный закон от 11 июля 2011 года № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 октября 2012 года № 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».
3. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010).
4. *Сорокин В. Т., Павлов Д. И.* Технологии окончательной изоляции радиоактивных отходов: европейский опыт и тенденции // Радиоактивные отходы. 2018. № 4 (5). С. 24–32.
5. *Екидин А. А., Антонов К. Л.* Применение удельного показателя для оценки объемов образования РАО при нормальной эксплуатации АЭС России // Радиоактивные отходы. 2020. № 2 (11). С. 66–74. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-2-66-74.
6. Тарифы на захоронение радиоактивных отходов на период с 2018 по 2022 годы. — URL: <http://www.norao.ru/about/tarify/> (дата обращения 01.02.2021).
7. НП-055-14. Захоронение радиоактивных отходов, принципы, критерии и основные требования безопасности.
8. НП-069-14. Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов, требования безопасности.
9. НП-093-14. Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения.
10. РБ-117-16. Оценка долговременной безопасности пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов.
11. ГОСТ Р 52037-2003. Могильники приповерхностные для захоронения радиоактивных отходов. Общие требования.
12. НП-058-14. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами, общие положения.
13. НП-064-17. Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии.
14. НП-016-05. Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ).
15. НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.
16. Федеральный закон от 21 ноября 1995 года № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».

17. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2012 года № 1185 «Об определении порядка и сроков создания единой государственной системы обращения с РАО».
18. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2012 года № 899 «Об утверждении положения о передаче радиоактивных отходов на захоронение, в том числе радиоактивных отходов, образовавшихся при осуществлении деятельности, связанной с разработкой, изготовлением, испытанием, эксплуатацией и утилизацией ядерного оружия и ядерных энергетических установок военного назначения».
19. НП-100-17. Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов.
20. Федеральный закон от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации».
21. Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
22. СП 2.6.6.2572-2010. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с промышленными отходами атомных станций, содержащими техногенные радионуклиды. Санитарные правила.
23. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07 декабря 2015 года № 2499-р «Перечень организаций, в результате осуществления деятельности которых по добыче и переработке урановых руд образуются РАО, и организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты и осуществляющие деятельность, в результате которой образуются ОНРАО, которые могут осуществлять захоронение указанных отходов в ПЗ РАО, размещенных на используемых такими организациями земельных участках».
24. МУ 2.6.5.08-2019. Установление категории потенциальной опасности радиационного объекта. Методические указания.
25. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2012 года № 1494 «Положение об отнесении объектов использования атомной энергии к отдельным категориям и определении состава и границ таких объектов».
26. СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009). Нормы радиационной безопасности.
27. Рыбальченко И. Л. Обращение с отходами очень низкого уровня активности. Шведский опыт. — Санкт-Петербург, 2009. 36 с.
28. Torres P., Cahen B., Dutzer M. The Cires Facility in Morvilliers: from a VLL Waste Disposal Facility to the Development of Industrial Activities. WM2015 Conference, USA, Arizona, March 15—19, 2015.
29. Абалкина И. Л. Опыт захоронения ОНАО: перспективы для России // Радиоактивные отходы. 2018. № 4 (5). С. 15—23.
30. Демин А. В., Немцова А. В., Клюквин С. А. Предпроектные проработки энергокомплекса БРЕСТ-ОД-300. Варианты создания энергокомплекса, включая этапность ввода, планировочные решения и экономические оценки : Отчёт ОАО Головной институт «ВНИПИЭТ». — Санкт-Петербург. Рег. № 4095. 2012.
31. Павлов Д. И., Ильина О. А. О системном подходе к выбору барьеров безопасности для захоронения РАО классов 3 и 4 // Радиоактивные отходы. 2020. № 3 (12). С. 54—65. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-3-54-65.
32. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85).
33. СП 286.1325800.2016. Объекты строительные повышенной ответственности. Правила детального сейсмического районирования.
34. ГОСТ 27751-2014. Надёжность строительных конструкций и оснований.
35. СП 14.13330.2014 СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах.
36. Материалы обоснования лицензии на эксплуатацию первой очереди стационарного объекта, предназначенного для захоронения радиоактивных отходов — приповерхностного пункта захоронения твердых радиоактивных отходов, отделения «Новоуральское» филиала «Северский» ФГУП «НО РАО» (включая материалы оценки воздействия на окружающую среду). — URL: <http://www.norao.ru/ecology/mol/> (дата обращения 01.09.2021).
37. Материалы обоснования лицензии на размещение и сооружение приповерхностного пункта захоронения твердых радиоактивных отходов 3 и 4 классов, Челябинская область, Озерский городской округ. — URL: <http://www.norao.ru/ecology/mol/> (дата обращения 01.09.2021).
38. Материалы обоснования лицензии на размещение и сооружение приповерхностного пункта захоронения твердых радиоактивных отходов 3 и 4 классов, Томская область, городской округ, ЗАТО Северск. — URL: <http://www.norao.ru/ecology/mol/> (дата обращения 01.09.2021).
39. Иванов Е. А., Шаров Д. А., Курындин А. В. Актуальные проблемы классификации удаляемых твердых радиоактивных отходов, образующихся при использовании атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2018. № 2 (88). С. 11—23.
40. Specific safety requirements № SSR5. Disposal of radioactive waste. IAEA Safety standards. Vienna, 2011.
41. Specific safety guide № SSG-29. Near surface disposal facilities for radioactive waste. IAEA Safety standards. Vienna, 2014.

42. Иванов Е. А., Асмолов В. Г., Барчуков В. Г. Очень низкоактивные радиоактивные отходы в системе безопасного обращения с радиоактивными отходами // Промышленные ведомости. 2014. № 5. — URL: <https://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2759&nomer=91> (дата обращения 01.09.2021).
43. Абрамов А. А., Большов Л. А., Гаврилов П. М., Дорофеев А. Н., Игин И. М., Линге И. И., Мокров Ю. Г., Печуров А. В., Уткин С. С. Об идеях расширения системы обращения с РАО на промышленные отходы, содержащие техногенные радионуклиды // Радиоактивные отходы. 2019. № 4 (9). С. 6–13. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-4-6-13.

Информация об авторах

Павлов Дмитрий Игоревич, начальник технологического отдела по обращению с РАО, Санкт-Петербургский филиал АО «ФЦНИВТ «СНПО «ЭЛЕРОН» — «ВНИПИЭТ» (197183, Санкт-Петербург, ул. Дибуновская, д. 55), e-mail: dipavlov@eleron.ru.

Ирошников Владимир Валентинович, начальник технологического отдела по ядерной и радиационной безопасности и охране окружающей среды, Санкт-Петербургский филиал АО «ФЦНИВТ «СНПО «ЭЛЕРОН» — «ВНИПИЭТ» (197183, Санкт-Петербург, ул. Дибуновская, д. 55), e-mail: vviroshnikov@eleron.ru.

Максименко Дмитрий Александрович, главный специалист архитектурно-строительного отдела, Санкт-Петербургский филиал АО «ФЦНИВТ «СНПО «ЭЛЕРОН» — «ВНИПИЭТ» (197183, Санкт-Петербург, ул. Дибуновская, д. 55), e-mail: damaksimenko@eleron.ru.

Дёмин Анатолий Викторович, главный эксперт, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Большая Тульская ул., д. 52), e-mail: demin.122@yandex.ru.

Сыченко Денис Владимирович, руководитель проекта, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Большая Тульская ул., д. 52), e-mail: sychenko.den@ibrae.ac.ru.

Библиографическое описание статьи

Павлов Д. И., Ирошников В. В., Максименко Д. А., Дёмин А. В., Сыченко Д. В. Анализ требований нормативной базы Российской Федерации к захоронению очень низкоактивных радиоактивных отходов // Радиоактивные отходы. 2022. № 1 (18). С. 91–106. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-1-91-106.

ANALYSIS OF THE RUSSIAN FEDERATION REGULATORY FRAMEWORK REQUIREMENTS FOR DISPOSAL OF VERY LOW-LEVEL RADIOACTIVE WASTE

Pavlov D. I.¹, Iroshnikov V. V.¹, Maksimenko D. A.¹, Demin A. V.², Sychenko D. V.²

¹Saint-Petersburg branch of JSC FCNIVT SNPO “ELERON” — “VNIPIET”, Saint-Petersburg, Russia

²Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Article received on October 15, 2021

The article describes existing practices of very low-level radioactive waste (VLLW) disposal and presents the analysis of the current Russian regulatory framework in the field of radioactive waste disposal, in particular, concerning the designs of VLLW disposal facilities. The article proposes and recommends some adjustment of the regulatory framework providing cost-effective and safe VLLW disposal.

Keywords: radioactive waste, very low-level waste (VLLW), disposal facilities for radioactive waste, engineered safety barriers.

References

1. Federal'nyi zakon ot 11 iyulya 2011 g. No. 190-FZ "Ob obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami i o vnesenii izmenenii v ot del'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii" [Federal law of July 11, 2011 No. 190-FZ "On Radioactive Waste Management and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation"].
2. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 19.10.2012 No. 1069 "O kriteriyah otneseniya tverdyh, zhidkih i gazoobraznyh othodov k radioaktivnym othodam, kriteriyah otneseniya radioaktivnykh othodov k osobym radioaktivnym othodam i k udalyaemym radioaktivnym othodam i kriteriyah klassifikatsii udalyzemykh radioaktivnykh othodov" [Decree of the Government of the Russian Federation of 19 October 2012, no. 1069 "On the criteria of designation of solid, liquid and gaseous waste as radioactive waste, criteria of radioactive waste designation as special radioactive waste and removable radioactive waste and criteria of classification of removable radioactive waste"].
3. SP 2.6.1.2612-10. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiacionnoj bezopasnosti (OSPORB-99/2010) [Basic sanitary rules for radiation safety].
4. Sorokin V. T., Pavlov D. I. Tekhnologii okonchitel'noi izolyatsii radioaktivnykh otkhodov: evropeiskii opyt i tendentsii [Technologies of Radioactive Waste Disposal: European Experience and Trends]. *Radioaktivnye otkhody — Radioactive Waste*, 2018, no. 4 (5), pp. 24—32.
5. Ekidin A. A., Antonov K. L. Primenenie udel'nogo pokazatelya dlya otsenki ob'emov obrazovaniya RAO pri normal'noi ehkspluatatsii AEHS Rossii [Application of a Specific Indicator for the Estimation of Radioactive Wastes Generation Volumes During Normal Operation of Nuclear Power Plants in Russia]. *Radioaktivnye otkhody — Radioactive Waste*, 2020, no. 2 (11), pp. 66—74. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-2-66-74.
6. *Tarify na zakhoroneniye radioaktivnykh otkhodov na period s 2018 po 2022 gody* [Tariffs for Radioactive Waste Disposal for the Period from 2018 to 2022]. — URL: <http://www.norao.ru/about/tarify/> (accessed on 01.02.2021).
7. NP-055-14. *Zakhoroneniye radioaktivnykh otkhodov, printsipy, kriterii i osnovnye trebovaniya bezopasnosti* [Disposal of Radioactive Waste. Principles, Criteria and Basic Safety Requirements].
8. NP-069-14. *Priроверkhnostnoye zakhoroneniye radioaktivnykh otkhodov, trebovaniya bezopasnosti* [Near-Surface Disposal of Radioactive Waste. Safety Requirements].
9. NP-093-14. *Kriterii priemlemosti radioaktivnykh otkhodov dlya zakhoroneniya* [Acceptance Criteria for Radioactive Waste Disposal].
10. RB-117-16. *Otsenka dolgovremennoi bezopasnosti punktov pripoverkhnostnogo zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov* [Long-term Safety Assessment of Near-Surface Radioactive Waste Disposal Facilities].
11. GOST R 52037-2003. *Mogil'niki pripoverkhnostnye dlya zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov. Obshchie trebovaniya* [Near-Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste. General Requirements].
12. NP-058-14. *Bezopasnost' pri obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami, obshchie polozheniya* [Radioactive Waste Management Safety, General Provisions].
13. NP-064-17. *Uchet vneshnikh vozdeistvii prirodnogo i tekhnogennogo proiskhozhdeniya na ob'ekty ispol'zovaniya atomnoi ehnergii* [Consideration of External Impacts of Natural and Man-made Origin Produced on Nuclear Facilities].
14. NP-016-05. *Obshchie polozheniya obespecheniya bezopasnosti ob'ektov yadernogo toplivnogo tsikla (OPB OYATTS)* [General Safety Provisions for Nuclear Fuel Cycle Facilities].
15. NP-031-01. *Normy proektirovaniya seismostoikikh atomnykh stantsii* [Standards for the Design Development of Earthquake-Resistant Nuclear Power Plants].
16. Federal'nyi zakon ot 21 noyabrya 1995 g. No. 170-FZ "Ob ispol'zovanii atomnoj ehnergii" [Federal Law of November 21, 1995 No. 170-FZ "On Atomic Energy Use"].
17. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 19 noyabrya 2012 goda No. 1185 "Ob opredelenii poryadka i srokov sozdaniya edinoi gosudarstvennoi sistemy obrashcheniya s RAO" [Decree of the Government of the Russian Federation of November 19, 2012 On the Approved Procedure and Schedule for the Development of a Unified State System for Radioactive Waste Management].
18. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 10 sentyabrya 2012 goda No. 899 "Ob utverzhdenii polozheniya o peredache radioaktivnykh otkhodov na zakhoroneniye, v tom chisle radioaktivnykh otkhodov, obrazovavshikhsya pri osushchestvlenii deyatel'nosti, svyazannoi s razrabotkoi, izgotovleniem, ispytaniem, ehkspluatatsiei i utilizatsiei yadernogo oruzhiya i yadernykh ehnergeticheskikh ustanovok voennogo naznacheniya" [Decree of The Government of the Russian Federation of 10.09.2012 On the Approved Provision Regulating the Radioactive Waste Transfer for Disposal, Including Radioactive Waste Generated from Activities Related to the Development, Manufacturing, Testing, Operation and Disposition of Nuclear Weapons and Nuclear Power Defense Units].
19. NP-100-17. *Trebovaniya k sostavu i sodержaniyu otcheta po obosnovaniyu bezopasnosti punktov zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov* [Requirements on the Structure and the Content of the Safety Analysis Report for Radioactive Waste Disposal Facilities].

20. Federal'nyi zakon ot 29 dekabrya 2004 goda No. 190-FZ "Gradostroitel'nyi kodeks Rossiiskoi Federatsii" [Federal Law No. 190-FZ of 29.12.2004 Urban Planning Code of the Russian Federation].
21. Federal'nyi zakon ot 30 dekabrya 2009 goda No. 384-FZ "Tekhnicheskii reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenii" [Federal Law No. 384-FZ of 30.12.2009 Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures].
22. SP 2.6.6.2572-2010. Obespechenie radiatsionnoi bezopasnosti pri obrashchenii s promyshlennymi otkhodami atomnykh stantsii, sodержashchimi tekhnogennye radionuklidy. Sanitarnye pravila [Radiation Safety in the Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants Containing Technogenic Radionuclides. Sanitary Rules].
23. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 07 dekabrya 2015 goda No. 2499-r "Perechen' organizatsii, vrezul'tate osushchestvleniya deyatel'nosti kotorykh po dobyche i pererabotke uranovykh rud obrazyutsya RAO, i organizatsii, ehkspluatiruyushchie osobo radiatsionno opasnye i yaderno-opasnye proizvodstva i ob'ekty i osushchestvlyayushchie deyatel'nost', v rezul'tate kotoroi obrazuyutsya ONRAO, kotorye mogut osushchestvlyat' zakhoroneniye ukazannykh otkhodov v PZ RAO, razmeshchennykh na ispol'zuemykh takimi organizatsiyami zemel'nykh uchastkakh" [The list of organizations generating radioactive waste due mining and milling of uranium ores and organizations operating particularly radiation-hazardous and nuclear-hazardous production facilities and implementing activities resulting in VLLW generation that are allowed to dispose of such waste in RW disposal facilities located at the sites operated by such organizations: Order of the Government of the Russian Federation of 07.12.2015 No. 2499-r].
24. MU 2.6.5.08-2019. Ustanovlenie kategorii potensial'noi opasnosti radiatsionnogo ob'ekta. Metodicheskie ukazaniya [Evaluating the Category of a Radiation Facility According to the Corresponding Level of Potential Hazard].
25. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 30 dekabrya 2012 goda No. 1494 "Polozhenie ob otnesenii ob'ektov ispol'zovaniya atomnoi ehnergii k otdel'nym kategoriyam i opredelenii sostava i granits takikh ob'ektov" [Resolution of the Government Russian Federation of 30.12.2012 No. 1494 Regulations on the Assignment of Nuclear Facilities to Specific Categories and on the Approval of their Composition and Boundaries].
26. SanPiN 2.6.1.2523-09 (NRB-99/2009). Normy radiatsionnoi bezopasnosti [Radiation Safety Standards].
27. Rybalchenko I. L. Obrashchenie s otkhodami ochen' nizkogo urovnya aktivnosti. Shvedskii opyt [Management of very low level radioactive waste. Swedish experience]. — Saint-Petersburg, 2009. 36 p.
28. Torres P., Cahen B., Dutzer M. The Cires Facility in Morvilliers: from a VLL Waste Disposal Facility to the Development of Industrial Activities. *WM2015 Conference, USA, Arizona, March 15—19, 2015*.
29. Abalkina I. L. Opyt zakhoroneniya ONAO: perspektivy dlya Rossii [VLLW Disposal Experience: Perspectives for Russia]. *Radioaktivnye otkhody — Radioactive Waste*, 2018, no. 4 (5), pp. 15—23.
30. Demin A. V., Nemtsova A. V., Klyukvin S. A. Predproektnye prarabotki ehnergokompleksa BREST-OD-300. Varianty sozdaniya ehnergokompleksa, vkluchaya ehtapnost' vvoda, planirovochnye resheniya i ehkonomicheskie otsenki [Pre-design studies of the BREST-OD-300 energy complex. Options for creating an energy complex, including stages of commissioning, planning solutions and economic assessments] : R&D Report JSC Head Institute "VNIPIET", Saint-Petersburg. No. 4095. 2012.
31. Pavlov D. I., Ilina O. A. O sistemnom podkhode k vyboru bar'erov bezopasnosti dlya zakhoroneniya RAO klassov 3 i 4 [On a System Approach to the Selection of Safety Barriers for the Disposal of Radioactive Waste Class 3 and 4]. *Radioaktivnye otkhody — Radioactive Waste*, 2020, no. 3 (12), pp. 54—65. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-3-54-65.
32. SP 20.13330.2016. Nagruzki i vozdeistviya (aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.01.07-85) [Loads and Impacts (updated version of SNiP 2.01.07-85)].
33. SP 286.1325800.2016. Ob'ekty stroitel'nye povyshennoi otvetstvennosti. Pravila detal'nogo seismicheskogo raionirovaniya [Building Structures of Increased Responsibility. Rules for Detailed Seismic Zoning].
34. GOST 27751-2014. Nadezhnost' stroitel'nykh konstruksii i osnovanii [Reliability of Building Structures and Foundations].
35. SP 14.13330.2014, SNiP II-7-81. Stroitel'stvo v seismicheskikh raionakh [Construction in Seismic Areas].
36. Materialy obosnovaniya litsenzii na ehkspluatatsiyu pervoi ocheredi statsionarnogo ob'ekta, prednaznachennogo dlya zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov — pripoverkhnostnogo punkta zakhoroneniya tverdykh radioaktivnykh otkhodov, otdeleniya "Novoural'skoe" filiala "Severskii" FGUP "NO RAO" (vkluchaya materialy otsenki vozdeistviya na okruzhayushchuyu sredu) [Materials of an operational license application for the first section of a stationary facility designed for RW disposal — a near-surface disposal facility for SRW, Novouralsk division of FSUE NO RAO's Seversky branch]. — URL: <http://www.norao.ru/ecology/mol/> (accessed on 01.09.2021).
37. Materialy obosnovaniya litsenzii na razmeshchenie i sooruzhenie pripoverkhnostnogo punkta zakhoroneniya tverdykh radioaktivnykh otkhodov 3 i 4 klassov, Chelyabinskaya oblast', Ozerskii gorodskoi okrug [Materials of a Siting and Construction License Application for a

Surface Disposal Facility for SRW Class 3 and 4, Chelyabinsk Region, Ozyorsk City District]. — URL: <http://www.norao.ru/ecology/mol/> (accessed on 01.09.2021).

38. *Materialy obosnovaniya litsenzii na razmeshchenie i sooruzhenie pripoverkhnostnogo punkta zakhroneniya tverdykh radioaktivnykh otkhodov 3 i 4 klassov, Tomskaya oblast', gorodskoi okrug, ZATO Seversk* [Materials of a Siting and Construction License Application for a Surface Disposal Facility for SRW Class 3 and 4, Tomsk Region, Urban District ZATO Seversk]. — URL: <http://www.norao.ru/ecology/mol/> (accessed on 01.09.2021).

39. Ivanov E. A., Sharov D. A., Kuryndin A. V. Aktual'nye problemy klassifikatsii udalyaemykh tverdykh radioaktivnykh otkhodov, obrazuyushchikhsya pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii [Challenges Related to the Classification of Radioactive Waste Generated from Nuclear Power Uses]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' — Nuclear and radiation safety*, 2018, no. 2 (88), pp. 11–23.

40. Specific safety requirements No. SSR-5. Disposal of radioactive waste. IAEA Safety standards. Vienna, 2011.

41. Specific safety guide No. SSG-29. Near surface disposal facilities for radioactive waste. IAEA Safety standards. Vienna, 2014.

42. Asmolov V. G., Barchukov V. G., Ivanov E. A. Ochen' nizkoaktivnye radioaktivnye otkhody v sisteme bezopasnogo obrashcheniya s radioaktivnymi otkhodami [Very Low-Level Radioactive Wastes in the Radioactive Waste Management System]. *Promyshlennye vedomosti — Industrial Statements*, 2014, no. 5. — URL: <https://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2759&nomer=91> (accessed on 01.09.2021).

43. Abramov A. A., Bolshov L. A., Gavrillov P. M., Dorofeev A. N., Igin I. M., Linge I. I., Mokrov Yu. G., Pechkurov A. V., Utkin S. S. Ob ideyakh rasshireniya sistemy obrashcheniya s RAO na promyshlennye otkhody, sodержashchie tekhnogennye radionuklidy [About the Ideas on Expanding the RW Management System to Cover Industrial Waste Containing Man-made Radionuclides]. *Radioaktivnye otkhody — Radioactive Waste*, 2019, no. 4 (9), pp. 6–13. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-4-6-13.

Information about the authors

Pavlov Dmitriy Igorevich, head of radioactive waste management department, Saint-Petersburg branch of JSC FCNIVT SNPO “ELERON” — “VNIPIET” (55, Dibunovskaya st., St. Petersburg, 197183, Russia), e-mail: dipavlov@eleron.ru.

Iroshnikov Vladimir Valentinovich, head of department of nuclear and radiation safety and environmental protection, Saint-Petersburg branch of JSC FCNIVT SNPO “ELERON” — “VNIPIET” (55, Dibunovskaya st., St. Petersburg, 197183, Russia), e-mail: vviroshnikov@eleron.ru.

Maksimenko Dmitriy Aleksandrovich, chief specialist of the architectural and construction department, Saint-Petersburg branch of JSC FCNIVT SNPO “ELERON” — “VNIPIET” (55, Dibunovskaya st., St. Petersburg, 197183, Russia), e-mail: damaksimenko@eleron.ru.

Demin Anatoly Viktorovich, chief expert, Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (52, Bolshaya Tuskaya st., Moscow, 115191, Russia), e-mail: demin.122@yandex.ru.

Sychenko Denis Vladimirovich, project manager, Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences (52, Bolshaya Tuskaya st., Moscow, 115191, Russia), e-mail: sychenko.den@ibrae.ac.ru.

Bibliographic description

Pavlov D. I., Iroshnikov V. V., Maksimenko D. A., Demin A. V., Sychenko D. V. Analysis of the Russian Federation Regulatory Framework Requirements for Disposal of Very Low-Level Radioactive Waste. *Radioactive Waste*, 2022, no. 1 (18), pp. 91–106. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-1-91-106. (In Russian).