

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ПУНКТА ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ. РЕТРОСПЕКТИВА ПОДХОДОВ

В. Т. Сорокин¹, Д. И. Павлов²

¹АО «АТОМПРОЕКТ», Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский филиал АО «ФЦНИВТ «СНПО «ЭЛЕРОН» — «ВНИПИЭТ», Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию 15 января 2018 г.

Рассмотрены предпроектные работы и технические решения по созданию приповерхностного пункта захоронения радиоактивных отходов на территории северо-западного региона, выполненные с 1993 по 2010 гг.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, захоронение, приповерхностный пункт захоронения радиоактивных отходов, глины.

В атомном кластере на территории Ленинградской области эксплуатируется большое количество объектов использования атомной энергии, на которых образуются и хранятся радиоактивные отходы (РАО). Основными источниками образования РАО являются:

- Ленинградская атомная станция (ЛАЭС-1) с 4 энергоблоками РБМК-1000;
- Северо-Западный научно-промышленный центр атомной энергетики с судовыми энергетическими установками различных типов;
- исследовательские реакторы, расположенные в научных центрах Санкт-Петербурга и Ленинградской области;
- Ленинградское отделение филиала «Северо-Западный территориальный округ» (ЛО СЗТО) ФГУП «РосРАО» (является правопреемником ЛСК «Радон»), функционирующий с 1962 г. как центр по сбору, переработке и временному хранению РАО, который обслуживает предприятия и организации Санкт-Петербурга, Ленинградской, Калининградской, Псковской и Новгородской областей, а также республик Коми и Карелии;
- «ЭКОМЕТ-С» — центр по переплавке металлических радиоактивных отходов;
- сотни промышленных предприятий, медицинских и учебных заведений, использующих источники ионизирующих излучений.

За период эксплуатации этих объектов образовалось более 100 000 м³ радиоактивных отходов, которые размещены в наземных железобетонных сооружениях.

В настоящее время завершается строительство первого из четырех энергоблоков ВВЭР-1200 на ЛАЭС-2, которые будут замещать выводимые из эксплуатации блоки РБМК-1000 ЛАЭС-1.

В связи с планируемым выводом из эксплуатации четырех энергоблоков ЛАЭС-1 и для продолжения эксплуатации действующих и проектируемых предприятий необходимо строительство новых хранилищ РАО. По предварительным оценкам до 2030 года объем отходов, подлежащих хранению, может составить 200—250 тыс. м³. Основную часть этих отходов (более 90%) составляют короткоживущие низко- и среднеактивные отходы, относящиеся к отходам 3 и 4 класса [1].

Возникает вопрос: продолжать строить временные хранилища для РАО или перейти к захоронению РАО, как это предусмотрено Федеральным Законом № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и как это принято в большинстве европейских стран.

Исследования возможности создания в Ленинградской области пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) предпринимались на

протяжении 25 лет. Краткий анализ этих работ представлен в данной публикации.

Научно-исследовательские, изыскательские и предпроектные работы по созданию пункта захоронения РАО в Ленинградской области начинались с начала 90-х годов прошлого века (табл. 1).

Специалистами ФГУП «НПО «Радиовый институт им. В. Г. Хлопина» Кривохатским А. С., Савоненковым В. Г., Рогозиным Ю. М. и др. было предложено для захоронения радиоактивных отходов, образующихся в Северо-Западном регионе, использовать залежи «синих» кембрийских глин Ленинградской области [2]. Абсолютный

возраст этих глин составляет около 530 млн лет, а мощность пласта достигает 100–130 м [3].

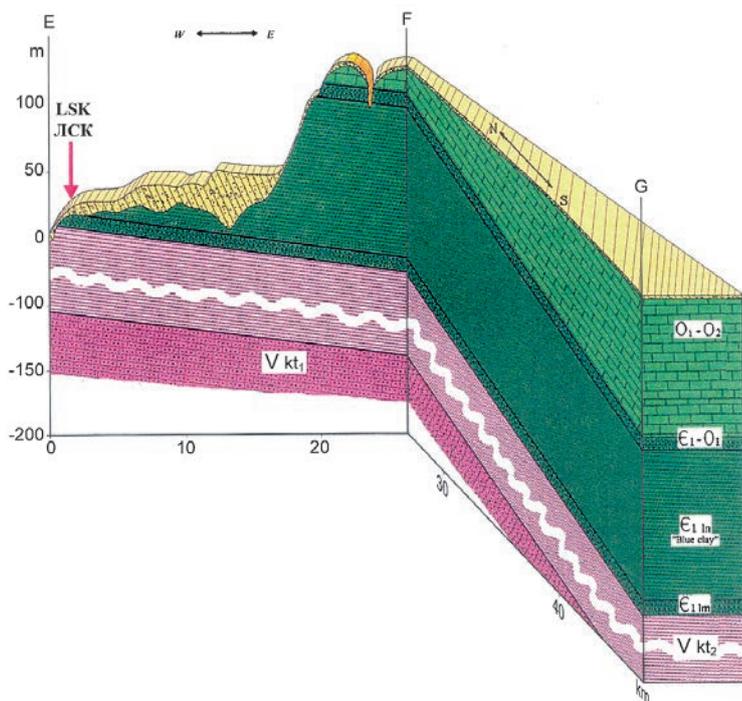
Геологический разрез региона представлен на рисунке 1.

В 1993 г. по заданию правительства Ленинградской области специалистами ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ», АО «Ленметрогипротранс» и НПО «РИ им. В. Г. Хлопина» разработан «Концептуальный проект регионального пункта захоронения радиоактивных отходов в залежах синих глин».

Разработанная в концептуальном проекте конструкция подземного сооружения представляет собой горную выработку спирального типа с диаметром первого витка 400 м, созданную

Таблица 1. Основные предпроектные работы по созданию ПЗРО в Ленинградской области

Год	Наименование работы	Исполнители	Примечания
1993	НИР «Концептуальный проект регионального пункта захоронения радиоактивных отходов в залежах синих глин»	ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ», АО «Ленметрогипротранс»	Выполнялась по договору с Правительством Ленинградской области
1997	Концептуальный проект «Могильник радиоактивных отходов для ЛСК «Радон»	IVO PE Ltd (Финляндия), SGN (Франция), AEA Technology (Великобритания), ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ»	Работа выполнялась в рамках проекта Tacis Nucrus 94.405
2005–2006	Концепции создания регионального пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) в Ленинградской области	SKB IC AB (Швеция), DBE Technology (Германия), ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ»	Разработана в рамках соглашения о сотрудничестве между ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ» и фирмой SKB IC AB (Швеция)
2008	Концепция и программа создания пункта захоронения короткоживущих РАО низкого и среднего уровня активности в Ленинградской области	DBE Technology (Германия), SKB IC (Швеция), Andra (Франция), COVRA N.V. (Нидерланды), NDA (Великобритания), ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ»	Работа выполнялась в рамках проекта Tacis R4.05/04
2010	Обоснование инвестиций. Пункт захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО»	ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ»	Работа выполнялась по договору с ФГУП «РосРАО»



- Vkt 1 – Гдовский песчаный горизонт (отложения Венда);
- Vkt 2 – лямнаритовые глины Котлинского горизонта (отложения Венда);
- €1 ln – синие глины (Нижнекембрийский горизонт);
- €1 lm – песчаные отложения Ломоносовского горизонта (Нижнекембрийский горизонт);
- €1-O1 – песчаные отложения Кембрия-Ордовика;
- O1-O2 – карбонаты, доломиты (отложения Ордовика);
- Q – четвертичные отложения;
- Pr2 – кристаллический фундамент

Рис. 1. Геологический разрез региона

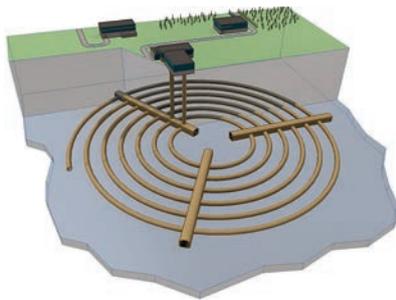


Рис. 2. Спиральная конструкция заглубленного ПЗРО

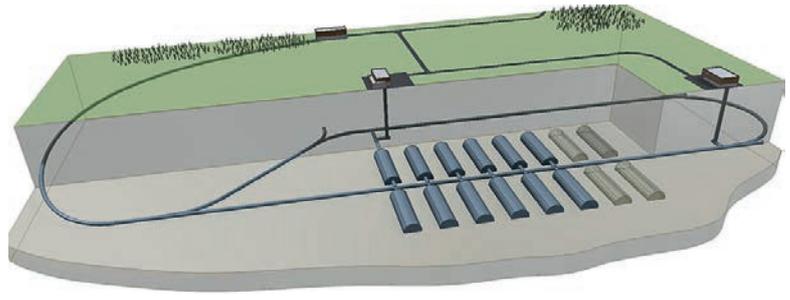


Рис. 3. Камерная конструкция подземного ПЗРО

горнопроходческим щитом диаметром 5,63 м на глубине 90 м в так называемом глинте¹ [4, 5]. Спиральная выработка (рис. 2) пересекается тремя туннелями для обеспечения маневренности при размещении упаковок в отсеках сооружения. Передача упаковок из наземного сооружения в подземное сооружение осуществляется по вертикальной технологической шахте или по наклонному туннелю.

По результатам рассмотрения материалов исследований было принято Постановление администрации Ленинградской области от 10 января 1995 г. № 5 «О создании на территории Ленинградской области Северо-Западного регионального центра по обращению с радиоактивными отходами».

Продолжением исследований явилась разработка в 1997 г. в рамках проекта Tasis финской фирмой IVO PE LTD в консорциуме с французской фирмой SGN и английской фирмой AEA Technology при участии ФГУП «ГИ «ВНИПИЭТ» и АО «Ленметрогипротранс» концептуального проекта регионального пункта захоронения РАО на основе другого типа конструкции подземного сооружения — камер большого объема [6].

Это подземное сооружение также планировалось построить в залежах синих глин в глинте.

Конструкция подземного сооружения (рис. 3) представляет собой камеры большого объема по типу односводчатой станции Санкт-Петербургского метрополитена длиной 100 м, шириной 25 м, высотой 13 м, объединенные общим транспортным туннелем.

Подземное сооружение соединяется с дневной поверхностью двумя строительными шахтными стволами и наклонным транспортным туннелем. Для размещения 250 тыс. м³ отходов в соответствии с проектом требовалось 25 камер большого объема.

В 2008 году на основании контракта между Консорциумом и Европейской комиссией в рамках проекта Tasis R4.05/04 выполнялась работа на тему «Концепция и программа создания хранилища короткоживущих отходов низкой и средней активности в Ленинградском регионе» [6].

В состав Консорциума входили европейские компании ANDRA (Франция), COVRA N. V. (Нидерланды), DBE Technology (Германия), SKB IC (Швеция) и NDA (Великобритания). Между Консорциумом в лице компании DBE и ФГУП «Головной институт «ВНИПИЭТ» был заключен договор № LEN-REP-01/2008 на разработку Декларации о намерениях (ДОН) создания наземного и подземного ПЗРО и разработку основных разделов Обоснования инвестиций (ОБИН) создания приповерхностного ПЗРО в Ленинградском регионе.

На основании анализа фондовых материалов, результатов имевшихся изысканий и с учетом требований к размещению площадок ПЗРО были рассмотрены пять потенциально пригодных площадок размещения ПЗРО на территории Ломоносовского района (рис. 4). Для дальнейшей проработки и экономического сравнения была выбрана площадка № 5 на Предглинтовой низменности для наземного и заглубленного ПЗРО.

Наземный вариант ПЗРО (рис. 5) является аналогом сооружения, разработанного фирмой SKB IC (Швеция) для Литвы. Такая конструкция используется во Франции, Испании и других странах.



Рис. 4. Варианты размещения приповерхностного ПЗРО:

Площадки 1 и 2 — территория вблизи Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО»; площадка 3 — территория района дер. Ракопежи; площадка 4 — территория урочища Лубаново; площадка 5 — территория урочища Кастивское

¹ Глент — Балтийско-Ладожский уступ, тянущийся вдоль южного берега Финского залива до Ладожского озера, высота до 56 м. Сложен кембрийскими глинами и песчаниками, перекрытыми известняками ордовика.



Рис. 5. Наземный комплекс ПЗРО

Наземный комплекс ПЗРО включает железобетонную конструкцию модульного типа (5), состоящую из группы ячеек, в которых размещаются упаковки кондиционированных РАО, административно-бытовой комплекс (1, 2), здание перегрузки упаковок с внешнего транспорта на внутриобъектовый (3), буферное хранилище упаковок (4), а также другие объекты инфраструктуры.

Железобетонная конструкция наземного ПЗРО представляет собой сооружение прямоугольной формы с размерами в плане 440×22,6 м и высотой 8,5 м. Над бетонными модулями располагается подвижное укрытие от атмосферных осадков, в котором размещено подъемно-транспортное оборудование. После заполнения модуля упаковками с РАО свободное пространство между упаковками заливается цементным раствором и сверху создается перекрытие. После заполнения всего сооружения над ним создается покрывающий экран. Для создания наземного ПЗРО вместимостью 250 тыс. м³ потребуется 34 га земли.

В качестве заглубленного варианта ПЗРО разрабатывались два варианта конструкций: камеры большого размера (аналог — проект Tasis Nucrus-94.495) и подземный туннель с использованием проходческого щита большого диаметра. Для размещения 250 тыс. м³ отходов в камерном варианте потребуется 20 камер, а при туннельном — пять туннелей с рабочей длиной 600 м. Для размещения наземных сооружений потребуется менее 1 га.

Сравнение вариантов для первой очереди наземного и заглубленного ПЗРО вместимостью 50 тыс. м³ показало, что инвестиционные затраты в строительство подземного ПЗРО почти в 2 раза выше, чем для наземного.

В 2010 году по заданию ФГУП «РосРАО» ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» разработал Ходатайство (Декларацию) о намерениях и Обоснование инвестиций в строительство «Пункта захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО».

В предпроектных материалах разрабатывался заглубленный вариант ПЗРО в толще котлинских глин на глубине 60—70 м с размещением наземных объектов инфраструктуры на территории действующих объектов Госкорпорации «Росатом» [7, 8].

Подземное сооружение для размещения упаковок РАО (рис. 6) представляет собой туннель с герметичной обделкой диаметром 14,2 м и рабочей длиной 1000 м, разделенный на отсеки длиной 50 м. Для размещения 250 тыс. м³ потребуются создание пяти туннелей.

Туннель по высоте разделен на три зоны: технологический коридор, зона захоронения упаковок, транспортный коридор (рис. 7).

Туннель предполагается пройти с помощью горнопроходческого щита фирмы Herrenknecht с территории ЛО СЗТО ФГУП «РосРАО» на северо-запад с выходом на территории ЛАЭС-2.

Учитывая технологические особенности строительства подземного туннеля, как то: сложность монтажа горнопроходческого щита, его высокая скорость проходки и ресурс работы, а также другие факторы и особенности площадки, может оказаться перспективным строительство спирального туннеля большого диаметра, рассчитанного на прием 250 тыс. м³.

В январе 2011 года межведомственная комиссия по размещению производительных сил на территории Ленинградской области по результатам рассмотрения Декларации о намерениях приняла решение о возможности размещения ПЗРО на территории муниципального образования «Сосновоборский городской округ».

Под эгидой ФГУП «НО РАО» 27 декабря 2013 года прошли общественные слушания по материалам ОВОС при создании ПЗРО в районе расположения ЛО СЗТО ФГУП «РосРАО», которые были признаны состоявшимися [9].

Заключение

За полувековой период в хранилищах атомного кластера, расположенного в промышленной зоне г. Сосновый Бор Ленинградской области, накоплено значительное количество радиоактивных отходов, представляющих потенциальную опасность для населения и окружающей среды.

Строительство новых энергоблоков ЛАЭС-2 и предстоящий вывод из эксплуатации энергоблоков ЛАЭС-1 в условиях действия Федерального закона об обращении с радиоактивными отходами приводит к необходимости пересмотра парадигмы обращения с РАО в регионе на заключительных стадиях. Суть этих изменений заключается в необходимости перехода от практики длительного хранения РАО к их захоронению. Это позволит снизить радиационный риск для персонала и населения, а также снизить затраты на обращение с РАО.

За последние четверть века специалистами российских и европейских организаций



Рис. 6. Общий вид заглубленного ПЗРО

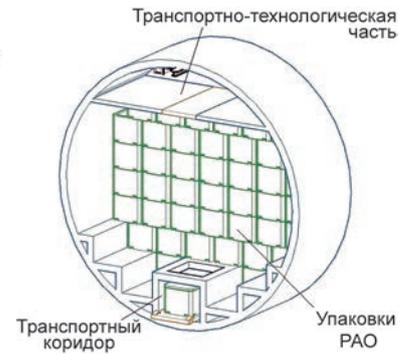


Рис. 7. Разрез туннеля

выполнен большой объем технико-экономических исследований, изыскательских и предпроектных работ по созданию регионального пункта захоронения РАО на территории Ленинградской области. Рассмотрены различные конструкции наземных и заглубленных пунктов захоронения РАО, размещаемых на различных площадках региона. Выполнены оценки воздействия ПЗРО на окружающую среду при его строительстве, эксплуатации и закрытии. Полученные результаты в силу ряда причин не вышли за рамки предпроектных работ, но могут быть фундаментом для разработки проектов пунктов захоронения РАО.

Настало время сделать перезагрузку в технических, экономических и социальных подходах к решению этой актуальной региональной проблемы радиоактивных отходов в интересах населения, местных и региональных органов власти и атомной отрасли при безусловном соблюдении Федерального закона об обращении с радиоактивными отходами.

Литература

1. Сорокин В. Т. Создание регионального хранилища радиоактивных отходов — условие безопасного развития атомной энергетики в Северо-Западном регионе // Радиационная безопасность: транспортирование радиоактивных материалов. Атомтранс-2003: доклады 6-й международной конф., 22–26 сентября 2003 г., Санкт-Петербург. — С.Пб., 2003. — С. 262–267.
2. Проблема размещения радиоактивных отходов в геологические формации Ленинградского региона: Препринт РИ-230 / Под ред. д. т. н. А. С. Кривохатского. — М.: ЦНИИАтоминформ, 1991. — 26 с.
3. Геология СССР. Т. 1. Полезные ископаемые. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. — М.: Недра, 1975.
4. Кулагин Н. И., Шукин С. П., Сорокин В. Т. и др. Технические предложения по созданию в Северо-западном регионе хранилища радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива // Подземное пространство мира. — 1996. — № 6. — С. 48–51.
5. Подземное сооружение в однородных пластах глины для длительного хранения и/или захоронения радиоактивных отходов : патент № 2133993 РФ : МПК G21F9/24 / Г. П. Заручевская, В. Т. Сорокин, А. А. Шведов и др.; заявл. 26.03.1996; опубл. 27.07.1999.
6. Научно-практические вопросы создания регионального пункта захоронения радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности в районе размещения Ленинградского отделения филиала «Северо-Западного территориального округа ФГУП «РосРАО» / Н. П. Шафрова, В. Т. Сорокин, А. В. Демин, В. В. Кашеев // Сборник докладов V Международный ядерный форум «Безопасность ядерных технологий: Стратегия и экономика безопасности», 27 сентября — 01 октября 2010 года. — СПб.: НОУ ИДПО «АТОМПРОФ». — С. 182–187.
7. Суханов И. А., Литвиненко А. Г., Сорокин В. Т. Создание пункта захоронения низко- и среднеактивных РАО в Ленинградской области // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. — 2011. — № 1. — С. 53–63.
8. Подземное сооружение для длительного хранения и/или захоронения упаковок радиоактивных отходов: патент № 2431210 РФ: МПК G21F9/24/ В. И. Калинин, Н. П. Шафрова, В. Т. Сорокин и др.; заявл. 26.04.2010; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 28. — 10 с.
9. Григорьев С. В. Общественные слушания по материалам оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при создании пунктов захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) // Экология и атомная энергетика. Научно-технический сборник. — 2013. — Выпуск № 2 (33). — С. 180–184.

Информация об авторах

Сорокин Валерий Трофимович, доктор технических наук, главный технолог АО «АТОМПРОЕКТ» (197183, Санкт-Петербург, ул. Савушкина, 82, лит. А), e-mail: vsorokin@atomproekt.com.

Павлов Дмитрий Игоревич, руководитель направления отдела по обращению с РАО и ООС Санкт-Петербургского филиала АО «ФЦНИВТ «СНПО «ЭЛЕРОН» — «ВНИПИЭТ» (197183, Санкт-Петербург, ул. Дибуновская, 55), e-mail: dipavlov@eleron.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Сорокин В. Т., Павлов Д. И. Технические аспекты создания регионального пункта захоронения радиоактивных отходов. Ретроспектива подходов // Радиоактивные отходы. — 2018. — № 1 (2). — С. 15—20.

TECHNICAL ASPECTS OF CREATING A REGIONAL DISPOSAL FACILITY FOR RADIOACTIVE WASTE. RETROSPECTIVE OF THE APPROACHES

V. T. Sorokin¹ D. I. Pavlov²

¹АО «АТОМПРОЕКТ», Saint-Petersburg, Russian Federation

²Saint-Petersburg branch of JSC «FCNIVT «SNPO «ELERON» - «ВНИПИЭТ», Saint-Petersburg, Russian Federation

Article received 15 January 2018

The article describes the project works and technical solutions for the creation of a near surface disposal facility for radioactive waste in North-West region that have been carried out from 1993 to 2010.

Key words: radioactive waste, disposal, near-surface disposal facility, clay.

References

1. Sorokin V. T. Sozdanie regionalnogo hranilishcha radioaktivnykh othodov – uslovie bezopasnosty razvitiya atomnoy energii v severo-zapadnom regione// Radiacionnaya bezopasnost: Atomtrans-2003: Doklady 6 mezhdunarodnoy konf., 22–26 sentaybrya 2003, Sankt-Peterburg, 2003, pp 262–267. (In Russian).
2. Problema razmeshcheniya radioaktivnykh othodov v geologicheskie formazii Leningradskogo regiona: Preprint RI-230/Pod.red/ d.t.n. A.S. Krivohatskogo. M.: ZNIIatominform, 1991, 26 p. (In Russian).
3. Geologiya SSSR. T.1. Poleznie iskopaemye. Leningradskaya, Pskovskaya, i Novgorodskaya oblasti. M.: Nedra, 1975. (In Russian).
4. Kulagin N. I., Shchukin S. P., Sorokin V. T., i dr. Tehnicheskie predlozheniya po sozdaniyu v severo-zapadnom regione hranilisha radioaktivnykh othodov i otrabotafshego yadernogo topliva. Podzemnoe prostranstvo mira, 1996, no 6, S. 48–51. (In Russian)
5. Podzemnoe sooruzhenie v odnorodnykh plastah gliny dlya dlitel'nogo hraneniya i/ili zahoroneniya radioaktivnykh othodov: patent no 2133993 RF ; MPK G21F9/24 / Zaruchevskaya G. P., Sorokin V. T., Shvedov A. A. i dr.; zayavl. 26.03.1996; opubl. 27.07.1999.
6. Shafrova N. P., Sorokin V. T., Demin A. V., Kashcheev V. V. Nauchno-prakticheskie voprosy sozdaniya

- regionalnogo punkta zahoroneniya radioaktivnykh othodov nizkogo i srednego urovnya aktivnosti v rajone razmeshcheniya Leningradskogo otdeleniya filiala Severo-Zapadnogo territorial'nogo okruga FGUP RosRAO. // Sbornik dokladov V Meshchdunarodniy yaderniy forum “Bezopasnost yadernih tehnologiy: Strategiya i ekonomika besopasnosti” 27 sentyabrya — 01 oktyabrya 2010 goda. Sankt-Peterburg, NOU IDPO “АТОМПРОФ”. S. 182–187. (In Russian).
7. Suhanov I. A., Litvinenko A. G., Sorokin V. T. Sozdanie punkta zahoroneniya nizko- i sredneaktivnykh RAO v Leningradskoy oblasti . Bezopasnost yadernykh tehnologiy i okruzhayushchey sredy, 2011, no 1, pp. 53–63. (In Russian).
8. Podzemnoe sooruzhenie dlya dlitel'nogo hraneniya i/ili zahoroneniya upakovok radioaktivnykh othodov: patent no 2431210 RF; MPK G21F9/24 / V. I. Kalinkin, N. P. Shafrova, V. T. Sorokin i dr. ; zayavl. 26.04.2010; opubl. 10.10.2011.
9. Grigorev S. V. Obshchestvennye slushaniya po materialam ocenki vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredyu (OVOC) pri sozdanii punktov zahoroneniya radioaktivnykh othodov (PZRO). Ehkologiya i atomnaya energetika. Nauchno-tehnicheskij sbornik. 2013, no 2 (33), pp. 180–184. (In Russian).

Information about the authors:

Sorokin Valery Trofimovich, Chief Technology JSC «АТОМПРОЕКТ» (82-A Savushkina st., St. Petersburg, Russia, 197183), e-mail: vsorokin@atomproekt.com.

Pavlov Dmitriy Igorevich, Team Leader of Saint-Petersburg branch of JSC «FCNIVT «SNPO «ELERON» — «ВНИПИЭТ» (55, Dibunovskaya st., St. Petersburg, Russia, 197183), e-mail: dipavlov@eleron.ru.

Bibliographic description

Sorokin V. T., Pavlov D. I. Technical aspects of creation a regional disposal facility for radioactive waste. Retrospective of the Approaches. Radioactive Waste, 2017, no 1 (2), pp.15–20 (In Russian).