

ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТ ПО НАКОПЛЕННЫМ РАО В ОРГАНИЗАЦИЯХ ТОПЛИВНОЙ КОМПАНИИ АО «ТВЭЛ»

К. Г. Бочаров, С. В. Михеев

Топливная компания АО «ТВЭЛ», Москва

М. В. Ведерникова

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, Москва

Статья поступила в редакцию 28 сентября 2017 г.

Решения по отнесению накопленных радиоактивных отходов (РАО) к особым, принятые в рамках первичной регистрации, основывались на сравнении оценок коллективных эффективных доз, рисков и затрат для двух вариантов обращения с отходами. Статус пунктов размещения особых РАО позволил приступить к работам по переводу ряда объектов в пункты консервации особых РАО. Работы проводятся в строгом соответствии с требованиями федеральных норм и правил, санитарных правил. Для отнесения РАО к удаляемым сравнение вариантов захоронения не требуется. В настоящей статье на примере объектов Топливной компании «ТВЭЛ» показано, что обоснование отнесения к особым позволяет проводить работы по изоляции РАО от окружающей среды. В тоже время работы по извлечению удаляемых РАО зачастую проводятся вопреки принципу радиационной защиты – принципу обоснования. Проведение комплексных обоснований, позволяющих выбрать максимально безопасный и финансово эффективный способ окончательной изоляции отходов, может привести к пересмотру решений по отнесению к удаляемым отходам.

Ключевые слова: *особые радиоактивные отходы, наследие, обоснование безопасности, Ангарский электролизный химический комбинат.*

Для эксплуатирующих организаций Топливной компании АО «ТВЭЛ» было характерно применение крупных объектов обращения с РАО, таких как хвосто- и пульпохранилища, шламотстойники, бассейны и приповерхностные хранилища твердых РАО. Данные решения по размещению отходов соответствуют применяемым в мире способам обращения с отдельными типами РАО, не имеют технологических альтернатив и, что самое главное, могут в полной мере обеспечить радиационную безопасность человека и объектов живой природы.

При создании перечисленных объектов в прошлом учитывались основные факторы обеспечения безопасности. Тем не менее современное законодательство в сфере обращения с РАО включило требование пересмотра решений по окончательному захоронению РАО путем отнесения накопленных РАО к особым или удаляемым в рамках первичной регистрации накопленных РАО. Эти работы проводились в период 2014–2015 гг.

Результаты первичной регистрации РАО стали исходными данными для планирования мероприятий Единой государственной системы по обращению с РАО в части накопленных отходов, постановке задач и реализации работ в рамках действующей Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2025 года» (ФЦП ЯРБ-2).

Темпы и стоимость окончательной изоляции накопленных отходов напрямую зависят от соотношения объемов особых и удаляемых отходов. Опыт проведения работ по обращению с РАО и результаты обоснований отнесения отходов к особым отчетливо показали – при захоронении на месте может быть обеспечена большая безопасность при меньших (в десять и более раз) затратах.

Несмотря на сжатые сроки и большое количество новаций, внесенных в критерии отнесения РАО к особым, уже в ходе первичной регистрации были успешно решены вопросы

методического обеспечения обоснований соответствия критериям [1]. В том числе впервые был разработан и апробирован метод расчета вреда окружающей среде в случае оставления РАО на месте. Результаты оценки вреда от гипотетической гибели биоты в местах влияния объектов в основном оказались либо равными нулю, либо настолько малыми, что не повлияли на выбор способа захоронения. Отметим, что разработанный метод лег в основу ныне действующих рекомендаций Росгидромета для оценки радиационного воздействия на биоту [2].

В состав комиссий по первичной регистрации РАО входили представители всех заинтересованных сторон (эксплуатирующих организаций, Госкорпорации «Росатом», органов государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, органов государственной власти субъектов России и местного самоуправления). Решения по отношению к особым РАО принимались комиссиями на основе подготовленных организациями оценок доз облучения, рисков, затрат для двух вариантов обращения с отходами (извлечения с последующим захоронением и захоронения на месте), обоснований соответствия критериям на происхождение РАО (оборонные или от аварий) и местоположения объектов (вне населенных пунктов и т. д.), утвержденных Постановлением Правительства России от 19.10.2012 № 1069. В иных случаях (отложенные решения и отношение к удаляемым РАО) сравнение вариантов захоронения не требовалось. Указанное обстоятельство сыграло не вполне положительную роль, которая рассмотрена ниже.

Особые РАО

К пунктам размещения и консервации особых РАО было отнесено 14 объектов Топливной компании. Среди них: бассейны Б-1, Б-2, Б-25 АО «Сибирский химический комбинат» (АО «СХК»); пульпохранилища ПХ-1, ПХ-2 АО «СХК»; водохранилища ВХ-3, ВХ-4 АО «СХК»; пункты хранения ТРО АО «СХК»; хвостохранилище ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»; хвостохранилища № 1, 2 АО «Чепецкий механический завод» (АО «ЧМЗ») и др.

Одним из самых важных результатов обоснований отнесения РАО к особым — закрепление правового статуса пунктов размещения особых РАО, который влечет за собой снятие рисков прекращения работ по консервации объектов и переводу их в пункты захоронения РАО. Результаты первичной регистрации РАО были учтены при включении мероприятий по консервации пунктов размещения особых РАО в ФЦП ЯРБ-2. Отметим, что консервация объектов проводится в строгом соответствии с проектной документацией, разрабатываемой в соответствии с

требованиями федеральных норм и правил, санитарных правил.

Среди пунктов размещения особых РАО наибольшую потенциальную радиационную опасность представляют бассейны Б-1, Б-2, Б-25 АО «СХК» — открытые хранилища жидких РАО среднего уровня активности. Для изоляции РАО от окружающей среды и в первую очередь для предотвращения аэрозольного выноса радиоактивных веществ в результате природных явлений (смерч, ураган) необходимо провести работы по консервации объектов.

Уже к началу первичной регистрации (в 2012 году) в рамках ФЦП ЯРБ было успешно завершено мероприятие по консервации одного из бассейнов — Б-2, с полным перекрытием его акватории. Конструктивно бассейн Б-2 представлял собой специальное гидротехническое сооружение в виде искусственно созданного и обвалованного котлована, по дну и откосам которого уложен противофильтрационный экран из сплошной укатанной глины толщиной до 1 метра (рис. 1). Общая площадь объекта составляла 51 400 м². К концу 1982 года сброс отходов в бассейн был полностью прекращен.

Консервация бассейна проводилась в три этапа: в 1991—1992 гг. после ряда НИОКР были проведены опытные работы по засыпке «северной» зауженной его части путем заталкивания местного грунта на лед; в феврале 2001 года завершено перекрытие всей акватории; в период с 2007 по 2012 год проведены основные строительные-монтажные работы (рис. 2).

В результате работ гамма-фон в районе центра бассейна снизился с 300 000 до 40 мкР/ч. Стоимость работ за весь период составила 643,7 млн руб., в т. ч. 513,3 млн руб. из средств федерального бюджета.

Проведенная консервация открытого хранилища жидких РАО является уникальным, не имеющим аналогов в мире, мероприятием. Полученный опыт в настоящее время используется при консервации бассейнов Б-1 и Б-25 (работы начаты в рамках ФЦП ЯРБ), а в дальнейшем технология консервации может быть применена и к другим открытым хранилищам жидких РАО как АО «СХК», так и других организаций Госкорпорации «Росатом».

В 2017 году успешно завершились работы по вертикальной планировке перекрытой акватории бассейна Б-1 АО «СХК» на сумму менее 77 млн руб. В марте 2017 года АО «СХК» заключен 3-летний госконтракт на общую сумму около 250 млн руб. на выполнение работ по консервации бассейна Б-1 АО «СХК» со сроком окончания в 2019 году. В рамках данного Госконтракта АО «СХК» продолжит работы 2-го этапа проекта консервации по устройству верхнего экрана бассейна. Работы ведутся по установленному графику.

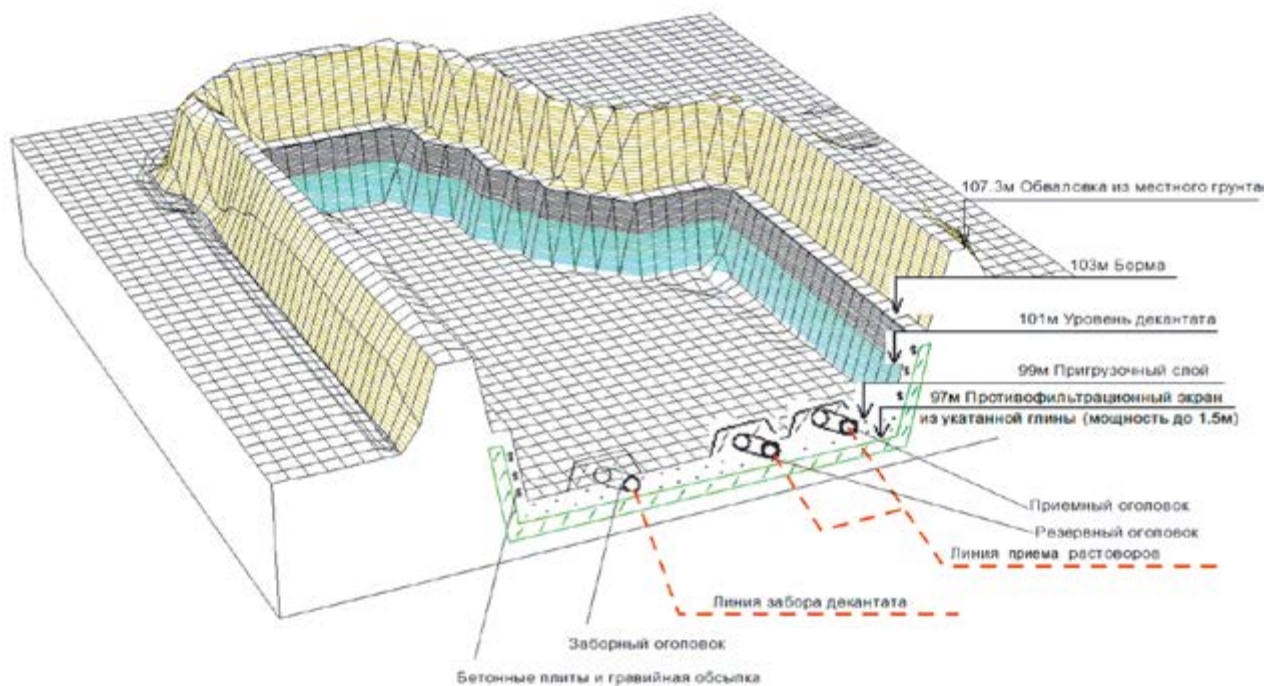


Рис. 1. Схема бассейна Б-2

АО «СХК» досрочно завершены работы по подготовительному этапу (создание инфраструктуры) консервации бассейна Б-25 на общую сумму 352 млн руб. В конце 2017 года Госкорпорация «Росатом» планирует объявить конкурс на проведение уже практических работ по консервации бассейна Б-25. Завершение работ по консервации бассейна планируется к 2020 году.

В рамках подготовки к работам по консервации пунктов размещения особых РАО АО «СХК» приступило к выполнению комплексного инженерного и радиационного обследования (КИРО) одного из пунктов хранения твердых РАО (сооружение 263), расположенного на территории радиохимического завода комбината. Обследование объекта завершится до конца 2017 года. Затем в рамках подготовительного этапа по переводу в пункт консервации особых РАО будет разработана проектная документация. В ФЦП ЯРБ-2 на консервацию данного объекта предусмотрено финансирование из средств федерального бюджета в размере 398 млн рублей в период с 2021 по 2025 год.

Работы по консервации пунктов размещения особых РАО ведутся обществами Топливной компании не только в рамках ФЦП ЯРБ-2, но и за счет средств специального резервного фонда № 3 Госкорпорации «Росатом». Так, на период 2016–2017 гг. Госкорпорацией «Росатом» выделено около 130 млн руб. из средств резерва на реализацию работ по проекту консервации наземных пунктов хранения на площадке 16 химико-металлургического завода АО «СХК».

В конце 2017 года Госкорпорацией «Росатом» планируется выделение дополнительного финансирования на весь оставшийся объем работ по проекту в размере 533 млн руб. Работы планируется завершить в 2019 году.

На площадке АО «ЧМЗ» за счет средств резервов продолжают работы по консервации отработанного хвостохранилища.

В рамках подготовки к консервации пульпохранилищ ПХ-1, ПХ-2 Госкорпорацией «Росатом» утверждено финансирование из средств СРФ № 3 в 2017 году в размере 8 млн руб. на проведение работ по КИРО, по результатам которого будет разработан проект консервации данных объектов.

Таким образом, можно констатировать, что выполнение обоснований отнесения РАО к особым даже для тех случаев, когда работы по консервации уже велись, позволило снять риски прекращения работ в связи с неопределенным правовым статусом объектов, ввиду вступления в силу Федерального закона «Об обращении с РАО...». Принятые решения по захоронению РАО на месте позволили сохранить темпы работ, финансирование которых ведется как в рамках ФЦП ЯРБ-2, так и из внебюджетных средств Госкорпорации «Росатом». Результаты консервации объектов наследия получили положительную реакцию международного сообщества при представлении четвертого национального Доклада Российской Федерации по Объединенной конвенции [3]. Отметим также, что безусловно высокая стоимость работ по

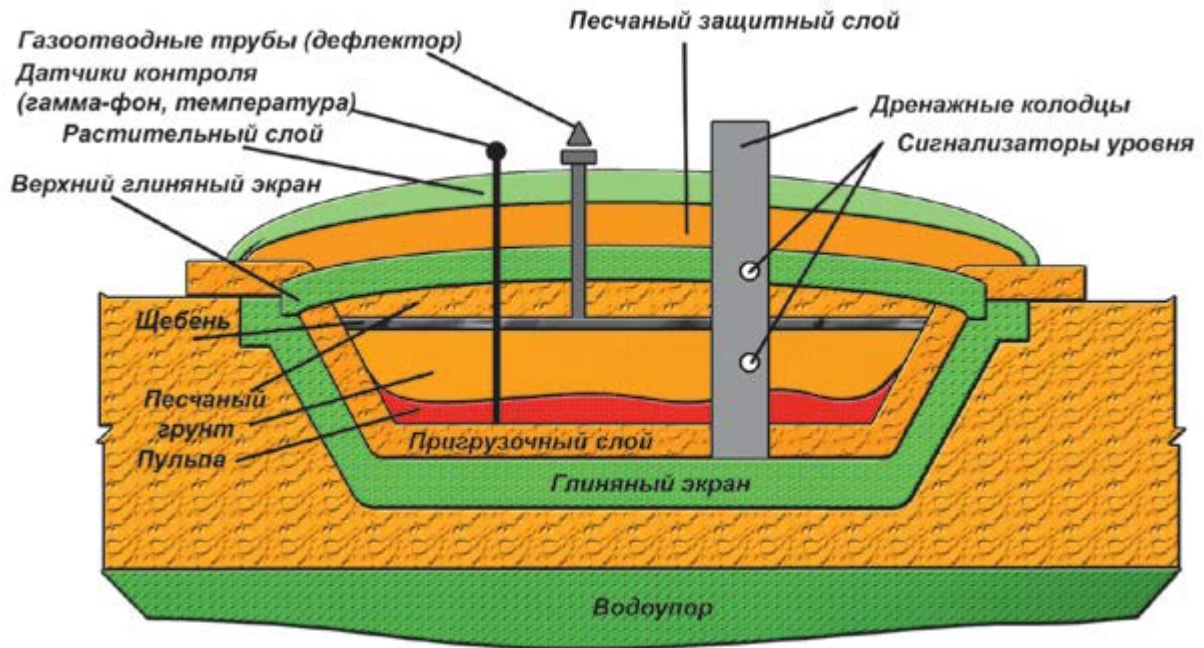


Рис. 2. Схема консервации бассейна Б-2

завершенным объектам была бы в десять и более раз выше в случае извлечения и удаления РАО на захоронение.

Отложенные решения

Важно, что по объектам АО «ТВЭЛ» рассмотрение различных сценариев проводилось даже в отношении тех объектов, которые формально не могли стать особыми по причинам их местоположения. Так, в отношении объектов трех организаций Топливной компании решения были отложены (АО «Уральский электрохимический комбинат» (АО «УЭХК»), АО «Производственное объединение «Электрохимический завод» (АО «ПО ЭХЗ»), ПАО «Машиностроительный завод» (ПАО «МСЗ»)). Пункты хранения накопленных РАО были размещены на территориях, отнесенных к категории «земли населенных пунктов». Отметим, что отнесение этих территорий к отдельным категориям произошло намного позже создания объектов, а производства АО «УЭХК» и АО «ПО ЭХЗ» размещены внутри созданных для их функционирования ЗАТО.

Принимая отложенные решения, комиссии руководствовались подготовленными самими организациями оценками доз, рисков и затрат для двух вариантов обращения с РАО. В материалах показано, что при захоронении отходов на месте перечисленные величины значительно ниже, чем при удалении. Полученные АО «УЭХК», АО «ПО ЭХЗ» результаты оценок доз, рисков и затрат позволяют констатировать, что принятие

решений, основанных только на несоответствии критериям на расположение и происхождение, без учета долгосрочных радиоэкологических последствий, может привести к необоснованным тратам и дозовым нагрузкам.

В случае пересмотра категории земель статус указанных объектов будет пересматриваться.

Удаляемые РАО

Отнесение к удаляемым РАО по большинству объектов основывалось исключительно на факте их несоответствия критериям отнесения к особым РАО на происхождение отходов или местоположение их пунктов хранения. Для пунктов хранения удаляемых РАО не требуется проводить обоснования, что удаление РАО — наиболее безопасный способ окончательной изоляции РАО, как того требует положение ст. 3 Федерального закона «Об обращении с РАО...». Другими словами, решения принимались без соблюдения одного из основных принципов радиационной защиты — принципа обоснования: «любое решение, изменяющее ситуацию облучения, должно приносить больше пользы, чем вреда» [4].

Например, к удаляемым РАО были отнесены все отходы, размещенные в пунктах хранения РАО АО «Ангарский электролизный химический комбинат» (АО «АЭХК») (объекты размещены внутри границ населенного пункта). По одному пункту хранения (сооружение 310) и нескольким объектам организации в настоящее время уже планируются или ведутся работы по ликвидации.

Работы по ликвидации объектов наследия АО «АЭХК»

Промплощадка организации находится в южной промышленной зоне Ангарска, в 4 км от жилого массива города, в 7 км от берега реки Ангары и в 100 км от озера Байкал. В 2016 г. была проведена оценка воздействия АО «АЭХК» на население Ангарска [5]. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что доля АО «АЭХК» в формировании радиационных рисков для населения Ангарска оценивается величиной в 1% от суммарного техногенного радиационного риска, который сам по себе несравненно ниже естественного радиационного риска (основной вклад дают ТЭЦ за счет сжигания органического топлива, содержащего уран и его дочерние продукты). Примерное соотношение техногенных токсических и радиационных рисков для населения Ангарска 23 000 к 1. Таким образом, производство или объекты радиационного наследия, расположенные на территории АО «АЭХК», практически не оказывают воздействие на здоровье населения Ангарска.

На основании того факта, что площадка АО «АЭХК» размещена внутри границ города и природоохранной территории, комиссия приняла решение об отнесении накопленных РАО (почти 90 тыс. м³) к удаляемым. Все отходы должны быть извлечены, кондиционированы и переданы на захоронение. Затраты только на передачу ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (ФГУП «НО РАО») накопленных РАО составят более 50 млрд руб., без учета затрат на кондиционирование, транспортировку, вскрытие барьеров безопасности и обращение с отходами, которые образуются при проведении работ.

В настоящее время в рамках ФЦП ЯРБ-2 уже ведутся работы по ликвидации зданий 802 и 804, которые участвовали в разделении изотопов урана газодиффузионным методом. С 1996 г. объекты отключены от инженерных сетей и были переведены на холодную консервацию. Инженерное обследование зданий показало, что корпуса находятся в аварийном состоянии. Только в ходе реализации данного мероприятия предполагается передать на захоронение ФГУП «НО РАО» более 5 тыс. м³ РАО, а также более 18,5 тыс. тонн металлолома.

Всего, по оценкам АО «АЭХК», при ликвидации объектов организации образуется еще более 100 тыс. м³ РАО, которые должны быть захоронены. Ближайший планируемый к созданию пункт захоронения будет находиться на расстоянии более 1,5 тыс. км. Затраты только на транспортировку отходов превысят 2 млрд руб.

Кроме этих зданий, в рамках мероприятий ФЦП ЯРБ-2 планируется до 2030 года извлечь РАО из сооружения 310, в котором размещено

более 1,9 тыс. м³ отходов. По проведенным оценкам удельные затраты по выводу из эксплуатации превысят 1,1 млн руб./м³.

В последнее время поднимается вопрос создания приповерхностного ПЗРО на площадке АО «АЭХК». Данное решение, если оно будет принято, безусловно, намного безопаснее транспортировки отходов на значительные расстояния.

С другой стороны, встает вопрос о целесообразности извлечения РАО из существующих объектов, их кондиционирования (которое, скорее всего, приведет к увеличению удельной активности), размещения в новый объект приповерхностного захоронения, который должен будет удовлетворять тем же требованиям безопасности, что и пункт захоронения на месте. Другими словами, если возможно сооружение нового пункта захоронения РАО на определенных территориях, по какой причине установлен запрет на перевод существующих пунктов хранения РАО в пункты захоронения.

Насколько оправданы и реализуемы такие «благородные» решения по ликвидации объектов наследия с позиции безопасности. В этом контексте чрезвычайно интересны работы ФГБУ «Гидроспецгеология», выполненные в 2016 году. Специалистами этой организации было проведено геофильтрационное и геомиграционное моделирование площадки организации с использованием данных объектового мониторинга состояния недр. По результатам данной работы были уточнены представления о пространственной структуре, условиях питания и разгрузки, а также балансе потока подземных вод. В частности, показано, что подающий канал является областью разгрузки геофильтрационного потока, формирующегося на территории предприятия. Выполнены оценки ореолов загрязнения подземных вод химическими веществами и радионуклидами, обусловленные воздействием пунктов хранения РАО и систем подземных газоходов на геологическую среду.

Согласно данным сети мониторинга радиационное загрязнение на АО «АЭХК» в настоящее время фиксируется только в районе пункта хранения удаляемых РАО — сооружение 311. Сложившееся загрязнение выражено в повышенной суммарной α -активности, стабильные величины которой не превышают 4 КПО (критериев предварительной оценки качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности, установленных НРБ-99/2009).

Результаты прогнозов показывают, что без создания дополнительных барьеров безопасности для пунктов хранения накопленных РАО и без ликвидации объектов АО «АЭХК», ореол загрязнения подземных вод ²³⁸U достигнет подающего канала в течение (ориентировочно) 1000 лет. Максимальная прогнозная объемная

активность ^{238}U в воде канала для консервативного варианта прогноза не превысит 0,1 Бк/кг, что в 30 раз ниже УВ (3 Бк/кг). При этом вклад сооружения 310 в общий объем разгрузки ^{238}U в подающий канал составит не более 5%. Остальную активность (для консервативного сценария) принесут газоходы, работы по выводу их из эксплуатации уже начаты.

Таким образом, при сохранении современной гидрологической обстановки без создания дополнительных барьеров безопасности, позволяющих перевести пункты хранения РАО в пункты захоронения РАО на месте их размещения, и выводе из эксплуатации загрязненных объектов воздействие на население не прогнозируется. С другой стороны, проведение работ по предотвращению поступления в пункты хранения РАО атмосферных осадков и реабилитации территории позволит в долгосрочной перспективе ограничить распространение в подземных водах ^{238}U .

Что касается ореола химического загрязнения подземных вод сульфатами, сформировавшегося на участке сооружения 311, проведенные расчеты показывают, что в настоящее время он стабилен. В случае создания барьера безопасности, препятствующего поступлению сульфатов в подземные воды, ореол деградирует до значений менее ПДК в течение 25 лет.

Принятые в рамках первичной регистрации РАО решения по отнесению РАО к удаляемым в ряде случаев требуют более взвешенного подхода и проведения дополнительных оценок, обосновывающих, что вариант удаления является наиболее безопасным и финансово менее затратным.

Заключение

Разработанное методическое обеспечение позволило провести обоснование отнесения ряда объектов наследия к пунктам размещения особых РАО. Полученные для этих объектов оценки доз, рисков и затрат показывают, что захоронение на месте размещения является безопасным и эффективным способом окончательной изоляции РАО. Отнесение к особым РАО, в свою очередь, обеспечило возможность как продолжения, так и начала новых работ по консервации объектов в рамках мероприятий ФЦП ЯРБ-2, в том числе по объектам Топливной компании.

Для пунктов хранения РАО, решения по которым было отложено, очевидно, необходимо провести дополнительные работы, прежде чем выходить на подобное поступательное движение. При этом если для АО «УЭХК» и АО «ПО ЭХК» необходимо переоформить категории земельных участков, то для объектов ПАО «МСЗ»

для отнесения РАО к особым необходимо изменить либо границы населенного пункта, либо утвержденные постановлением Правительства России критерии отнесения к особым. Доводы в пользу последнего имеются не только на объектах Топливной компании.

Отметим, что при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии (блоков АЭС, ядерных установок и т. д.), с учетом действующего законодательства, также могут приниматься и решения по «захоронению на месте». Выбор окончательного состояния должен основываться исключительно на сопоставлении возможных вариантов работ с указанием прогноза радиационной обстановки, их влияния на безопасность других объектов, ожидаемого радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду, а также технико-экономических показателей. Отметим, что запрет на перевод существующих пунктов хранения РАО в пункты захоронения на месте также отсутствует. Существует запрет лишь на создание новых объектов, которые заведомо будут переведены в пункты размещения или консервации особых РАО.

Работы по удаляемым РАО требуют проведения комплексных обоснований, позволяющих выбрать максимально безопасный и финансово эффективный способ окончательной изоляции отходов. В ряде случаев, возможно, потребуются изменить решения, принятые в рамках первичной регистрации РАО.

Литература

1. Особые радиоактивные отходы / Под общ. ред. И. И. Линге. — М.: ООО «САМ полиграфист», 2015. — 240 с.
2. Рекомендации Р52.18.820-2015. Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки. — Утверждены Росгидрометом Минприроды России 17.04.2015. — 64 с.
3. Четвертый национальный Доклад Российской Федерации о выполнении обязательств, вытекающих из Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами. — Москва, 2015. — 167 с.
4. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ): пер с англ. / Под общ. ред. М. Ф. Киселёва и Н. К. Шандалы. — М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. — 344 с.
5. Сравнительная оценка радиационных и токсических рисков в Ангарске / С. В. Панченко, А. А. Аракелян, М. В. Ведерникова и др. // Радиация и риск. — 2017. — Т. 26. — № 2. — С. 83–96.

Информация об авторах

Бочаров Кирилл Геннадьевич, директор Департамента по ядерной, радиационной, промышленной безопасности и экологии, Топливная компания «ТВЭЛ», (115409, Москва, Каширское ш. д. 49), e-mail: KiGBocharov@tvel.ru.

Михеев Станислав Валерьевич, кандидат химических наук, главный специалист по ВЭ ЯРОО Департамента по ядерной, радиационной, промышленной безопасности и экологии, Топливная компания «ТВЭЛ» (115409, Москва, Каширское ш. д. 49), e-mail: StVMikheev@tvel.ru.

Ведерникова Марина Владимировна, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Б. Тульская ул., д. 52), e-mail: vmv@ibrae.ac.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Бочаров К. Г., Михеев С. В., Ведерникова М. В. Перспективы работ по накопленным РАО в организациях Топливной компании АО «ТВЭЛ» // Радиоактивные отходы. — 2017. — № 1. — С. 85—92.

PROSPECTS OF WORKS ON ACCUMULATED RW IN THE ORGANIZATIONS OF THE FUEL COMPANY JSC «ТВЭЛ»

Kirill G. Bocharov, Stanislav V. Mikheev
JSC «NCEL», Moscow, Russian Federation

Marina V. Vedernikova
Nuclear Safety Institute of the Russia Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Article received 28 September 2017

Solutions on categorization of radioactive waste (RW) as special, made during a primary registration, were based on comparison of assessments of collective effective doses, risks and expenses for two options of the waste management. The status of disposal facilities for special RW allowed starting works on transfer of some objects into the special RW mothballing facilities. The works are performed in a strict conformity with the requirements of the federal norms and regulations, and sanitary rules. A comparison of disposal options is not required for categorization of RW as retrievable. Using the example of the Fuel Company "ТВЭЛ", the present article demonstrates that rating of RW as special allows performing the works on isolation of RW from the environment. In the same time, the works on extraction of the retrievable RW are frequently performed against the radiation protection principle – principle of justification. A comprehensive justification allowing choosing the most safe and financially effective way of final waste isolation can lead to revision of the solutions to rate the waste as retrievable RW.

Keywords: special radioactive waste, legacy, justification of safety, Angarsk Electrolysis Chemical Complex.

References

1. Osobyе radioaktivnyе othody. — Pod obshchej redakciej I.I. Linge. — 2015 g. — 240 s.
2. Rekomendacii R52.18.820-2015. Ocenka radiacionno-ehkologicheskogo vozdeystviya na ob'ekty prirodnoj sredy po dannym monitoringa radiacionnoj obstanovki (Utverzhdeny Rosgidrometom Minprirody Rossii 17.04.2015 g.). — 64 s.
3. CHetvertyj nacional'nyj doklad Rossijskoj Federacii o vypolnenii obyazatel'stv, vytekayushchih iz Ob"edinennoj konvencii o bezopasnosti obrashcheniya s otrabotavshim toplivom i o bezopasnosti obrashcheniya s radioaktivnymi othodami. Moskva, 2015 g. — 167 s.
4. Publikaciya 103 Mezhdunarodnoj Komissii po radiacionnoj zashchite (MKRZ). Per s angl. / Pod obshchej red. M. F. Kiselyova i N. K. Shandaly. M.: Izd. OOO PKF «Alana», 2009. — 344 s.
5. Sravnitel'naya ocenka radiacionnyh i toksicheskikh riskov v Angarske / Panchenko S. V., Arakelyan A. A., Vedernikova M. V., Pocyapun N. P., Kargin O. A., Sikora O. N., Stepanova U. G. // Radiaciya i risk. 2017. T. 26. № 2. S. 83-96.

Information about the authors

Bocharov Kirill Gennadevich, Director of the Department for Nuclear, Radiation, Industrial Safety and Ecology, Fuel Company TVEL (49, Kashyrskoe Av., Moscow, 115409), e-mail: KiGBocharov@tvel.ru

Mikheev Stanislav Valerevich, PhD, Chief Specialist on the Decommissioning of Nuclear and Radiation Hazardous Facilities of the Department for Nuclear, Radiation, Industrial Safety and Ecology, Fuel Company TVEL (49, Kashyrskoe Av., Moscow, 115409), e-mail: StVMikheev@tvel.ru

Vedernikova Marina Vladimirovna, PhD, researcher, Nuclear Safety Institute (52, Bolshaya Tulsкая St., Moscow, 115191), e-mail: vmv@ibrae.ac.ru

Bibliographic description

Bocharov K. G., Mikheev S. V., Vedernikova M. V. Prospects of works on accumulated RW in the organizations of the Fuel Company JSC «ТВЭЛ» // Radioactive Waste. — 2017. — № 1. — pp. 85—92. (In Russian).