

# К ВОПРОСУ ОБРАЗОВАНИЯ И ОБРАЩЕНИЯ С РАО ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И. Л. Абалкина, И. И. Линге, С. В. Панченко

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, Москва

Статья поступила в редакцию 6 февраля 2018 г.

*В России реабилитация радиационно загрязненных территорий не урегулирована нормативными документами. Статья адресована вопросам обращения с отходами, образующимися при реабилитации, в контексте развития Единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами. В статье рассмотрены примеры обращения с загрязненным грунтом, показана необходимость расширения возможностей захоронения для отходов очень низкой активности.*

**Ключевые слова:** реабилитация, радиоактивные отходы, обращение с радиоактивными отходами, загрязненный материал, дезактивация, конечное состояние.

Перспективы развития Единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами (ЕГС РАО) во многом зависят от изначальной постановки задачи, а именно от ответа на вопрос — что и как быстро мы хотим сделать или, иными словами, какие объемы радиоактивных отходов (РАО) мы намерены включить в эту систему. В данной статье рассмотрены особенности формирования только одного потока РАО — от работ по реабилитации радиационно загрязненных территорий. Авторы убеждены, что этот поток должен быть очень небольшим.

Такие параметры, как жесткость требований к захоронению, уровень тарифов и масштаб цен на контейнеры, позволяют утверждать, что сегодня есть все условия для формирования ЕГС РАО как очень дорогой и слабо дифференцированной в части обращения с отдельными типами РАО системы. Пока это в полной мере относится и к обращению с РАО от реабилитации, то есть это «дорогие» РАО, и в ряде случаев их образование неоправданно стимулируется.

В статье ставится задача выпукло показать два обстоятельства и зафиксировать вытекающие из них выводы для практики. Во-первых, при реабилитации вопрос о содержании работ и удалении почв и грунтов с отнесением их к РАО должен решаться очень аккуратно и с пониманием того, что подобное отнесение накладывает

серьезные обязательства и на правообладателя земельного участка, согласующего работы, и на исполнителя, производящего реабилитацию. Если отходы определяются как РАО, далее требуется физически их изолировать в пункте захоронения и заплатить за это. Во-вторых, ЕГС РАО должна предусматривать наличие отдельного класса низкоопасных отходов, в который и должна попадать большая часть РАО от реабилитации, если они все же образовались. Изначально предполагалось, что им станут очень низкоактивные отходы (ОНРАО), но пока отдельного тарифа для этого класса не установлено, что сводит к нулю эффект от его наличия.

Выводы для практики состоят, прежде всего, в необходимости более точного разделения на классы РАО для целей захоронения. Иллюстрация этого подхода представлена на рис. 1, на котором тарифы по классам РАО достаточно условно соотнесены с граничными значениями активности и с условными эффектами радиобиологического действия излучения. В качестве меры последних выбраны эффекты от облучения, которое могло быть получено в результате недельного нахождения рядом с одним кубометром РАО соответствующего класса. Видно, что эффекты варьируют в широком диапазоне — от ненаблюдаемых в радиационно-эпидемиологических исследованиях до детерминистских и

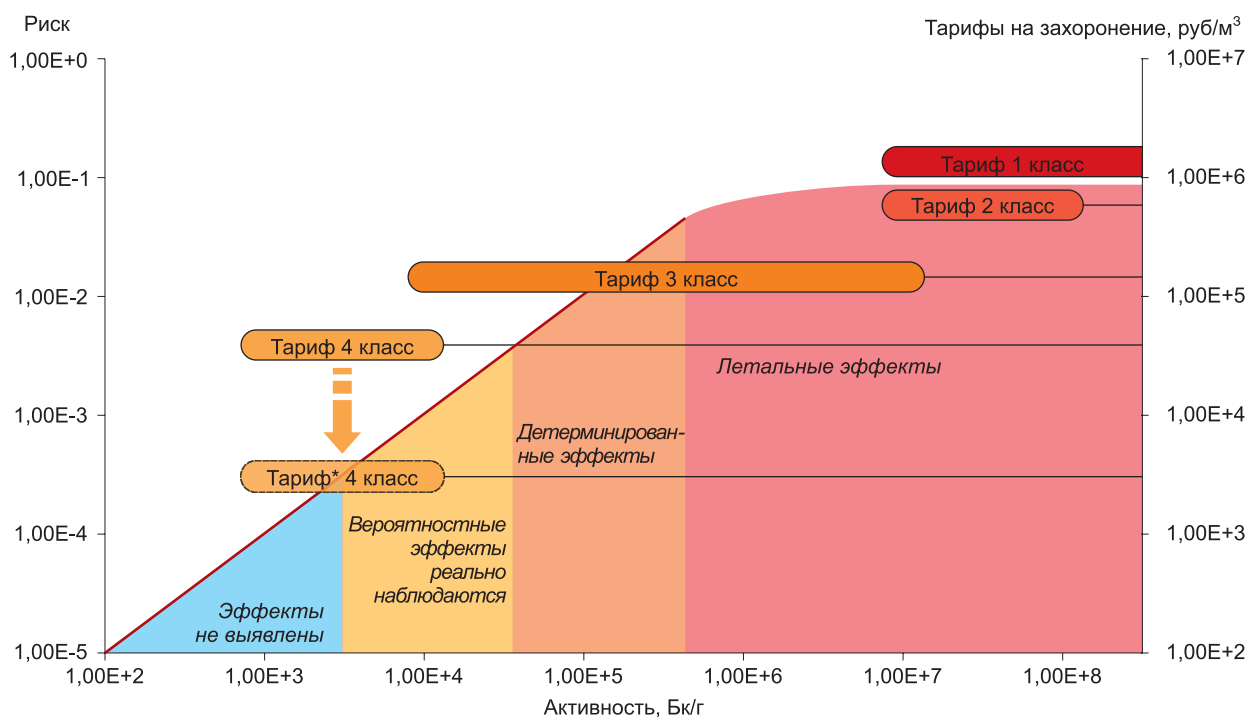


Рис. 1. Тарифы на захоронение 1 м³ РАО и уровни представляемой ими опасности

даже летальных. Сопоставляя эффекты и тарифы на захоронение, отметим, что плата в размере 0,5—1 млн руб. за кубометр оправдана для РАО с наибольшей потенциальной опасностью, но для РАО с потенциальной опасностью на уровне не выявляемых эффектов она не должна быть завышенной и не может в несколько раз превышать социально значимые величины, например, минимальный размер оплаты труда, прожиточный минимум и т. п. Иными словами, плата за избавление от опасности была бы более справедливой, если бы в диапазоне низких концентраций она была бы меньше в 10 и более раз. Это позволит обеспечить учет интересов не только будущих, но и нынешнего поколения с точки зрения предупреждения неоправданных затрат. Оговорим, что приведенный пример является иллюстративным, поскольку при любых вариантах захоронения РАО дозы облучения населения не должны превышать 10 мкЗв/год.

### Развитие понятийного аппарата и методических подходов

Законодательством определено: «радиоактивные отходы — не подлежащие дальнейшему использованию материалы и вещества...». Принципиальной здесь является квалификация РАО именно как «не подлежащих дальнейшему использованию» материалов, веществ, оборудования и изделий, тогда как второй признак — уровень содержания радионуклидов — вторичен. Иными словами, материал с одним и тем же уровнем содержания радионуклидов может быть отнесен к радиоактивным веществам, если

подлежит использованию, или к радиоактивным отходам, если не подлежит. В ст. 21 закона о РАО предусмотрена процедура пролонгации решений о дальнейшем использовании материалов, содержащих радиоактивные вещества: «Организации ... обязаны: 1) ежегодно определять возможность дальнейшего использования образующихся в результате их деятельности материалов, веществ, оборудования, изделий... и относить их к радиоактивным отходам в случае невозможности дальнейшего использования». Эта норма реализует и принцип минимизации РАО как конечного невозвратного продукта деятельности. Такой подход предусмотрен Объединенной конвенцией о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами, где в ст. 11 зафиксированы обязательства государств по минимизации РАО, а РАО определены как радиоактивный материал, дальнейшее использование которого не предусматривается. Международные основные нормы безопасности конкретизируют, что образование любых РАО должно удерживаться на минимальном практически достижимом уровне как по активности, так и по объему [1]. Отметим также, что не отнесенные к РАО материалы требуют для своего обращения соблюдения норм радиационной безопасности, которые регламентированы действующими национальными стандартами.

Важным также является то обстоятельство, что РАО образуются исключительно как результат определенной деятельности. Собственно, этот принцип применяется ко всем отходам производства и потребления — они образуются

в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления [2]. Любая территория страны, как бы она ни была загрязнена вредными для человека и окружающей среды веществами, не может быть отнесена к отходам, это — загрязненные земли, и в этом статусе к ним не применимы критерии отнесения к отходам.

Понятийный аппарат в области реабилитации в российском законодательстве не сформирован, хотя термин «реабилитация» широко используется в документах, в том числе в названии федерального закона о специальных экологических программах. Реабилитация радиационно загрязненных участков территорий указана среди основных направлений государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности [3] и является целевым показателем для реализуемой федеральной целевой программы на 2016—2020 годы и на период до 2030 года.

Классическое определение реабилитации представлено в документах МАГАТЭ: это «любые мероприятия, которые могут проводиться в целях снижения радиационного облучения, вызываемого имеющимся загрязнением земельных участков, посредством мер, применяемых в отношении самого загрязнения (источника) или путей, которыми люди подвергаются облучению» [4] (отметим, что использование в русскоязычной версии Глоссария термина «восстановительные мероприятия» является неудачным [5]). Обратим внимание, что далее под определением делается оговорка: «Полное удаление радиоактивного загрязнения здесь не подразумевается». То есть реабилитация — это любые мероприятия по снижению облучения, но не всегда и не обязательно предусматривающие перемещение радиоактивного материала. Воспринимать реабилитацию только как дезактивацию (например, как работы по удалению загрязненного грунта) неправильно.

Применительно к использованию термина «реабилитация» важно также отметить, что в соответствии с подходами МАГАТЭ он относится к имеющемуся загрязнению (ситуация существующего облучения). Те действия, которые требуются для приведения площадки в конечное состояние при выводе из эксплуатации, не будут называться реабилитацией [6]. Хотя в физическом смысле это могут быть аналогичные операции, например: дезактивация, снятие загрязненного грунта и др. Общий смысл заключается в том, что при нормальной эксплуатации ядерной установки и ее плановом выводе из эксплуатации загрязнение и последующая реабилитация не могут «планироваться», они должны быть исключены. Именно поэтому также и федеральные нормы и правила в области атомной энергии не используют этот термин. Особняком стоят площадки объектов ядерного наследия,

которые загрязнены в ходе прошлой деятельности. В отношении них термин «реабилитация» уместен, и его использование в литературе и документах совершенно правильно.

В законодательстве нет и другого важного понятия — «конечное состояние», под которым понимается физическое состояние участка (площадки) после завершения работ после реабилитации (применительно к выводу из эксплуатации этот термин уже введен в оборот Ростехнадзором). Конечное состояние обычно описывается через критерии реабилитации, т. е. количественные (измеряемые и расчетные) показатели. Данный пробел требуется восполнить, так как именно заданное проектом состояние участка территории является целью проведения реабилитации.

Определенные разработки в этом направлении ведутся. Так, в работе [7] описываются различные сценарии использования территорий с остаточным радиоактивным загрязнением (постоянное проживание, временное нахождение) и обосновываются радиологические критерии освобождения на основе дозового подхода. В работе [8] предложены критерии реабилитации территорий пунктов размещения особых РАО.

На наш взгляд, наряду с закреплением понятийного аппарата, сегодня особенно важно развитие научно-методических подходов в области реабилитации, закрепленных ведомственными инструкциями или методическими рекомендациями. Конечное состояние может быть описано различным образом (как неограниченное использование, как использование с ограничениями, как использование для определенных целей и др.), но принципиальным является указание этого состояния в проекте реабилитации участка территории, т. к. именно его достижение должно являться результатом проекта. Отметим, что состав материалов проекта (разделы проектной документации) регламентирован нормативными документами, в то время как обоснование и выбор варианта ведения работ по реабилитации в настоящее время не регламентированы ничем.

Полагаем, что для этих целей были бы полезны методические рекомендации, акцентирующие внимание на таких существенных аспектах, как цель и характер будущего использования участка территории, критерии реабилитации, процедура выбора варианта ведения работ (на основе сравнения вариантов, включая сравнение с вариантом «не предпринимать никаких действий»), порядок подтверждения достижения конечного состояния, регламент послереабилитационного мониторинга (при необходимости). В рекомендациях целесообразно также перечислить факторы, которые нужно учитывать при сравнении вариантов. Основываясь на опыте работ у нас и за рубежом, к таким факторам можно отнести стоимость работ по реабилитации, техническую

сложность/выполнимость, дозы облучения персонала при проведении работ по реабилитации, количество образуемых радиоактивных и иных отходов, устойчивость достигнутого результата с течением времени, снижение потенциала миграции радионуклидов и иных химических веществ.

### Типовые ситуации и варианты ведения работ по реабилитации

Развитие регулирующей основы должно принимать во внимание специфику целей и методов реабилитации в конкретных ситуациях. По сути, в области реабилитации мы имеем три типа ситуаций, каждый из которых требует выработки своих решений.

Первый тип — поверхностное загрязнение значительных территорий (Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), чернобыльские территории). В монографии [9] обобщен практический опыт реабилитации после крупных радиационных аварий с акцентом на аграрный сектор. В настоящее время для данного типа загрязнений на территории России и в мире характерна ситуация, при которой радиологические предпосылки для проведения реабилитации отсутствуют, а на небольшой по площади и наиболее загрязненной части этих территорий население отсутствует [10]. Социальная мотивация реабилитационных работ является в таких случаях определяющей. Она присуща и масштабным работам на территориях, загрязненных в результате аварии на АЭС Фукусима.

Второй тип ситуаций — это площадки объектов использования атомной энергии, на которых размещены хранилища РАО и другие объекты, и сопредельные с ними территории. На них имеются участки, загрязненные вследствие выхода радиоактивных веществ за пределы инженерных барьеров из-за их деградации или в результате аварий. Площадь таких участков относительно невелика, если исключить из оценок территорию ВУРСа. В этих ситуациях мы имеем

принципиально иной характер как самого загрязнения (по радионуклидному составу, уровням удельной активности, заглублению, миграции и др.), так и связанных с ним рисков и решаемых при реабилитации задач. Интенсивность постановки задач по реабилитации таких участков напрямую зависит от перспектив развития площадки и реализации национальных программ по наследию.

Наконец, к третьему типу можно отнести ситуации, в которых в данный момент отсутствует эксплуатирующая организация, в результате деятельности которой произошло радиоактивное загрязнение. Это, например, мирные ядерные взрывы, когда нет собственника и объекта как такового, но при этом мы имеем незначительное загрязнение на поверхности и очень высокие уровни на глубине в зоне взрывной полости. Также периодически выявляются иные участки территорий, загрязненные вследствие размещения в прошлом содержащих радиоактивные вещества отходов или наличия потерянных радионуклидных источников.

Констатируем: если нет деятельности с загрязненными материалами, в нашем случае почвами и грунтами, нет РАО. Ситуация меняется при старте работ по реабилитации загрязненного участка. Вне зависимости от происхождения загрязнения в этом случае возможно несколько вариантов действий (рис. 2) или их комбинаций.

Для нас важно, что в первом варианте причин для образования РАО нет. Если речь идет о землях сельскохозяйственного назначения, то такие способы имеют свои наименования и отработанные технологии (глубокая перепашка, химизация и др.). Если речь идет о промышленных площадках, то ярким примером реабилитации является засыпка загрязненного участка или его покрытие материалами, скажем, путем асфальтирования загрязненного участка. В этом случае вопрос о том, что какая-то часть грунта может удовлетворять критериям отнесения к РАО по уровням содержания в нем радионуклидов, не должен ставиться, поскольку материал (почвы и грунт) используется по своему природному назначению, а в отношении содержащихся в нем радиоактивных веществ действует еще и эффект радиоактивного распада.

Второй вариант — удаление почв и грунтов. В этом случае возможны три сценария: использование загрязненного грунта для различного рода работ по планировке территории или его размещение на полигонах для захоронения промышленных отходов (в том числе отходов с повышенным содержанием радионуклидов). Сразу отметим, что этот сценарий может быть эффективен и предпочтителен, если возможна его реализация в рамках действующих санитарных правил, а полигоны находятся достаточно близко к месту работ. Отметим также возможность отдельных пообъектных решений,

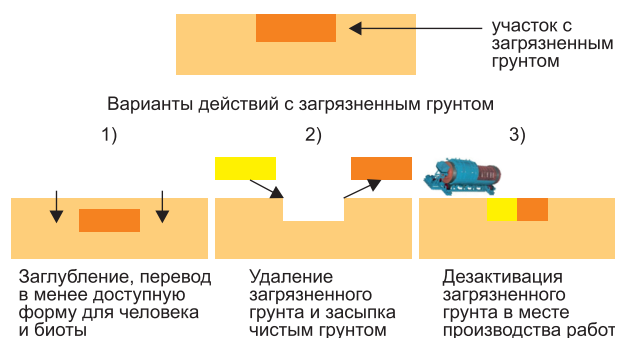


Рис. 2. Варианты действий с загрязненным грунтом при реабилитации участка территории

обоснованных по критериям радиационной безопасности. Во втором сценарии осуществляется прямое отнесение загрязненного грунта к РАО. В третьем сценарии предполагается очистка грунта с образованием какого-то количества вторичных РАО. Завершая характеристику этого варианта, отметим, что он предпочтителен только при небольших объемах и часто неизбежен в условиях населенных пунктов при вновь выявленном или аварийном загрязнении. В этом случае тема снижения общественного беспокойства может оказаться решающей.

Третий вариант — организация переработки загрязненных грунтов на месте — наиболее предпочтителен в условиях промышленной площадки, в том числе в рамках работ по выводу из эксплуатации. Вопрос категорирования вторичных отходов при этом должен решаться в полном соответствии с критериями отнесения к РАО.

### Практика обращения с отходами при реабилитации

Деятельность по реабилитации чрезвычайно чувствительна к объему отходов, а ее экономическая эффективность напрямую связана с размером затрат на обращение с ними. В свою очередь, экономически эффективное обращение с РАО предполагает исключение ситуаций, когда нормативная база или сложившаяся практика приводят к излишним действиям, несоизмерным опасностям. К таким действиям можно отнести непродуманные решения в области реабилитации, генерирующие большие объемы отходов, а также попытки использовать критерии отнесения к РАО за рамками сферы их применения, например в отношении загрязненных почв [11]. Неурегулированность вопросов реабилитации нормативными документами [6] также является потенциальным источником неэффективного планирования работ, в том числе в части категорирования отходов от реабилитации и обращения с ними.

В части чувствительности к объему отходов и затратам на обращение с ними реабилитация близка к выводу из эксплуатации, где на итоговое количество образуемых отходов (РАО и иных) оказывают влияние как уровни загрязнения оборудования и строительных конструкций, так и концептуальные решения и применяемые технологии. Например, при выводе из эксплуатации зданий часто используется подход, при котором удаляется поверхностное загрязнение, затем здание выводится из-под регулирующего контроля и сносится как обычное строение.

Говоря о принятых в мире подходах, отметим, что если несколько десятилетий назад основным трендом в отношении загрязненных участков была дезактивация путем снятия

поверхностного слоя (с полным удалением или возвратом на место после очистки), то сегодня рассматривается широкий спектр различных методов, включая сепарацию (методами промывки, фильтрации, ионного обмена, химического растворения, биосорбции), контейнмент (сооружение барьеров для предотвращения миграции радионуклидов) и иммобилизацию (снижение мобильности путем цементирования и химической иммобилизации *in-situ* и *ex-situ*). В работе [9] представлены примеры стоимости работ и объемов образуемых отходов для некоторых стратегий реабилитации по ряду зарубежных проектов. В исследовании стоимости различных методов реабилитации, проведенном в Великобритании в 2010 году [12], отмечается, что нельзя сделать каких-либо общих выводов о ценовом преимуществе методов *in-situ* или *ex-situ*, в то же время некоторые технологии обходятся дешевле, если имеют место значительные объемы отходов.

Если рассматривать участки размещения старых хранилищ РАО, то вопросы реабилитации вторичны по отношению к принятию решения об удалении РАО, так как целью является в первую очередь изоляция РАО. Вместе с тем вопрос образования новых РАО в случае ликвидации пункта хранения получает в последнее время более пристальное рассмотрение в организациях (такие оценки, в частности, выполнены в АО «АЭХК» [13]) и выступает дополнительным аргументом при обосновании финансовой эффективности решений по действиям с накопленными РАО.

В других случаях, когда речь идет о реабилитации загрязненных участков, не относящихся к промплощадкам, вопрос удаления загрязненного материала (грунта и др.) неоднозначен. Если говорить об опыте крупных аварий (на Южном Урале в 1957 г. и на ЧАЭС в 1986 г.), вопросы обращения с загрязненным грунтом решались достаточно рационально и экономично. Характерным являлось создание мест размещения отходов в непосредственной близости от участков производимых работ. Например, в Брянской области были подвергнуты очистке от зданий и частично от верхнего слоя почвы отселенные деревни и ряд населенных пунктов, где оставались жители. Образовавшиеся отходы (грунт и обломки сельских домов), которые на тот момент не относились к РАО, были захоронены согласно специальным рекомендациям от 12.06.1986 «О хранилищах мало- и среднезагрязненного грунта, удаляемого при дезактивации жилых поселков» в траншеи и засыпаны чистым грунтом, образуя небольшие курганы. Более поздние исследования показали, что средняя удельная активность по  $^{137}\text{Cs}$  захороненных отходов дезактивации в различных местах находилась в пределах от 0,7 до  $\approx 8$  Бк/г на момент измерения. Если пересчитать

эти уровни загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  на момент проведения работ, то только небольшая часть отходов имела концентрации выше 10 Бк/г (диапазон от 0,9 до 11 Бк/г). В настоящее время, без учета миграции из хранилища (величина этой миграции, по оценкам, крайне мала), концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в отходах дезактивации находится в пределах 0,5–5 Бк/г. Согласно критериям отнесения твердых отходов к РАО, такие уровни не позволяют классифицировать данные захоронения как захоронения РАО (ПЗУА для  $^{137}\text{Cs}$  равно 10 Бк/г).

Послеаварийный опыт не вполне применим к ситуации существующего облучения и тем проектам, которые реализовывались в последнее время, однако его рациональное зерно необходимо переносить и на них. Отметим, что как только возникает вопрос обращения с удаляемым грунтом как с РАО, это сразу ведет к удорожанию работ, причем счет может идти на порядки, а затраты на обращение с РАО могут составлять основную долю общих затрат. Например, в 2001 г. в Москве была проведена дезактивация двух участков общей площадью 26 м<sup>2</sup> в Малом Каретном пер., в ходе которой был удален верхний слой грунта общим весом 980 кг. По расчетам ИБРАЭ РАН, основанным на данных бухгалтерской отчетности ГУП МосНПО «Радон», реабилитация обошлась в 637 тыс. руб. в текущих ценах (21,9 тыс. долл. США по курсу ЦБ РФ), при этом 60% затрат пришлось на транспортировку, а еще 30% — на переработку и хранение РАО.

Фактор РАО определил высокую удельную стоимость работ и в реабилитационных проектах последних лет. Обратим внимание, что в некоторых из них присутствует смешение понятий при формулировке задач. Например, выполненные в 2017 году работы по проведению реабилитации Соловьева оврага (Ульяновск) были прямо названы работами по извлечению, транспортированию и размещению на промежуточное хранение РАО и промышленных отходов с повышенным содержанием радионуклидов, а в техническом задании загрязненный грунт на рассматриваемом участке еще до начала работ был определен как удаляемые РАО 4 класса.

Целью проекта по реабилитации радиационных аномалий на территории Московской области, реализованном в 2016 году, была названа реабилитация территории общей площадью не менее 658 м<sup>2</sup> и объемом радиоактивно загрязненного грунта не менее 443 м<sup>3</sup>. Далее ставилась задача переработки этого грунта и кондиционирования образовавшихся РАО в объеме не более 100 м<sup>3</sup>. Отметим, что хотя сама постановка задачи об ограничении объемов РАО является, безусловно, правильной, цель реабилитации, измеряемая объемами грунта, является спорной.

Именно будущее использование территории и действующие нормативы должны, на наш взгляд, определять конечное состояние участка при реабилитации, а методы и технологии достижения конечного состояния — это технические вопросы и условия, которые не могут быть самоцелью. Случаи устранения не большого пятна загрязнения в городской черте, освобождения площадки из-под контроля при ликвидации объекта и реабилитации территории пункта размещения особых РАО могут принципиально отличаться и по целям реабилитации, и по критериям, и по методам. Подчеркнем, что лучшие практики реабилитации — это не только технологии. Это в первую очередь управленческие решения, которые позволяют в каждом случае правильно сформулировать цель и оптимизировать пути ее достижения с учетом имеющихся финансовых, социальных и иных ограничений.

### Заключение

Полагаем, что стимулирование эффективного обращения с отходами при реабилитации может идти несколькими путями. Первый — это совершенствование нормативного обеспечения, и здесь мы можем сформулировать следующие выводы.

Вывод 1. Задачи реабилитации (и вывода из эксплуатации) настоятельно требуют расширения возможностей захоронения (особенно в местах ведения работ, сопровождаемых образованием больших объемов отходов) или выдержки до распада отходов очень низкой активности и выделения тарифа на захоронение для класса ОНРАО в диапазоне 100–1000 руб. за кубометр (в зависимости от уточняющих критериев).

Вывод 2. Развитие нормативной и методической базы в области реабилитации, включая определение и закрепление понятий «реабилитация», «конечное состояние» и численных критериев для этих понятий, позволит обеспечить единообразное понимание терминологии и требований в этой области организациями, выступающими заказчиками и исполнителями работ, и расширить понятие реабилитации, часто воспринимаемое только как работы по удалению источника.

Вывод 3. При планировании и заказе работ по реабилитации принципиальна формулировка требований к целям и результатам работ. И эти требования должны быть обращены к состоянию участка территории. В случае необходимости удаления и вывоза грунтов, должно быть требование их последующей очистки либо иных мер, которые бы заведомо исключили манипулирование объемами чистого грунта.

Второй путь — это ориентация на лучшие практики в области управления и ведения реабилитационных работ. Правообладатели

земельных участков, желающие реабилитировать их за счет собственных средств, вправе выбирать и реализовывать любые проекты, которые отвечают задачам организации (освобождение от контроля и передача прав на участок, использование для размещения нового объекта и др.). Ситуации, когда за счет бюджетных средств реализуются неэффективные проекты «закапывания денег в землю» или «превращения земли в РАО», должны быть исключены нормативными и методическими документами, а также управленческими решениями.

## Литература

1. IAEA — Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. No GSR Part 3. — Vienna, IAEA, 2014. — 436 p.
2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ.
3. Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. — Утв. приказом Президента РФ от 01.03.2012 № Пр-539.
4. IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection: 2016 Edition; URL.: <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/iaea-safety-glossary-rev2016.pdf>.
5. Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности. Терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты. — Вена, МАГАТЭ, 2007.
6. Большов Л. А., Арутюнян Р. В., Линге И. И., Абалкина И. Л. Ядерные аварии: последствия для человека, общества и энергетики // Радиационная гигиена. — 2016. — Т. 9, № 3. — С. 43–52.
7. Голиков В. Ю., Романович И. К. Обоснование радиологических критериев использования территорий с остаточным радиоактивным загрязнением на основе дозового подхода // Радиационная гигиена. — 2017. — Т. 10, № 4. — С. 6–22.
8. Абалкина И. Л., Панченко С. В., Савкин М. Н., Ведерникова М. В., Крышев И. И. Социально и экологически приемлемые критерии реабилитации загрязненных территорий пунктов размещения особых радиоактивных отходов // Вопросы радиационной безопасности. — 2016. — № 3 (87). — С. 46–53.
9. Проблемы ядерного наследия и пути их решения. Т. 2. Развитие системы обращения с радиоактивными отходами в России / Под общ. ред. Л. А. Большова, Н. П. Лаверова, И. И. Линге — Москва, 2013. — 392 с.
10. Атлас современного состояния и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь) / Под ред. Ю. А. Израэля и И. М. Богдевича. — 2009. — 138 с.
11. Дорофеев А. А., Линге И. И., Самойлов А. А., Шарафутдинов Р. Б. К вопросу финансово-экономического обоснования повышения эффективности нормативной базы ЕГС РАО // Радиоактивные отходы. — 2017. — № 1. — С. 22–31.
12. Contaminated Land: Applications in Real Environments (CL: AIRE). Environment Agency, Defra Research Project SP1001. — London, UK. — 2011. — 120 p.
13. 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. 86–93.

---

## Информация об авторах

Абалкина Ирина Леонидовна, кандидат экономических наук, заведующая лабораторией, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Б. Тульская ул., 52), e-mail: [abalkina@ibrae.ac.ru](mailto:abalkina@ibrae.ac.ru).

Линге Игорь Иннокентьевич, доктор технических наук, заместитель директора, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Б. Тульская ул., 52), e-mail: [linge@ibrae.ac.ru](mailto:linge@ibrae.ac.ru).

Панченко Сергей Владимирович, заведующий лабораторией, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (115191, Москва, Б. Тульская ул., 52), e-mail: [panch@ibrae.ac.ru](mailto:panch@ibrae.ac.ru).

## Библиографическое описание статьи

Абалкина И. Л., Линге И. И., Панченко С. В. К вопросу образования и обращения с РАО при реабилитации загрязненных территорий // Радиоактивные отходы. — 2018 — № 1(2). — С. 7–14.

## ON THE ISSUE OF GENERATION AND MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE FROM REMEDIATION OF CONTAMINATED TERRITORIES

I. L. Abalkina, I. I. Linge, S. V. Panchenko

Nuclear Safety Institute of RAS, Moscow, Russian Federation

Article received 6 February 2018

*In Russia remediation of radioactively contaminated areas is not covered by regulations. The paper addresses the issues of management of remediation wastes in the context of the United State System for Radioactive Waste Management System development. The paper presents examples of contaminated soil management and demonstrates the necessity to enhance disposal opportunities for very low level waste.*

**Keywords:** remediation, radioactive waste, radioactive waste management, contaminated material, decontamination, end state.

### References

1. IAEA — Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. No GSR Part 3. — Vienna, IAEA, 2014. — 436 p.
2. Federal'nyi zakon «Ob Otkhodah Proizvodstva i Potrebleniya» ot 24 iyunya 1998 g. № 89-FZ. (In Russian).
3. Osnovy Gosudarstvennoi Politiki v Oblasti Obe-specheniya Yadernoi i Radiatsionnoi Bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii na Period do 2025 goda. Utv. prikazom Prezidenta RF ot 01.03.2012 № Pr-539. (In Russian).
4. IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection: 2016 Edition URL: <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/iaea-safety-glossary-rev2016.pdf>.
5. Glossariy MAGATE po Voprosam Bezopasnosti. Terminologiya, Ispol'zuemaya v Oblasti Yadernoi Bezopasnosti i Radiatsionnoi Zashity. MAGATE, Vena, 2007.
6. Bolshov L. A., Arutyunyan R. V., Linge I. I., Abalkina I. L. Nuclear Accidents: Consequences for Human, Society and Energy Sector. Radiatsionnaya Gygiena, 2016, vol. 9, no 3, pp 43—52. (In Russian).
7. Golikov V. Y., Romanovich I. K. Justification for the Radiological Criteria for the Use of Areas with Residual Radioactive Contamination Based on the Dose Approach. Radiatsionnaya Gygiena, 2017, vol.10, no 4, pp 6—22. (In Russian).
8. Abalkina I. L., Panchenko S. V., Savkin M. N., Vedernikova M. V., Kryshev I. I. Sozial'no i Ekologicheskii Priemlyemye Kriterii Reabilitatsii Zagryaznennykh Territoriy Punktov Razmesheniya Osobykh Radioaktivnykh Otkhodov. Voprosy Radiatsionnoi Bezopasnosti, 2016, no 3(87), pp 46—53. (In Russian).
9. Problemy Yadernogo Naslediya i Puti Ikh Resheniya. T. 2. Razvitie Systemy Obrashcheniya s Radioaktivnymi Otkhodami v Rossii. Pod Obshchei Redakciej Bol'shova L. A., Laverova N. P., Linge I. I. Moskva, 2013, 392 p. (In Russian).
10. Atlas Sovremennogo Sostoyaniya i Prognoznnykh Aspektov Posledstvyi Avarii na Chernobyl'skoi AES na postrdavshikh territoriyakh Rossii i Belarusi (ASPA Rossiya-Belarus'). Pod Red. Yu. A. Izraelya i I. M. Bogdevicha. 2009, 138 p. (In Russian).
11. Dorofeev A. N., Linge I. I., Samoylov A. A., Sharafudinov R. B. Feasibility study on enhancing the efficiency of uss rw regulatory framework. Radioactive Waste, 2017, no 1, pp 22—31. (In Russian).
12. Contaminated Land: Applications in Real Environments (CL: AIRE). Environment Agency, Defra Research Project SP1001. — London, UK. — 2011. — 120 p.
13. Bocharov K. G., Micheev S. V., Vedernikova M. V. Prospects of works on accumulated RW in the organizations of the Fuel Company JTC «TVEL». Radioactive Waste, 2017, no 1, pp 85—92. (In Russian).

### Information about the authors

*Abalkina Irina Leonidovna*, PhD, Head of Laboratory, Nuclear Safety Institute of RAS (52, Bolshaya Tulsкая st., Moscow, Russia, 115191), e-mail: [abalkina@ibrae.ac.ru](mailto:abalkina@ibrae.ac.ru)

*Linge Igor Innokentevich*, Doctor of Technical Sciences, Deputy Director, Nuclear Safety Institute of RAS (52, Bolshaya Tulsкая st., Moscow, Russia, 115191), e-mail: [linge@ibrae.ac.ru](mailto:linge@ibrae.ac.ru)

*Panchenko Sergei Vladimirovich*, senior researcher, Nuclear Safety Institute of RAS (52, Bolshaya Tulsкая st., Moscow, Russia, 115191), e-mail: [panch@ibrae.ac.ru](mailto:panch@ibrae.ac.ru)

### Bibliographic description

*Abalkina I. L., Linge I. I., Panchenko S. V. On the Issue of Generation and Management of Radioactive Waste from Remediation of Contaminated Territories. Radioactive Waste, 2018, no 1 (2), pp. 7—14. (In Russian).*