



УДК 621.039.58

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ОБЪЕМА ЯДЕРНОГО НАСЛЕДИЯ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ИНЫХ ОБЪЕКТАХ МИРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ

Абрамов А.А., Дорофеев А.Н., к.т.н., Комаров Е.А. (Госкорпорация «Росатом»),
Кудрявцев Е.Г., к.х.н. (Ростехнадзор), Большов Л.А., чл.-кор. РАН, д-р ф.-м. н.,
Линге И.И., д.т.н., Абалкина И.Л., к.э.н., Бiryukov Д.В., Ведерникова М.В. (ИБРАЭ РАН),
Хамаз А.А., Шарафутдинов Р.Б., к.т.н., Бочкарев В.В. (ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

В ходе реализации мероприятий федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» сформировалась потребность системного рассмотрения состава ядерного наследия, конечного состояния входящих в него объектов, приоритетов и путей достижения конечных целей по его ликвидации. На текущий момент проведены анализ предварительных итогов инвентаризации ядерно- и радиационно опасных объектов различного типа с учетом их текущего состояния, включая ранжирование ЯРОО по степени опасности, видам собственности, ведомственной принадлежности и иным характеристикам, формулирование критериев отнесения к ядерному наследию, общих подходов к стратегическому планированию, а также дана краткая характеристика алгоритмов формирования мероприятий по наследию на период до 2025 г.

► **Ключевые слова:** завершающая стадия жизненного цикла, ядерно- и радиационно опасный объект, инвентаризация ядерно- и радиационно опасных объектов, ранжирование ядерно- и радиационно опасных объектов, особые радиоактивные отходы, первичная регистрация радиоактивных отходов, ядерное наследие.

CONCERNING THE EVALUATION OF NUCLEAR LEGACY VOLUME IN THE NUCLEAR INDUSTRY AND OTHER FACILITIES OF NUCLEAR ENERGY PEACEFUL USE IN RUSSIA

Abramov A., Dorofeev A., Ph.D, Komarov E. (State Corporation Rosatom),
Kudryavtsev E., Ph.D (Rostekhnadzor), Bolshov L. corresponding member of RAS, Ph.D,
Linge I., Ph.D, Abalkina I., Ph.D, D. Biryukov, M. Vedernikova (IBRAE RAS),
Khamaza A., Sharafutdinov R., Ph.D, Bochkarev V. (SEC NRS).

In the course of implementation of the Federal Target Program “Provision of Nuclear and Radiation Safety for 2008 and for the Period up to 2015” the need for the systematic examination of the nuclear legacy components, the final state of its objects, the top-priorities and the routes to achieve the ultimate targets on its elimination became obvious.

Currently the analysis has been performed for preliminary results of the inventory accounting of nuclear- and radiological-hazardous facilities (NRHF) of different types taking into consideration their present state including ranking of NRHF according to their hazard degree, ownership type, subordination and other characteristics. Criteria are established for categorizing as nuclear legacy and general approaches of the strategic planning are provided. Brief description of algorithms for works organization concerned with the nuclear legacy for the period up to 2025 is also developed.

► **Key words:** final stage of life cycle, nuclear- and radiological-hazardous facility, inventory accounting of nuclear- and radiological-hazardous facilities, ranking of nuclear- and radiological-hazardous facilities, special radioactive waste, initial registration of radioactive waste, nuclear legacy.

В российской и зарубежной литературе имеется достаточно много материалов, касающихся ядерного наследия СССР и России [1]. Однако системного рассмотрения всего объема ядерного наследия не существовало. Исключение составляют отдельные фрагменты, связанные, в основном, с эксплуатацией военно-морского флота [2,3]. В этом крупном блоке работ необходимо выделить Стратегический мастер-план [4], в котором содержится информация о составе наследия, целевом состоянии конкретных объектов, приоритетах и путях достижения конечных целей в отношении комплексной утилизации атомных подводных лодок на Северо-западе России.

На начальном этапе практических работ по наследию, стартовавшем в рамках подготовки и выполнения мероприятий федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» (ФЦП ЯРБ), отсутствие полного представления о ядерном наследии Российской Федерации не явля-

лось ограничивающим фактором. Блок неотложных работ был достаточно очевиден. Однако ограниченность ресурсов и необходимость достижения первоочередных целей будущих периодов делают задачу определения конечного объема наследия чрезвычайно актуальной.

Первые два этапа по планированию работ в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности в отношении объектов ядерного наследия (рис. 1) были реализованы в рамках отдельных мероприятий ФЦП ЯРБ. Для оценки эффективности этой деятельности был предусмотрен специальный целевой показатель «Проведение инвентаризации ядерно- и радиационно опасных объектов» с конечным значением 270 штук. Начиная с 2008 г., показатель инвентаризации ядерно- и радиационно опасных объектов (ЯРОО) входит в обязательную государственную отчетность по форме № 1-ФП (индикаторы), утвержденную приказом Росстата № 195 от 18.08.2008 [5].



Рис. 1. Система планирования работ в области ядерного наследия

Цели настоящей работы – анализ предварительных итогов инвентаризации ЯРОО различного типа с учетом их текущего состояния, включая ранжирование ЯРОО по степени опасности, видам собственности, ведомственной принадлежности и иным характеристикам; формулирование критериев отнесения к наследию, общих подходов к стратегическому планированию, а также краткая характеристика алгоритмов формирования мероприятий по наследию на период до 2025 г.

Инвентаризация ЯРОО: задачи и итоги

Постановка задач инвентаризации на момент начала ФЦП ЯРБ, их корректировка и определение состояния работ по инвентаризации на конец первого полугодия 2014 г. были выполнены с участием ведущих специалистов научных и практических организаций Российской академии наук, Ростехнадзора, ФМБА России и Госкорпорации «Росатом». В работах по особым РАО также приняли участие ведущие специалисты Роспотребнадзора, Росгидромета и Минприроды России. Общий обзор реализованных мероприятий представлен в [6], где обоснована необходимость использования трех уровней инвентаризации ЯРОО (табл. 1).

Таблица 1

Уровни инвентаризации ЯРОО

Уровень инвентаризации	Характер собранной информации	Форма результатов	Применение
Уровень 0 (предварительный)	Размещение, краткая характеристика, предварительное ранжирование по риску	Сводный перечень	Долгосрочное планирование работ по наследию. Выявление бесхозных объектов
Уровень 1 (основной)	Размещение, краткая характеристика, ранжирование по риску, конечное состояние и сроки его достижения	Акт инвентаризации, Акты первичной регистрации, перечни пунктов долговременного хранения РАО, размещения особых РАО и т. д.	Среднесрочное планирование, основание для включения в отраслевые и государственные программы
Уровень 2 (углубленный)	Размещение, характеристика, конечное состояние, программа (проект) работ по выводу из эксплуатации, стоимость и сроки её реализации	Концепция, проект, программа ведения работ по объекту. Базы данных для включения в информационные системы органов управления атомной энергии и органов регулирования безопасности	Управление реализацией проектов (портфелей проектов), контроль и надзор за реализацией проектов по выводу из эксплуатации

Общее взаимодействие различных уровней инвентаризации осуществляется следующим образом. Результатом предварительной инвентаризации является сводный перечень ЯРОО, содержащий ориентировочное ранжирование по риску. Основная инвентаризация подтверждает необходимость реализации мер по объекту и его включение в соответствующие программы. Углубленная инвентаризация дает инструменты контроля и управления ходом работ.

Основой формирования сводного перечня ЯРОО как информационной базы для оценки ядерного наследия стали:

– предложения субъектов Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти и организаций по включению мероприятий в состав ФЦП ЯРБ (2006 – 2007 гг.); подпрограммы 2 Госпрограммы Российской Федерации (2011 г.) и ФЦП ЯРБ-2 (2013 – 2014 гг.);

– данные эксплуатирующих организаций, представленные во исполнение приказа Госкорпорации «Росатом» от 30 июня 2008 г. № 232 «О временном порядке организации работ по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии»;

– данные СГУК РВ и РАО, локальных стратегий обращения с РАО, оценок обязательств в части вывода из эксплуатации (ВЭ) и реабилитации, первичной регистрации РАО.

Предварительные итоги инвентаризации различных уровней (табл. 2) уже сегодня позволяют

оценить объемы ядерного наследия, а по ее окончании гарантируют возможность надежной оценки совокупного объема ядерного наследия к моменту завершения ФЦП ЯРБ и определения приоритетных работ по его ликвидации.

Таблица 2

Итоги работ по инвентаризации на конец первого полугодия 2014 года

Уровень инвентаризации	Количество объектов*	В том числе ПХ РАО*
Уровень 0 (предварительный)	2210	850
Уровень 1 (основной)	289	184
Уровень 2 (углубленный)	275	165

* В силу организационных и иных обстоятельств количество объектов может изменяться вследствие укрупнения или разделения.

Работу по сводному перечню ЯРОО целесообразно завершить фиксацией его заглавной части, например, Государственным заказчиком-координатором работ по ФЦП ЯРБ (Дирекцией по государственной политике в области обращения с ОЯТ, РАО и ВЭ). В этой заглавной части, помимо локализации объекта (тип, расположение, организация), необходимо зафиксировать уровень угроз в случае отсутствия мер, уровень инвентаризации (предварительная, основная и углубленная), текущее состояние (функционирует, остановлен, ликвидирован), действующую / создаваемую / планируемую информационную систему, в которой данный объект будет фигурировать.

Сводный перечень ЯРОО может стать ориентиром для органов государственного управления, в том числе использованием атомной энергии (в части подведомственных и бесхозных объектов), и органов государственного регулирования безопасности.

Совокупность данных по углубленной инвентаризации будет представлена в форме базы данных для включения в соответствующие информационные системы органов управления атомной энергией и органов регулирования безопасности.

Особенности инвентаризации пунктов хранения РАО

Федеральным законом от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» введено понятие

«накопленные радиоактивные отходы», т.е. образовавшиеся до 15.07.2011.

Для отнесения РАО к накопленным ст. 23 №190-ФЗ предусмотрено проведение первичной регистрации РАО, в рамках которой должны быть установлены условия их размещения и характеристики. Постановлением Правительства [7] установлены правила и сроки проведения первичной регистрации – с 15 января 2013 г. по 31 декабря 2014 г. включительно. Состав и структура собираемой в ходе проведения первичной регистрации РАО информации о пунктах хранения и характеристиках РАО утверждены приказом Госкорпорации «Росатом» [8].

Перед комиссией по проведению первичной регистрации РАО поставлена задача отнесения РАО к «удаляемым радиоактивным отходам» («РАО, для которых риски, связанные с радиационным воздействием, иные риски, а также затраты, связанные с извлечением таких РАО из пункта хранения РАО, последующим обращением с ними, в том числе захоронением, не превышают риски и затраты, связанные с захоронением этих РАО в месте их нахождения» [9]) и к «особым радиоактивным отходам».

К началу 2013 г. Правительством Российской Федерации были утверждены критерии отнесения РАО к особым РАО [10], которые предусматривали существенные ограничения:

на происхождение отходов:

– РАО образовались в результате выполнения государственной программы вооружения и государственного оборонного заказа;

–РАО образовались в результате использования ядерных зарядов в мирных целях;

–РАО образовались вследствие ядерной и (или) радиационной аварии на объекте использования атомной энергии;

–жидкие РАО, размещенные в поверхностных водоемах-хранилищах РАО общим объемом более 25 тыс. м³, введенных в эксплуатацию до вступления в силу №190-ФЗ;

на местоположение пункта хранения РАО:

–пункт хранения РАО и его санитарно-защитная зона размещены вне границ населенных пунктов, особо охраняемых природных территорий, прибрежных защитных полос и водоохранных зон водных объектов, других охранных и защитных зон, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Кроме этого, постановлением [10] предусмотрена необходимость проведения оценок коллективных эффективных доз облучения персонала и населения в течение всего периода потенциальной опасности РАО, рисков потенциального облучения и затрат для двух вариантов обращения с РАО: удаления РАО и захоронения РАО в месте их нахождения. Для второго сценария обращения с РАО критерии требуют проведения оценки совокупного

размера возможного вреда окружающей среде.

К началу 2014 г. основные подходы к учету критериев показателей и подготовке обоснований отнесения РАО к особым были сформированы и опубликованы в [11, 12, 13]. Начиная с мая 2014 г., в соответствии с графиком первичной регистрации, утвержденным Госкорпорацией «Росатом», она началась в наиболее крупных организациях.

Данные по эффекту от отнесения отходов к особым РАО по ряду уже прошедших первичную регистрацию объектов приведены в табл. 3. Даже при исключении из рассмотрения объектов, извлечение РАО из которых никогда не предполагалось, например водоема В-9 (оз. Карачай) и хвостохранилищ ОАО «ППГХО», предотвращенные расходы будущих периодов по перечисленным объектам превышают 260 млрд. руб. и уменьшают дозозатраты будущих периодов на 50 чел.×Зв, что соответствует более 50 реакторо-лет эксплуатации блоков АЭС.

В отношении объектов, не учтенных при оценке экономического эффекта, также достигнут важный практический результат – определен правовой статус пунктов хранения и сняты риски в отношении планируемых и ведущихся работ по консервации.

Таблица 3

Данные по эффекту от отнесения отходов к особым РАО

№	Организация	Наименование пункта хранения РАО	Объем накопленных РАО, м ³	Снижение коллективных доз облучения, чел.×Зв	Снижение расходов будущих периодов, млрд. руб.
1.	ОАО «ПО ЭХЗ»	Площадка для захоронения отходов	6,65E+03	Более 0,04	Более 0,8
2.	ОАО «ПО ЭХЗ»	Могильник ТРО траншейного типа	3,82E+03	Более 0,07	Более 1,8
3.	ОАО «ПО ЭХЗ»	Сооружение 313	8,46E+03	Более 0,01	Более 0,29
4.	ОАО «УЭХК»	Пункт хранения ТРО	4,99E+04	Более 0,3	Более 8,2
5.	ОАО «УЭХК»	Сооружение 185 (карта К-3)	1,16E+04	Более 0,1	Более 1,7
6.	ОАО «НЗХК»	Хвостохранилище НЗХК	9,56E+05	Более 1,8	Более 27
7.	ФГУП «ГХК»	Хранилища ТРО: ЦЗ АДЭ-1, объект 5М, ЦЗ АДЭ-2, объект 6В	1,71E+03	Более 22	Более 9,3
8.	ФГУП «ГХК»	Объект 83 – 86	1,20E+04	Более 9	Более 1,5
9.	ФГУП «ГХК»	Объект 384 (хранилище ЖРО)	4,50E+02	более 0,1	Более 1,6
10.	ФГУП «ГХК»	Объект 385 (хранилище ЖРО)	4,00E+03	Более 0,5	Более 7,9
11.	ФГУП «ГХК»	Объект 650/1 (хранилище ТРО)	8,37E+03	Более 1,1	Более 14,5

№	Организация	Наименование пункта хранения РАО	Объем накопленных РАО, м ³	Снижение коллективных доз облучения, чел.×Зв	Снижение расходов будущих периодов, млрд. руб.
12.	ФГУП «ГХК»	Объект 650/2 (хранилище ТРО)	9,20E+03	Более 1,2	Более 14,5
13.	ФГУП «ГХК»	Объект 651/1 (хранилище ТРО)	4,00E+03	Более 0,3	Более 7,0
14.	ФГУП «ГХК»	Объект 651/2 (хранилище ТРО)	4,28E+03	Более 0,4	Более 7,0
15.	ФГУП «ГХК»	Объект 652/1 (хранилище ТРО)	2,76E+04	Более 2,9	Более 0,8
16.	ФГУП «ГХК»	Объект 652/2 (хранилище ТРО)	2,76E+04	Более 2,9	Более 0,8
17.	ФГУП «ГХК»	Объект 652/3 (хранилище ТРО)	2,70E+04	Более 2,7	Более 0,8
18.	ФГУП «ГХК»	Объект 652/4 (хранилище ТРО)	1,85E+04	Более 2,9	Более 0,6
19.	ФГУП «ГХК»	Объект 347/2а (хранилище ТРО)	3,90E+03	Более 0,1	Более 2,9
20.	ФГУП «ГХК»	Объект 347/2б (хранилище ТРО)	2,40E+03	Более 0,2	Более 4,3
21.	ФГУП «ГХК»	Объект 347/2в (хранилище ТРО)	2,40E+03	Более 0,2	Более 4,3
22.	ФГУП «ГХК»	Объект 347/2г (хранилище ТРО)	3,90E+03	Более 0,1	Более 2,9
23.	ФГУП «ГХК»	Объект 660 (хранилище ТРО)	7,50E+03	Более 0,2	Более 8,4
24.	ФГУП «ГХК»	Объект 354А (хранилище ЖРО)	9,96E+04	Более 2,0	Более 90,0
25.	ФГУП «ГХК»	Объект 354 (хранилище ТРО)	1,10E+04	Более 0,4	Более 45,0

В целом итогами основной инвентаризации станет совокупность актов инвентаризации ядерных установок (ЯУ), радиационных источников (РИ) и пунктов хранения (ПХ), за исключением ПХ РАО, актов первичной регистрации РАО, а также подготовленные для утверждения Правительством Российской Федерации перечни пунктов длительного хранения РАО, пунктов размещения и пунктов консервации особых РАО, пунктов захоронения РАО.

Ранжирование ЯРОО по потенциальной опасности

Определение физического объема ядерного наследия позволяет приступить к решению следующей задачи – оценке связанных с ним потенциальных рисков. Принципиальной особенностью такого ранжирования ЯРОО является оценка опасности объекта в последующие годы (в остановленном состоянии) для того, чтобы обеспечить возможность планирования и учета работ по ликвидации ядерного наследия.

Всего в ходе проведения инвентаризации было разработано три метода ранжирования ЯРОО по степени опасности [6]. Наиболее массово применялись два из них:

- специально разработанный метод ранжирования, использующий в качестве единицы измерения опасности потенциальный ущерб в руб./год [14];
- специально адаптированный метод, применяемый в Управлении по выводу из эксплуатации

ядерных объектов Великобритании [15,16] и предусматривающий расчет комплексного показателя опасности и ущерба окружающей среде.

Первый метод предполагает формирование групп схожих объектов и последующую сшивку этих групп по численному значению обобщенного значения показателя степени опасности для опорных объектов. Этот метод совместно с рекомендациями [17], предусматривающими набор дополнительных критериев для отбора приоритетных мероприятий по нерадиационным признакам, применялся при формировании проекта ФЦП ЯРБ-2 для нескольких групп объектов.

Второй метод представляет собой расчет комплексного показателя опасности и ущерба окружающей среде, который скорректирован применительно к российским условиям [18]. Будучи схожим с первым методом, он использует несколько иную конечную величину, характеризующую риски для населения и окружающей среды. Адаптированная версия этого метода применялась для всех объектов сводного перечня. Более четкая фрагментация отдельных составляющих комплексного показателя опасности и ущерба окружающей среде позволяет учитывать промежуточные итоги деятельности, такие, например, как: реконструкция защитных барьеров, удаление части радиоактивных материалов, проведение комплексного радиационного и инженерного обследования и т.д.

Характерные значения комплексного показателя опасности варьируются в широком диапазоне – от 10^4 до 10^{24} .

Составляющие комплексного показателя

опасности позволяют дифференцировать состояние объекта в зависимости от времени. В целом характеристика состояния сооружения и размещенных в нем материалов варьируется в широком диапазоне. Таким образом, комплексный показатель опасности позволяет корректно оценить состояние безопасности объекта, содержащего радиоактивные материалы, активность которых также варьируется в диапазоне от долей ТБк до тысяч и миллионов ТБк.

Сравнительный анализ методов ранжирования ЯРОО позволит определить потенциал будущего применения указанных методов: от выбора одного из них в качестве базового до ранжирования с использованием обоих с последующим усреднением результатов. Возможно также разделение сфер применения методов по отдельным группам объектов или формирование единого подхода с применением отдельных компонент каждого из приведенных методов. Однако в целом задачу предварительного ранжирования объектов, как и создание основы для мониторинга эффективности мероприятий ФЦП ЯРБ-2, следует считать решенной.

Очевидно также, что потенциальная опасность объекта не должна являться единственным критерием при планировании работ по ядерному наследию. Это обстоятельство учтено, в том числе, в рекомендациях [17], предусматривающих набор критериев для выбора приоритетных мероприятий. В идеале решения должны приниматься по каждому ЯРОО с учетом его специфики или группе однотипных ЯРОО. Однако при решении задачи оценки общего объема наследия такие индивидуальные отличия вследствие большого количества объектов нивелируются, а при ранжировании ЯРОО может

использоваться весьма простой набор критериев (например по размеру объекта – крупный/средний/малый объект; по степени потенциальной опасности – высокий/средний/низкий риск). Уже такое ранжирование позволит составить достаточно подробную агрегированную картину в части объема ядерного наследия и приоритетов работ.

Возможность анализа состава ядерного наследия по результатам инвентаризации

В общий перечень ЯРОО включено более 2200 объектов. Структура перечня позволяет быстро отобразить необходимый срез информации (ведомственная принадлежность, период эксплуатации и др.) как по отдельно взятому объекту, так и по группе объектов определенного типа.

В связи с физической невозможностью рассмотрения всех объектов перечня ограничимся общим анализом отдельных срезов.

Рассмотрим только два среза (табл. 4 и 5) – количество объектов различных категорий в целом и аналогичный срез по объектам, введенным в эксплуатацию до 1970 г.

Самый общий анализ этих данных позволяет заключить, что в режиме останова находится пятая часть ЯРОО, среди которых высокую долю занимают объекты, введенные в эксплуатацию до 1970 г., и в ближайшие годы их доля будет увеличиваться. Однако и по этой группе эксплуатирующимися организациями прогнозируется возможность эксплуатации объектов после 2035 г. Как правило, это пункты хранения, а также здания и сооружения ЯУ и РИ, которые могут быть реконструированы.

Таблица 4

Распределение по типам ЯРОО, включая радиационно загрязненные участки территории и объекты мирных ядерных взрывов

Тип ЯРОО	Кол-во	Остановлены (планируется останов)				
		до 2008 г.	2008 - 2015 гг.	2016 - 2025 гг.	2026 - 2035 гг.	после 2035 г.
Ядерная установка	331	37	31	73	25	165
Пункт хранения	1253	290	68	120	61	714
Радиационный источник	479	24	41	34	25	355
Радиационно загрязненное здание и сооружение	44	9	4	8	11	12
Радиационно загрязненные территории*	22	-	-	-	-	-
Объекты мирных ядерных взрывов**	80 (81)	-	-	-	-	-
Всего	2210	360	144	235	122	1246

* Количество участков территорий с радиационным загрязнением.

** Количество проведенных мирных ядерных взрывов на территории Российской Федерации.

Таблица 5

Прекращение эксплуатации ЯРОО, введенных в эксплуатацию до 1970 г.

Тип ЯРОО	Кол-во	Остановлены (планируется останов)				
		до 2008 г.	2008 - 2015 гг.	2016 - 2025 гг.	2026 - 2035 гг.	после 2035 г.
Ядерная установка	181	32	23	38	14	74
Пункт хранения	705	183	41	61	33	387
Радиационный источник	263	21	35	20	2	185
Радиационно загрязненное здание и сооружение	35	9	3	7	9	7
Всего	1287	245	102	127	58	653

Обратившись к данным об объектах, созданных до 1970 г., можно оценить количество «старых» объектов, в отношении которых истекают или истекли проектные сроки эксплуатации и существует повышенный риск старения конструкций. Приведем такой пример. В состав ЯУ производства по разделению изотопов урана на одном из предприятий входило здание ХХХ. Здание введено в эксплуатацию в 1962 г., эксплуатация прекращена в 1990 г. В период эксплуатации объект относился к III категории радиационной опасности по классификации ОСПОРБ-99/2010.

Комплексный показатель опасности объекта по состоянию на 2007 г. оценивался в $6,48E+15$. Ввиду деградации загрязненных строительных конструкций и отсутствия работ, направленных на ликвидацию объекта, произошло существенное ухудшение его состояния. Общее техническое состояние здания оценивается как недопустимое, его ресурс практически исчерпан, здание находится в состоянии нарастающего отказа с потерей несущей способности. Комплексный показатель опасности по состоянию на текущий момент оценивается уже в $3,43E+20$.

В силу указанных причин и с учетом района расположения (в пределах населенного пункта) объекту присвоен «высокий» ранг опасности.

Предварительные критерии отнесения ЯРОО к ядерному наследию

Следует отметить, что в общем случае ЯРОО – это объекты использования атомной энергии в терминах Федерального закона «Об использовании атомной энергии» [19] или их части в объеме, определенном проектами их сооружения в целом или их составных частей, в отношении которых при-

нято или может быть принято отдельное решение о выводе из эксплуатации (или о закрытии пунктов захоронения РАО), а также радиационно загрязненные участки территории и объекты мирных ядерных взрывов.

Данная совокупность ЯРОО содержит объекты, находившиеся в собственности государства в период, когда не был определен механизм накопления средств на вывод их из эксплуатации (закрытие), который, соответственно, будет осуществляться за средства федерального бюджета.

Особенности функционирования атомной отрасли России являются объективной причиной необходимости уточнения содержания понятия «ядерное наследие», которое зачастую упрощенно трактуется только как остановленные оборонные объекты.

Вплоть до вступления в силу Федерального закона «Об использовании атомной энергии» у предприятий и организаций атомной промышленности не было никаких установлений относительно обязательности финансового обеспечения завершающих стадий жизненного цикла. В настоящее время этот вопрос решен на законодательном уровне для РАО, которые будут признаны накопленными и находящимися в федеральной собственности по результатам первичной регистрации. Вопрос практически решен и в отношении ОЯТ, накопленного до 2007 г., которое, как и все ядерные материалы, находилось в федеральной собственности. Отнесение же тех или иных ЯРОО, включая пункты хранения РАО, к ядерному наследию и определение ответственности, в том числе финансовой, за их вывод из эксплуатации еще требует законодательного урегулирования.

Данные инвентаризации дают исходную информацию для решения вопросов о границах ядерного наследия при их юридическом оформлении. Эти

данные показывают, например, что количество объектов ядерного наследия принципиально не меняется, брать ли за точку отсчета 1991, 2000 или 2010 гг. Однако с учетом выработки ресурса объектов выбор граничной даты для установления ответственности по финансовому обеспечению оказывается принципиально важным. По всей видимости, он должен лежать в диапазоне от даты акционирования организаций атомной отрасли до времени установления требований по достаточности средств, отчисляемых на вывод из эксплуатации.

Ранжирование объектов по степени опасности и формирование мероприятий ФЦП ЯРБ

Ранжирование ЯРОО по степени опасности, выполненное в период 2010 – 2014 гг., показало, что основная масса объектов с высоким значением комплексного показателя опасности охвачена мероприятиями ФЦП ЯРБ или работы по ним планируются

в рамках проекта ФЦП ЯРБ-2. Те объекты, которые не охвачены мероприятиями, имеют риски, близкие к нижней границе средней зоны комплексного показателя и ниже этого уровня. Тот факт, что в ряде случаев в мероприятия программы (ФЦП ЯРБ или ФЦП ЯРБ-2) включены объекты с низкими значениями комплексного показателя, связан с применением дополнительных критериев, предусмотренных соответствующими рекомендациями. В качестве примера таких объектов можно привести пункты хранения Грозненского отделения ФГУП «РосРАО».

Несмотря на то, что данные инвентаризации носят предварительный характер, они уже позволяют видеть динамику процессов изменения состояния ядерного наследия. Реализация мероприятий по ФЦП ЯРБ приводит к снижению потенциальной опасности и, соответственно, расчетного показателя, и закрепляет общий тренд на снижение интегральной радиационной опасности.

Таблица 6

Изменение результатов оценки комплексного показателя опасности (КПО) для отдельных объектов в зависимости от времени и реализованных мероприятий

Организация	Объект	КПО 2007	КПО 2014	Причины изменения
ОАО «ХМЗ»	Корпус 197	2,01E+15	0	Ликвидация с реабилитацией территории
ОАО «СХК»	Водоем-хранилище Б-1	1,83E+24	9,49E+07	Консервация
ОАО «СХК»	Водоем-хранилище Б-2	3,01E+22	6,38E+06	Консервация
ФГУП «ГХК»	Водоем-хранилище 354	1,43E+15	3,04E+03	Консервация
ПО «Маяк»	Теченский каскад водоемов (ТИВ)	1,01E+20	1,53E+15	Создание инфраструктуры управления уровнем воды

Уменьшение уровня опасности по отдельным ЯРОО может происходить: до нулевых значений в случае ликвидации объекта с полной реабилитацией территории; до величины порядка 10^7 , как в случае консервации водоемов; на меньшие значения, как в случае ТКВ, где был реализован комплекс инфраструктурных работ (общесплавная канализация, расчистка и локальная гидроизоляция, сооружение порогов регуляторов, систем мониторинга).

В то же время, более прицельный анализ пока-

зывает и обратную динамику по отдельным объектам (рис. 2) – к росту показателя приводят процессы деградации объектов с течением времени. К таким объектам относится, например, ряд «старых» пунктов хранения РАО, заполненных и прекративших принимать РАО, или радиационно загрязненных зданий, которые вследствие ухудшения физического состояния барьеров безопасности стали квалифицироваться уже как объекты среднего, а не низкого риска.

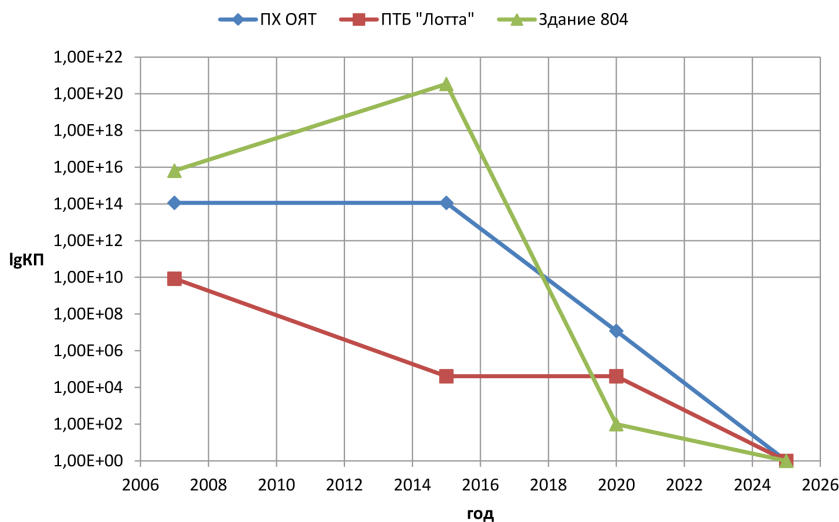


Рис. 2. Динамика изменения комплексного показателя опасности для отдельных объектов в зависимости от времени и реализованных мероприятий

Таким образом, на основании данных инвентаризации можно получить картину распределения объема ядерного наследия по ведомствам, регионам и отдельным площадкам. Возможен прицельный анализ, например сравнение рисков отдельных объектов, в том числе в динамике, для выбора приоритетных работ. Данные также позволяют отслеживать продвижение на пути решения задач повышения ядерной и радиационной безопасности и ликвидации ядерного наследия.

По завершении ФЦП ЯРБ в 2015 г. предполагается, что будут полностью ликвидированы 42 ЯРОО, до 2025 г. планируется полностью ликвидировать еще 58 объектов. Учитывая, что значительная часть ЯРОО – это сложные объекты, их ликвидация является растянутым по времени процессом. Поэтому такие данные не всегда отражают масштабы деятельности по выводу ЯРОО из эксплуатации. Вместе с тем, сопоставление объема ядерного наследия и масштабов мероприятий, реализуемых в рамках ФЦП ЯРБ, говорит о необходимости глубокой оптимизации всех решений для рационального планирования работ.

Следует отметить, что рассмотренные в рамках данной работы подходы применимы как для отдельных объектов, так и для групп объектов определенного типа, в случае если среди них нет явных объектов, изменения показателя для которых следует ожидать по истечении длительного времени.

Стратегическое планирование

Завершение работ по определению состава ядерного наследия, оценке рисков, оптимизации

решений по объектам и определению высокоприоритетных объектов/мероприятий позволит приступить к стратегическому планированию работ. В рамках этого планирования предстоит определить оптимальные сроки и темпы решения проблем в сочетании с формированием инфраструктуры завершающих стадий (ПЗРО, промышленная переработка ОЯТ, транспорт), развитием атомного энергопромышленного комплекса и иными факторами (социальные вопросы и др.).

Заключение

В ходе реализации мероприятий ФЦП ЯРБ достигнут существенный прогресс в части инвентаризации ЯРОО, в том числе:

- сформирован сводный перечень ЯРОО;
- разработаны методы и оценены риски, связанные с этими объектами.

Для большинства пунктов хранения определены конечные состояния объектов в вариантах:

- удаление РАО и вывод из эксплуатации пункта хранения;
- признание РАО особыми, консервация пункта их размещения, последующий перевод в пункты захоронения.

На основе данных инвентаризации сформирован перечень объектов для работ по ним в рамках ФЦП ЯРБ на период до 2025 г.

Предложены подходы к определению состава ядерного наследия.

Созданы предпосылки для стратегического планирования работ по ядерному наследию.

Список литературы

1. Проблемы ядерного наследия и пути их решения /под. общ. ред. Евстратова Е.В., Агапова А.М., Лаврова Н.П., Большова Л.А., Линге И.И.. – М.:Т.1 – 2010.
2. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П. и др. – М., 2005.
3. Радиоэкологические последствия эксплуатации и утилизации объектов атомного флота в дальневосточном регионе. Антипов С.В., Ахунов В.Д., Биляшенко В.П. и др. Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. –М., 2010.
4. Стратегический мастер-план утилизации выведенного из эксплуатации атомного флота и реабилитации радиационно-опасных объектов обслуживающей инфраструктуры на северо-западе России. Под ред. А.А. Саркисова.
5. Приказ Росстата от 18.08.2008 № 195 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации статистического наблюдения за ходом реализации целевых и аналитических программ ведомств, федеральных целевых программ (подпрограмм) на 2009 год».
6. Инвентаризация ядерно и радиационно опасных объектов: ожидаемые результаты и перспективы их использования. И.Л. Абалкина, Д.В. Бирюков, М.В. Ведерникова и др. Препринт ИБРАЭ №IBRAE-2014-05, 2014.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 июля 2012 г. №767 «О проведении первичной регистрации радиоактивных отходов».
8. Приказ Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (Госкорпорация «Росатом») от 24.01.2013 г. №1/41-П «Об утверждении Порядка проведения первичной регистрации радиоактивных отходов и установления мест их размещения».
9. Федеральный закон от 11 июля 2011 г. №190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2012 г. №1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов».
11. Подходы к оценке и сопоставлению доз, рисков и затрат для целей обоснования отнесения РАО к особым РАО. Линге И.И., Савкин М.Н., Абалкина И.Л. и др. Препринт № IBRAE-2013-06. — М.: Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, 2013.
12. Развитие подходов к обоснованию отнесения РАО к особым РАО. Линге И.И., Савкин М.Н., Абалкина И.Л. и др. Препринт ИБРАЭ РАН.№IBRAE-2014-06. М.: Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, 2014.
13. Научно-техническое пособие по подготовке обосновывающих материалов для принятия решения об отнесении радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам. Абалкина И.Л., Барчуков В.Г., Бочкарев В.В. и др. —М.: Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, 2014.
14. Оранжировании потенциальных источников радиационного риска. Бирюков Д.В., Дорогов В.И., Спивак Т.А., Ковальчук Д.В. В кн.: Вопросы радиационной безопасности, № 3, 2013.
15. NDA Prioritization – Calculation Of Safety And Environmental Detriment Scores, Doc No EGPR02 Rev 6, April 2011.
<http://www.nda.gov.uk/documents/upload/EGPR02-NDA-Prioritisation-calculation-of-safety-and-environmental-detriment-scores-Rev6.pdf>.
16. Instruction for the calculation of the Radiological Hazard Potential, Doc No EGPR02-WI01, Rev 3, March 2010.
<http://www.nda.gov.uk/documents/upload/EGPR02-WI01-Instruction-for-the-calculation-of-the-Radiological-Hazard-Potential-Rev3.pdf>.
17. Рекомендации по включению мероприятий в состав ФЦП ЯРБ. Приложение 4 к Концепции федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016 – 2020 годы и на период до 2025 года».
18. Ранжирование источников радиационного риска. Бакин Р.И., Бирюков Д.В., Илюшкин А.И., Линге И.И. и др. Препринт ИБРАЭ РАН №IBRAE-2014-06, 2014.
19. Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. №170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».

