

## ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ФГУП «РАДОН» ПО ВЫВОДУ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯРОО И РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕРРИТОРИИ

М. Н. Диордий, А. И. Чабанюк

ФГУП «РАДОН», Москва

Статья поступила в редакцию 3 февраля 2020 г.

*На протяжении многих лет ФГУП «РАДОН» проводит работы по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии, проведению комплексных инженерных и радиационных обследований, реабилитации территорий, загрязненных радиоактивными веществами в результате промышленной или научной деятельности или радиационных аварий. За это время накоплен значительный опыт по проведению данных работ, выявлены типичные проблемы, препятствующие их качественному проведению. В рамках данной статьи приведен опыт ФГУП «РАДОН» в области деятельности по выводу из эксплуатации и реабилитации территорий, проведен анализ типичных проблем и предложен ряд мер, способствующих их решению.*

**Ключевые слова:** радиоактивные отходы, вывод из эксплуатации, объект использования атомной энергии, реабилитация территорий, комплексное инженерное и радиационное обследование.

Около 60 лет ФГУП «РАДОН» выполняет работы по обеспечению радиационной безопасности города Москвы, Московской области и десяти прилегающих областей, в которых проживает более 40 млн человек и находится свыше 2500 организаций, использующих или использовавших радиоактивные вещества и источники ионизирующего излучения в своей практической деятельности.

Основной целью создания предприятия было обеспечение безопасного обращения с радиоактивными отходами, образующимися в результате деятельности медицинских, научных и промышленных организаций, направленных на решение задач в области ядерной энергетики и использования радиоактивных материалов. С течением времени ФГУП «РАДОН» начал оказывать услуги по радиационному мониторингу, реабилитации территорий,

научно-технологическому сопровождению разработки технологий обращения с радиоактивными отходами. В последние годы наибольшую актуальность приобрела деятельность по выводу из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов (ЯРОО).

За годы активного изучения практических аспектов применения делящихся и радиоактивных веществ было создано большое количество лабораторий, установок, институтов и заводов, которые к настоящему моменту выработали свой физический ресурс и устарели морально, что не позволяет использовать их по прямому назначению. Логичным решением, удовлетворяющим аспектам экономики и обеспечения экологической и радиационной безопасности, является их вывод из эксплуатации (ВЭ).

За последние два десятилетия ФГУП «РАДОН» накопил значительный опыт в проведении

работ по выводу из эксплуатации ЯРОО, реабилитации территорий, в том числе после радиационных аварий.

В 2001—2002 годах выполнены работы по выводу из эксплуатации цеха № 14 ОАО «Кольчугцветмет» во Владимирской области.

Цех № 14 ОАО «Кольчугцветмет» построен и введен в эксплуатацию в начале 50-х годов для получения светосоставов постоянного действия (СПД) с использованием в качестве исходного сырья растворимого бромида  $^{226}\text{Ra}$ .

В процессе производства радиоактивные вещества находились в твердом состоянии и в виде растворов, осуществлялись операции, связанные с пылевыделением и образованием отходов. Системой замкнутого водооборота цех оборудован не был. Смывки и сливы через систему трапов поступали в цеховую канализацию и сбрасывались без очистки.

В конце 80-х годов производство СПД было прекращено, а цех — законсервирован.

В результате радиационно-экологического обследования в помещениях цеха № 14 выявлено 2 участка и 31 очаг радиоактивного загрязнения общей площадью 208,25 м<sup>2</sup> с мощностью эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД ГИ) от 45 до 28000 мкР/ч и плотностью потока  $\alpha$ -частиц до 17700 част./см<sup>2</sup>·мин.

По результатам обследования были проведены работы по дезактивации загрязненных конструкций, демонтажу зданий, рекультивации территории и обращению с полученными РАО.

В период с июня 2013 г. по апрель 2014 г. силами ФГУП «РАДОН» в рамках вывода из эксплуатации объекта использования атомной энергии (ОИАЭ) проведено комплексное инженерное и радиационное обследование (КИРО) полигона «Сосна» ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор», зданий и сооружений, находящихся на его территории и в его санитарно-защитной зоне. Полученные данные о накопленных на территории полигона РАО были использованы в разработке программы вывода из эксплуатации данного объекта.

В рамках проведенного КИРО работниками ФГУП «РАДОН» были выполнены следующие работы:

1. Разработана и согласована программа проведения КИРО.

2. Проведено обследование строительных конструкций хранилища ТРО и ЖРО, расположенного на территории полигона «Сосна».

3. Проведено комплексное обследование хранилища, включающее измерения мощности дозы гамма- и нейтронного излучения в его помещениях и отсеках, уровней загрязнения

поверхностей альфа- и бета-излучающими радионуклидами, объемной активности  $^{222}\text{Rn}$ , отбор и анализ (радиометрический, спектрометрический, химический) проб ЖРО и жидкости из отсеков с ТРО, оценка количественных и качественных характеристик РАО, размещенных в хранилище.

4. Проведено обследование территории полигона «Сосна» и его ближней зоны, включающее измерения мощности дозы гамма-излучения на его поверхности, бурение разведывательных скважин и их гамма-картаж, отбор проб выбуриваемого материала с последующим гамма-спектрометрическим анализом, оконтуривание участков, имеющих радиоактивное загрязнение, оценка объема и активности радиационно загрязненного грунта.

5. Рассмотрены возможные сценарии распространения радионуклидов в окружающую среду и выполнена оценка воздействия размещенных в хранилище и на территории полигона РАО на окружающую среду.

6. Разработаны технические решения по извлечению ТРО из инженерной части хранилища.

В 2016—2018 гг. силами ФГУП «РАДОН» выполнен вывод из эксплуатации радиобиологической лаборатории (корпус № 73) ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России. Работы проводились в обеспечение мероприятия «Вывод из эксплуатации радиобиологической лаборатории (корпус 73) Федерального государственного казенного учреждения «12 ЦНИИ» Минобороны России».

Радиобиологическая лаборатория (РБЛ) располагалась в г. Приозерск Ленинградской области, год постройки — 1970, количество этажей — 2, общая площадь — 1518,2 м<sup>2</sup>, использовалась для проведения исследовательских работ с применением радиоактивных веществ в стационарных условиях и утилизации радиоактивных отходов. На объекте проводились работы с открытыми источниками излучения (радиоактивными веществами).

На момент начала работ РБЛ находилась в удовлетворительном состоянии и была подключена к системам жизнеобеспечения (водо- и электроснабжение, отопление). В рабочих комнатах РБЛ находилось радиоактивно загрязненное стационарное оборудование, большая часть окрашенных поверхностей, пластика, бетона, кафеля и стационарных стальных конструкций в помещениях имели радиоактивное загрязнение.

Работы по выводу из эксплуатации радиобиологической лаборатории проводились в несколько этапов.

1. Проведены обобщение и анализ имеющейся информации о радионуклидном составе и

уровнях загрязнения корпуса РБЛ, обобщение и анализ имеющейся технической информации о здании, разработана программа КИРО.

2. В рамках КИРО проведено:

- радиационное обследование корпуса РБЛ, включающее: измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения; измерение плотности потока альфа- и бета-частиц с поверхности пола и стен помещений; измерение плотности потока альфа- и бета-частиц с наружных и внутренних поверхностей оборудования; отбор мазков с поверхности и проб в местах обнаружения загрязнения с последующим лабораторным исследованием для определения суммарной альфа- и бета-активности, а также гамма-спектрометрия для определения радионуклидного состава загрязнения; отбор кернов и лабораторное исследование содержания техногенных радионуклидов для определения максимальной глубины загрязнения бетона ограждающих конструкций;
- радиационное обследование прилегающей территории, включающее: визуальный осмотр с целью поиска колодцев и определения трасс системы канализации; пешеходная гамма-съемка территории в поисковом режиме; измерение плотности потока альфа- и бета-частиц с поверхности; отбор проб грунта и проб из колодцев для лабораторных анализов; выбуривание скважин вдоль обнаруженных и отмеченных трасс канализации на глубину не менее глубины залегания труб с проведением гамма-каротажа и отбором проб грунта для определения протечек;
- радиационное обследование емкостей-сборников ЖРО, включающее: измерение МЭД на поверхности в режиме поиска; измерение МЭД над открытыми люками емкостей и бункера для хранения РАО; измерение плотности потока альфа- и бета-частиц от поверхности земли и доступных поверхностей емкостей; отбор проб воды и донных отложений из емкостей-сборников ЖРО с последующим определением объемной активности лабораторными методами;
- инженерное обследование технического состояния РБЛ, включающее: анализ имеющихся отчетов и заключений по предыдущим обследованиям; визуальное обследование несущих и ограждающих конструкций (осмотр объекта обследования; установление соответствия между имеющейся проектной документацией и фактическими конструктивными решениями; оценка температурных и влажностных условий эксплуатации строительных конструкций; выявление нарушений правил

эксплуатации строительных конструкций; выявление характерных дефектов и повреждений строительных конструкций и их элементов; определение вероятных причин возникновения дефектов и повреждений; составление ведомостей дефектов обследуемых конструкций; выбор конструкций и их элементов, подлежащих инструментальному обследованию; вскрытие конструкций и отбор образцов; анализ полученных в процессе визуального обследования результатов и составление предварительных выводов); инструментальное обследование строительных конструкций (определение прочности бетона и кирпичной кладки 1-го и 2-го этажей радиобиологической лаборатории, конструкций режимной части, пункта содержания животных и емкостей-сборников ЖРО неразрушающими и разрушающими методами с выдачей прогноза долговечности; проведение обмерочных работ).

3. Разработан проект документа «Задание на проектирование вывода из эксплуатации РБЛ». Документ согласован с эксплуатирующей организацией (ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России) и утвержден в Госкорпорации «Росатом». Проектная документация на вывод из эксплуатации РБЛ разработана АО «ЦПТИ».

4. Подготовлен комплект документов для проведения анализа и оценки проектной документации в соответствии с требованиями приказа от 03.11.2015 № 1/1052-П. Получено положительное заключение на проектную документацию.

5. Разработан и согласован с эксплуатирующей организацией «Проект производства работ по ликвидации радиобиологической лаборатории (корпус 73) ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России».

6. Работы по созданию необходимой инфраструктуры, демонтажу оборудования и систем РБЛ, имеющих радиоактивное загрязнение, и дезактивация строительных конструкций РБЛ выполнены ООО «Квант». ФГУП «РАДОН» произведен вывоз на переработку, кондиционирование и временное хранение радиоактивных отходов, образованных в процессе проведения работ.

7. С целью получения информации о полноте и качестве проведения работ по дезактивации здания и прилегающей территории радиобиологической лаборатории и готовности здания к сносу проведено радиационное обследование, включающее определение радиационного состояния здания, строительных конструкций, помещений, сооружений, оборудования систем инженерно-технического обеспечения, емкостей-сборников ЖРО, прилегающей к РБЛ

территории. В ходе радиационного обследования проведены: измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в режиме поиска на расстоянии 0,1 м от поверхности стен и пола помещений и прилегающей территории для поиска возможного остаточного загрязнения; прямые измерения плотности потока альфа- и/или бета-частиц с поверхности ограждающих конструкций помещения по сетке 1×1 м на полу и стенах; отбор кернов, сколов строительных материалов (бетон, кирпич, плитка) и проб грунта для измерения в лабораторных условиях. По результатам радиационного обследования составлен отчет, который согласован с эксплуатирующей организацией («12 ЦНИИ» МО РФ) и утвержден заказчиком (ГК «Росатом»). На основании отчета о проведенном обследовании получено заключение о радиационной безопасности здания РБЛ.

8. Работы по разборке и демонтажу строительных конструкций здания РБЛ, не имеющих радиоактивного загрязнения, включая разборку фундаментов, и реабилитация территории выполнены ООО «Размах», радиационный контроль при проведении этих работ осуществлялся специалистами ФГУП «РАДОН».

9. Проведено контрольное радиационное обследование. Получено заключение о снятии с земельного участка ограничений по радиационному фактору.

10. РАО, образованные в ходе проведения работ по выводу из эксплуатации РБЛ, приведены к критериям приемлемости и переданы на захоронение во ФГУП «НО РАО».

В 2017 году в рамках мероприятия «Работы по обеспечению безопасного состояния радиационно опасных объектов (корпус №46 и корпус №3) федерального государственного казенного учреждения «12 Центральный научно-исследовательский институт» Минобороны России» ФГУП «РАДОН» проведено комплексное инженерное и радиационное обследование корпуса №46 ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России. Корпус 46 представляет собой четырехэтажное кирпичное строение постройки конца 50-х годов. До конца 60-х годов в корпусе проводились работы с радиоактивными веществами, затем по проектному назначению он не использовался.

В дальнейшем эксплуатирующая организация планировала использовать корпус №46 как административно-хозяйственное здание с размещением в нем персонала, в связи с чем возникла необходимость в принятии организационных решений по приведению его в соответствие санитарным нормам для объекта данного назначения.

КИРО проведено с целью определения состояния строительных конструкций, систем (элементов) вентиляции, канализации, электроснабжения и обоснования возможности их дальнейшей эксплуатации; определения радиационной обстановки в помещениях с целью разработки предложений по приведению здания корпуса №46 в радиационно безопасное состояние; определения количества, радионуклидного состава, активности и агрегатного состояния РАО, образование которых возможно в ходе проведения работ по приведению здания в радиационно безопасное состояние; выявления участков, загрязненных металлической ртутью, определения концентрации паров ртути в воздухе.

В ходе работ выполнено:

1. Обобщение и анализ имеющейся информации о радионуклидном составе и уровнях загрязнения корпуса №46, обобщение и анализ имеющейся технической информации о здании, разработана программа комплексного инженерно-радиационного обследования;

2. В рамках КИРО проведено:

- ртутно-экологическое обследование;
- радиационное обследование корпуса №46, включающее: измерение радиационной обстановки по МЭД  $\gamma$ -излучения в помещениях с исследованиями ограждающих поверхностей (пола, стен, потолка) и расположенного в них оборудования; определение загрязнения воздуха в помещениях корпуса техногенными радионуклидами; измерение плотности потока  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц от исследуемых поверхностей помещений и расположенного в них оборудования прямым методом (радиометрия с помощью переносных приборов); взятие мазков с поверхности строительных конструкций и оборудования с последующим анализом лабораторными методами (радиометрия с помощью стационарных приборов,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -спектрометрия); отбор проб строительных материалов (скалывание лакокрасочного покрытия, штукатурного слоя, выбуривание образцов с их послойным разделением) с последующим анализом лабораторными методами (радиометрия с помощью стационарных приборов,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -спектрометрия) для определения радиоактивных загрязнений внутри материалов строительных конструкций в помещениях и характера их распределения по глубине;
- инженерное обследование строительных конструкций и инженерных систем корпуса №46, включающее: оценку температурных и влажностных условий эксплуатации; выявление нарушений правил эксплуатации; выявление характерных дефектов и повреждений

строительных конструкций и их элементов; составление ведомостей дефектов; определение прочности бетона и кирпичной кладки неразрушающими методами с выдачей прогноза долговечности (остаточного ресурса) и выполнение обмерочных чертежей.

3. По результатам КИРО корпуса №46 составлен отчет, содержащий оценку технического и радиационного состояния корпуса №46, рекомендации и технические решения по приведению корпуса №46 в радиационно безопасное состояние. Отчет согласован в ФГКУ «12 ЦНИИ» МО РФ и Госкорпорации «Росатом».

По результатам конкурсной процедуры работы по выводу из эксплуатации данного объекта были проведены другой организацией. Объем образованных в результате работ по дезактивации РАО практически точно соответствовал экспертной оценке ФГУП «РАДОН».

По результатам проведенного в 2016 году комплексного инженерного и радиационного обследования эксплуатирующей организацией принято решение о выводе из эксплуатации корпуса №3 по варианту «ликвидация ЯРОО (немедленный демонтаж)» со сносом здания.

Корпус №3 представлял собой двухэтажное кирпичное строение постройки конца 50-х годов по рабочим чертежам проекта, выполненного Отдельным специальным проектно-конструкторским бюро. До конца 60-х годов в корпусе проводились работы с радиоактивными веществами (РВ), в дальнейшем по проектному назначению он не использовался. В здании оставалось недемонтированное лабораторное оборудование (вытяжные шкафы, манипуляторные боксы), системы специальной вентиляции и спецканализации. Спецсистемы не эксплуатировались, насосное оборудование было частично демонтировано, воздуховоды имели повреждения.

В ходе выполнения государственного контракта проведены следующие работы:

1. Разработана и согласована с эксплуатирующей организацией «Программа работ по дезактивации оборудования и строительных конструкций корпуса №3 ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России».

2. С тыльной стороны здания создана санитарная зона, огражденная секционным забором из сварной сетки. Внутри периметра обустроены площадки (рабочие зоны): площадка для временного хранения контейнеров с РАО; площадка для пустых контейнеров; площадка размещения мобильного санпропускника, через который осуществляется выход персонала из санитарной зоны; зона радиационного контроля

транспортных контейнеров и транспортных средств.

3. Рабочие зоны для производства работ по дезактивации (демонтаж, сортировка, фрагментация, упаковка) были организованы непосредственно в помещениях, в которых выявлено радиоактивное загрязнение выше установленных пределов (зона производства работ огораживается сигнальной лентой, выставляется временное защитное ограждение, устанавливаются дополнительное переносное освещение, оборудование для пылеподавления, сортировочные поддоны, на входе (выходе) в рабочую зону устраивается временный саншлюз, оборудованное место дозиметрического контроля).

4. Проведен демонтаж загрязненного оборудования, элементов системы специальной вентиляции и канализации.

5. Проведена дезактивация выявленных участков радиоактивного загрязнения строительных конструкций корпуса №3.

6. Радиоактивно загрязненные части демонтированного оборудования, воздуховодов и трубопроводов, образованные при проведении дезактивации строительные отходы упаковывались в полиэтиленовую пленку и размещались в контейнерах на площадке у здания №3. После заполнения контейнеров проведен предварительный входной контроль подготовленных упаковок. Контейнеры опломбированы, на каждую партию РАО оформлен акт приема-передачи. Радиоактивные отходы вывезены на промплощадку ФГУП «РАДОН» для дальнейшей переработки (кондиционирования) и временного хранения до передачи национальному оператору.

7. Проведено итоговое радиационное обследование дезактивированных помещений корпуса №3, оформлен и согласован с эксплуатирующей организацией «Акт радиационного обследования дезактивированных помещений корпуса №3 ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России». На основании отчета о проведенном обследовании получено заключение о радиационной безопасности корпуса №3.

8. Разработан и согласован с эксплуатирующей организацией проект производства работ по демонтажу корпуса №3.

9. Работы по разборке строительных конструкций, не имеющих радиоактивного загрязнения, до отметки -4,020, вывозу отходов на полигон промотходов и реабилитации территории выполнены ООО «Размах». Все работы по демонтажу корпуса №3 и вывозу промотходов проводились при постоянном дозиметрическом контроле, проводимом сотрудниками ФГУП «РАДОН».

10. Выполнено контрольное радиационное обследование территории и сдача территории эксплуатирующей организации с оформлением акта, подтверждающего завершение работ по приведению объектов ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России в радиационно безопасное состояние.

В 2017 году было принято решение вывести из эксплуатации радиационные источники (РИ) АО «НИКИМТ-Атомстрой» в составе строений 20 и 21, в том числе хранилища радиоактивных отходов.

С целью снижения затрат по ВЭ, а также на основании данных радиационного контроля было принято решение о ликвидации ЯРОО (немедленный демонтаж) без сноса здания.

С целью вывода из эксплуатации радиационных источников АО «НИКИМТ-Атомстрой» выполнены следующие работы:

1. На подготовительном этапе выполнено извлечение из установки РХМ-гамма-20 закрытых радионуклидных источников и вывоз отработавших источников с территории АО «НИКИМТ-Атомстрой» на промплощадку ФГУП «РАДОН». Осуществлен прием, кондиционирование и размещение РАО на временное хранение до последующей передачи для дальнейшего захоронения. Извлечение открытых и закрытых радионуклидных источников излучения в соответствии с проектом производства работ, согласованным с Межрегиональным управлением № 1 ФМБА России, выполнено АО МФ «РАДИЙ».

2. Произведен демонтаж установки РХМ-гамма-20.

3. Вывезены накопленные РАО с территории АО «НИКИМТ-Атомстрой» во ФГУП «РАДОН» с предварительным радиационным контролем упаковок. Осуществлен прием, переработка/кондиционирование и размещение РАО на временное хранение до последующей передачи для дальнейшего захоронения.

4. С целью определения радиационного состояния здания, строительных конструкций, помещений, оборудования систем инженерно-технического обеспечения проведено радиационное обследование строений 20 и 21, включающее: измерение радиационной обстановки по МЭД  $\gamma$ -излучения в помещениях с исследованиями ограждающих поверхностей (пола, стен, потолка) и расположенного в них оборудования; измерение плотности потока  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц от исследуемых поверхностей помещений и расположенного в них оборудования прямым методом (радиометрия с помощью переносных приборов); взятие мазков с поверхности строительных конструкций и оборудования с последующим анализом лабораторными методами

(радиометрия с помощью стационарных приборов,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -спектрометрия); отбор проб строительных материалов (скалывание лакокрасочного покрытия, штукатурного слоя, выбуривание образцов с их послойным разделением) с последующим анализом лабораторными методами (радиометрия с помощью стационарных приборов,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -спектрометрия) для определения радиоактивных загрязнений внутри материалов строительных конструкций в помещениях и характера их распределения по глубине. На основании радиационного обследования получена информация о необходимом объеме дезактивационных работ и количестве, классе и радионуклидном составе РАО, образующихся при ВЭ.

5. С учетом результатов радиационного обследования разработана следующая документация: программа выполнения работ по выводу из эксплуатации РИ; план мероприятий по защите работников в случае аварии при ВЭ РИ; программа обеспечения качества работ при ВЭ РИ; мероприятия по противопожарной защите при выполнении работ по ВЭ РИ; отчет по обоснованию безопасности. План мероприятий по защите работников в случае аварии при ВЭ РИ согласован с Межрегиональным управлением № 1 ФМБА России.

6. С целью обеспечения радиационной безопасности при проведении работ было выполнено зонирование объекта. Выделены: зона свободного доступа; зона контролируемого доступа; зона радиационно опасных работ. Переход между зонами осуществлялся через временный саншлюз и имеющийся в здании санпропускник.

7. В строении 21 выполнен демонтаж загрязненного оборудования, элементов системы специальной вентиляции и канализации. Демонтировано и фрагментировано оборудование помещения тяжелых вытяжных боксов.

8. Выполнена механическая дезактивация помещений строения 21. Перед проведением сухой механической дезактивации места проведения работ обработаны пылеподавляющими составами. Удалены загрязненные участки пластика и линолеума, бетонного пола, лакокрасочного покрытия, штукатурного слоя. Во время дезактивации помещений при необходимости использовался пленкообразующий состав. После завершения всех работ по дезактивации строительных конструкций каждого помещения проведено контрольное радиационное обследование и герметизация данного помещения.

9. В результате проведения дезактивационных работ строение 21 приведено к критериям завершенности работ. Составлен и согласован с

эксплуатирующей организацией Акт дезактивации строения 21. Дезактивация строения 20 не требовалась.

10. Осуществлен вывоз РАО, образованных в процессе дезактивации, во ФГУП «РАДОН», их прием, кондиционирование и размещение на временное хранение до последующей передачи для дальнейшего захоронения во ФГУП «НО РАО».

11. Проведено заключительное радиационное обследование. На основании протоколов радиационного контроля оформлен отчет о заключительном радиационном обследовании строений 20 и 21 АО «НИКИМТ-Атомстрой».

В 2018 году в обеспечение мероприятия «Реабилитация второй режимной территории федерального государственного казенного учреждения «12 Центральный научно-исследовательский институт» Минобороны России (г. Сергиев Посад, Московская область)» ФГУП «РАДОН» выполнена работа по реабилитации радиоактивно загрязненного участка на второй режимной территории ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России.

Площадка представляла собой местность с древесной растительностью, поверхность почвы покрыта травой, мхом, опавшими листьями, ветками и валежником. На участке площадью 46 144 м<sup>2</sup>, ограниченном изолинией 0,3 мкЗв/ч, находились пять площадных участков радиоактивного загрязнения (УРЗ) и два локальных очаговых загрязнения. Загрязнение носило поверхностный характер, с глубиной залегания загрязненного грунта от 0,1 до 1,4 м.

В ходе реабилитации радиоактивно загрязненного участка проведены следующие работы:

1. Разработан и согласован с эксплуатирующей организацией план производства работ «Реабилитация радиоактивно загрязненного участка на второй режимной территории ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России» в обеспечение мероприятия «Реабилитация второй режимной территории федерального государственного казенного учреждения «12 Центральный научно-исследовательский институт» Минобороны России (г. Сергиев Посад, Московская область)».

2. Разработана Программа обеспечения качества (частная).

3. Проведено радиационное обследование с оконтуриванием границ УРЗ с МЭД ГИ больше 0,6 мкЗв/ч, а также границы участков с потоком β-частиц больше 500 част./((см<sup>2</sup>·мин).

4. Выполнены работы подготовительного периода (создание необходимой инфраструктуры): установка временного инвентарного ограждения зоны производства работ и участков с опасными и вредными факторами во

избежание несанкционированного доступа; радиационное обследование с оконтуриванием границ УРЗ с МЭД ГИ больше 0,6 мкЗв/ч, а также границы участков с потоком β-частиц больше 500 част./((см<sup>2</sup>·мин); расчистка территории от крупногабаритного мусора, деревьев, кустарника, мелкокося; прокладка технологических путей для спецтехники и перемещения РАО; устройство временной автомобильной дороги для организации движения автотранспортных средств в зоне производства работ; внутриплощадочное обустройство рабочей площадки (устройство временных площадок для складирования радиоактивных и нерадиоактивных отходов, обеспечение санитарно-бытовыми и хозяйственными помещениями).

5. Проведено удаление и фрагментация имеющей радиоактивное загрязнение древесно-кустарниковой растительности на площади 7 992 м<sup>2</sup> (фрагментация, упаковка в крафт-мешки, размещение в контейнеры и транспортировка на промплощадку ФГУП «РАДОН» для дальнейшей переработки (кондиционирования) РАО, образованных в результате вырубki деревьев и кустарников).

6. Выполнены сбор, сортировка радиоактивно загрязненного грунта, относящегося к РАО, его размещение в контейнеры и транспортировка на промплощадку ФГУП «РАДОН» для дальнейшего кондиционирования.

7. Выполнены работы по удалению не имеющей радиоактивного загрязнения древесно-кустарниковой растительности на площади 38 152 м<sup>2</sup>.

8. Выполнено кондиционирование радиоактивных отходов. Сформированные упаковки РАО переданы на захоронение во ФГУП «НО РАО».

9. После изъятия РАО проведена работа по реабилитации и благоустройству территории площадью 46 144 м<sup>2</sup> (обратная засыпка выемок суглинком, планировка территории слоем суглинка толщиной не менее 100 мм; планировка территории слоем растительного грунта толщиной не менее 100 мм; посев травы).

10. По окончании лесосечных работ и выемки радиоактивно загрязненного грунта, а также после проведения засыпки участка грунтом проведено контрольное радиационное обследование. Работы по радиационному обследованию проводили в соответствии с технологической инструкцией ТИ Рад 09-2008 «Проведение радиационного обследования загрязненных территорий». Ввиду того, что основными радионуклидами, обнаруженными на реабилитированном участке, являются <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr, радиационное обследование территории осуществлялось путем

непосредственного проведения пешеходной гамма-съемки в режиме поиска на расстоянии 0,1 м от поверхности и фиксации результатов по узлам сетки 5×5 м и в местах обнаруженных радиационных аномалий — измерения плотности потока бета-частиц с помощью дозиметра-радиометра ДКС-96 с блоком детектирования БДЗБ-99 методом прямого измерения уровней загрязнения поверхностей. По результатам радиационного обследования участка показано, что радиоактивных отходов на участке после проведения дезактивации не обнаружено.

11. По результатам контрольного радиационного обследования оформлен и согласован с эксплуатирующей организацией «Акт о результатах радиационного обследования радиоактивно загрязненного участка на второй режимной территории ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России». Получено заключение ФГКУ «Главный центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора (специального назначения) Министерства обороны Российской Федерации» о приведении участка в соответствие с требованиями СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ 99/2009) и СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010).

При планировании и проведении работ по выводу из эксплуатации ЯРОО очень важную роль играет качество проведения комплексного инженерного и радиационного обследования. Так, по результатам КИРО оцениваются расходы на обращение с образованными РАО, которые могут составлять большую часть стоимости работ по ВЭ. Также по результатам КИРО определяется порядок проведения работ по дезактивации, обеспечивающий минимальное образование вторичных РАО и радиационную безопасность персонала. Качественное проведение инженерного обследования в рамках КИРО позволяет правильно выбрать стратегию вывода из эксплуатации и вовремя принять меры по обеспечению безопасности персонала, такие как укрепление стен и перекрытий, своевременное проектирование и монтаж необходимых инженерных систем и т. д.

Опыт проведения работ показывает, что на объектах зачастую не имеется необходимого объема документации, включающей в себя проектную, конструкторскую документацию на строения и сооружения, эксплуатационную документацию и т. п. Отсутствие данной документации объясняется как тем, что за годы существования объекта архивы могли быть утеряны или повреждены, так и тем, что для большой

части выводимых из эксплуатации в настоящий момент объектов изменялось их назначение и ведомственная принадлежность.

Одним из способов снижения негативных последствий отсутствия необходимой документации является создание автоматизированной системы управления ведением базы данных по выводу из эксплуатации, разработка которой предписана НП-091-14, НП-007-17, НП-012-16, НП-028-16, НП-057-17, НП-097-16. В настоящее время ФГУП «РАДОН» ведет данную работу.

Отсутствие необходимой документации, включающей в себя информацию о проводимых на объекте работах с радиоактивными веществами, а также низкий уровень подготовки персонала, выполняющего КИРО, может привести к недооценке объемов РАО, образующихся при выводе из эксплуатации. Так, опыт вывода из эксплуатации корпуса №3 ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России показал, что реально образованный объем РАО превысил оцененный по результатам проведенного другой организацией КИРО почти в 20 раз (46,8 м<sup>3</sup> против 2,5 м<sup>3</sup>). Подобная недооценка возможна в результате того, что, в отличие от энергоблоков АЭС, радионуклидный состав и характер загрязнения подобных объектов, зачастую относящихся к научным, исследовательским или опытно-промышленным, может сильно меняться.

Решением проблемы в данном случае может быть только опыт персонала, проводящего КИРО, способного по частицам информации воссоздать возможные сценарии загрязнения и выбрать необходимые методы проведения измерений для обнаружения всех возможных источников образования РАО при выполнении дезактивационных работ.

Большая часть объектов, на которых ФГУП «РАДОН» проводил работы, связанные с деятельностью по выводу из эксплуатации, имели загрязнение трудно детектируемыми радионуклидами, среди которых изотопы плутония и другие трансурановые элементы, изотопы урана, стронций-90. Данные радионуклиды не имеют значительного выхода гамма-излучения при радиоактивном распаде или гамма-излучение имеет достаточно низкую энергию, что делает определение данных радионуклидов затруднительным.

Для решения данной проблемы во ФГУП «РАДОН» разработаны эмпирические методики определения трудно детектируемых радионуклидов косвенными методами, в том числе методом анализа результатов полевой гамма-спектрометрии.

Работы проводились с использованием переносных сцинтилляционных спектрометров. Для

определения удельной активности радионуклидов, содержащихся в объектах измерения, созданы и проверены с помощью дополнительных расчетных программ более 200 калибровок эффективности для разных объектов измерения. При невозможности определения удельной активности радионуклидов, содержащихся в объектах измерения, спектрометр применялся для анализа радионуклидного состава. За два года работы снято и обработано более 2000 спектров.

Применение спектрометрических измерений в момент проведения КИРО значительно сокращает время определения класса отходов для разных объектов, оборудования и строительных конструкций, позволяет на месте определить характер обнаруженного УРЗ.

В процессе проведения работ выявлена необходимость спектрометрических измерений для обработки радиометрических измерений на местности.

Сложность обработки спектров, связанная с нехваткой специалистов, необходимостью уменьшения времени измерения, может быть оптимизирована путем использования одного обработчика на несколько спектрометрических установок.

Немаловажный фактор, являющийся препятствием к проведению качественного КИРО, — плохая подготовленность объекта к выводу из эксплуатации. При выполнении КИРО требуется непосредственный доступ к ограждающим конструкциям для проведения прямых радиационных измерений, осмотра и определения их состояния, отбора проб. При этом помещения должны быть освобождены от посторонних предметов, мусора, мебели, не являющейся частью стационарного оборудования, для проведения работ с РВ (например, вытяжные шкафы или перчаточные боксы). В реальности большая часть помещений, где сотрудники ФГУП «РАДОН» проводили обследование, в разной степени загромождена, что или не позволяет провести весь необходимый набор измерений, или ведет к необходимости выполнять дополнительную работу по освобождению помещения (см. рис. 1), которая не была учтена при расчете цены договора по проведению КИРО.

Решением данной проблемы может стать регламентирование в соответствующем нормативном документе состояния помещений объекта, подготовленного к выводу из эксплуатации. В данном случае ответственность за приведение помещений в требуемое состояние должна быть возложена на эксплуатирующую организацию. Также при планировании работ по выводу из эксплуатации возможно внесение отдельного



Рис. 1. Внешний вид типичного помещения

этапа подготовки объекта к проведению КИРО, выполняемого по отдельному договору или как отдельный этап работ в рамках общего договора.

Еще одним фактором, препятствующим качественному проведению КИРО и выводу из эксплуатации, являются крайне сжатые сроки выполнения работ, указанные в договоре и техническом задании. В условиях проведения закупок необходимых материалов исключительно по результатам конкурсных процедур на непосредственное выполнение работ остается незначительно мало времени.

К сожалению, в Российской Федерации длительное время отсутствовала полноценная нормативная документация по проведению КИРО ОИАЭ, не относящихся к энергоблокам АЭС. Только в конце 2019 года вышли документы РБ-159-19 «Рекомендации по проведению комплексного инженерного и радиационного обследования объекта использования атомной энергии» и РБ-160-19 «Рекомендации по содержанию программы комплексного инженерного и радиационного обследования объекта использования атомной энергии». Данные документы регламентируют порядок проведения КИРО, перечень определяемых параметров, а также необходимость предварительного обследования для формирования качественной программы КИРО и целесообразность подготовки объекта к проведению КИРО с предварительной дезактивацией, удалением мусора и отдельного оборудования.

Проведение КИРО в соответствии с данными документами приведет к увеличению сроков выполнения работ и стоимости данного этапа вывода из эксплуатации, однако данные затраты позволят точнее оценивать необходимые средства на обращение с РАО и обеспечение безопасности, что в конечном итоге позволит оптимизировать процесс вывода из эксплуатации ЯРОО.

### Литература

1. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).
2. НП-093-14. Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения. М : Ростехнадзор, 2014. 24 с.
3. МУ 2.6.1.2398-08. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности.
4. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ 99/2009). М : Минздрав России, 2009. 68 с.
5. НП-091-14. Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения. М : Ростехнадзор, 2014.
6. НП-012-16. Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции. Москва, 2017.
7. НП-007-17. Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации промышленных уран-графитовых реакторов. Москва, 2017.
8. НП-028-16. Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации исследовательских ядерных установок. Москва, 2017.
9. НП-057-17. Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации ядерных установок ядерного топливного цикла. Москва, 2017.
10. НП-097-16. Требования к обеспечению безопасности при выводе из эксплуатации пунктов хранения радиоактивных отходов. Москва, 2016.
11. РБ-159-19. Рекомендации по проведению комплексного инженерного и радиационного обследования объекта использования атомной энергии. Москва, 2019.
12. РБ-160-19. Рекомендации по содержанию программы комплексного инженерного и радиационного обследования объекта использования атомной энергии. Москва, 2019.

---

### Информация об авторах

*Диордий Михаил Николаевич*, эксперт отдела вывода из эксплуатации ЯРОО ФГУП «РАДОН» (119121, Москва, 7-й Ростовский переулок, д. 2/14), e-mail: MNDiordy@radon.ru.

*Чабанюк Александр Иванович*, начальник отдела вывода из эксплуатации ЯРОО ФГУП «РАДОН» (119121, Москва, 7-й Ростовский переулок, д. 2/14), e-mail: AICHabanyuk@radon.ru.

### Библиографическое описание статьи

*Диордий М. Н., Чабанюк А. И.* Практический опыт ФГУП «РАДОН» по выводу из эксплуатации ЯРОО и реабилитации территории // Радиоактивные отходы. 2020. № 2 (11). С. 25–35. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-2-25-35.

---

## EXPERIENCE OF FSUE “RADON” ON DECOMMISSIONING OF RADIATION AND NUCLEAR HAZARDOUS FACILITIES AND REMEDIATION

**Diordiy M. N., Chabanyuk A. I.**

FSUE “RADON”, Moscow, Russia

Article received on 3 February 2020

*For many years FSUE “RADON” has been dealing with decommissioning of nuclear facilities, comprehensive engineering and radiation surveys, remediation of territories contaminated with radioactive nuclides as a result of industrial or scientific activities or radiation accidents. Extensive knowhow and knowledge have been accumulated*

in this field to date with typical problems hindering proper execution of these activities being identified. This article summarizes the experience of FSUE "RADON" in the field of decommissioning and remediation with typical problems being analyzed and relevant measures proposed to address them.

**Keywords:** radioactive waste, decommissioning, nuclear facility, remediation, comprehensive engineering and radiation survey.

## References

1. SP 2.6.1.2612-10. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoj bezopasnosti [Basic sanitary rules of radiation safety] (OSPORB-99/2010).
2. NP-093-14. Kriterii priemlemosti radioaktivnykh otkhodov dlya zahoroneniya [Radioactive Waste Acceptance Criteria for Disposal]. Moscow, Rostekhnadzor Publ., 2014. 24 p.
3. MU 2.6.1.2398-08. Radiatsionnyj kontrol' i sanitarno-epidemiologicheskaya otsenka zemel'nykh uchastkov pod stroitel'stvo zhilykh domov, zdaniy i sooruzhenij obshchestvennogo i proizvodstvennogo naznacheniya v chasti obespecheniya radiatsionnoj bezopasnosti [Radiation monitoring and sanitary-epidemiological assessment of land for the construction of residential houses, buildings and structures for public and industrial purposes in terms of radiation safety]. Moscow, 2008.
4. SanPiN 2.6.1.2523-09 Normy radiatsionnoj bezopasnosti (NRB 99/2009) [Norms of radiation safety]. Moscow, Minzdrav Rossii Publ., 2009. 68 p.
5. NP-091-14. Obespechenie bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii obektov ispol'zovaniya atomnoj energii. Obshchie polozheniya [Ensuring safety during decommissioning of nuclear facilities. General Provisions]. Moscow, Rostekhnadzor Publ., 2014.
6. NP-012-16. Pravila obespecheniya bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii bloka atomnoj stantsii [Safety rules for the decommissioning of a nuclear power unit]. Moscow, 2017.
7. NP-007-17. Pravila obespecheniya bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii promyshlennykh uran-grafitovykh reaktorov [Safety rules for the decommissioning of industrial uranium-graphite reactors]. Moscow, 2017.
8. NP-028-16. Pravila obespecheniya bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii issledovatel'skikh yadernykh ustanovok [Safety Provisions for the Decommissioning of Research Nuclear Facilities]. Moscow, 2017.
9. NP-057-17. Pravila obespecheniya bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii yadernykh ustanovok yadernogo toplivnogo tsikla [Safety rules for the decommissioning of nuclear installations of the nuclear fuel cycle]. Moscow, 2017.
10. NP-097-16. Trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti pri vyvode iz ekspluatatsii punktov khraneniya radioaktivnykh otkhodov [Safety requirements for decommissioning of radioactive waste storage facilities]. Moscow, 2016.
11. RB-159-19. Rekomendatsii po provedeniyu kompleksnogo inzhenernogo i radiatsionnogo obsledovaniya obekta ispol'zovaniya atomnoj energii [Recommendations for a comprehensive engineering and radiation survey of an atomic energy use facility]. Moscow, 2019.
12. RB-160-19. Rekomendatsii po sodержaniyu programmy kompleksnogo inzhenernogo i radiatsionnogo obsledovaniya obekta ispol'zovaniya atomnoj energii [Recommendations on the contents of a comprehensive engineering and radiation inspection program for an atomic energy use facility]. Moscow, 2019.

---

## Information about the authors

*Diordiy Mikhail Nikolaevich*, expert of decommissioning department, FSUE "RADON" (2/14, 7-th Rostovsky per., Moscow, Russia, 119121), e-mail: MNDiordiy@radon.ru.

*Chabanyuk Alexander Ivanovich*, Head of decommissioning department, FSUE "RADON" (2/14, 7-th Rostovsky per., Moscow, Russia, 119121), e-mail: AIChabanyuk@radon.ru.

## Bibliographic description

Diordiy M. N., Chabanyuk A. I. Experience of FSUE "RADON" on decommissioning of radiation and nuclear hazardous facilities and remediation. *Radioactive Waste*, 2020, no. 2 (11), pp. 25–35. (In Russian). DOI: 10.25283/2587-9707-2020-2-25-35.