


IAEA BULLETIN

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Апрель 2016 • www.iaea.org/bulletin



**ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ И
экологическая реабилитация**



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации
и коммуникации (ОПИС)

Международное агентство по атомной энергии
P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria
Тел.: (43-1) 2600-21270
Факс: (43-1) 2600-29610
iaebulletin@iaea.org

Технический редактор: Миклош Гашпар

Ответственный редактор: Аабха Диксит

Младшие редакторы: Николь Яверт, Лаура Жил Мартинес

Технические консультанты: Владан Любенев,
Владимир Михаль, Хорст Монкен Фернандис,
Патрик О'Салливан, Герхард Прёль, Джон Роуат

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется по адресу:

www.iaea.org/bulletin

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно использоваться при условии наличия ссылки на источник. Если указано, что автор материалов не является сотрудником МАГАТЭ, то разрешение на повторную публикацию материала с иной целью, чем простое ознакомление, следует испрашивать у автора или предоставившей данный материал организации.

Взгляды, выраженные в любой подписанной статье, опубликованной в Бюллетене МАГАТЭ, необязательно отражают взгляды Международного агентства по атомной энергии, и МАГАТЭ не берет на себя ответственности за них.

На обложке:

Успешный результат экологической реабилитации уранового месторождения Бельзан, регион Лимузен, Франция.
(Фото: "АРЕВА", Франция)



Миссия Международного агентства по атомной энергии состоит в том, чтобы предотвращать распространение ядерного оружия и помогать всем странам – особенно развивающимся – в налаживании мирного, безопасного и надежного использования ядерной науки и технологий.

Созданное в 1957 году как автономная организация под эгидой Организации Объединенных Наций, МАГАТЭ – единственная организация системы ООН, обладающая экспертным потенциалом в сфере ядерных технологий. Уникальные специализированные лаборатории МАГАТЭ способствуют передаче государствам – членам МАГАТЭ знаний и экспертного опыта в таких областях, как здоровье человека, продовольствие, водные ресурсы и окружающая среда.

МАГАТЭ также служит глобальной платформой для укрепления физической ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает Серию изданий по физической ядерной безопасности, в которой выходят одобренные на международном уровне руководящие материалы по физической ядерной безопасности. МАГАТЭ также ставит своей задачей содействие минимизации риска того, что ядерные и другие радиоактивные материалы попадут в руки террористов и преступников и что ядерные установки окажутся объектом злоумышленных действий.

Нормы безопасности МАГАТЭ закладывают систему фундаментальных принципов безопасности и отражают международный консенсус в отношении того, что можно считать высоким уровнем безопасности для защиты людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ разрабатывались для всех типов ядерных установок и деятельности, преследующих мирные цели, включая вывод из эксплуатации.

Кроме того, при помощи своей системы инспекций МАГАТЭ проверяет соблюдение государствами-членами их обязательств, касающихся использования ядерного материала и установок исключительно в мирных целях, в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия и другими соглашениями о нераспространении.

Работа МАГАТЭ многогранна, и в ней участвует широкий круг партнеров на национальном, региональном и международном уровнях. Программы и бюджет МАГАТЭ формируются на основе решений его директивных органов – Совета управляющих, насчитывающего 35 членов, и Генеральной конференции всех государств-членов.

Центральные учреждения МАГАТЭ находятся в Венском международном центре. Полевые бюро и бюро по связи расположены в Женеве, Нью-Йорке, Токио и Торонто. В Вене, Зайберсдорфе и Монако работают научные лаборатории МАГАТЭ. Кроме того, МАГАТЭ оказывает поддержку и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

Вывод из эксплуатации и реабилитация: повышение безопасности населения и окружающей среды

Юкия Аmano

Ядерная наука и технологии имеют множество полезных применений в мирной сфере, включая выработку электроэнергии и производство радиоизотопов для лечения рака. Все ядерные материалы должны тщательным образом утилизироваться после того как они, а также установки, на которых они находятся, подойдут к концу срока службы.

В настоящее время в странах, приступающих к разработке новых ядерно-энергетических программ, предварительные планы окончательного вывода реакторов из эксплуатации и безопасной утилизации материала, например отработавшего ядерного топлива, составляются прежде, чем в основание станции будет заложен первый кирпич. Заблаговременно составляются и планы финансирования этих работ. Но так обстояло дело не всегда. Когда возводились многие из более чем 400 действующих сегодня в мире ядерных энергетических реакторов, такого требования не существовало. Теперь во многих странах разрабатываются или реализуются планы вывода таких установок из эксплуатации. МАГАТЭ помогает им в этом, задействуя свой международный экспертный потенциал и опираясь на собственный почти шестидесятилетний опыт.

В этом выпуске Бюллетеня МАГАТЭ рассказывается о положительных практиках, существующих сегодня в мире. В Испании работы по выводу из эксплуатации первой национальной АЭС идут по графику и в рамках выделенных бюджетных средств (стр. 7), а во французском регионе Лимузен бывшие уранодобывающие объекты благодаря экологической реабилитации были превращены в зоны отдыха для населения (стр. 14). В Центральной Азии МАГАТЭ оказывает помощь государственным ведомствам в деле безопасной очистки примерно одного миллиарда тонн загрязненных отходов уранового производства (стр. 12).

Кроме того, рассматриваются инновационные технологии и тенденции в области вывода из эксплуатации и экологической реабилитации (стр. 22), и читателям предлагается немного узнать о жизни менеджера, управляющего работами по выводу из

эксплуатации (стр. 10). Мы рассказываем о сложностях вывода из эксплуатации исследовательских реакторов, которые – в отличие от АЭС – нередко располагаются в районах городской застройки (стр. 16).



Ноу-хау

Одним из неперенных компонентов планирования работ по выводу из эксплуатации и экологической реабилитации является обмен знаниями. Пользуясь опытом коллег из других стран, владельцы установок и площадок могут составлять более продуманные и комплексные планы на будущее. МАГАТЭ служит платформой для такого сотрудничества. Мы также призваны играть важную роль как источник норм безопасности и руководящих материалов по физической ядерной безопасности при выводе из эксплуатации и обращении с ядерными отходами.

Страны и операторы установок должны всегда помнить о возможности радиоактивного загрязнения в результате ядерной или радиологической аварии или неполадок на предприятии. Грамотное планирование позволяет быстро и эффективно отреагировать на инцидент, если таковой произойдет, и свести к минимуму вредные последствия загрязнения для людей и окружающей среды. За последние пять лет МАГАТЭ оказало большую помощь Японии в этой области (стр. 8).

Надеюсь, что данный выпуск Бюллетеня МАГАТЭ повысит осведомленность читателя в этих вопросах и что он окажется полезным участникам Международной конференции по содействию глобальному осуществлению программ вывода из эксплуатации и восстановления окружающей среды, которая пройдет 23–27 мая в Мадриде.



(Фото: К. Брейди, П. Паливчек/МАГАТЭ)

Предисловие



1 Вывод из эксплуатации и реабилитация: повышение безопасности населения и окружающей среды

Вывод из эксплуатации и экологическая реабилитация



4 Вывод из эксплуатации и экологическая реабилитация: общий обзор



6 Завершение процесса: успешный проект по выводу из эксплуатации в Испании



8 За кадром: опыт вывода из эксплуатации



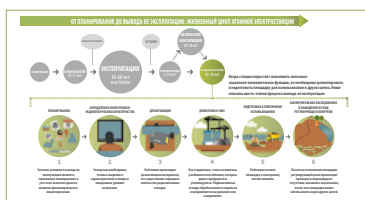
10 Избавляемся от токсичного наследия: экологическая реабилитация бывших объектов уранового производства в Центральной Азии



12 Рыбачье озеро вместо уранового рудника: экологическая реабилитация во французском регионе Лимузен



14 Миссии МАГАТЭ изучают работы по выводу из эксплуатации на АЭС “Фукусима-дайти”



16 От планирования до вывода из эксплуатации: жизненный цикл атомной электростанции



18 Дело серьезное: вывод исследовательских реакторов из эксплуатации



20 Распространение знаний и повышение безопасности: услуги МАГАТЭ в сфере вывода из эксплуатации и экологической реабилитации



22 Новые технологии, используемые для вывода из эксплуатации и реабилитации

Мировой обзор

24 Вывод из эксплуатации ядерных установок: опыт Германии

– Борис Брендебах

26 Современные тенденции в области вывода из эксплуатации и экологической реабилитации ядерных установок

– Хуан Хосе Сабалья Гомес

Новости МАГАТЭ

28 Перед странами-“новичками” встают общие проблемы развития ядерной инфраструктуры

29 Требования к безопасности и лицензированию малых модульных реакторов: в МАГАТЭ прошел первый семинар-практикум для регулирующих органов

30 МАГАТЭ выходит на новый рубеж в деятельности по утилизации радиоактивных источников

Вывод из эксплуатации и экологическая реабилитация: общий обзор

Ирена Шатцис



Специалисты по выводу из эксплуатации вырезают часть крупного металлического компонента на ядерной установке.

(Фото: "Селлафилд, лтд." / Соединенное Королевство)

Вывод из эксплуатации и экологическая реабилитация преследуют общую цель: уменьшить радиационное облучение населения и окружающей среды на площадках, использование которых должно быть ограничено из-за уровня радиоактивности.

Вывод из эксплуатации – плановое мероприятие в конце срока службы установок, обладающих предоставленной им регулирующим органом лицензией на осуществление ядерной или связанной с ней деятельности. Речь идет обо всех мероприятиях, необходимых для того, чтобы вывести данные установки из-под регулирующего контроля, после чего площадку можно использовать для других целей (см. вставку).

Экологическая реабилитация, с другой стороны, заключается в уменьшении существующего радиационного облучения от загрязнения земли, почвы и подземных вод в результате прошлой деятельности, связанной с использованием радиоактивных материалов в гражданских или военных целях (см. вставку, следующая стр.).

Вывод из эксплуатации

Вывод из эксплуатации – обычная часть жизненного цикла почти всех промышленных установок. Когда установка перестает выполнять полезные социально-экономические функции, ее необходимо демонтировать и подготовить площадку для использования в других целях.

Требования для вывода из эксплуатации должны рассматриваться на стадии проектирования и планирования установок. План вывода из эксплуатации и связанные с ним сметы должны подготавливаться заранее, чтобы обеспечить наличие достаточных финансовых ресурсов.

Надзор за обеспечением безопасности

Целью вывода из эксплуатации, как и целью экологической реабилитации, является достаточное понижение уровня радиоактивности для того, чтобы площадки могли без ограничения использоваться в любых других целях. Однако в некоторых случаях это может быть нецелесообразно и на будущее землепользование могут налагаться ограничения. Например, после вывода из эксплуатации некоторые площадки могут быть повторно использованы для неядерной промышленной деятельности, но не для проживания. Некоторые бывшие урановые рудники передаются для повторного использования в качестве природных заповедников или для других видов отдыха.

Вывод из эксплуатации и экологическая реабилитация являются крупными промышленными проектами, при реализации которых необходимо исключать как радиологические, так и обычные риски для безопасности персонала, местного населения и окружающей среды. Поэтому соответствующая правовая и регулирующая основа, а также надлежащая подготовка персонала, как для реализации проекта, так и для регулирующего надзора, относятся к числу обязательных предварительных условий обеспечения безопасности.

Обращение с радиоактивными отходами

Другим важным требованием является наличие хорошо скоординированной системы обращения с радиоактивными отходами, которые образуются в результате вывода из эксплуатации или экологической реабилитации. При выводе из эксплуатации обычно образуется большой

Как план вывода из эксплуатации, так и смета будут меняться на протяжении всего срока эксплуатации станции и будут постепенно уточняться к концу срока ее эксплуатации.

Однако, для некоторых установок, построенных на ранних этапах развития ядерной промышленности, таких проектов не существует. Кроме того, в отношении таких старых станций может отсутствовать полная документация о конфигурации станции и подробная отчетность об истории эксплуатации. Подобные ситуации усложняют процесс вывода из эксплуатации.

объем материалов с низкими уровнями радиоактивности. В зависимости от материала и национальных правил большая часть отходов может захораниваться в пунктах приповерхностного захоронения в соответствии с международными стандартами для постоянного захоронения. Такие пункты захоронения уже существуют в нескольких странах; в других странах отходы должны храниться в пунктах временного хранения до принятия долгосрочного решения.

Количество радиоактивных отходов может быть значительно сокращено путем дезактивации систем установки до их демонтажа. В некоторых странах существуют также установки для переработки металллома, например путем переплавки. Отходы с более высокими уровнями радиоактивности или долгоживущими компонентами, как правило, должны быть помещены в хранилища, расположенные глубоко под землей.

При экологической реабилитации отходов может быть намного больше, если, например, требуется удалить почву и впоследствии производить ее захоронение в качестве отходов. В этом случае также существуют возможности сокращения объема, например путем отделения компонентов почвы с более высоким уровнем загрязнения от компонентов с более низким уровнем загрязнения.

Финансирование

Наличие достаточного финансирования является ключевым фактором вывода из эксплуатации и экологической реабилитации, которые, как правило, стоят очень дорого. Значительная часть площадок,

которые необходимо выводить из эксплуатации или реабилитировать, находится в государственной собственности, и расходы по реализации проектов оплачиваются из национальных бюджетов. Объем средств, выделяемых на мероприятия по экологической очистке, зачастую зависит от приоритетов правительства.

В случае коммерческих электростанций ответственность за финансирование вывода из эксплуатации лежит, как правило, на собственнике станции. Обычно средства вкладываются в специальный фонд, предназначенный для покрытия расходов по выводу из эксплуатации, или, в случае некоторых больших объектов, выделяются прямо из операционных поступлений и наличных средств.



Применение комбинированной схемы для покрытия и дренирования хвостов обогащения урана.

(Фото: "Висмут ГмБХ" /Германия)

Современное положение дел

Хотя некоторые страны достигли значительного прогресса, многие сталкиваются с существенными трудностями при осуществлении программ по выводу из эксплуатации и экологической реабилитации.

В настоящее время наличие планов, охватывающих управление на протяжении всего срока службы ядерных установок, является универсальным требованием для начала новых проектов.

Экологическая реабилитация

Задача экологической реабилитации заключается в уменьшении радиационного облучения от загрязненных почв, установок для хранения отходов или других загрязненных инфраструктур, подземных или поверхностных вод. Цель реабилитации - защита населения и окружающей среды от потенциально опасных последствий воздействия ионизирующих излучений. Это может быть следствием таких действий, как добыча и переработка урана, или следствием выброса радиоактивных веществ в атмосферу в результате ядерной или радиологической аварии.

Радиоактивные материалы могут также появляться в результате таких неядерных видов деятельности, как нефтегазовая промышленность, в которой деятельность по разведке и добыче может повысить возможность облучения от радиоактивных материалов природного происхождения.

При экологической реабилитации должны учитываться четыре основных элемента:

1. Уровень радиационного облучения населения в результате загрязнения.
2. Снижение доз облучения и рисков, обеспечивающее наиболее оптимальное использование имеющихся финансовых, технических и трудовых ресурсов.
3. Возвращение площадки в состояние, в котором она была до события, которое привело к загрязнению, может не потребоваться, и часто является трудно выполнимой задачей.
4. Во многих случаях основным стимулом для реабилитации является восприятие общественностью рисков и преимуществ осуществления деятельности по очистке. В подобных ситуациях важным фактором при определении планового конечного состояния площадки является общее благополучие местного населения.

Завершение процесса: успешный проект по выводу из эксплуатации в Испании

Лаура Хиль

Во всем мире только 17 из 157 ядерных энергетических реакторов, которые были окончательно остановлены, прошли полный вывод из эксплуатации: это требующий большого объема ресурсов процесс, для завершения которого иногда требуются десятилетия. Хотя этот процесс и довольно сложен, пример Гвадалахары на западе Испании показывает, как тщательное планирование, правильная политика и правовая база, усилия правительства и участие заинтересованных сторон могут облегчить путь к успешному выводу из эксплуатации.

С самого начала идущий по графику вывод из эксплуатации АЭС “Хосе Кабрера” - первой атомной электростанции мощностью 150 МВт - почти на 70% завершен и осуществляется в рамках первоначального бюджета, составляющего примерно 150 млн евро по ценам 2016 года. Осуществляющая этот проект в Испании Национальная компания по обращению с радиоактивными отходами (“Энреса”) намерена завершить вывод из эксплуатации к 2018 году.

Демонтаж АЭС “Хосе Кабрера” не похож на другие коммерческие проекты по выводу из эксплуатации, за которые обычно отвечают операторы станций, и они же занимаются их осуществлением. “Пример Испании почти уникален прежде всего потому, что за вывод из эксплуатации в данном случае отвечает специализированное государственное учреждение”, - заявил директор по вопросам эксплуатации “Энреса” Хуан Луис Сантьяго Альбарран.

В Испании после того, как станция остановлена и получено разрешение на вывод из эксплуатации, контроль

от собственников и операторов переходит к “Энреса”, которая отвечает как за вывод из эксплуатации, так и за долгосрочное обращение с радиоактивными отходами.

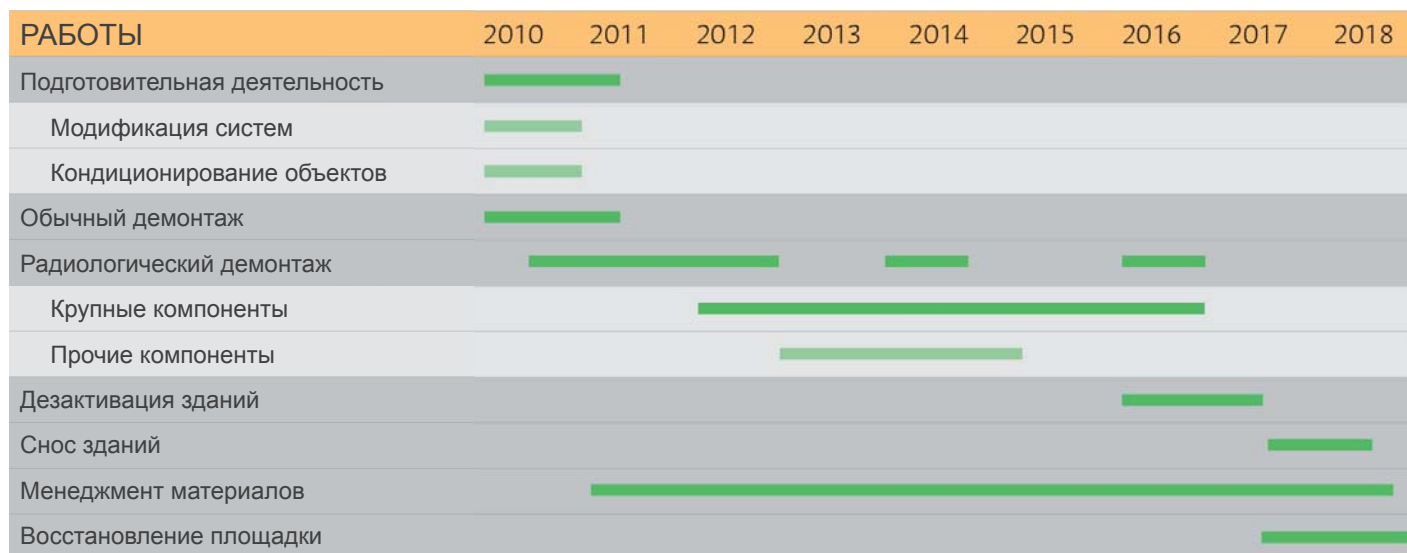
Более 20 лет “Энреса” является в Испании профессиональным центром по выводу из эксплуатации, отвечающим за вывод из эксплуатации всех основных объектов, которые связаны с использованием радиоактивных материалов, включая урановые заводы в Хаэне и Бадахосе, а также атомную электростанцию в Таррагоне. Вывод из эксплуатации АЭС “Хосе Кабрера” - это первый проект по демонтажу в Испании, осуществление которого было начато сразу после останова.

Планируй, еще раз планируй и проводи модернизацию

“Залогом успешного вывода из эксплуатации является тщательное планирование, включая проработку всех аспектов проекта от начала до конца”, - сказал Сантьяго Альбарран. Оно включает государственное лицензирование и утверждение, операции по демонтажу и выводу из эксплуатации, обращение с отходами и в конечном итоге возвращение площадки собственнику.

Учитывая, что вывод из эксплуатации займет семь лет, “Энреса” начала собирать необходимые документы и лицензии за три года до останова станции в 2006 году. К 2010 году у нее уже имелись необходимые разрешительные документы, она перевела на себя всю ответственность за процесс вывода из эксплуатации и могла начинать проект.

График вывода из эксплуатации атомной электростанции “Хосе Кабрера”



(Источник: “Энреса”)

“Наш совет? Планируйте заранее, своевременно готовьте все соответствующие лицензии и внимательно и непрерывно отслеживайте ход всех операций”, - заявил Сантьяго Альбарран.

Проекты по выводу из эксплуатации требуют значительных инноваций для оптимизации процесса, с тем чтобы максимально использовать имеющиеся инструменты и уменьшить потенциальные опасности. “Энреса” перепрофилировала турбинный зал, у которого имеются толстые защитные стены, в помещение для обращения с радиоактивными отходами, т.е. место, где они могли обрабатываться, сортироваться и храниться.

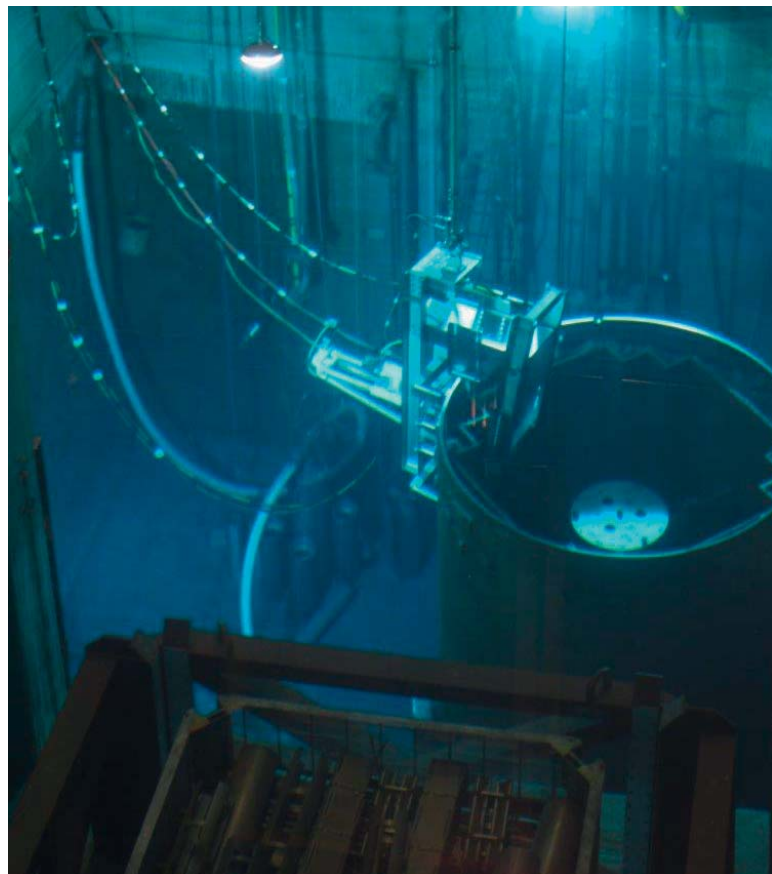
“Эта возможность изучать, улучшать и модернизировать привносит в работу по выводу из эксплуатации элемент творчества”, - отметил Сантьяго Альбарран. “Надо быть готовым к непредвиденному и всегда иметь в запасе целый комплекс вариантов”.

Обеспечивай защиту людей

Один из приоритетов работы по выводу из эксплуатации заключается в сведении к минимуму радиационного облучения работников. Для этого “Энреса” изучала способы защиты своих сотрудников и обнаружила, что если они будут демонтировать основные компоненты станции не маленькими, а большими блоками и перемещать их в крупных контейнерах, они смогут сократить время, в течение которого работники будут производить манипуляции с материалами, снизив тем самым время облучения.

“Сегментация и упаковка отходов в большие контейнеры оказалась непростой задачей, поскольку нам потребовались новые инструменты”, - сказал Сантьяго Альбарран. “Но это был правильный выбор. Мы снизили расходы и дозы радиации, получаемые работниками”.

Кроме того, сегментация корпуса реактора и его компонентов под водой позволили обеспечить дополнительную возможность для защиты. Вода служит в качестве эффективного естественного барьера от различных видов излучения. Используя ее в качестве буфера, специалисты могут находиться над бассейном выдержки отработавшего топлива и использовать дистанционно управляемые механизмы для сегментации всех внутренних частей реактора под водой. “Металлическая крошка, образующаяся при резке, остается в воде, которая выполняет функции экрана”, - пояснил он. “Разрезка крупных загрязненных компонентов под водой делает процесс в целом безопаснее для наших работников и окружающей среды”.



Сегментация корпуса реактора под водой на атомной электростанции “Хосе Кабрера”.

(Фото: “Энреса”)

Доводи дело до конца

После демонтажа всех компонентов “Энреса” произведет снос зданий, дезактивацию площадки и проверит, чтобы все отходы были удалены. Затем в качестве последнего шага процесса вывода из эксплуатации она восстановит площадку. “После восстановления площадки регулирующий орган должен будет еще раз проверить, что никакого значительного загрязнения не осталось, прежде чем мы передадим ее обратно собственникам, которые затем могут использовать ее для других целей”, - заявил Сантьяго Альбарран.

Процесс вывода из эксплуатации завершается после того, как регулирующий орган сертифицирует, что площадка более не представляет риска для безопасности населения или окружающей среды и что поэтому атомную лицензию можно отзывать. “Идея в том, чтобы оставить площадку чистой для будущих поколений”, - сказал специалист МАГАТЭ по выводу из эксплуатации Патрик О’Салливан. “Чтобы вернуть ее обществу для новых видов использования”.

За кадром: опыт вывода из эксплуатации

У менеджера по выводу из эксплуатации ни один день не похож на другой: разнообразие ядерных установок не поддается описанию; конструкция каждой установки уникальна. Поэтому для их вывода из эксплуатации приходится в мельчайших подробностях разрабатывать индивидуальные планы, а часто еще и создавать с чистого листа инновационные схемы безопасного демонтажа каждого компонента.

Чтобы получить представление об этой работе, младший редактор МАГАТЭ Николь Яверт побеседовала со Стивеном Слейтером, руководителем Программы вывода из эксплуатации и реабилитации площадок в Селлафилде, Соединенное Королевство, где находятся несколько действующих и остановленных ядерно-энергетических и перерабатывающих установок, хранилищ ядерных отходов и исследовательских ядерных лабораторий. Слейтер отвечает за безопасный менеджмент и вывод из эксплуатации более чем 150 ядерных установок и руководит более чем 500 сотрудниками по всему Селлафилду.

Чем вывод из эксплуатации отличается от собственно эксплуатации?

До начала вывода из эксплуатации мы просто поддерживаем безопасность установок. С момента начала декомиссионных работ я отвечаю за безопасное управление проектом и удаление радиоактивного материала. Основная цель моей работы – организовать, вслед за послеэксплуатационной очисткой, безопасное удаление всех остаточных радиоактивных материалов и подготовить их к безопасному захоронению на длительный срок.

В некоторых аспектах вывод из эксплуатации радикально отличается от эксплуатационных задач. Мои функции – инвентаризация материалов, их извлечение и перевод в безопасную пассивную форму – организации-оператору совершенно несвойственны, ведь основная обязанность оператора – обеспечивать изолированность радиоактивного материала в любой момент времени в течение всего процесса и срока службы ядерного объекта.

Главное же отличие в том, что вывод из эксплуатации – это проект с фиксированными сроками начала и окончания, тогда как при самой эксплуатации акцент делается на процессы и переход от одного процесса к другому.

Что в вашей работе сложнее или важнее всего?

Старые установки часто не соответствуют первоначальным чертежам; некоторую трудность составляют и устаревшие системы, в которых со временем накопились дефекты. В идеале установка должна точно повторять чертежи, но некоторым установкам уже почти 50 лет, и за это время они перестраивались много-много раз. Поэтому на площадке мы видим совсем не то же, что и на чертежах и в записях. Так что на некоторых из них нас всякий раз ждут открытия.

Что со временем изменилось в процессе вывода из эксплуатации?

Если раньше мы старались работать только дистанционно, то теперь мы активнее сочетаем возможности человека и машины. Прежде нас сильно вдохновляла идея вывода из эксплуатации вообще без участия человека, но оказалось, что полная автоматизация часто увеличивает масштаб, сложность и стоимость мероприятий до непомерно высокого уровня. Бывает, что работать можно только дистанционно, но чаще, если есть возможность, мы проводим так называемый “полудистанционный вывод из эксплуатации”: оборудование монтируется на площадке человеком, а управляется с удаленного пульта. При этом люди не находятся в опасной зоне, но благодаря личному присутствию они могут наблюдать за обстановкой и по мере необходимости корректировать схему работы. Это одно из существенных изменений за последние десять лет.



Кроме того, уменьшились масштабы деятельности – теперь вывод из эксплуатации носит более тактический характер. Некоторые помещения и зоны по размерам сравнимы с футбольным полем. В прежние времена мы просто приходили на место и начинали широкомасштабные работы, но при этом загрязнение неизбежно распространялось по всей зоне работ. Теперь

В некоторых случаях специалисту проще и быстрее выполнить работу вручную.

(Фото: "Селлафилд лтд.",
Соединенное Королевство)



мы идем по пути уменьшения масштаба: в любой момент времени работы проводятся только на одном участке, окруженном защитной конструкцией. После их завершения мы переходим к следующему участку. Таким образом удастся избежать загрязнения всей площадки. Другими словами, сейчас вывод из эксплуатации осуществляется почти с хирургической точностью.

Какие инновации вам удалось внедрить? Как они повлияют на будущее отрасли?

Без инноваций не проходит и дня. Недавно мы разработали так называемую "лазерную змею". Это гибкий робот-манипулятор с тросовым приводом, который может легко перемещаться в закрытых и загроможденных пространствах. Инструменты, которыми оснащена "змея", позволяют выполнять любые операции: от инспекции помещений до очистки и лазерной резки деталей. Если в нужном нам отсеке есть отверстия, через них можно направить "змею" внутрь. Установленный на ней лазерный резак позволяет легче разрезать труднодоступные и часто радиоактивные детали. Таким образом, оператор не вступает с ними в прямой контакт, и это снижает риск облучения.

Вместе с нашим смежником "РЕАКТ инжиниринг" (REACT Engineering) мы разрабатываем алгоритмы дистанционной характеристики. Например, мы попробовали запустить в радиоактивную камеру беспилотник со сканирующим устройством. Благодаря этому мы смогли получить трехмерные изображения внутренности камеры. Эти изображения мы совмещаем с радиологической картой, чтобы наглядно представить, что происходит внутри камеры, прежде чем решить, пускать ли туда человека. Это один из способов снизить радиационное облучение наших работников.

Для характеристики беспилотники используются все чаще. В будущем, когда мы начнем работу на более сложных участках и дойдем до зон, где людям появляться просто нельзя, дистанционные методы вывода из эксплуатации и беспилотники будут играть куда более заметную роль. Думаю, что такие технологии и другие новшества будут развиваться и дальше, помогая находить новые подходы к выводу из эксплуатации и приспосабливаясь к решению новых задач.

Как МАГАТЭ участвует в вашей работе и выводе из эксплуатации?

В плане радиоактивных запасов Селлафилд – одно из самых опасных мест Западной Европы. Мы сотрудничаем со многими экспертами в ядерной области, обмениваясь опытом и методиками ради повышения эффективности нашей работы. МАГАТЭ по-прежнему является помощником и соратником как для нас, так и для других работников этой отрасли.

Избавляемся от токсичного наследия: экологическая реабилитация бывших объектов уранового производства в Центральной Азии

Эндрю Грин

В Казахстане, Кыргызстане, Таджикистане и Узбекистане насчитывается почти 60 заброшенных мест добычи урана, представляющих опасность для окружающей среды и сельских жителей. Каждое из них – проблема для местной и национальной администрации, которой не хватает технических знаний и ресурсов для реабилитации этих площадок.

Проблемы в Кыргызстане

По оценке министерства чрезвычайных ситуаций Кыргызстана, на территории республики находится 35 хвостохранилищ и 25 площадок с отвалами пустой породы, причем многие содержат токсичные остатки. Наибольшую опасность для окружающей среды представляет сейсмическая нестабильность, например оползни, которые могут рассеять эти остатки, говорит Асель Сейткадиева, заместитель директора одного из подразделений министерства.

Поэтому правительство считает, что в первую очередь необходима реабилитация бывших уранодобывающих объектов в Майли-Сае (объект (1) на карте) и Мин-Куше (объект (2) на карте).

Координационная группа по бывшим урановым объектам (КГБУО) МАГАТЭ оказала помощь властям Кыргызстана в планировании и практической реализации проекта восстановления окружающей среды в Мин-Куше, находящемся в центре страны. Благодаря проектам технического

сотрудничества МАГАТЭ специалисты из министерства здравоохранения, Национальной академии наук и Государственного агентства охраны окружающей среды и лесного хозяйства научились также оценивать и отслеживать уровни излучения методами гамма- и альфа-спектрометрии.

Хотя разработка планов реабилитации уже началась, вся площадка в Мин-Куше находится в плохом состоянии из-за недостатка средств, а реабилитационные мероприятия пока не ведутся. Тем не менее уже проводится работа по перевозке хвостов в безопасные хранилища и восстановлению участков, а это значит, что начало будущей реабилитации положено. Когда будет изыскано финансирование, начнется физический вывоз отходов и рекультивация площадки, говорит г-жа Сейткадиева.

Ход работы в Майли-Сае и выводы по ее итогам

Угроза оползней, наводнения и возможного разрушения заградительных конструкций актуальна и для площадки в Майли-Сае, где остается довольно много радиоактивных



●: Бывшие объекты уранового производства в Кыргызстане.

①: Майли-Сай ②: Мин-Куш

(Источник: Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызстана)

До начала 1990-х годов в этих местах добывали уран. Сооружения здесь строились еще до введения надлежащих правил, предусматривающих окончательный вывод из эксплуатации, поэтому остатки долгоживущих радиоактивных и высокотоксичных загрязнителей по-прежнему серьезно угрожают здоровью населения и окружающей среде.

По некоторым оценкам, количество отходов производства урана в Центральной Азии (например, пустой породы и хвостов) приближается к одному миллиарду тонн, говорит Джон Роуат, начальник Группы вывода из эксплуатации и восстановления среды Департамента ядерной и физической безопасности МАГАТЭ. Многие из этих материалов хранятся небезопасным образом на площадках, рассеянных по всему региону. Из-за недостатка финансирования работа за последние десять лет сводилась в основном к принятию краткосрочных мер по защите населения и окружающей среды, добавляет г-н Роуат.



Бывший уранодобывающий объект Мин-Куш расположен в зоне оползневой опасности.

(Фото: МАГАТЭ)

загрязнителей. Однако дело не стоит на месте. При содействии МАГАТЭ и по просьбе правительства Кыргызстана Содружество Независимых Государств и Европейская комиссия оказывают помощь в реабилитации бывших уранодобывающих объектов.

Были частично реабилитированы и рекультивированы 36 отвалов, состоящих из пустой породы и хвостов обогащения, и было проведено обустройство и укрепление некоторых примыкающих к ним оползнеопасных участков для повышения их сейсмоустойчивости. Многие проекты еще не завершены, а многие рудники, требующие реабилитации, находятся в плохом состоянии из-за недостатка средств. Здесь, как и в Мин-Куше, предстоит разработать программы регулярного контроля и надзора и организовать более эффективную информационную работу с населением и ведомственный контроль, считает г-н Роуат.

Чему опыт Кыргызстана может научить соседние страны?

По словам г-жи Сейтказиевой, опыт Кыргызстана в области реабилитации при помощи международного сообщества может быть полезен соседним странам, которые работают над аналогичными проектами.

Например, Таджикистан и Узбекистан по линии программы технического сотрудничества МАГАТЭ закупают лабораторное оборудование, организуют подготовку персонала и участвуют в учениях по характеристике площадок – что в целом аналогично работе Кыргызстана. Положительный опыт взаимодействия Кыргызстана с МАГАТЭ, считает г-жа Сейтказиева, может использоваться как образец для будущих международных усилий по реабилитации, особенно при поиске возможностей реализации программ в рамках существующей национальной нормативно-правовой базы.

Центральноазиатские государства-члены часто сталкиваются с одинаковыми проблемами в области реабилитации. Например, Ферганская долина, которая протянулась через Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан, – это общий водосборный бассейн и ценный в сельскохозяйственном плане регион для всех трех стран. Однако бывшие объекты уранового производства ограничивают ее потенциал, создавая угрозу загрязнения токсичными веществами.

«Ферганская долина наглядно иллюстрирует, почему при реабилитации бывших уранодобывающих объектов в Центральной Азии страновые программы должны дополняться региональным подходом, – говорит г-н Роуат. – Ни Кыргызстан, ни Таджикистан, ни Узбекистан не смогут обойтись без водных ресурсов этой долины.»

Рыбачье озеро вместо уранового рудника: экологическая реабилитация во французском регионе Лимузен

Аабха Диксит



До и после: восстановление окружающей среды во французском регионе Лимузен.

(Фото: "Арева", Франция)

Искусственные озера, места для рыбалки и солнечные электростанции теперь украшают ландшафт французского региона Лимузен там, где еще недавно были урановые рудники. Этого невозможно было бы добиться без участия заинтересованных сторон, прозрачных процессов и хорошо скоординированных действий, уверен Ив Мариньяк, координатор Многопрофильной экспертной группы (МЭГ), которая занимается реабилитацией территории региона. Местные жители активно участвовали в консультациях по программе экологической реабилитации, и сейчас они используют бывшие места добычи для отдыха.

“Когда мы занялись закрытием урановых рудников в Лимузене, залогом поддержки местных жителей стал консультативный подход к управлению

реабилитацией”, – говорит Мариньяк. По его словам, уникально в этом случае то, что движущей силой, которая обеспечила расширение масштабов экологической реабилитации, стали неправительственные организации (НПО).

Важным фактором любого успешного проекта реабилитации является участие общественности в процессе принятия решений. Больше всего в успешной экологической реабилитации заинтересованы живущие здесь люди, поэтому им нужно убедительно ответить на вопросы о том, почему, когда и как это скажется на их быте. “Их участие жизненно важно и необходимо для выработки технически обоснованных и социально приемлемых решений”, – уверен Мариньяк.

Участие общественности

Сначала компания “Арева”, занимающаяся организацией реабилитационных работ, не считала нужным оповещать общественность о своих планах, рассказывает Мариньяк. Однако после подключения НПО и экспертов, проводивших независимые оценки радиоактивных остатков, участники реабилитационных мероприятий быстро расширили охват работы и учли замечания общественности. Этого удалось добиться благодаря более активному участию населения в принятии решений, считает он.

Французские административные органы действовали быстро и решительно: они создали МЭГ, чтобы завязать диалог с участием экспертов из заинтересованных сообществ в целях свободного обсуждения и решения вопросов реабилитации закрытых рудников. Одним из форматов переговоров стал интерактивный диалог о приоритетных направлениях работы и повышении осведомленности.

В состав МЭГ вошли более 20 экспертов различных специализаций, в том числе независимых экспертов, работников французских и зарубежных учреждений, представителей ассоциаций и промышленных групп.

Они изучали конкретные технические и эксплуатационные аспекты программы реабилитации.

План реабилитационных мероприятий, над которым работала МЭГ, предусматривал обеспечение физической безопасности зон, окружающих закрытые рудники, создание специальных мест захоронения, удаление и засыпку загрязненных пород и особо тщательную защиту водных систем от попадания в них радиоактивных элементов. “Самой большой угрозой было просачивание загрязнителей с водой из отвалов породы”, – говорит Мариньяк. – “Приходилось собирать и очищать эту воду, чтобы загрязнение не попало в коммунальные источники”. В некоторых районах контроль и обработка воды продолжаются до сих пор.

Консультирование и сопровождение реабилитационных работ обеспечивали Институт радиационной защиты и ядерной безопасности и Национальный институт по изучению промышленной среды и техногенных рисков. Также проводились консультации с экспертами из МАГАТЭ, Бельгии, Израиля, Люксембурга, Соединенного Королевства и Швейцарии.

Сегодня бывшие места добычи урана слились с окружающим ландшафтом и ничем не выдают своего прошлого.

Восстановительные мероприятия

Когда лимузенские урановые рудники закрылись, были разработаны реабилитационные стратегии, в том числе методология действий, соответствующая французскому закону об устойчивом обращении с радиоактивными отходами и материалами 2006 года.

Региональному управлению по вопросам промышленности, исследований и окружающей среды (ДРИРЕ) и Управлению по ядерной безопасности Франции (АСН) было поручено контролировать и осуществлять процесс реабилитации. Основная цель заключалась в обеспечении прозрачности процесса, безопасности населения и герметизации любых протечек и иных источников загрязнения в закрытых рудниках, поясняет Мариньяк.

Кроме того, административные органы оценили состояние урановых рудников, в том числе степень их выработки, состояние отвалов пустой породы, хвостохранилищ, систем сбора и очистки воды, расположение мест захоронения загрязненных отложений и возможность повторного использования пустой породы.

Были также изучены сведения о воздействии на местную экосистему, оценке дозы облучения работников,

мониторинге радиоактивных выбросов в окружающую среду и предлагаемых корректирующих мерах.

В 2006-2008 годах были выполнены первоочередные задачи: были безопасно перевезены в места захоронения радиоактивные и нерадиоактивные отходы, были безопасно перемещены отходные радиоактивные материалы и было обеспечено применение строгих юридических мер для защиты населения и окружающей среды.

У местных жителей есть доступ к государственному перечню рудников региона и информация о подлежащих захоронению радиоактивных отходах, говорит Мариньяк.

При реабилитации этих участков в Лимузене французские власти стремились свести к минимуму последствия прежней деятельности и реинтегрировать бывшие рудники в окружающий ландшафт. Чтобы сделать эти районы безопасными для общественного использования, они организовали также строгий радиологический и экологический мониторинг и провели масштабную очистку воды.

Миссии МАГАТЭ изучают работы по выводу из эксплуатации на АЭС “Фукусима-дайити”

11 марта 2011 года в результате сильного землетрясения и цунами произошла крупная авария на атомной электростанции “Фукусима-дайити”, ставшая тяжелой ядерной аварией после событий на Чернобыльской АЭС в 1986 году. Сейчас для обеспечения бесперебойного демонтажа на станции проводятся удаление топлива, его послеаварийная стабилизация и очистные работы.

В течение пяти прошедших после аварии лет по просьбе правительства Японии МАГАТЭ отправило в страну больше десяти экспертных миссий, которые давали консультации по различным вопросам. В их числе были три миссии по безопасности и технологическим аспектам вывода из эксплуатации и реабилитации.

Цель миссий по экспертному рассмотрению вывода из эксплуатации — дать независимую оценку деятельности, связанной с планированием и реализацией вывода станции из эксплуатации.

В работе последней на данный момент миссии, организованной в феврале 2015 года, участвовали

15 международных экспертов, которые провели независимое рассмотрение вывода из эксплуатации на основе норм безопасности МАГАТЭ и других соответствующих примеров надлежащей практики. Отчеты этих миссий опубликованы на сайте МАГАТЭ (www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima).

В августе 2015 года был опубликован доклад Генерального директора МАГАТЭ об аварии на АЭС “Фукусима-дайити” и пять сопутствующих технических томов, подготовленных международными экспертами: в них содержались оценки причин и последствий этой аварии. Публикация, в которой обобщены уроки аварии, представляет собой ценный материал для всех стран, использующих или планирующих использовать ядерную энергетику. В одном из этих томов идет речь о послеаварийном восстановлении, включая вывод из эксплуатации и экологическую реабилитацию.

На фотографиях показана работа последней миссии МАГАТЭ по вопросам вывода из эксплуатации, проведенной в феврале 2015 года.

Резервуары, в которых хранится загрязненная вода. На заднем плане здания реакторов АЭС “Фукусима-дайити”.





Группа МАГАТЭ по выводу из эксплуатации слушает разъяснения о функциях системы очистки, позволяющей удалять из загрязненной воды почти все радиоактивные элементы.



Эксперту миссии МАГАТЭ помогают экипироваться для входа на площадку.

Участники группы МАГАТЭ проходят через конструкции четвертого энергоблока.



Эксперт миссии МАГАТЭ осматривает опорожненный бассейн выдержки отработавшего топлива.

Группа МАГАТЭ изучает систему очистки, позволяющую удалять из загрязненной воды почти все радиоактивные элементы.



(Фото: С. Лёф, МАГАТЭ)

ОТ ПЛАНИРОВАНИЯ ДО ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ:



ПЛАНИРОВАНИЕ



1

Залогом успешного вывода из эксплуатации является тщательное планирование и учет всех аспектов проекта, включая финансирование и лицензирование.

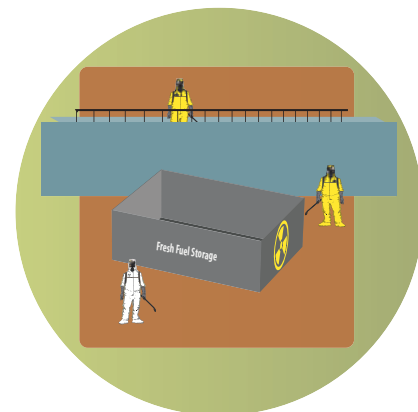
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК



2

Экспертам необходимы точные сведения о характеристиках станции и ожидаемых уровнях излучения.

ДЕЗАКТИВАЦИЯ



3

Работники производят дезактивацию материалов, что существенно сокращает количество радиоактивных отходов.

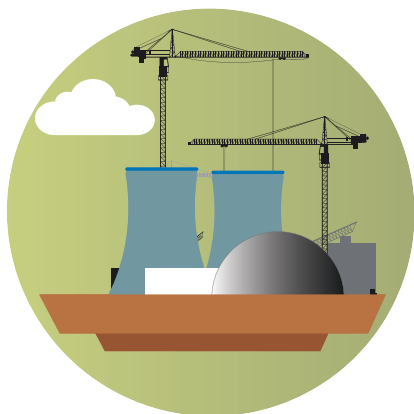
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ОПАСНАЯ
ПЕРИОДИЦИ
50 лет

Вывод из эксплуатации
10-20 лет

Когда станция перестает выполнять полезные социально-экономические функции, ее необходимо демонтировать и подготовить площадку для использования в других целях. Ниже описаны шесть этапов процесса вывода из эксплуатации.

ДЕМОНТАЖ И СНОС



4

Все сооружения, стены и элементы разбиваются на обломки, которые далее сортируются и утилизируются. Радиоактивные отходы обрабатываются отдельно и направляются на хранение или захоронение.

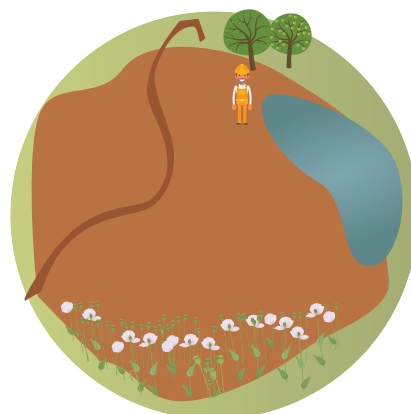
ПОДГОТОВКА К ПОВТОРНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ



5

Работники готовят площадку к повторному использованию.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ И ВЫВЕДЕНИЕ ИЗ-ПОД РЕГУЛИРУЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



6

После восстановления площадки регулирующий орган производит проверку и подтверждает отсутствие значимого загрязнения, после чего площадка может использоваться для других целей.

Дело серьезное: вывод исследовательских реакторов из эксплуатации

Миклош Гашпар



24 сентября 2015 года из исследовательского реактора, расположенного в Радиационно-технологическом комплексе в Ташкенте, Узбекистан, было извлечено облученное жидкое топливо на высокообогащенном уране (ВОУ) и возвращено в Россию.

(Фото: Ш. Тожер/МАГАТЭ)

Для получения разрешения на сооружение исследовательского реактора организация, которая в будущем будет его эксплуатировать, должна представить предварительный план вывода новой установки из эксплуатации после ее окончательной остановки. Однако в 1950-е, 60-е и 70-е годы, когда было построено большинство исследовательских реакторов, у которых в скором времени истечет срок службы, такого требования не было. В результате в университетских городках, исследовательских центрах и больницах стоит большое количество неиспользуемых реакторов, поскольку у эксплуатирующих организаций нет надлежащих планов их вывода из эксплуатации.

“Мы недавно получили лицензию на дальнейшую эксплуатацию нашего исследовательского реактора еще в течение нескольких лет, однако уже сейчас необходимо решить, что с ним делать потом”, – говорит Кетут Камаджая, исследователь, отвечающий за вывод из эксплуатации исследовательского реактора TRIGA-2000, находящегося в Бандунге, Индонезия.

180 на очереди

По данным подготовленного МАГАТЭ “Обзора ядерных технологий – 2016” по состоянию на конец 2015 года в мире насчитывалось 246 действующих исследовательских реакторов в 55 странах и свыше 180 реакторов, которые уже остановлены или выводятся

из эксплуатации. Полностью выведены из эксплуатации более 300 исследовательских реакторов и критических сборок. Возраст около половины всех эксплуатируемых сейчас исследовательских реакторов более 40 лет, в связи с чем перед эксплуатирующими организациями сегодня стоят две главные задачи – управление старением и вывод из эксплуатации.

По словам Владана Любенова, специалиста МАГАТЭ по безопасности отходов, многие страны не располагают необходимыми для вывода из эксплуатации организационной, правовой и регулирующей базой, экспертными знаниями и технической инфраструктурой. “Страны, не имеющие ядерно-энергетических программ, как правило, гораздо меньше знакомы с процессом вывода из эксплуатации и располагают технической базой, пригодной лишь для обращения с низкоактивными отходами”, – говорит он. Большинство отходов, образующихся при выводе исследовательского реактора из эксплуатации, действительно, имеют низкий уровень активности, однако странам приходится также иметь дело с небольшим количеством отходов среднего и высокого уровня активности.

По словам Владимира Михалы, руководителя группы МАГАТЭ по выводу из эксплуатации и экологической реабилитации, в некоторых случаях страны испытывают также нехватку финансирования, хотя безотлагательный вывод из эксплуатации установок, не подлежащих дальнейшему использованию, позволяет

экономить средства в долгосрочной перспективе. Пока регулирующий орган не выдаст лицензию на вывод исследовательского реактора из эксплуатации, в отношении него продолжают действовать нормы безопасности и физической безопасности для реакторов, находящихся в эксплуатации, даже если реактор не используется и в нем не осталось топлива. “Долгое время выполнять регулирующие требования дороже, чем испытать временные затруднения и вывести установку из эксплуатации, – говорит г-н Михаль. – Находиться на стадии вывода из эксплуатации выгоднее и безопаснее, чем пребывать в состоянии неопределенности”.

Быстрый вывод из эксплуатации

Именно такой подход, по словам г-на Камаджайи, избрала Индонезия. Уже подготовлены планы по переводу производства медицинских изотопов из Бандунга на две другие исследовательские реакторные установки страны. Обучение исследователей по вопросам физики реактора и теплогидравлики будет также перенесено в другие места. “Когда мы остановим реактор, нам нужно будет как можно скорее вывести его из эксплуатации”, – говорит он. При подготовке к выводу из эксплуатации эксперты из эксплуатирующих организаций приняли участие в ряде проектов технического сотрудничества МАГАТЭ и имели возможность присутствовать на работах по выводу из эксплуатации в Австралии и Бельгии.

В Узбекистане, по словам директора Института ядерной физики Умара Салимбаева, правительство приняло решение окончательно остановить исследовательский реактор института в июле 2016 года и как можно скорее приступить к его выводу из эксплуатации. “Мы тесно взаимодействуем с МАГАТЭ по вопросам подготовки предварительного плана вывода из эксплуатации, который мы планируем представить правительству в мае”, – говорит он. Перед этим, в прошлом году, начался вывод из эксплуатации исследовательского реактора “Фотон” в Ташкенте, который намечено завершить к середине 2017 года. В сентябре прошлого года топливо реактора было возвращено в Россию в рамках программы, координируемой МАГАТЭ (см. фото на стр. 16).

Новый реактор на место старого

Ряд эксплуатирующих организаций планируют соорудить новые исследовательские реакторы более высокого технического уровня, чем реакторы предыдущего поколения. По словам г-на Любенова, им будет легче получить от регулирующего органа лицензию на эксплуатацию нового реактора и заручиться доверием общественности, если они продемонстрируют надлежащий вывод из эксплуатации прежнего реактора. Кроме того, логично разместить новый реактор на площадке прежней установки.

Г-н Любенов поясняет, что несмотря на меньшую мощность и размер вывести из эксплуатации исследовательские реакторы в некоторых отношениях сложнее, чем реакторы энергетические. Они нередко размещаются в университетском городке



Международные эксперты и эксперты МАГАТЭ консультируют инженеров, обслуживающих исследовательский реактор Института ядерной физики Узбекистана, по вопросам подготовки плана вывода из эксплуатации.

(Фото: Д. Калма/МАГАТЭ)

или исследовательском институте, при этом вокруг расположены другие используемые помещения и здания. Исследовательский реактор может быть соединен с лабораториями или другими исследовательскими установками либо иметь с ними общие системы, например, общий резервуар для хранения отходов. “Где проходит граница реактора, и что надо выводить из эксплуатации, а что – нет? Это не всегда очевидно,” – говорит г-н Любенов.

Грамотное регулирование

МАГАТЭ оказывает помощь и регулирующим органам, чтобы они могли подготовить имеющуюся в стране правовую базу к выводу того или иного реактора из эксплуатации. “У нас всего три исследовательских реактора и ни одного энергетического – не настолько большие мощности, чтобы собственными силами разрабатывать необходимые руководящие документы”, – говорит Рено Аламшах, старший сотрудник Агентства по ядерному регулированию Индонезии (БАПЕТЕН). МАГАТЭ организовало обучение сотрудников БАПЕТЕН по вопросам разработки законодательства и руководящих документов и окажет им также помощь в рассмотрении плана вывода из эксплуатации, когда тот будет представлен.

Сотрудники регулирующих органов Индонезии и Узбекистана говорят, что благодаря начальному обучению они теперь лучше подготовлены к дальнейшей работе по выводу из эксплуатации любого реактора, как у себя в стране, так и за рубежом. “У Индонезии есть еще два реактора. Сейчас они работают эффективно, однако наступит время, когда их тоже надо будет выводить из эксплуатации”, – говорит г-н Камаджайя.

В Узбекистане эксперты Института ядерной физики недавно приступили к составлению плана вывода из эксплуатации второго исследовательского реактора страны. “Теперь мы можем постоянно пользоваться материалами и знаниями, полученными во время первоначального обучения”, – говорит г-н Салимбаев.

Распространение знаний и повышение безопасности: услуги МАГАТЭ в сфере вывода из эксплуатации и экологической реабилитации

Надежное и безопасное закрытие ядерных установок по окончании срока полезной службы и последующая подготовка их площадок для повторного использования требуют тщательного планирования и качественного исполнения. МАГАТЭ предлагает государствам-членам широкий спектр услуг, связанных с выводом из эксплуатации и экологической реабилитацией, – от рекомендаций правового, регулирующего и технического характера, создания потенциала и обучения до обслуживания сетей для обмена данными. Услуги МАГАТЭ помогают также договаривающимся сторонам Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами выполнять требования Конвенции о предоставлении докладов о безопасности работ по реабилитации и выводу из эксплуатации.

В настоящей статье дается краткий обзор данных услуг.

с радиоактивными отходами, вывод из эксплуатации ядерных установок и реабилитацию площадок, загрязненных радиоактивными материалами.

Услугами могут воспользоваться также регулирующие органы, государственные ведомства и лица, определяющие политику в стране, а сфера их применения может охватывать имеющиеся или планируемые принципы выработки политики и регулирования на национальном уровне или уровне организации, а также соответствующие программы, проекты или техническую базу по обращению с отходами. Рассмотрения могут также включать проведение детальной оценки и подготовку технических рекомендаций в отношении реализации конкретных программ вывода из эксплуатации и экологической реабилитации.

Семинары-практикумы и обучение

Успех планирования и реализации программ вывода из эксплуатации и экологической реабилитации зависит от наличия в организациях-исполнителях и регулирующих органах достаточного количества специалистов, обладающих необходимой квалификацией и опытом.

Содействуя накоплению технических знаний и опыта, МАГАТЭ в рамках своей программы технического сотрудничества организует учебные курсы, семинары-практикумы, миссии экспертов и стажировки. Помимо очного обучения предлагаются специализированные курсы дистанционного обучения.

Международная сеть по выводу из эксплуатации

Международная сеть по выводу из эксплуатации (МСВЭ) представляет собой площадку для экспертов, созданную с целью активизировать сотрудничество и обмен знаниями по тематике вывода из эксплуатации. Сеть занимается вопросами вывода из эксплуатации ядерных установок всех типов, включая АЭС, установки ядерного топливного цикла, исследовательские реакторы, бывшие исследовательские объекты и другие объекты, на которых радионуклиды используются в промышленных, медицинских или исследовательских целях.

В рамках сети организуется ряд совместных мероприятий, в том числе ежегодный форум ее членов.



Район, подлежащий реабилитации, Австралия

(Фото: МАГАТЭ)

Услуги по АРТЕМИС

МАГАТЭ разработало комплексные услуги по рассмотрению программ обращения с радиоактивными отходами и отработавшим топливом, вывода из эксплуатации и экологической реабилитации (АРТЕМИС). Данные услуги предоставляются с 2014 года и предназначены для операторов установок и организаций-исполнителей, ответственных за обращение

Сеть природопользования и экологической реабилитации (ENVIRONET)

ENVIRONET расширяет и облегчает сотрудничество по обмену знаниями о реализации проектов по экологической реабилитации между менее компетентными и более компетентными в этой области странами и организациями.

Сеть организует самые разнообразные учебные и демонстрационные мероприятия по конкретным регионам или отдельным темам, участники которых получают индивидуальный практический опыт и доступ к апробированным технологиям.

Система сетей для улучшения коммуникаций и подготовки кадров (CONNECT)

Система CONNECT МАГАТЭ представляет собой интернет-платформу, предназначенную для членов профессиональных сетевых объединений МАГАТЭ и специалистов-практиков и призванную содействовать сотрудничеству и обмену информацией и опытом между ее членами, как в рамках той или иной сети, так и между несколькими объединениями.

CONNECT объединяет 11 сетей, включая МСВЭ и ENVIRONET, сети, занимающиеся вопросами захоронения отходов, обращения с отработавшим топливом и управления ядерными знаниями, и другие.

Программа по моделированию и данным для оценки радиологического воздействия (МОДАРИА)

Цель программы МОДАРИА состоит в расширении технических возможностей в области оценки доз излучения окружающей среды путем применения более точных данных, испытания и сравнения моделей, достижения консенсуса в отношении методов моделирования и значений параметров, разработки усовершенствованных методов и обмена информацией.

Результаты оценок радиологического воздействия используются, например, при оценке радиологической значимости плановых и аварийных выбросов радионуклидов, для обоснования решений, принимаемых в ходе работ по реабилитации, и для оценки эксплуатационных показателей хранилищ радиоактивных отходов.

В рамках программы функционируют 10 рабочих групп, занимающихся такими взаимосвязанными вопросами, как плановые выбросы радионуклидов в окружающую среду, миграция радионуклидов в загрязненных сельских и городских районах, рассеивание радионуклидов в морских экосистемах и реабилитация земель, подвергшихся загрязнению в результате ядерных аварий или в недостаточной степени регулируемой деятельности в прошлом.

Другие примеры сотрудничества

Для технической координации национальных и многосторонних мероприятий по реабилитации бывших урановых объектов, прежде всего в Центральной Азии, МАГАТЭ в 2012 году сформировало Координационную группу по бывшим урановым объектам (КГБУО).

В 2010 году был создан еще один механизм, Международный рабочий форум по регулированию надзору за бывшими объектами (РНБО), цель которого – содействовать эффективному и действенному надзору за бывшими объектами в соответствии с нормами безопасности МАГАТЭ и надлежащей международной практикой. Участники форума имеют возможность приобрести необходимый практический опыт в ходе международных семинаров практикумов, посвященных конкретным объектам. Данный механизм позволяет накапливать технические знания, повышать эффективность регулирования в области реабилитации и помогает разрабатывать эффективные национальные стратегии совершенствования процессов принятия решений на национальном уровне.

Эксперты, участвующие в Международном проекте по управлению выводом из эксплуатации и реабилитацией поврежденных ядерных установок (ДАРОД), реализация которого началась в январе 2015 года, получают возможность изучить и применить опыт вывода из эксплуатации и очистки ядерных установок, поврежденных в результате тяжелых аварий. В рамках ДАРОД рассматриваются аспекты регулирования, технологического обеспечения и планирования вывода из эксплуатации и реабилитации.

ДАРОД входит в число инициатив, предпринятых МАГАТЭ в соответствии с Планом действий МАГАТЭ по ядерной безопасности, утвержденным после аварии 2011 года на АЭС “Фукусима дайити”.

Новые технологии, используемые для вывода из эксплуатации и реабилитации

Венсан Фурнье

Оснащение дронов детекторами и камерами позволит осуществлять дистанционный сбор данных при подготовке к экологической реабилитации.

(Фото: Р. Дуран/МАГАТЭ)



Благодаря новым технологиям процесс вывода из эксплуатации и реабилитации становится более экономичным, быстрым и безопасным. Новые технологии все шире применяются на всех стадиях процесса – от планирования до реализации и контроля.

Лазеры и дроны повышают качество планирования

До того как приступить к работам по выводу из эксплуатации и экологической реабилитации, эксперты должны спланировать каждую стадию процесса, а для этого им в первую очередь необходимо получить точные сведения о характеристиках сооружений и ожидаемых уровнях излучения.

Определение характеристик для целей планирования может производиться вручную, например, путем составления чертежей, замеров и фотографирования, однако существующие сейчас технологии лазерного сканирования позволяют специалистам по выводу из эксплуатации быстрее и точнее определять физические характеристики конструкций, систем и элементов установки. В дополнение к этим технологиям применяются высокочувствительные измерения с помощью высокотехнологичных устройств, например, гамма-камер с дистанционным управлением, которые способны точно и эффективно измерять радиологические характеристики установки, в том числе интенсивность и тип излучения. Аналогичные измерения необходимо проводить после того, как загрязнение было удалено, с целью удостовериться в отсутствии значимого остаточного уровня излучения.

Для специалистов по экологической реабилитации все большую важность приобретает детальное изучение происходящих со временем изменений среды в пределах

площадки и содержащихся в ней загрязняющих веществ. Такие новые средства, как оснащенные необходимыми детекторами дроны, дают специалистам возможность производить дистанционную оценку поверхности площадки, а в сочетании с данными, полученными на местах, могут помочь в определении характера, концентрации и распределения загрязняющих веществ в почве. Это позволяет проводить анализ физических и радиологических характеристик площадки, а также обуславливающих их изменений и динамики окружающей среды, с высокой разрешающей способностью.

В обоих случаях на основе полученных данных современное программное обеспечение создает трехмерные модели установки или площадки с высокой степенью детализации и накладываемые на них карты уровней излучения. Программное обеспечение для моделирования может также использоваться при экологической реабилитации для моделирования поведения в окружающей среде загрязняющих веществ, что крайне важно для выбора и применения безопасных, экологически безвредных и экономичных методов реабилитации, долгосрочного мониторинга и использования площадки.

Люди и роботы

На ядерных объектах немало труднодоступных мест, а также участков, имеющих высокий уровень радиоактивности или опасных для работников. Новые возможности доступа к таким местам открывают роботы.

“На установках существует ряд мест, куда работникам вход заказан, потому что входы в них либо слишком маленькие и узкие, либо они слишком радиоактивные и опасные. Вот где выручает робототехника, – говорит Владимир Михаль, руководитель группы МАГАТЭ по

выводу из эксплуатации и экологической реабилитации. – Устройства с дистанционным управлением можно использовать для замеров радиоактивности, дезактивации АЭС и, наконец, для разделения элементов станции на части и манипуляций с ними – все это позволяет не подвергать риску людей”.

По мере развития технологий роботы становятся более миниатюрными, высокотехнологичными и сложно организованными, благодаря чему они могут работать в самых разнообразных условиях местности и в экстремальных условиях окружающей среды. Так, многофункциональные роботы-манипуляторы могут управляться работниками дистанционно и оснащаться инструментами, например, лазерными резаками, что позволяет демонтировать труднодоступные участки трубопроводов, компоненты реакторов и другие элементы.

Режущие инструменты с дистанционным управлением могут также работать под водой, при этом операторы находятся неподалеку, защищенные от излучения естественным экраном – слоем воды. Разборка радиоактивных компонентов под водой с помощью роботов не подвергает опасности работников и позволяет избежать рассеивания вредных частиц в воздухе.

Инновации – в природе

Инновационность не всегда заключается в создании новых сложных устройств. В сфере экологической реабилитации сформировалась новая концепция – “природа в помощь технике”. В некоторых ситуациях оптимальное реабилитационное решение может не требовать применения дорогостоящих средств и работ с химическими веществами.

“Иногда не мешать природе – лучший вариант действий, но для этого нужно до тонкостей понимать и уметь прогнозировать соответствующие природные процессы. И лишь в последние годы появились достаточно мощные средства и методы характеристики и мониторинга, чтобы данный подход можно было применять с определенной долей уверенности”, – отмечает Хорст Монкен-Фернандес, специалист МАГАТЭ по экологической реабилитации.

Одним из новых методов является реабилитация на наноуровне, или нанореабилитация, при котором для быстрого и эффективного уменьшения концентраций загрязняющих веществ в почве и подземных водах используются крошечные искусственно созданные структуры – наночастицы. Размер этих частиц приблизительно в 100 000 раз меньше диаметра волоса, но при этом они обладают прекрасными свойствами хранения, переноса, проникновения и распространения. Они могут вводиться в загрязненную среду с целью



Змееподобный робот с лазерным резаком позволяет группе по выводу из эксплуатации получить доступ к закрытым и опасным участкам.

(Фото: “Селлафилд лтд”/Соединенное Королевство)

разрушения или нейтрализации загрязняющих веществ. Другое возможное применение этих частиц – улавливание загрязнителей с помощью наноструктур, выполняющих функции молекулярного сита. Данный метод может оказаться экономичнее традиционных методов, используемых для целей очистки территории в ходе реабилитации, например, выемки грунта.

Целый новый мир

Инновации открывают новые возможности, но и требуют организации соответствующего обучения. Одно из решений этой задачи предлагает виртуальная реальность. 3D-технологии дают специалистам возможность ознакомиться с работами на каждой стадии процесса вывода из эксплуатации и экологической реабилитации. Таким образом можно, например, получить сведения о необходимой последовательности операций резки, уровнях излучения, с которыми могут столкнуться работники, наиболее оптимальном варианте демонтажа компонентов и упаковки раздробленных отходов, а также возможных опасностях.

Потенциальная польза от новых технологий и инноваций огромна, однако зачастую для того, чтобы вывести их на уровень повсеместного применения, требуются многие годы, в особенности в странах, располагающих ограниченными бюджетом и ресурсами в данной области. МАГАТЭ помогает странам получить необходимую информацию, опыт и знания.

“МАГАТЭ стремится помогать государствам-членам в создании и поддержании на требуемом уровне сил и средств для своевременной, безопасной и экономичной реализации проектов по выводу из эксплуатации и реабилитации”, – говорит г-н Михаль.

Вывод из эксплуатации ядерных установок: Опыт Германии

Борис Брендебах

С 1970-х годов Германия накопила большой опыт в области вывода из эксплуатации ядерных установок. В настоящее время 16 атомных электростанций, – как энергетических, так и прототипных реакторов, – находятся на разных стадиях вывода из эксплуатации. Три проекта по выводу из эксплуатации уже завершены (см. карту).

После аварии на атомной электростанции (АЭС) “Фукусима-дайити” в марте 2011 года правительство Германии приняло решение прекратить использование ядерной энергии для промышленного производства электроэнергии путем постепенного отказа от нее. В результате этого решения 31 июля 2011 года в Закон об атомной энергии Германии была внесена поправка, аннулирующая с 6 августа 2011 года разрешение на эксплуатацию установок по делению ядерного топлива в целях промышленного производства электроэнергии у семи наиболее старых АЭС и АЭС “Крюммель”, а также устанавливающая даты поэтапного прекращения действия разрешений для остальных девяти АЭС к 2022 году.

После этого все восемь АЭС, которые были остановлены в 2011 году, подали заявки на получение лицензии на вывод из эксплуатации. Кроме того, 27 июня 2015 года, на полгода раньше запланированной даты, была остановлена АЭС “Графенрайнфельд”. Заявка на вывод из эксплуатации, как и в случае АЭС “Гундремминген-В”, которая еще находится в эксплуатации и остановка которой запланирована на конец 2017 года, была подана заблаговременно.



Борис Брендебах – научный сотрудник и главный эксперт по выводу из эксплуатации Общества по безопасности установок и реакторов (ГРС), оказывающего содействие правительству Германии в вопросах вывода из эксплуатации и реабилитации.

На карте на следующей странице представлен общий обзор атомных электростанций, выводимых из эксплуатации в Германии, а также станций, которые уже демонтированы, окончательно остановлены, но ожидают лицензии на вывод из эксплуатации, либо находятся в эксплуатации с утвержденными датами остановки. Помимо энергетических и прототипных реакторов, было остановлено и выведено или предстоит вывести из эксплуатации более 30 исследовательских реакторов различных размеров и более 10 установок ядерного топливного цикла.

Многообразие видов и форм

Многие проекты по выводу из эксплуатации могут выполняться параллельно, но каждый из них уникален. Процесс осуществления проекта, его финансирование, выбор стратегии вывода из эксплуатации и многие другие факторы зависят от типа установки и ее собственника.

- Энергетические реакторы и заводы по обогащению урана и изготовлению топлива принадлежат энергопредприятиям и компаниям, действующим в этом секторе.
- Исследовательские реакторы, прототипные реакторы для производства электроэнергии и прототипные установки ядерного топливного цикла, напротив, размещаются в исследовательских центрах или университетах. Они финансируются из государственных средств.
- Вывод из эксплуатации АЭС “Грайфсвальд” и “Райнсберг” в бывшей восточной Германии, также как и вывод из эксплуатации и реабилитация предприятий по добыче и переработке урана в восточной Германии, финансируется из федерального бюджета.

Правовой базой для вывода из эксплуатации ядерных установок служит Закон об атомной энергии. Он гласит, что вывод из эксплуатации подлежит лицензированию со стороны компетентного органа. Закон допускает применение двух разных стратегий: немедленного демонтажа или демонтажа после безопасной консервации. Решение о выборе стратегии для вывода из эксплуатации принимает оператор. Большинство операторов предпочитают немедленный демонтаж.

Состояние энергетических реакторов Германии



(Источник: Общество по безопасности установок и реакторов, Германия)

Для лицензионной заявки компетентному органу федеральной земли, в которой находится ядерная установка, должны представляться соответствующие документы и информация. В них, помимо прочего, должны быть указаны процедура, на которую запрашивается разрешение, запланированные мероприятия по демонтажу и соответствующие методы, которые будут применяться, а также воздействие на окружающую среду и меры радиационной защиты. Прочие аспекты регулируются постановлением о порядке ядерного лицензирования и описаны в руководстве по выводу из эксплуатации.

Соблюдение требований, предъявляемых к разрешенной лицензией на вывод из эксплуатации работе, контролируется компетентным органом соответствующей земли. Он проверяет, выполняются ли условия,

предусмотренные для работы, и условия лицензирования. Независимые эксперты проводят дополнительные инспекции по поручению компетентного органа с целью оказания ему помощи. Более того, в ходе проверки точно устанавливаются предусмотренные в лицензии технологии и методы и подготавливается детальный план.

Будущие задачи Германии – завершение нынешних проектов по выводу из эксплуатации и вывод из эксплуатации работающих ядерных установок по истечении их срока службы. Ряд параллельно проводимых проектов по выводу из эксплуатации крупных установок, предусмотренных программой поэтапного отказа от ядерной энергии, может создавать трудности в плане доступности и наличия компетентных кадров на всех уровнях (операторы, регулирующий орган, организации технической поддержки и поставщики).

Современные тенденции в области вывода из эксплуатации и экологической реабилитации ядерных установок

Хуан Хосе Сабалья Гомес

Вывод из эксплуатации и экологическая реабилитация гражданских ядерных установок представляют собой серьезную проблему для осуществляющих эту деятельность стран во всем мире. Сюда относятся аспекты и проблемы, связанные с управлением, технологиями, безопасностью и экологией.

На протяжении последних нескольких десятилетий операторы во всем мире накопили значительный опыт в области вывода из эксплуатации и экологической реабилитации ядерных площадок. Эксплуатация большого числа ядерных установок была прекращена, и предполагается, что в ближайшие годы это число существенно вырастет. 17 энергетических реакторов из более чем 150, которые остановлены или выводятся из эксплуатации, уже выведены из эксплуатации, и 180 исследовательских реакторов остановлены или находятся в процессе вывода из эксплуатации, наряду с более 300 реакторами, которые уже полностью выведены из эксплуатации. Всего было остановлено или в настоящее время выводится из эксплуатации 170 других установок топливного цикла, а еще 125 установок уже полностью выведены из эксплуатации. Испания – одна из стран, имеющих опыт в этой области и продолжающих такую деятельность.

Было доказано, что деятельность по выводу из эксплуатации является одним из сложившихся видов промышленной деятельности, который может осуществляться без создания дополнительных рисков для здоровья, безопасности и окружающей среды.

Какие же основополагающие элементы способствуют осуществлению этой деятельности? Наш опыт показывает, что весь цикл зависит от наличия трех элементов: гарантирующей безопасность правовой базы, необходимых положений о финансировании и наличии ресурсов и доступа к технологиям и опыту в этой области, включая наличие логистических и управленческих решений в отношении образующихся материалов, в частности отработавшего топлива и радиоактивных отходов.

Необходимо создать соответствующую правовую базу, в которой будут четко определены обязанности всех заинтересованных сторон, включая компетентные органы. Для перехода от эксплуатации к демонтажу и выводу из эксплуатации необходимо внести изменения в нормативную основу, которые обеспечат принятие необходимых мер в связи с определенными рисками при

Хуан Хосе Сабалья Гомес, экономист и ветеран отрасли вывода из эксплуатации ядерных объектов. Президент испанской Национальной компании по обращению с радиоактивными отходами “Энреса” и председатель Международной конференции МАГАТЭ по содействию глобальному осуществлению программ вывода из эксплуатации и экологической реабилитации, состоявшейся 23–27 мая 2016 года в Мадриде.



осуществлении проектов подобного рода таким образом, чтобы способствовать его реализации, при соблюдении установленных требований безопасности.

Важность НИОКР

В этой связи необходимо обеспечить непрерывность проведения научных исследований и разработки инноваций для развития и совершенствования методов и технологий. Эта деятельность должна отвечать специфике вывода из эксплуатации и экологической реабилитации, которые уникальны тем, что при их реализации преобладают нестандартные операции, зависящие от постоянных изменений в окружающей среде и структуре риска. Она должна проводиться в обстановке, требующей одновременно постоянного совершенствования условий безопасности, эффективности управления проектом и соответствующих расходов.

Одним из важнейших аспектов этой деятельности является необходимое отделение нерадиоактивных материалов от радиоактивных отходов. Этот процесс минимизирует объем отходов, требующих специального обращения и управления ввиду их радиотоксичности.

Наличие установок и планов для управления материалами, в частности радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом, образующимися в процессе вывода из эксплуатации и до их окончательного захоронения, позволит не перекладывать ответственность на будущие поколения. Соответственно, отсутствие планов управления и конкретных установок может создать трудности в



“Энреса” перепрофилировала здание турбины на атомной электростанции “Хосе Кабрера” в установку для обращения с радиоактивными отходами.

(Фото: “Энреса”)

процессе утверждения и, во всех случаях, добавит неопределенности в отношении итоговых расходов.

Подготовка молодых специалистов

Для проведения этой деятельности требуется персонал и квалифицированные подрядчики. В ядерном секторе происходит старение кадров, которые сталкиваются с трудностями привлечения и удержания молодых специалистов, способных заменить их. Эта ситуация влияет как на повседневную эксплуатацию, так и, – возможно даже в большей степени, – на вывод из эксплуатации и экологическую реабилитацию.

Необходимым условием и залогом эффективного осуществления этой деятельности является согласие населения. В связи с этим существует широкий консенсус в отношении ответственности операторов и компетентных органов, когда речь идет о содействии ответственному и сознательному участию широкого круга заинтересованных лиц в процессе принятия решений.

В любой стране участники данных мероприятий должны быть готовы к неожиданностям. На развитие этой деятельности, начиная с этапа планирования и до ее завершения, могут влиять самые различные факторы – экономические, социальные, правовые и экологические.

И наконец, что не менее важно, я хотел бы обратиться к расходам и финансированию вывода из эксплуатации и экологической реабилитации. Расходы значительно различаются в зависимости от вида установки, стратегии демонтажа, цели освобождения площадок, близости и наличия инфраструктуры для обращения с образующимися материалами, нормативной базы и действующих правил. В этой связи больше внимания уделяется обеспечению наличия достаточных финансовых ресурсов для осуществления и завершения этих мероприятий таким образом, чтобы не перекладывать бремя на будущие поколения.

Перед странами-“новичками” встают общие проблемы развития ядерной инфраструктуры



Строительство первой АЭС в Беларуси на площадке Островец.

(Фото: Дирекция строительства атомной электростанции, Беларусь)

Страны, начинающие реализацию ядерно-энергетической программы, должны позаботиться о том, чтобы развитие их правовой, регулирующей и вспомогательной инфраструктуры не отставало от строительства самой станции. Только таким образом можно обеспечить безопасное, надежное и устойчивое осуществление программы – к такому выводу пришли участники семинара-практикума по развитию ядерно-энергетической инфраструктуры, состоявшегося в МАГАТЭ в феврале этого года. “Развертывание ядерно-энергетической программы – это серьезное дело, требующее крупных финансовых ресурсов, а также подразумевающее ответственность за обеспечение наличия необходимой инфраструктуры, – говорит Милко Ковачев, руководитель Секции развития ядерной инфраструктуры МАГАТЭ. – Страна вправе начинать реализацию ядерно-энергетической программы только тогда, когда она к этому готова и может трезво оценить время и ресурсы, которые для этого требуются”.

Перед странами, делающими первые шаги на пути создания ядерной энергетики, которых называют странами-“новичками”, встают схожие ключевые проблемы развития инфраструктуры: выработка национальной политики и стратегии реализации этой программы, создание правовой базы и независимого органа ядерного регулирования, укрепление руководящей структуры проекта и подготовка квалифицированных кадров.

В число участников 10-го ежегодного технического совещания по актуальным вопросам развития ядерно-энергетической инфраструктуры, состоявшегося 2-5 февраля, входили представители правительств, будущих организаций-владельцев/операторов, регулирующих органов и других учреждений – из стран, встающих на путь развития ядерной энергетики, и стран, где уже эксплуатируются АЭС.

Иллюстрируя положение дел конкретными примерами, страны-“новички” обсудили различные проблемы, в том числе сложности создания регулирующей базы и запуска процесса лицензирования. “Чтобы найти золотую середину между интересами оператора АЭС и действующими нормами ядерной безопасности и культурой ядерной безопасности, причем сделать это прозрачным образом, необходим компетентный и независимый регулирующий орган”, – говорит сопредседатель совещания Пер Линделль из Швеции.

Рубежи в ядерной деятельности

“Все страны-“новички” взяли на вооружение подход МАГАТЭ, изложенный в документе “Milestones” (“Основные этапы”), который служит главным руководством Агентства по созданию ядерной инфраструктуры для ядерно-энергетической программы, – говорит Абдельмаджид Кауи, бывший генеральный секретарь Центра ядерных

исследований Марокко и один из сопредседателей совещания. – Об этом свидетельствует взятый государствами-членами курс на безопасное, надежное и мирное использование ядерной энергии, мощная государственная поддержка как одна из ключевых составляющих новой ядерно-энергетической программы, оперативное создание регулирующего органа и налаживание взаимодействия между таким органом, владельцем/оператором и организациями технической поддержки”. Марокко считает атом перспективным низкоуглеродным источником энергии, и в октябре 2015 года страну посетила миссия МАГАТЭ по комплексному рассмотрению ядерной инфраструктуры (ИНИР).

Сегодня в Беларуси на площадке Островец сооружается первая в стране атомная электростанция. Два энергоблока мощностью 1170 МВт (эл.) намечено ввести в строй соответственно к 2018 и 2020 году. На совещании замминистра энергетики Беларуси Михаил Михадюк представил дорожную карту и основные рубежи в деятельности по созданию ядерно-энергетической программы.

“В 2008 году Беларусь решила начать реализацию ядерно-энергетической программы в целях повышения надежности энергопоставок за счет диверсификации энергоресурсов, снижения затрат на производство электроэнергии и сокращения выбросов парниковых газов, – заявил г-н Михадюк. – Мы реализуем ядерно-энергетическую программу на базе норм МАГАТЭ”. В 2012 году в Беларуси была проведена миссия ИНИР.

ИНИР: помощь со стороны МАГАТЭ

Миссии ИНИР – самый важный вид услуг в области развития ядерной инфраструктуры, который могут запросить государства-члены, говорит Михаил Чудаков, заместитель Генерального директора МАГАТЭ и руководитель Департамента ядерной энергии. “Я настоятельно рекомендую каждому государству-члену, которое серьезно задумывается о создании ядерной энергетики, изучить возможность приглашения миссии ИНИР”. С 2009 года МАГАТЭ провело 17 таких миссий в 13 странах, а недавно оно опубликовало документ, в котором подводятся итоги шестилетней работы миссий ИНИР.

Участники обсудили также финансовые риски, в том числе риски, связанные с регулированием, и способы их

уменьшения. С учетом постоянно растущей стоимости энергии и дороговизны и сложности ядерно-энергетического сектора эта область представляет все больший интерес для государств-членов и должна стать предметом изучения на будущих совещаниях МАГАТЭ.

Кроме того, перед странами постоянно стоит проблема развития людских ресурсов. Они должны не только находить подходящих работников

и обучать их, но и обеспечивать их рабочими местами после обучения, например если в реализации программы возникнут задержки.

Что касается первоначальных факторов, которые взвешиваются государствами-членами при определении того, следует ли им начинать осуществление ядерно-энергетической программы, то первым шагом в изучении ядерно-энергетической альтернативы является энергетическое планирование. Такие исследования

открывают путь к дальнейшему анализу в форме предварительного обоснования и всеобъемлющих отчетов. В скором времени МАГАТЭ издаст новое руководство по этому процессу и по выработке национальной позиции, а также ряд других тематических публикаций для стран, задумывающихся о создании ядерной энергетики.

– Ленка Коллар и Элизабет Дайк

Требования к безопасности и лицензированию малых модульных реакторов: в МАГАТЭ прошел первый семинар-практикум для регулирующих органов

Новое поколение усовершенствованных, собранных прямо на заводе ядерных энергетических реакторов, которые называются малыми модульными реакторами (ММР), может быть лицензировано и поступить на рынок уже в 2020 году, и МАГАТЭ помогает регулирующим органам заранее подготовиться к их появлению. На ряде семинаров-практикумов, которые стали проводиться ближе к началу года, МАГАТЭ в тесном сотрудничестве с регулируемыми органами вырабатывает подходы к вопросам безопасности и лицензирования ММР, прежде чем они начнут внедряться по всему миру.

Требования безопасности, руководящие принципы и процедуры лицензирования ММР были в числе тем, обсуждавшихся участниками из Арабского агентства по атомной энергии (АААЭ) и Арабской сети ядерных регулирующих органов на семинаре-практикуме МАГАТЭ в Вене в январе 2016 года.

“Малые модульные реакторы – весьма привлекательное решение для стран арабского мира, поскольку более чем у половины стран нашего региона нет средств для сооружения больших, традиционных АЭС. ММР более практичны, управляемы и требуют меньших финансовых вложений – эта многообещающая технология достойна изучения арабскими странами”, – говорит Абдельмаджид Махджуб, генеральный директор АААЭ и председатель семинара-практикума.

На этот форум, организованный при участии Комиссии по ядерному регулированию Соединенных Штатов, собрались представители регулирующих органов, компаний-операторов и других государственных организаций, которые работают либо намереваются работать над созданием национальной инфраструктуры безопасности и технической инфраструктуры для ММР.



Современные наработки в области технологии ММР. (Рис.: МАГАТЭ)

Участники семинара-практикума подробно ознакомились с ролью регулирующих органов и требованиями к лицензированию, включая утверждение проектов ММР, выбор площадки и эксплуатацию. МАГАТЭ содействует ведущимся между регулируемыми органами дискуссиям по использованию соответствующих норм безопасности МАГАТЭ и тем коррективам, которые может потребоваться внести в национальную нормативную базу.

Небольшие и безопасные

ММР проектируются как модульные конструкции, собираемые из модулей заводской сборки, и имеют мощность

менее 300 МВт, поэтому сроки их изготовления меньше, а ожидаемые затраты при строительстве – ниже. Четыре ММР в трех странах уже находятся в стадии строительства. “Хотя эти ядерные энергетические реакторы нового поколения меньше по размерам, меры безопасности и физической безопасности в отношении них ничем не отличаются от тех, которые предусмотрены международными обязательствами в отношении современных реакторов”, – говорит Стюарт Макгрудер, старший специалист МАГАТЭ по вопросам физической ядерной безопасности.

Глобальные нормы безопасности и физической безопасности, применимые к существующим, а также строящимся ядерным энергетическим реакторам, по большей части применимы и к ММР. “Нам нужно выработать набор ясных и прагматичных требований к безопасности и лицензированию, – говорит Грег Жентковский, директор Отдела безопасности ядерных установок в МАГАТЭ. – Ясность регулирующих требований – залог успешного внедрения ММР”.

В предстоящие годы МАГАТЭ будет координировать дополнительную работу в этой области. По всей вероятности, она будет включать в себя определение общей цели в области безопасности и подготовку руководящего документа по установлению надлежащих требований соответственно типу и размеру установки, говорит Жентковский.

Разработка, оценка и внедрение

Эти реакторные модули заводской сборки могут доставляться в конкретные места назначения подобно тому, как готовое изделие перевозится из одной промышленной зоны в другую. Потенциальная польза от промышленного внедрения ММР для стран и конечных пользователей колоссальна – взять, к примеру, решение столь насущной проблемы электрификации отдаленных регионов, что ведет к росту динамичности мировых энергопоставок.

Разработка ММР началась почти два десятилетия назад, и ряд стран независимо друг от друга занимаются испытанием прототипов. МАГАТЭ отметило существенную активизацию участия государств-членов в разработке технологии ММР, что говорит о том огромном потенциале, который таит в себе внедрение таких реакторов с точки зрения развития национальных энергосетей и повышения надежности энергопоставок.

Кроме того, МАГАТЭ составляет дорожную карту технологий в связи с внедрением ММР и проводит исследование по изучению показателей внедрения ММР в развивающихся странах с целью помочь государствам-членам в деле разработки, оценки и внедрения ММР.

Текущие события

В настоящее время в стадии разработки находятся примерно 50 проектов ММР для различных нужд и применений, а четыре реактора уже сооружаются: это CAREM-25 – промышленный прототип в Аргентине; КЛТ-40С и РИТМ-200 – плавучие ММР в Российской Федерации; НТН-РМ (высокотемпературный модульный реактор с шаровыми твэлами) – промышленная демонстрационная установка в Китае. В прошлом году Управление по атомной энергии Саудовской Аравии подписало соглашение с Республикой Корея о

строительстве в Саудовской Аравии ММР, получившего название SMART (системно-интегрированный модульный усовершенствованный реактор). Сегодня даже производители традиционных органических видов топлива заинтересовались теми возможностями, которые открывают ММР с точки зрения более диверсифицированных поставок энергии в национальные и региональные энергосети.

“ММР – одна из самых современных реакторных технологий, призванная удовлетворить будущий спрос на энергию, и для успешного внедрения этого нового типа энергетического реактора государства-члены должны быть полностью осведомлены о применимых нормах и положениях по безопасности”, – говорит Хадид Субки, инженер-атомщик из Секции развития ядерно-энергетических технологий МАГАТЭ.

Следующий семинар-практикум МАГАТЭ по требованиям к безопасности и лицензированию ММР, для членов Форума ядерных регулирующих органов в Африке, состоится в июне 2016 года.

– Аабха Диксит и Миклош Гаушар

МАГАТЭ выходит на новый рубеж в деятельности по утилизации радиоактивных источников

Успешные испытания перспективной технологии вывоза и хранения закрытых радиоактивных источников низкого уровня активности открывают путь к использованию нового метода утилизации небольших объемов радиоактивных отходов по всему миру. Этот метод, при котором закрытые источники помещаются в узкую скважину глубиной несколько сотен метров и перекрываются изолирующим материалом, даст возможность странам избавиться от собственных радиоактивных источников, изъятых из употребления, безопасным и надежным образом. Проверка концепции этой технологии была проведена в конце прошлого года в Хорватии – без использования реального радиоактивного материала.

Практически во всех странах радиоактивные источники используются в здравоохранении, промышленности и других секторах. У многих стран, однако, нет необходимого оборудования и персонала для их утилизации после того, как они отслужили свой срок. В обычных условиях, по оценке МАГАТЭ, развивающаяся страна, использующая закрытые радиоактивные источники, может за несколько лет накопить у себя сотни отработавших источников низкого уровня активности.

“С низкоактивными источниками возникает даже больше проблем, потому что они присутствуют в мире в больших количествах и в самых разных формах и вариациях”, – говорит Эндрю Томпкинс, инженер-атомщик МАГАТЭ.

В большинстве развивающихся стран закрытые радиоактивные источники помещаются во временные хранилища. В некоторых развивающихся странах созданы пункты приповерхностного захоронения. Оба типа хранилищ, если они недостаточно защищены, представляют угрозу для безопасности. Новый метод утилизации позволяет решить данную проблему раз и навсегда, и в конечном счете оградить от опасности людей и окружающую среду.

Испытания оборудования, проведенные инженерами МАГАТЭ и хорватской компанией по радиационной защите, доказывают возможность создания системы, обеспечивающей безопасное перемещение и погружение низкоактивных источников в скважины в целях захоронения.



Инженеры МАГАТЭ и хорватская компания по радиационной защите испытывают новую систему, используемую для безопасного и надежного захоронения низкоактивных источников в скважинах. (Фото: Л. Хиль/МАГАТЭ)

Испытанная технология, предназначенная для отработавших источников низкого уровня радиоактивности, состоит в использовании прочной металлической платформы и передвижной емкости, называемой передаточным контейнером, при помощи которой источники безопасно перемещаются в скважину. “Она проста, недорога и может применяться во всем мире”, – говорит Янош Балла, инженер по технологиям обращения с отходами из МАГАТЭ.

“Мы поняли, что странам с малыми объемами отходов, скромной инфраструктурой и ограниченными людскими и финансовыми ресурсами требуется безопасное, простое и практичное решение”, – указывает Балла.

Предотвращение краж и терроризма

Важный аргумент в пользу этого нового метода – повышение уровня физической ядерной безопасности. “Учитывая, что отработавшие источники остаются радиоактивными, мы хотели бы уменьшить вероятность того, что их смогут извлечь и использовать для террористических актов, – говорит Герт Либенберг, сотрудник МАГАТЭ по вопросам физической ядерной безопасности. – Когда они окажутся в

скважине, их будет уже нелегко достать любому желающему”.

Изначально идея скважинного захоронения была разработана Южноафриканской ядерно-энергетической корпорацией (“Некса”), а позднее она была адаптирована МАГАТЭ для утилизации источников, которые имеют более высокие уровни радиоактивности. Сегодня в ряде стран, включая Малайзию и Филиппины, идет техническая подготовка скважин и проводятся оценки безопасности в целях внедрения этого метода в предстоящие годы.

МАГАТЭ готово начать обучение экспертов в странах, интересующихся методом скважинного захоронения, и оказать им необходимую помощь – в виде оборудования или технических спецификаций – в конструировании собственного передаточного контейнера. Технология бурения скважины схожа с той, которая используется для добычи воды, и широко доступна в большинстве стран, включая наименее развитые.

Обработка источников

Радиоактивные источники широко используются в медицине и промышленности – от аппаратов

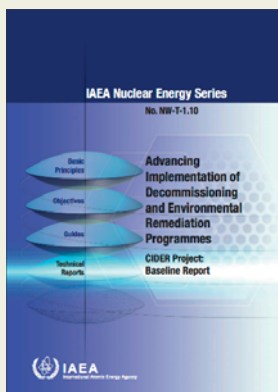
лучевой терапии для лечения рака до промышленных установок по стерилизации одноразовых медицинских принадлежностей. Чаще всего закрытые источники имеют низкие уровни радиоактивности или короткий период полураспада, т.е. они будут оставаться радиоактивными в период от нескольких месяцев до нескольких сотен лет.

Перед утилизацией все источники проходят обработку и переупаковку – это называется кондиционированием. Пройдя подготовку к утилизации таким способом, сотни источников – это типичное количество, ежегодно производимое одной развивающейся страной, – занимают пространство менее одного кубометра, т.е. размером с небольшой шкафчик для одежды.

После того как скважина будет пробурена, кондиционированные источники загружаются в специальную канистру, или утилизационную упаковку, которая затем герметизируется. Далее герметизированная канистра помещается в передаточный контейнер, подводится к скважине и в конце концов опускается в нее.

– *Лаура Хиль*

Новые публикации



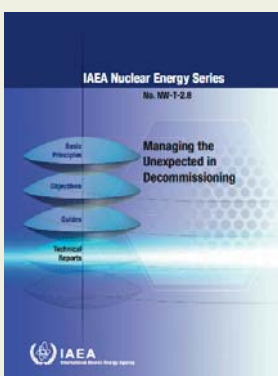
Содействие реализации программ вывода из эксплуатации и экологической реабилитации

ПРОЕКТ СИДЕР: базовый доклад

В данной публикации рассматриваются факторы, препятствующие выполнению проектов по выводу из эксплуатации и экологической реабилитации, и предлагаются способы преодоления таких препятствий. Независимо от достигнутых в последние годы существенных результатов, еще многое предстоит сделать, чтобы разобраться с наследием раннего периода освоения ядерной энергии, включая демонтаж ненужных исследовательских установок, установок топливного цикла и атомных электростанций и реабилитацию территорий, на которых в прошлом шла добыча и переработка урана. В настоящее время ряд стран занимается решением подобных вопросов и накопили необходимые для этого технические ресурсы и знания, однако реализация многих национальных программ все еще сопряжена с серьезными трудностями.

IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.10; ISBN: 978-92-0-101316-3; 37,00 евро; 2016 г.

www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10993/CIDER

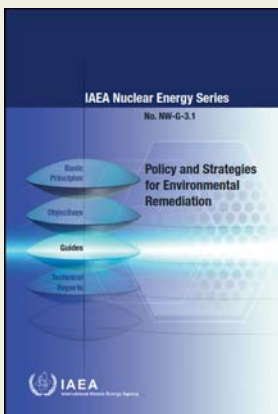


Действия в условиях непредвиденных событий при выводе из эксплуатации

В данной публикации изучаются последствия непредвиденных событий, которые могут произойти при выводе из эксплуатации, и способы минимизации возможного ущерба. В ней также даются практические рекомендации относительно учета непредвиденных событий при планировании таких работ и управлении ими. В публикации классифицируются и описываются примеры, когда ввиду возникновения непредвиденных обстоятельств необходимо приостановить работы по выводу из эксплуатации либо внести изменения в планы. Приводится также анализ прежнего опыта решения проблем вывода из эксплуатации. Публикация позволит специалистам по выводу из эксплуатации в дальнейшем учитывать данный опыт и сокращать дополнительные затраты, временные задержки и излишние дозы облучения.

IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.8; ISBN: 978-92-0-103615-5; 35,00 евро; 2016 г.

www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10786/Unexpected



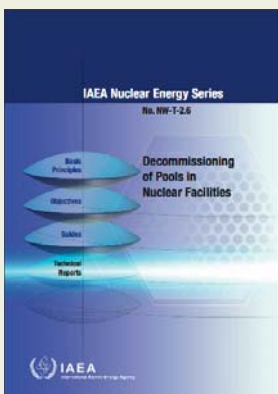
Политика и стратегии экологической реабилитации

В данной публикации описываются необходимые цели, сроки и объем работ по экологической реабилитации. Также разъясняются различия между политикой и стратегией, и государствам-членам даются рекомендации по подготовке и составлению подобных документов. В публикации затрагиваются такие вопросы, как распределение расходов и различные интересы сторон, участвующих в экологической реабилитации.

Наряду с публикациями МАГАТЭ по экологической реабилитации, выпущенными ранее в серии публикаций по безопасности, данное издание поможет национальным компетентным органам осознать необходимость включать реабилитацию как обязательный элемент в процессы планирования и реализации инициатив в ядерной отрасли.

IAEA Nuclear Energy Series No. NW-G-3.1; ISBN: 978-92-0-103314-7; 20,00 евро; 2015 г.

www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10622/Policy



Вывод из эксплуатации бассейнов на ядерных установках

В данной публикации рассматриваются технические аспекты и аспекты планирования вывода из эксплуатации бассейнов на ядерных объектах. Приводится обзор и обобщение мирового опыта вывода бассейнов из эксплуатации, в том числе планирования проектов, охраны здоровья и безопасности персонала и обращения с образующимися отходами.

На многих ядерных объектах бассейны используются для охлаждения отработавшего топлива либо для экранирования активной зоны исследовательских реакторов или источников облучательных установок. В течение срока их службы, который может составлять несколько десятков лет, бассейны на ядерных объектах могут подвергаться загрязнению в результате осаждения радиоактивных веществ. Хотя в технической литературе время от времени описываются примеры вывода бассейнов из эксплуатации, данная публикация – единственный доклад, в котором содержится столь полное описание стратегий и технологий дезактивации и демонтажа загрязненных бассейнов.

IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.6; ISBN: 978-92-0-103115-0; 55,00 евро; 2015 г.

www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10669/Pools

Third International Conference on Nuclear Knowledge Management Challenges and Approaches

7–11 November 2016, Vienna, Austria



Organized by the



In cooperation with the OECD/Nuclear Energy Agency (NEA)



CN-241