

# СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

ВЫВОД ИЗ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ  
УСТАНОВОК ЯДЕРНОГО  
ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

## РУКОВОДСТВА

№ WS-G-2.4



**IAEA**

Международное агентство по атомной энергии

# IAEA SAFETY RELATED PUBLICATIONS

## IAEA SAFETY STANDARDS

Under the terms of Article III of its Statute, the IAEA is authorized to establish or adopt standards of safety for protection of health and minimization of danger to life and property, and to provide for the application of these standards.

The publications by means of which the IAEA establishes standards are issued in the **IAEA Safety Standards Series**. This series covers nuclear safety, radiation safety, transport safety and waste safety, and also general safety (i.e. all these areas of safety). The publication categories in the series are **Safety Fundamentals**, **Safety Requirements** and **Safety Guides**.

Safety standards are coded according to their coverage: nuclear safety (NS), radiation safety (RS), transport safety (TS), waste safety (WS) and general safety (GS).

Information on the IAEA's safety standards programme is available at the IAEA Internet site

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

The site provides the texts in English of published and draft safety standards. The texts of safety standards issued in Arabic, Chinese, French, Russian and Spanish, the IAEA Safety Glossary and a status report for safety standards under development are also available. For further information, please contact the IAEA at P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

All users of IAEA safety standards are invited to inform the IAEA of experience in their use (e.g. as a basis for national regulations, for safety reviews and for training courses) for the purpose of ensuring that they continue to meet users' needs. Information may be provided via the IAEA Internet site or by post, as above, or by e-mail to [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org).

## OTHER SAFETY RELATED PUBLICATIONS

The IAEA provides for the application of the standards and, under the terms of Articles III and VIII.C of its Statute, makes available and fosters the exchange of information relating to peaceful nuclear activities and serves as an intermediary among its Member States for this purpose.

Reports on safety and protection in nuclear activities are issued in other publications series, in particular the **Safety Reports Series**. Safety Reports provide practical examples and detailed methods that can be used in support of the safety standards. Other IAEA series of safety related publications are the **Provision for the Application of Safety Standards Series**, the **Radiological Assessment Reports Series** and the International Nuclear Safety Group's **INSAG Series**. The IAEA also issues reports on radiological accidents and other special publications.

Safety related publications are also issued in the **Technical Reports Series**, the **IAEA-TECDOC Series**, the **Training Course Series** and the **IAEA Services Series**, and as **Practical Radiation Safety Manuals** and **Practical Radiation Technical Manuals**. Security related publications are issued in the **IAEA Nuclear Security Series**.

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
УСТАНОВОК ЯДЕРНОГО  
ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ИТАЛИЯ	ПЕРУ
АВСТРИЯ	ЙЕМЕН	ПОЛЬША
АЗЕРБАЙДЖАН	КАЗАХСТАН	ПОРТУГАЛИЯ
АЛБАНИЯ	КАМЕРУН	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛЖИР	КАНАДА	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АНГОЛА	КАТАР	РУМЫНИЯ
АРГЕНТИНА	КЕНИЯ	САЛЬВАДОР
АРМЕНИЯ	КИПР	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
АФГАНИСТАН	КИТАЙ	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАНГЛАДЕШ	КОЛУМБИЯ	СВЯТЕЙШИЙ ПРЕСТОЛ
БЕЛАРУСЬ	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕНЕГАЛ
БЕЛЬГИЯ	КОСТА-РИКА	СЕРБИЯ И ЧЕРНОГОРИЯ
БЕНИН	КОТ-ДИВУАР	СИНГАПУР
БОЛГАРИЯ	КУБА	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ РЕСПУБЛИКА
БОЛИВИЯ	КУВЕЙТ	СЛОВАКИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	КЫРГЫЗСТАН	СЛОВЕНИЯ
БОТСВАНА	ЛАТВИЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БРАЗИЛИЯ	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИВАН	СУДАН
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП. МАКЕДОНИЯ	ЛИВИЙСКАЯ АРАБСКАЯ ДЖАМАХИРИЯ	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
ВЕНГРИЯ	ЛИТВА	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНЕСУЭЛА	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТАИЛАНД
ВЬЕТНАМ	ЛККСЕМБУРГ	ТУНИС
ГАБОН	МАВРИКИЙ	ТУРЦИЯ
ГАИТИ	МАВРИТАНИЯ	УГАНДА
ГАНА	МАДАГАСКАР	УЗБЕКИСТАН
ГВАТЕМАЛА	МАЛАЙЗИЯ	УКРАИНА
ГЕРМАНИЯ	МАЛИ	УРУГВАЙ
ГОНДУРАС	МАЛТА	ФИЛИППИНЫ
ГРЕЦИЯ	МАРОККО	ФИНЛЯНДИЯ
ГРУЗИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	ФРАНЦИЯ
ДАНИЯ	МЕКСИКА	ХОРВАТИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	МОНАКО	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МОНГОЛИЯ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЕГИПЕТ	МЬЯНМА	ЧИЛИ
ЗАМБИЯ	НАМИБИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ЗИМБАБВЕ	НИГЕР	ШВЕЦИЯ
ИЗРАИЛЬ	НИГЕРИЯ	ШРИ-ЛАНКА
ИНДИЯ	НИДЕРЛАНДЫ	ЭКВАДОР
ИНДОНЕЗИЯ	НИКАРАГУА	ЭРИТРЕЯ
ИОРДАНИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ЭСТОНИЯ
ИРАК	НОРВЕГИЯ	ЭФИОПИЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА ТАНЗАНИЯ	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИРЛАНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЯМАЙКА
ИСЛАНДИЯ	ПАКИСТАН	ЯПОНИЯ
ИСПАНИЯ	ПАНАМА	
	ПАРАГВАЙ	

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение “более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире”.

Серия норм по безопасности, № WS-G-2.4

**ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
УСТАНОВОК ЯДЕРНОГО  
ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА  
РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ**

**МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2005 ГОД**

## УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена в 1972 году (Париж). С тех пор авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной (на дискетах и компакт-дисках) и виртуальной (веб-сайты и веб-порталы) форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и будут рассматриваться в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять по эл. почте в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) или по почте:

Группа продажи и рекламы, Издательская секция  
Международное агентство по атомной энергии  
Wagramer Strasse 5  
P.O. Box 100  
A-1400 Vienna  
Austria  
fax: +43 1 2600 29302  
tel.: +43 1 2600 22417  
<http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2005

Напечатано МАГАТЭ в Австрии

Июнь 2005

STI/PUB/1110

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК  
ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

МАГАТЭ, ВЕНА, 2005

STI/PUB/1110

ISBN 92-0-406905-8

ISSN 1020-5845

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

**Мохамед ЭльБарадей**  
**Генеральный директор**

Одна из уставных функций МАГАТЭ сводится к тому, чтобы устанавливать или применять нормы безопасности для охраны здоровья, жизни и имущества в деятельности по освоению и применению ядерной энергии в мирных целях, а также обеспечивать применение этих норм как в своей собственной работе, так и в работе, в которой оказывается помощь, и, по требованию сторон, в деятельности, проводимой на основании любого двустороннего или многостороннего соглашения, или, по требованию того или иного государства, к любому виду деятельности этого государства в области ядерной энергии.

Наблюдение за разработкой норм безопасности осуществляют следующие консультативные органы: Комиссия по нормам безопасности (ККНБ); Комитет по нормам ядерной безопасности (НУССК); Комитет по нормам радиационной безопасности (РАССК); Комитет по нормам безопасности перевозки (ТРАНССК); и Комитет по нормам безопасности отходов (ВАССК). Государства-члены широко представлены в этих комитетах.

Чтобы обеспечить широчайший международный консенсус, нормы безопасности направляются также всем государствам-членам для замечаний перед их одобрением Советом управляющих МАГАТЭ (в случае Основ безопасности и Требований безопасности) или, от имени Генерального директора, Комитетом по публикациям (в случае Руководств по безопасности).

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь. Любое государство, желающее вступить в соглашение с МАГАТЭ, касающееся его помощи в связи с выбором площадки, проектированием, строительством, вводом в эксплуатацию, эксплуатацией или снятием с эксплуатации ядерной установки или любой другой деятельностью, должно будет выполнять те части норм безопасности, которые относятся к деятельности, охватываемой соглашением. Однако следует помнить, что ответственность за принятие окончательных решений и юридическая ответственность в любых процедурах лицензирования возлагается на государства.

Нормы безопасности устанавливают важнейшие основы для безопасности, однако может также потребоваться включение более детальных требований, отражающих национальную практику. Кроме того, будут включаться, как правило, специальные вопросы, которые должны оцениваться экспертами на индивидуальной основе.

Физическая защита делящихся и радиоактивных материалов и АЭС в целом упоминается в надлежащих случаях, но не рассматривается подробно; к обязательствам государств в этом отношении следует подходить на основе соответствующих договорно-правовых документов и публикаций, разработанных под эгидой МАГАТЭ. Нерадиологические аспекты техники безопасности на производстве и охраны окружающей среды также прямо не рассматриваются; признано, что государства должны выполнять свои международные обязательства и обязанности относительно них.

Требования и рекомендации, изложенные в нормах безопасности МАГАТЭ, возможно, не полностью соблюдаются на некоторых установках, построенных в соответствии с принятыми ранее нормами. Решения о том, как нормы безопасности должны применяться на таких установках, будут приниматься государствами.

Внимание государств обращается на тот факт, что нормы безопасности МАГАТЭ, не являясь юридически обязательными, разработаны с целью обеспечения того, чтобы мирные применения ядерной энергии и радиоактивных материалов осуществлялись таким образом, который дает возможность государствам выполнять свои обязательства в соответствии с общепринятыми принципами международного права и правилами, касающимися охраны окружающей

среды. Согласно одному такому общему принципу территория государства не должна использоваться так, чтобы причинить ущерб в другом государстве. Государства, следовательно, обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую меру заботливости.

Гражданская ядерная деятельность, осуществляемая в рамках юрисдикции государств, как и любая другая деятельность, подпадает под действие обязательств, которые государства могут принимать согласно международным конвенциям в дополнение к общепринятым принципам международного права. Государствам надлежит принимать в рамках своих национальных юридических систем такое законодательство (включая правила) и другие нормы и меры, которые могут быть необходимы для эффективного выполнения всех взятых на себя международных обязательств.



## РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

*Дополнение, если оно включено, представляет собой неотъемлемую часть норм и имеет тот же статус, что и основной текст. Приложения, сноски и списки литературы, если они включены, содержат дополнительную информацию или практические примеры, которые могут оказаться полезными для пользователя.*

*Формулировка “должен, должна, должно, должны” используется в нормах безопасности в случаях, когда речь идет о требованиях, обязанностях и обязательствах. Для рекомендации желательного варианта используется формулировка “следует”.*

*Официальным является английский вариант документа.*

*Перевод настоящей публикации и научное редактирование/контроль качества этого перевода были выполнены Научно-техническим центром по ядерной и радиационной безопасности(НТЦ ЯРБ ) Госатомнадзора России.*



## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ.....	1
	Общие сведения (1.1–1.5).....	1
	Цель (1.6).....	2
	Сфера применения (1.7–1.11).....	2
	Структура (1.12–1.13).....	3
2.	ОСНОВНЫЕ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	4
	Общая часть (2.1–2.5).....	4
	Ответственность (2.6–2.9).....	5
	Регулирующие рамки (2.10–2.12).....	6
	Безопасность (2.13–2.16).....	7
	Радиационная защита и защита окружающей среды (2.17–2.19).....	8
	Обращение с радиоактивными отходами (2.20).....	9
3.	ВЫБОР ВАРИАНТА ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ (3.1–3.7).....	9
4.	ПОДГОТОВКА К ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	12
	Введение (4.1).....	12
	Этап проектирования и строительства (4.2–4.4).....	13
	Этап эксплуатации установки (4.5–4.6).....	14
5.	ПЛАНИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	14
	Общая часть (5.1–5.5).....	14
	Начальное планирование (5.6–5.8).....	16
	Текущее планирование (5.9).....	16
	Заключительное планирование (5.10–5.12).....	17
	Оценка безопасности вывода из эксплуатации (5.13–5.18).....	18
	Финансовое обеспечение вывода из эксплуатации (5.19–5.21).....	20
6.	КРИТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	20
	Характеризация установки (6.1–6.4).....	20

Удаление остаточных материалов (6.5–6.10) . . . . .	22
Дезактивация (6.7–6.9) . . . . .	22
Демонтаж (6.10–6.13) . . . . .	23
Разборка (6.14) . . . . .	24
Наблюдение и техническое обслуживание (6.15–6.17) . . . . .	24
Заключительное радиологическое обследование (6.18–6.21) . . . . .	25
<b>7. УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ . . . . .</b>	<b>26</b>
Набор персонала и обучение (7.1–7.5) . . . . .	26
Организационное и административное управление (7.6–7.10) . . . . .	27
Сооружения, системы и элементы важные для безопасности (7.11–7.12) . . . . .	28
Радиационная защита (7.13) . . . . .	29
Радиационный контроль на площадке и за пределами площадки (7.14–7.17) . . . . .	29
Обращение с отходами (7.18–7.26) . . . . .	30
Аварийное планирование (7.27) . . . . .	32
Физическая защита и гарантии нераспространения (7.28) . . . . .	32
Обеспечение качества (7.29–7.30) . . . . .	33
<b>8. ЗАВЕРШЕНИЕ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ (8.1–8.3) . . . . .</b>	<b>33</b>
<b>СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ . . . . .</b>	<b>35</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ: ПРИМЕР СОДЕРЖАНИЯ ОТЧЕТА ПО     ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ РАДИОЛОГИЧЕСКОМУ     ОБСЛЕДОВАНИЮ . . . . .</b>	<b>36</b>
<b>СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ . . . . .</b>	<b>38</b>
<b>ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ . . . . .</b>	<b>39</b>

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Это руководство по безопасности выпускается в рамках программы МАГАТЭ по нормам безопасности радиоактивных отходов, которая рассматривает все важные вопросы безопасности радиоактивных отходов. Эта серия включает Основы Безопасности [1], Требования Безопасности и Руководства по Безопасности в Серии норм МАГАТЭ по безопасности.

1.2. Требования безопасности, относящиеся к выводу из эксплуатации, излагаются в публикации по требованиям безопасности «Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением, включая снятие с эксплуатации» [2]. Другие нормы безопасности МАГАТЭ представляют дополнительные существующие требования безопасности [3]. Публикация по требованиям безопасности «Юридическая и правительственная инфраструктура ядерной и радиационной безопасности, безопасности радиоактивных отходов и безопасности перевозки» устанавливает специальные требования к юридической и правительственной инфраструктуре для поддержки деятельности по выводу из эксплуатации [4].

1.3. Вывод из эксплуатации это заключительный этап жизненного цикла ядерной установки. По мере старения объектов атомной промышленности многие установки приближаются к этапу вывода из эксплуатации. Управление безопасностью, как это продемонстрировано при должном планировании и проведении вывода из эксплуатации, обеспечивает защиту окружающей среды, здоровья персонала и населения.

1.4. Это руководство по безопасности устанавливает рекомендации, относящиеся к выводу из эксплуатации установок ядерного топливного цикла. Оно включает руководство по выбору подходящего варианта вывода из эксплуатации для данной установки, определяет критические задачи и ключевые проблемы и обсуждает методы управления работой по выводу из эксплуатации. Руководство исходит из основных принципов обращения с радиоактивными отходами, установленными в «Принципах обращения с радиоактивными отходами» [1] и в публикации по требованиям безопасности «Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением, включая снятие с эксплуатации» [2].

1.5. Два других руководства по безопасности касаются вывода из эксплуатации атомных станций и исследовательских реакторов, медицинских, промышленных и исследовательских установок [5, 6].

## ЦЕЛЬ

1.6. Цель данного руководства по безопасности – предоставление руководства для регулирующих органов и эксплуатирующих организаций по планированию и обеспечению управления безопасностью при выводе из эксплуатации нереакторных установок ядерного топливного цикла. В то время как основные вопросы безопасности, относящиеся к выводу из эксплуатации установок ядерного топливного цикла и атомных станций, аналогичны, есть существенная разница, особенно в проектных и эксплуатационных параметрах установок, типах радиоактивных материалов и существующих поддерживающих систем. Целью данного руководства по безопасности является руководство по закрытию и возможному выводу из эксплуатации таких установок, учитывая их индивидуальные характеристики.

## СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.7. Это руководство по безопасности рассматривает безопасный вывод из эксплуатации установок ядерного топливного цикла, таких как:

- (a) установки для добычи и обогащения руд урана и тория, расположенные на поверхности земли
- (b) установки по конверсии урана
- (c) установки по обогащению урана
- (d) установки по производству ядерного топлива
- (e) хранилища отработавшего ядерного топлива, расположенные вне площадок АЭС
- (f) установки по переработке отработавшего ядерного топлива
- (g) хранилища радиоактивных отходов
- (h) установки по переработке и кондиционированию радиоактивных отходов

1.8. Хотя аналитические лаборатории, исследовательские установки и прачечные часто расположены на тех же площадках, что и установки ядерного топливного цикла, вывод из эксплуатации большей части установок такого типа рассматривается не в настоящей публикации, а в другом руководстве по безопасности МАГАТЭ [6]. Тем не менее, для комплексных исследовательских

установок, вывод из эксплуатации которых будет включать более масштабную и сложную работу по дезактивации и демонтажу, данное руководство по безопасности может применяться.

1.9. Захоронение образующихся при выводе из эксплуатации радиоактивных отходов и закрытие хранилищ радиоактивных отходов рассматриваются не в этом руководстве по безопасности, а в другой публикации [7]. Обращение с отходами добычи и переработки, такими как хвосты и пустая порода, также вне объема данной публикации. Тем не менее, она содержит вопросы вывода из эксплуатации установок и оборудования для поверхностного промышленного извлечения, связанного с добычей и переработкой.

1.10. Это руководство по безопасности рассматривает в основном радиологические риски, возникающие в результате деятельности, связанной с выводом из эксплуатации установок ядерного топливного цикла, в основном с выводом из эксплуатации после запланированного останова. Многие положения также применимы к выводу из эксплуатации после событий, которые привели к серьезному повреждению или загрязнению установки. В этом случае эта публикация может использоваться как основа для разработки специальных положений по выводу из эксплуатации, хотя также будет необходимо дополнительное рассмотрение.

1.11. При выводе из эксплуатации могут также возникать нерадиологические риски, такие как риски, связанные с потенциальными источниками пожара или возникающие в результате выброса асбеста.<sup>1</sup> Это руководство по безопасности не рассматривает подробно такие риски, но они должны рассматриваться должным образом в процессе планирования и при анализе риска.

## СТРУКТУРА

1.12. Основные вопросы вывода из эксплуатации установок ядерного топливного цикла рассматриваются в разделе 2. Процесс выбора правильного варианта вывода из эксплуатации обсуждается в разделе 3. Вопросы, связанные с подготовкой к выводу из эксплуатации установок ядерного топливного цикла, разъясняются в разделе 4. Планирование и проведение оценки безопасности

---

<sup>1</sup> перевод соответствует оригиналу, однако непонятно использование данного термина (asbestos), считаем что вместо него должен быть использован термин cement (цемент)

вывода из эксплуатации установок ядерного топливного цикла является предметом раздела 5. Задачи, которые являются критичными для вывода из эксплуатации из-за их сложности и (или) их отношения к ключевым вопросам безопасности, обсуждаются в разделе 6. Общее управление процессом вывода из эксплуатации описывается в разделе 7. Завершение вывода из эксплуатации и содержание заключительного отчета рассматриваются в разделе 8.

1.13. В приложении представлен пример содержания заключительного отчета по радиационному обследованию.

## **2. ОСНОВНЫЕ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

2.1. Термин «вывод из эксплуатации» относится к выполняемым административным и техническим действиям, позволяющим частично или полностью снимать ядерную установку с регулирующего контроля (кроме хранилища, которое скорее «закрывается», чем «выводится из эксплуатации»). Эти действия включают в себя дезактивацию, демонтаж и удаление радиоактивных материалов, отходов, элементов и структур. Они выполняются для того, чтобы достичь прогрессивное и систематическое снижение радиационных рисков, и проводятся на основе предварительного планирования и оценки, чтобы обеспечить безопасность при выводе из эксплуатации.

2.2. Период времени, необходимый для завершения вывода из эксплуатации, будет зависеть от типа установки, количества радионуклидов, выбранной стратегии вывода из эксплуатации, используемых методов и, в определенных случаях, политики обращения с отходами. Время вывода из эксплуатации должно быть таким, чтобы вывод из эксплуатации «не ложился чрезмерным бременем на будущие поколения» относительно как дополнительных рисков для здоровья и безопасности, так и финансовых расходов (см. [1], принцип 5). В случае с установками ядерного топливного цикла, содержащими долгоживущие альфа-излучатели, это может означать, что предпочтительным вариантом будет ранний демонтаж.



2.3. Вывод из эксплуатации может включать пофазное снятие с регулирующего контроля частей установок ядерного топливного цикла или частей площадки до завершения процесса вывода из эксплуатации всей установки или всей площадки. В случае вывода из эксплуатации части установки это руководство по безопасности применяется только к работам по выводу из эксплуатации. Тем не менее, следует отдельно рассматривать каждое возможное последствие для безопасности, возникающее при взаимодействии между любой работой по выводу из эксплуатации и продолжающейся эксплуатацией установки.

2.4. В соответствии с национальными правовыми и нормативными требованиями [4] ядерная установка или ее оставшиеся части могут также рассматриваться как выводимые из эксплуатации, если они входят в существующую или новую установку, которая находится или будет находиться под регулирующим контролем. Это может касаться такого случая, когда установка, которая будет выводиться из эксплуатации, расположена на одной площадке с другими ядерными установками, включая случаи, когда площадка остается под регулирующим или другим установленным контролем. В этом случае демонтаж оставшихся установок следует включать в планирование вывода из эксплуатации всей площадки.

2.5. Есть много факторов, которые следует рассматривать для обеспечения безопасности установок ядерного топливного цикла на этапе эксплуатации. Некоторые из этих факторов могут использоваться при выводе из эксплуатации, но сам вывод из эксплуатации порождает вопросы, отличные от тех, которые преобладают при эксплуатации установки. Для обеспечения общей безопасности вывода из эксплуатации следует должным образом рассмотреть эти вопросы, которые определены далее в этом руководстве по безопасности.

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

2.6. Если установка ядерного топливного цикла выведена из работы, может быть выдана новая лицензия, лицензия может быть изменена или передана другой организации, которая становится новой эксплуатирующей организацией установки на этапе вывода из эксплуатации. В работу по выводу из эксплуатации могут дополнительно вовлекаться многие организации, включая подрядчиков и субподрядчиков, которые не знакомы с ядерными установками. Эксплуатирующей организации (лицензиату) следует должным образом определить распределение ответственности и взаимосвязей между различными организациями. Эксплуатирующая организация (лицензиат) должна нести

максимальную ответственность за безопасность при проведении работ по выводу из эксплуатации, даже если для выполнения специальных задач или функций привлекаются контакторы (см. [2], параграф 3.11 и 3.16).

2.7. В документе [4] установлена ответственность организаций, участвующих в образовании и обращении с радиоактивными отходами, включая ответственность за безопасный вывод из эксплуатации установок ядерного топливного цикла, специальную ответственность организаций, участвующих в выводе из эксплуатации установок ядерного топливного цикла.

2.8. Эксплуатирующая организация должна разработать и безопасным образом выполнять план вывода из эксплуатации (см. [2], параграф 3.13), планирование вывода из эксплуатации должно начинаться на этапе проектирования и сооружения и продолжаться во время эксплуатации (см. [2], параграф 6.2). Кроме того, эксплуатирующей организации следует:

- (a) иметь необходимые ресурсы, обладать опытом и знаниями по выводу из эксплуатации; вести учет и сохранять документацию, относящуюся к процессу проектирования, сооружения, эксплуатации и вывода из эксплуатации, чтобы можно было передавать информацию любой поддерживающей организации или эксплуатирующей организации - правопреемнице;
- (b) обеспечить ведение учета и хранение документации после завершения вывода из эксплуатации, как это определено регулирующим органом, включая основную информацию, такую как результаты заключительного радиационного обследования;
- (c) представлять в регулирующий орган в соответствии с графиком любую информацию, относящуюся к безопасности, как это определено в условиях действия лицензии.

2.9. Эксплуатирующей организации следует разработать программу информирования общественности для предоставления информации о проекте вывода из эксплуатации.

## РЕГУЛИРУЮЩИЕ РАМКИ

2.10. Так как работа по выводу из эксплуатации стала более частой, то во многих странах появилась тенденция по разработке национальных норм и правил или специальных руководств. Регулирующие рамки страны должны включать требования по выводу из эксплуатации установок ядерного

топливного цикла (см. [2], параграф 3.4.). В отсутствие специальных нормативных требований работы по выводу из эксплуатации могут проводиться отдельно для каждого случая по нормам и правилам, существующим для эксплуатируемых установок. В таких случаях следует более часто проводить консультации между эксплуатирующей организацией и регулирующим органом.

2.11. Регулирующий контроль вывода из эксплуатации может проводиться по единой общей лицензии, отдельным лицензиям или при прямом надзоре регулирующего органа. Следует обсудить, какое мероприятие является наиболее подходящим при данных обстоятельствах. В некоторых случаях может быть полезно утвердить план вывода из эксплуатации, выдав новую лицензию или изменив имеющуюся лицензию, или контролировать детальную работу по выводу из эксплуатации через представителей регулирующего органа на местах.

2.12. Регулирующий орган должен разработать нормы и правила или руководства, необходимые для введения в действие политики и стратегии вывода из эксплуатации (см. [2], параграф 3.7), включая установление радиационных критериев снятия с регулирующего контроля материалов, зданий и площадок, и обеспечить наличие адекватных систем для должного управления снятием с контроля (см. [2], параграф 3.8). Регулирующему органу следует также:

- (a) рассмотреть выбранный вариант вывода из эксплуатации, планы вывода из эксплуатации, программы обеспечения качества и другие представленные материалы, относящиеся к проведению вывода из эксплуатации ядерных установок с точки зрения радиационной, ядерной и традиционной безопасности;
- (b) поддерживать связи с другими регулирующими органами, несущими ответственность за нерадиационные риски.

## БЕЗОПАСНОСТЬ

2.13. На всех этапах вывода из эксплуатации персонал, население и окружающая среда должны быть должным образом защищены как от радиационных, так и нерадиационных рисков, возникающих при выводе из эксплуатации (см. [2], параграф 2.2). Эксплуатирующей организации (лицензиату) следует подготовить подробную оценку этих рисков, при необходимости включая анализ аварий. Раздел 5 данного руководства по

безопасности намечает в общих чертах содержание оценки безопасности. При проведении оценки следует определить защитные мероприятия, которые могут отличаться от мер, принимаемых при эксплуатации установки.

2.14. Вывод из эксплуатации ядерных установок часто включает в себя удаление на ранних этапах большого количества радиоактивного материала, включая неиспользованные технологические материалы и эксплуатационные отходы. Даже после этого этапа на установке может оставаться значительное количество загрязнений; это следует учитывать при оценке безопасности.

2.15. Проведение таких специфических работ как дезактивация, резка и обращение с большими компонентами, постепенный демонтаж или удаление некоторых существующих систем безопасности, следует тщательно рассмотреть с точки зрения безопасности персонала. При проведении этих работ могут возникать новые риски. Следует адекватно оценить безопасность этих работ и контролировать их безопасность при выводе из эксплуатации, чтобы уменьшить возможное облучение.

2.16. При выводе из эксплуатации установок ядерного топливного цикла следует рассмотреть следующие вопросы, относящиеся к безопасности:

- (a) наличие всех типов радиоактивного загрязнения и их основные свойства и, в частности, альфа загрязнения;
- (b) высокие уровни радиации на некоторых установках, требующие рассмотрения необходимости дистанционного обращения.
- (c) повышенные риски, связанные с возможным увеличением активности радионуклидов (таких как америций);
- (d) возможность критических рисков на некоторых установках, связанных с накоплением делящихся материалов при выводе из эксплуатации или демонтаже;
- (e) комплекс стратегий обращения с отходами из-за многообразия источников отходов;
- (f) риски, такие как пожар или взрыв, связанные с химической обработкой.

## РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.17. Следует рассмотреть защиту персонала и населения от облучения не только при выводе из эксплуатации, но и в результате последующей занятости или использования выведенной из эксплуатации площадки. Национальные требования по радиационной защите должны устанавливаться, принимая во

внимание «Международные основные стандарты безопасности по защите от ионизирующей радиации и по безопасности радиационных источников (BBS) [3]» (см. [2 ], параграф 2.4).

2.18. При выводе из эксплуатации установок ядерного топливного цикла могут произойти выбросы радиоактивных и нерадиоактивных загрязняющих веществ в окружающую среду. Эти выбросы должны контролироваться в соответствии с национальными нормами и правилами (см. [3], параграф Ш.3). Руководство по регулируемому контролю радиоактивных выбросов в окружающую среду было также выпущено в серии стандартов безопасности МАГАТЭ [8].

2.19. Руководство по радиационным критериям снятия с регулирующего контроля материалов, оборудования и площадок разрабатывается в других публикациях серии стандартов МАГАТЭ по безопасности.

## ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

2.20. Вывод из эксплуатации установок ядерного топливного цикла неизменно приводит к образованию радиоактивных отходов. Формы отходов, образующихся в процессе вывода из эксплуатации, не типичны для материалов и отходов, с которыми имеют дело на этапе эксплуатации установки. Чтобы уменьшить количество радиоактивных отходов для обращения, следует применять соответствующие методы вывода из эксплуатации и демонтажа, повторно использовать или рециклировать материалы. Следует обеспечить наличие систем и установок для обращения с отходами, образованными при выводе из эксплуатации, включая хранилища и (или) установки для захоронения отходов.

## **3. ВЫБОР ВАРИАНТА ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

3.1. Конкретный вариант вывода из эксплуатации определит время и последовательность действий по выводу из эксплуатации наряду с другими характеристиками. Выбранный вариант следует обосновать в разработанном плане вывода из эксплуатации в соответствии с требованиями безопасности, установленными регулирующим органом. Есть три основных варианта вывода из эксплуатации, которые следует рассмотреть при планировании проекта

вывода из эксплуатации установки ядерного топливного цикла: немедленный демонтаж, отложенный демонтаж и захоронение. Можно рассмотреть другие варианты, которые представляют собой сочетание или разновидность этих трех вариантов. При оценке различных вариантов вывода из эксплуатации следует рассмотреть широкий диапазон вопросов, таких как вопросы, указанные в параграфе 3.3., при этом особое внимание уделяется ограничениям, налагаемым требованиями безопасности и ресурсами, имеющимися в наличии на время вывода из эксплуатации.

3.2. Особенности каждого типа установок ядерного топливного цикла значительно влияют на выбор варианта вывода из эксплуатации. Более того, при выборе варианта вывода из эксплуатации следует также рассматривать вопросы, не относящиеся к безопасности (такие как рециклирование материалов, как альтернатива захоронению). Если это уместно, для поиска оптимальной безопасности и ресурсов в процессе принятия решений об оптимальной стратегии вывода из эксплуатации также следует рассматривать вопросы, связанные с гарантиями нераспространения. Разнообразие типов установок ядерного топливного цикла превращает определение характеристик площадки и установки в критический этап процесса выбора варианта вывода из эксплуатации, потому что характеристика определяет объем предлагаемого проекта.

3.3. При выборе варианта вывода из эксплуатации установки ядерного топливного цикла рекомендуется рассмотреть следующие вопросы:

- (a) состояние законов, норм, правил и стандартов, которые будут применяться при выводе из эксплуатации;
- (b) радиационные критерии, используемые как основа для снятия материалов с регулирующего контроля;
- (c) типы процессов, используемых во время эксплуатации (жидкостная экстракция, ионный обмен, химическое выщелачивание);
- (d) размер, конфигурация и состояние установки;
- (e) наличие и надежность информации о проекте и истории эксплуатации установки;
- (f) разнообразие систем, структур и элементов, используемых на этапе эксплуатации (печи, выпарные аппараты, порошковые смесители, перчаточные боксы, горячие камеры), а также их доступность;
- (g) типы радиационных и нерадиационных рисков;
- (h) типы, уровни и количество присутствующих радионуклидов;
- (i) все выбросы или просыпи, которые могут влиять на вывод из эксплуатации;

- (j) взгляд регулирующего органа на особенности деятельности по выводу из эксплуатации;
- (k) возможность непреднамеренной критичности;
- (l) дополнительное вспомогательное оборудование (бассейн, приемная площадка);
- (m) наличие подходящих методов и технологий вывода из эксплуатации и демонтажа;
- (n) наличие должным образом обученного персонала, имеющего опыт и навыки, относящиеся к безопасности;
- (o) возможность использования существующих конструкций, систем и элементов при выводе из эксплуатации (вентиляция, обработка отходов, краны, барьеры);
- (p) наличие вариантов захоронения или хранения отходов и средств для транспортирования;
- (q) способность проанализировать и охарактеризовать отходы;
- (r) адекватность и наличие финансовых ресурсов;
- (s) возможное влияние на другие установки, другие виды деятельности и население близлежащей территории;
- (t) временные ограничения вывода из эксплуатации;
- (u) мнение и заинтересованность населения;
- (v) возможное использование зданий и площадки для других целей;

3.4. Что касается обращения с образовавшимися отходами, то при подготовке плана вывода из эксплуатации следует оценить следующие варианты вывода из эксплуатации, если не были определены подходящие для захоронения площадки:

- (a) оптимизация стратегий обработки и кондиционирования (снижение риска и (или) количества отходов);
- (b) демонтаж установки и хранение отходов, образованных в промежуточном хранилище отходов;
- (c) отложенный демонтаж;
- (d) захоронение установки на месте (погребение) и необходимость изменения статуса и выдачи новой лицензии на установку как на могильник радиоактивных отходов.

3.5. Предпочтительный вариант вывода из эксплуатации следует выбирать на основе рассмотрения вопросов, определенных в параграфе 3.3. Методами проведения такой оценки являются анализ соотношения стоимость/выгода или многофакторный анализ. При этом исследовании следует использовать реалистические оценки затрат и доз облучения. Следует также учитывать

затраты на техническое обслуживание, надзор и физическую защиту ядерной установки, особенно если рассматривается вариант отложенного демонтажа. Необходимо обеспечить, чтобы выбранный вариант отвечал всем применимым требованиям безопасности (см. [1], правило 9).

3.6. При откладывании работ по выводу из эксплуатации активность оставшихся радионуклидов, количество образовавшихся радиоактивных отходов или радиационное облучение персонала площадки не может быть существенно снижено из-за относительно длительного периода полураспада радионуклидов и, в некоторых случаях (таких как америций), возможного увеличения уровня активности. Другими недостатками варианта откладывания работ по выводу из эксплуатации является постоянное изнашивание сооружений, систем и элементов, рассчитанных на выполнение роли барьеров между радионуклидами и окружающей средой, и потеря опыта эксплуатационным персоналом. Изнашивание может также относиться к системам, которые могут использоваться при демонтаже установки. В случае отложенного демонтажа следует оценить, нужно ли устанавливать новые сооружения и системы или существующие системы и сооружения будут модифицированы. Оценка целостности новых сооружений и систем следует выполнить в период наблюдения и технического обслуживания.

3.7. В большинстве случаев захоронение на месте (погребение) не рассматривается как разумный вариант вывода из эксплуатации установок ядерного топливного цикла, загрязненных долгоживущими альфа радионуклидами. Захоронение предполагает, что большая часть радиоактивных материалов будет постоянно размещена в приповерхностных инженерных сооружениях. МАГАТЭ рекомендует, чтобы отходы, которые содержат значительное количество таких радионуклидов, не захоранивались в приповерхностных хранилищах [7, 9].

## **4. ПОДГОТОВКА К ВЫВОДУ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

4.1. Требования по выводу из эксплуатации новой установки должны рассматриваться на этапе проектирования (см. [2], параграф 6.2.), требования по выводу из эксплуатации существующих установок следует рассмотреть как



можно быстрее. Чем позднее в рамках срока службы установки рассматривается подготовка к выводу из эксплуатации, тем более трудным и дорогостоящим может быть вывод из эксплуатации. Это может происходить из-за недостатка соответствующих документов и информации, необходимости устанавливать или модифицировать оборудование или из-за повышения сложности работ по выводу из эксплуатации. Это может быть также вызвано особенностями проекта, приводящими к дополнительному облучению, что может усложнить работы по выводу из эксплуатации.

## ЭТАП ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА

4.2. Вывод из эксплуатации должен рассматриваться на этапах проектирования, сооружения и эксплуатации (см. [1], параграф 6.2). Тем не менее, многие установки топливного цикла эксплуатировались в течение многих лет и вывод из эксплуатации мог не рассматриваться на этапе проектирования. Это следует осознать при планировании вывода из эксплуатации таких установок, а подготовку к выводу из эксплуатации следует начинать как можно раньше. Модификации зданий и систем таких установок должны обладать такими свойствами, которые могли бы способствовать выводу из эксплуатации, усилить радиационную защиту и минимизировать воздействие на окружающую среду.

4.3. Конструктивные особенности, которые должны рассматриваться для подготовки к выводу из эксплуатации:

- (a) возможность дистанционного технического обслуживания и контроля;
- (b) разделение технологических функций процесса;
- (c) защитное покрытие и облицовка технологических отсеков и зон, где могут присутствовать жидкости;
- (d) ограниченная надежность хранилищ жидких высокоактивных отходов;
- (e) легкий доступ к технологическому оборудованию, сооружениям, системам и элементам;
- (f) предусмотренное оборудование для дезактивации;
- (g) возможные процессы уменьшения количества отходов;
- (h) конфигурация, размер и компоновка технологического оборудования;
- (i) извлекаемость эксплуатационных отходов и отходов, находящихся на временном хранении;
- (j) оборудование для подъема и перемещения;
- (k) системы вентиляции и канализации;
- (l) модульная конструкция для облегчения демонтажа сооружений, систем, оборудования и элементов, не подлежащих легкой дезактивации (таких

как конструкции с легко отделяемыми механическими и электрическими элементами).

4.4. Для новых установок ядерного топливного цикла должно быть проведено определение нулевого радиационного фона площадки и самой установки. Оно должно включать соответствующий радиационный мониторинг площадки предполагаемой установки и окружающей территории, чтобы установить базовые уровни радиации для их использования при оценке будущего воздействия установки на площадку. Это может быть критичным для будущих решений о приемлемости предложений по выводу из эксплуатации. Определение естественной радиоактивности строительных материалов, используемых для сооружения, может быть полезно при определении в будущем уровней снятия с регулирующего контроля и целевых уровней очистки установки при выводе из эксплуатации.

#### ЭТАП ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ

4.5. Можно готовиться к выводу из эксплуатации, планируя и выполняя подготовительную работу в процессе всего срока службы установки. Эта работа должна быть направлена на минимизацию возможных воздействий на персонал и окружающую среду.

4.6. В качестве важного фактора подготовки к выводу из эксплуатации следует сохранять фактические схемы и основную информацию, полученную на этапе эксплуатации. Сохранение опытного персонала и эксплуатационной документации будет напрямую влиять на ход вывода из эксплуатации. При откладывании вывода из эксплуатации потери основного персонала и информации могут возрасти.

## **5. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### ОБЩАЯ ЧАСТЬ

5.1. Успешный вывод из эксплуатации зависит от тщательного и организованного планирования. «План вывода из эксплуатации должен разрабатываться

для каждой ядерной установки, если это не определено иначе регулирующим органом» (см. [2], параграф 6.2). Объем плана, его содержание и степень необходимой детализации могут изменяться в зависимости от сложности и потенциальной опасности ядерной установки и должны соответствовать национальным нормам и правилам.

5.2. Эксплуатирующая организация должна планировать достаточные финансовые ресурсы для обеспечения вывода установки из эксплуатации (см. [2], параграф 3.17). Финансовое обеспечение должно периодически пересматриваться и при необходимости корректироваться с учетом инфляции и других факторов, таких как технический прогресс, стоимость отходов и нормативные изменения, особенно в случае отложенного демонтажа, когда могут быть длительные периоды сохранения под наблюдением. Ответственность за пересмотр может возлагаться на эксплуатирующую организацию, регулирующий орган или другие стороны в зависимости от национальной правовой системы.

5.3. Оценка безопасности является составной частью плана вывода из эксплуатации. Эксплуатирующая организация несет ответственность за подготовку оценки безопасности и представление ее на экспертизу в регулирующий орган (см. [2], параграф 7.3). Оценка безопасности должна быть соизмерима со сложностью и возможной опасностью установки и, в случае отложенного вывода из эксплуатации, должна учитывать безопасность установки в период до окончательного демонтажа.

5.4. Предусматриваются три этапа планирования: начальный, текущий и заключительный. Для данной установки степень детализации будет возрастать от начального до заключительного плана вывода из эксплуатации. Результатом процесса планирования будет подготовка плана вывода из эксплуатации.

5.5. Документация по выбору площадки, проектированию, сооружению, эксплуатации и останову необходима для планирования вывода из эксплуатации. Хотя такие документы не нужно напрямую включать в план по выводу из эксплуатации, следует их использовать в процессе начального, текущего и заключительного планирования для достижения безопасности и эффективности при выводе из эксплуатации.

## НАЧАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

5.6. Нужно подготовить начальный план, который бы в общих чертах обрисовал процесс вывода из эксплуатации (см. [2], параграф 7.3.) Этот план представляется эксплуатирующей организацией регулирующему органу в поддержку заявки на лицензию на ввод в эксплуатацию и (или) эксплуатацию установки. В этом плане следует:

- (a) учитывать основные вопросы безопасности;
- (b) подтвердить, что вывод из эксплуатации можно проводить безопасно с использованием проверенных или разрабатываемых методов;
- (c) включить общее исследование с технико-экономическим обоснованием вывода из эксплуатации;
- (d) включить рассмотрение экологических аспектов вывода из эксплуатации;
- (e) рассмотреть стоимость работ по выводу из эксплуатации и средства финансирования.

5.7. Существующие установки и оборудование, которые будут использоваться при выводе из эксплуатации, следует определить на ранней стадии этапа начального планирования. Это позволит сделать необходимые шаги для обеспечения наличия оборудования.

5.8. Если установка расположена вместе с другими установками, которые не будут в это же время выводиться из эксплуатации, то следует проанализировать связь между этими установками. Во многих случаях системы обеспечения (переработка отходов, необработанная вода, вентиляция) могут обеспечивать все установки на площадке и могут проходить через установку, которая будет выводиться из эксплуатации. Это усложнило бы планирование, так как может возникнуть необходимость изменить маршрут этих систем.

## ТЕКУЩЕЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

5.9. При эксплуатации установок ядерного топливного цикла начальный план вывода из эксплуатации должен периодически пересматриваться, корректироваться (см. [2], параграф 6.3) и дополняться. Это касается:

- (a) технологических разработок для вывода из эксплуатации;
- (b) возможных событий;
- (c) значительных модификаций систем и сооружений, оказывающих влияние на план вывода из эксплуатации;

- (d) дополнений к нормам и правилам и изменений правительственной политики;
- (e) оценок затрат и финансового обеспечения.

## ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

5.10. До конечного останова установки эксплуатирующей организации следует инициировать подробное исследование и завершить предложения по выводу из эксплуатации. Эксплуатирующая организация должна представить заявку вместе с предлагаемым заключительным планом вывода из эксплуатации для рассмотрения и утверждения регулирующим органом (см. [2], параграф 6.5).

5.11. По мере проведения вывода из эксплуатации программа вывода из эксплуатации может изменяться из-за неожиданных событий или других факторов. Это может повлечь за собой изменения в плане вывода из эксплуатации, которые должны систематически включаться в план. Эти изменения могут потребовать дальнейшего утверждения регулирующим органом.

5.12. В заключительный план вывода из эксплуатации следует включить следующие пункты:

- (a) описание установки ядерного топливного цикла, площадки и окружающей территории, которые могут оказывать влияние на вывод из эксплуатации, или на которые может оказывать влияние вывод из эксплуатации;
- (b) жизненный цикл установки, причины, по которым установка выводится из эксплуатации, плановое использование площадки во время и после вывода из эксплуатации;
- (c) информация по инцидентам, которые произошли на этапе эксплуатации, особенно по инцидентам с проливами и выбросами радиоактивного материала;
- (d) подробная информация о значимых модификациях, проведенных на этапе эксплуатации;
- (e) оценка количества, типа и местонахождения остаточных радиоактивных и опасных нерадиоактивных материалов на установке, включая расчетные методы и методы измерения для определения суммарного количества материалов (т.е. характеристика установки);
- (f) описание регулирующей системы, в рамках которой проводится вывод из эксплуатации;

- (g) описание предполагаемых работ по выводу из эксплуатации; программа, включающая подробный график работ;
- (h) обоснование выбора предпочтительного варианта вывода из эксплуатации;
- (i) описание оценки безопасности и оценки воздействия на окружающую среду, включая потенциальные радиационные и нерадиационные риски для персонала, населения и окружающей среды;
- (j) описание предлагаемой программы контроля окружающей среды при выводе из эксплуатации;
- (k) описание опыта, ресурсов и ответственности организации, проводящей вывод из эксплуатации, включая подробное описание квалификации, навыков и обучения персонала, участвующего в работе по выводу из эксплуатации;
- (l) наличие специальных методов управления, технологий и методов вывода из эксплуатации;
- (m) описание предлагаемой стратегии обращения с отходами;
- (n) описание предлагаемой программы радиационной защиты и безопасности при выводе из эксплуатации;
- (o) описание программы контроля критичности, если необходимо;
- (p) описание программы обеспечения качества;
- (q) описание программы измерения, оборудования и методов, используемых для подтверждения соответствия площадки требованиям по выбросам;
- (r) демонстрация адекватности финансового механизма для обеспечения безопасного вывода из эксплуатации, включая обращение с отходами;
- (s) описание организационного и административного управления;
- (t) описание других важных технических и административных вопросов, таких как гарантии не распространения, физическая защита и аварийная готовность.

## ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.13. Оценка безопасности составляет неотъемлемую часть плана вывода из эксплуатации. Эксплуатирующая организация несет ответственность за подготовку оценки безопасности и ее представление на рассмотрение регулирующему органу. Степень и детализация оценки безопасности «должна соответствовать сложности и риску, связанному с установкой или ее эксплуатацией» (см. [2], параграф 7.4).

5.14. При оценке безопасности следует определить и оценить как нерадиационные, так и радиационные риски, связанные с работой по выводу из

эксплуатации. В результате оценки могут быть определены защитные мероприятия, которые обеспечат выполнение нормативных требований. Защитные мероприятия могут потребовать изменения существующих систем безопасности, которые использовались при эксплуатации. Приемлемость таких изменений следует четко обосновать при оценке безопасности. Кроме того, при оценке безопасности следует рассматривать требования по техническому обслуживанию или замене систем механической обработки, вентиляции, энергопитания и обращения с отходами; следует оценить последствия снижения безопасности из-за изнашивания систем.

5.15. На раннем этапе планирования вывода из эксплуатации следует четко определить, охарактеризовать, оценить и классифицировать степень и уровень загрязнения. Следует провести обследование для определения общего количества и местонахождения радиоактивных, делящихся и других опасных материалов. Точная характеристика установки обеспечит информацию для оценки безопасности и анализа критичности (параграф 6.1-6.4).

### **Влияние нерадиационных рисков на безопасность**

5.16. При оценке безопасности могут быть определены значительные нерадиационные риски, которые обычно не встречаются на этапе эксплуатации, но возможны на этапе вывода из эксплуатации. Это может быть поднятие и обращение с тяжелыми грузами, использование опасных материалов при дезактивации, демонтаже и разборке. Методы рассмотрения большей части нерадиационных рисков следует регулировать в соответствии с национальными нормами и правилами, однако высокая культура безопасности поможет обеспечить определение и адекватное управление такими рисками.

### **Общие результаты оценки безопасности**

5.17. В результате оценки безопасности должны быть определены действия, необходимые для обеспечения безопасности на различных этапах вывода из эксплуатации. Такими действиями могут быть защитные меры, контролируемые технически или административно, для обеспечения необходимой глубокоэшелонированной защиты. Элементы глубокоэшелонированной защиты будут изменяться и развиваться по мере вывода установки из эксплуатации.

### **Снятие с регулирующего контроля**

5.18. Радиационные критерии снятия установки и площадки с регулирующего контроля могут определяться общим способом или специально устанавливаться

компетентными органами. В результате оценки безопасности будут определены действия, которые следует предпринять для удовлетворения нормативных критериев, чтобы включить их в план вывода из эксплуатации.

## **ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

5.19. Стоимость вывода из эксплуатации должна отражать все работы, описанные в плане по выводу из эксплуатации, например, планирование и инженерные работы на этапе после завершения эксплуатации, разработка специальных методов дезактивации и демонтажа, проведение заключительного обследования и обращение с отходами. Следует учитывать квалификацию персонала, стоимость технического обслуживания, наблюдения и физической защиты установки, особенно если этап вывода из эксплуатации откладывается на длительный период.

5.20. Чтобы гарантировать наличие ресурсов для радиационной защиты и защиты окружающей среды при выводе из эксплуатации, необходимо обеспечить выделение ресурсов на раннем этапе планирования установки. В соответствии с правовыми рамками, до начала эксплуатации следует создать такой механизм для обеспечения финансирования вывода из эксплуатации. Механизм должен быть достаточно надежным, чтобы обеспечить нужды вывода из эксплуатации в случае преждевременного останова установки. При необходимости следует обеспечить преждевременный вывод из эксплуатации независимо от типа используемого финансового механизма.

5.21. Для существующих установок ядерного топливного цикла, не имеющих механизма финансового обеспечения вывода из эксплуатации, такой механизм должен быть установлен без задержки.

## **6. КРИТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ**

6.1. В качестве важного вклада в оценку безопасности вывода из эксплуатации и для применения безопасного подхода при выполнении работ следует проводить исследование радиационных и нерадиационных рисков.



Исследование следует проводить для определения общего количества и месторасположения радиоактивных и других опасных материалов. При планировании и проведении исследования следует использовать имеющиеся документы и опыт эксплуатации. Следует подготовить отчет-характеристику, обосновывающий информацию и данные, полученные в процессе характеристики.

6.2. Следует провести достаточное количество радиационных обследований и обследований загрязнений, чтобы определить радионуклиды, максимальную и среднюю мощность дозы и уровни загрязнения внутренней и наружной поверхностей установки. Для полноты картины следует охарактеризовать загрязнения в защищенных или самозащищенных элементах, например, находящиеся внутри труб и оборудования.

Результаты таких обследований помогут подготовить карты радиационных и других загрязнений. Некоторые результаты и карты будут доступны благодаря проверкам, проведенным в период эксплуатации установки. Более того, чтобы помочь в выборе соответствующих процедур, могут потребоваться специальные обследования для определения глубины проникновения и степени загрязнения.

6.3. Следует провести инвентаризацию всех опасных химических веществ, присутствующих на установке. Опасные материалы, такие как асбест,<sup>2</sup> ртуть и полихлорированные дифенилы требуют специального рассмотрения для предотвращения ущерба окружающей среде и здоровью людей. Также следует рассмотреть совместимость химических веществ, которые присутствуют или могут быть использованы при выводе из эксплуатации. Следует обследовать оборудование и здания установок, которые не эксплуатировались в течение длительного периода до начала вывода из эксплуатации или демонтажа, чтобы оценить риски, связанных с износом сооружений и систем.

6.4. При определении характеристик особое внимание следует уделить делящимся материалам, которые могут остаться на установке. Неопределенность относительно количества делящихся материалов может иметь тяжелые последствия, если оценки критичности неполны или неверны.

---

<sup>2</sup> Перевод соответствует оригиналу, однако непонятно использование данного термина (asbestos), считаем что вместо него должен быть использован термин cement (цемент).

## УДАЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

6.5. Значительное количество остаточного материала может присутствовать при планируемом и непланируемом размещении во время останова. Этот материал, который может состоять из отработавшего ядерного топлива, обогащенного урана, плутония или высокоактивных отходов, может увеличить риски при выводе из эксплуатации. Удаление этого материала может рассматриваться как часть останова установки или как часть вывода из эксплуатации.

6.6. Даже если основная часть остаточного материала была удалена, может остаться значительное количество радиационного загрязнения. Необходимо рассмотреть возможность быстрого удаления остаточного материала, что было бы полезным и сократило бы требования к контролю и наблюдению. Одновременно с удалением остаточного материала могут выполняться другие работы, связанные с выводом из эксплуатации, но при этом следует определить и оценить возможные взаимосвязи.

## ДЕЗАКТИВАЦИЯ

6.7. Дезактивация включает широкий диапазон работ, направленных на удаление или снижение уровня радиоактивного загрязнения в или на материалах, сооружениях и оборудовании. На определенных этапах можно оказать помощь в проведении демонтажа, снижая необходимость радиационного контроля посредством частичной или полной дезактивации сооружений или систем, которые должны быть демонтированы. Цели дезактивации:

- (a) снижение возможных радиационных рисков на площадке и вне площадки, связанных с дальнейшими работами по выводу из эксплуатации;
- (b) снижение облучения при проведении ручного или полудистанционного демонтажа;
- (c) перевод отходов в менее опасные классификационные категории;
- (d) уменьшение количества отходов для захоронения;
- (e) утилизация оборудования, материалов и помещений, включая очистку для неограниченного использования;
- (f) снижение общей стоимости вывода из эксплуатации.

6.8. Прежде чем выбрать метод вывода из эксплуатации, следует оценить его эффективность и возможность снижения общего облучения. Следует оценить

совместимость систем и сооружений, относящихся к безопасности, с решениями по дезактивации и с процессами, которые могут использоваться при выводе из эксплуатации, чтобы гарантировать, что системы и сооружения не будут разрушаться или терять эффективность. Такая оценка должна включать:

- (a) вероятные дозы радиации;
- (b) коэффициент дезактивации, который вероятно будет достигнут;
- (c) анализ затрат и выгод при дезактивации, сравнивающий снижение облучения и получаемую при обращении с отходами выгоду с ожидаемыми затратами;
- (d) вероятность того, что имеющиеся методы позволят достичь планируемого коэффициента дезактивации конкретных компонентов;
- (e) способность продемонстрировать при помощи измерений, что планируемый коэффициент дезактивации был достигнут;
- (f) оценку потенциального воздействия на персонал и окружающую среду;
- (g) оценку первичных и вторичных отходов, образующихся при дезактивации, включая их количество, происхождение и активность.

6.9. Нужно рассмотреть совместимость отходов с существующими системами переработки, кондиционирования и захоронения. В любом случае до образования отходов должны быть приняты адекватные меры по их захоронению и хранению.

## ДЕМОНТАЖ

6.10. Есть много вариантов демонтажа и их выбор зависит от типа и характеристик (размер, форма и доступность) оборудования и сооружений, которые будут демонтироваться. Каждая задача по демонтажу должна быть проанализирована для определения более эффективного и безопасного метода ее выполнения. Некоторые рассматриваемые вопросы:

- (a) оборудование, используемое для демонтажа, должно быть надежным и простым в эксплуатации, при дезактивации и техническом обслуживании;
- (b) должны существовать эффективные методы контроля радионуклидов в аэрозольном виде;
- (c) следует оценить влияние каждой задачи по демонтажу на расположенные рядом системы и сооружения и на другие выполняемые работы;
- (d) должны быть эффективные методы контроля других опасных нерадиоактивных материалов;

- (e) до начала работ по демонтажу следует подготовить контейнеры для отходов и соответствующие системы обращения и пути движения.
- (f) следует определить требования по обучению для эксплуатирующих организаций;
- (g) нужно оценить время, необходимое для проведения работ по демонтажу.

6.11. Если возможно, материалы, удаленные при демонтаже, следует поместить в контейнер для окончательного захоронения. Это предотвращает двойное обращение с отходами, что могло бы привести к превышению доз и распространению загрязнения. Тем не менее, это может быть невозможно, если необходимо кондиционирование отходов.

6.12. При проведении демонтажа могут потребоваться специальные инструменты и приборы. В таких случаях, прежде чем использовать эти инструменты и приборы, а также способы их эксплуатации и методы технического обслуживания, их следует проверить в моделированных условиях. Техническое обслуживание и периодическая проверка этих инструментов и приборов должны быть включены в проект и стратегию ввода в действие этих инструментов.

6.13. Компьютерные модели, а также физические макеты могут использоваться для планирования задач по демонтажу, для оценки вариантов и для оказания помощи при проектировании инструментов и обучении персонала.

## РАЗБОРКА

6.14. Во многих случаях работы по дезактивации и демонтажу нацелены на то, чтобы снос конструкций здания не был связан с радиационными рисками. Если разборка конструкций включает радиоактивно загрязненные материалы, то следует рассмотреть вопросы безопасности, установленные ранее для работ по выводу из эксплуатации. Следует позаботиться о разделении загрязненных и незагрязненных материалов при разборке.

## НАБЛЮДЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.15. Если работы по дезактивации и демонтажу частично или полностью откладываются по какой-либо причине, требуется «обеспечить, чтобы было четкое и недвусмысленное распределение ответственности за безопасность в течение всего процесса обращения с радиоактивными отходами до

захоронения» (см. [2], параграф 3.2). Обеспечение безопасности должно гарантироваться соответствующей программой наблюдений и технического обслуживания. Если установка захоранивается (погребается), все-таки может потребоваться сокращенная программа наблюдений и технического обслуживания.

6.16. До того как установка переведена в режим наблюдения и технического обслуживания, следует снизить риск возможных инцидентов; например, следует удалить большую часть радиоактивных материалов и эксплуатационных отходов. Следует рассмотреть удаление, изоляцию или иммобилизацию любых оставшихся несвязанных загрязнений, если это практически выполнимо.

6.17. На данном этапе следует продолжать проведение следующих работ:

- (a) техническое обслуживание соответствующих систем физической защиты, соразмерное существующему риску;
- (b) контроль, наблюдение и проверки, соответствующие уровню риска;
- (c) техническое обслуживание важного оборудования, такого как оборудование для вентиляции, механического перемещения и контроля;
- (d) техническое обслуживание установки и барьеров и/или сооружений контеймента;
- (e) сохранение документов о проведенных наблюдениях и техническом обслуживании;
- (f) при необходимости поддержание финансового механизма обеспечения средств для вывода из эксплуатации.

## ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ РАДИАЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

6.18. По завершению работ по дезактивации и демонтажу нужно провести радиационное обследование установки, чтобы продемонстрировать приемлемо низкий уровень остаточной активности, находящейся в пределах критериев, установленных национальным регулирующим органом, и выполнение целей вывода из эксплуатации (см. [2], параграф 6.11). При планировании обследования следует обсудить его проект и проведение с регулирующим органом. Обследование может проводиться по этапам, по мере завершения вывода из эксплуатации, чтобы позволить снимать части установки с регулирующего контроля.

6.19. Критерии, установленные регулирующим органом, должны быть выражены в измеримых величинах, чтобы их можно было легко сравнить с измерениями, полученными при эксплуатации. Выбор метода будет зависеть от присутствия радионуклидов. Можно совместить взятие образцов на химическое загрязнение с радиационным обследованием.

6.20. Данные обследования следует включить в заключительный отчет по обследованию и представить регулирующему органу. В отчет следует включить:

- (a) используемые критерии;
- (b) методы и процедуры, используемые для проверки соответствия критериям;
- (c) данные измерений, включая соответствующий статистический анализ.

6.21. Результаты обследования должны быть включены в заключительный отчет по выводу из эксплуатации (см. [2], параграф 6.13). Заключительный отчет по выводу из эксплуатации следует представить в доступной для общественности форме. Пример содержания такого заключительного отчета о радиационном обследовании установки ядерного топливного цикла приводится в приложении.

## **7. УПРАВЛЕНИЕ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **НАБОР ПЕРСОНАЛА И ОБУЧЕНИЕ**

7.1. Для управления процессом вывода из эксплуатации должна быть сформирована группа специалистов по выводу из эксплуатации и соответствующего персонала площадки. Хотя для этапа вывода из эксплуатации могут потребоваться новые знания, было бы полезным сохранить основной персонал, знакомый с установкой на этапе эксплуатации.

7.2. Эксплуатирующей организации следует иметь персонал, компетентный в следующих областях (или иметь доступ к персоналу):

- (a) радиационная защита;
- (b) дезактивация;

- (с) роботы и дистанционное управление;
- (d) инженерная поддержка (физика, приборы и химикаты, гражданское строительство, электротехника, механика);
- (e) демонтаж и разборка;
- (f) обеспечение качества и контроль качества;
- (g) безопасность критичности;
- (h) оценка безопасности и оценка риска;
- (i) обращение с отходами;
- (j) управление проектом и финансовый контроль (контроль расходов);
- (k) физическая защита;
- (l) информирование общественности.

7.3. В некоторых случаях для выполнения всех или некоторых аспектов вывода из эксплуатации могут привлекаться подрядчики или персонал подобных установок. Эксплуатирующей организации следует обеспечить адекватный контроль, наблюдение и обучение специально для выводимой из эксплуатации установки.

7.4. Персоналу следует ознакомиться с установкой, требованиями безопасности, содержащимися в лицензии, включая требования по радиационной защите и все процедуры безопасности. Для выполнения некоторых работ может быть необходимо специальное обучение. Нужно позаботиться о том, чтобы перенять полезную практику и поддерживать хорошие рабочие условия. Можно значительно повысить эффективность и безопасность некоторых работ, используя при обучении макеты и модели.

7.5. В плане вывода из эксплуатации следует описать основные требования к программе обучения и переподготовки при выводе из эксплуатации.

## ОРГАНИЗАЦИОННОЕ И АДМИНИСТРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

7.6. В плане по выводу из эксплуатации следует описать организационную структуру, используемую при выводе из эксплуатации. Следует дать четкое разграничение полномочий и ответственности, а также определить средства и пути передачи информации, которые будут использоваться. Это особенно важно, когда к работе привлекаются подрядчики или приглашенные организации.

7.7. Чтобы контролировать все работы по выводу из эксплуатации, эксплуатирующей организации следует обеспечить эффективную систему

управления. В нее следует включить контроль подготовительных работ по выводу из эксплуатации (таких как сооружение новых систем безопасности) и идентификацию рисков, связанных с изменением условий при выводе из эксплуатации.

7.8. Организационная структура должна обеспечивать независимость подразделения, проводящей экспертизу обеспечения качества, от организации, непосредственно ответственной за проведение работ по выводу из эксплуатации.

7.9. Административные меры этапа эксплуатации установки могут быть уместны и на этапе вывода из эксплуатации. Чтобы обеспечить пригодность этих мероприятий, их следует пересмотреть и модифицировать; при необходимости должны быть приняты дополнительные административные меры. Может потребоваться одобрение мер административного управления со стороны регулирующего органа.

7.10. В случае отложенного вывода из эксплуатации, следует документировать информацию, накопленную персоналом по истории установки до ее окончательного останова. Эта информация должна быть доступна персоналу по выводу из эксплуатации для ее использования на всех этапах, включая планирование, деактивацию и демонтаж.

## СООРУЖЕНИЯ, СИСТЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ, ВАЖНЫЕ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.11. Следует определить, установить (или заменить, если необходимо) и провести техническое обслуживание оборудования, важного для обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации. Некоторое из этого оборудования будет оставаться от этапа эксплуатации установки; следует оценить приемлемость этого оборудования в изменяющихся условиях при выводе из эксплуатации и возможность продления его срока службы. Следует создать систему управления, гарантирующую периодический контроль и техническое обслуживание всего необходимого для безопасности оборудования, чтобы обнаруживать и устранять ослабления его функций безопасности. Следует при возможности использовать преимущества существующих конструкций для экранирования и герметизации.



7.12. Техническое обслуживание оборудования и сооружений, влияющих на безопасность, должно проводиться как на этапе вывода из эксплуатации, так и в промежуточный период наблюдения и технического обслуживания.

## РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

7.13. Эксплуатирующей организации, осуществляющей вывод из эксплуатации, следует создать организационную структуру по радиационной защите, которая могла бы действовать независимо в тех случаях, когда возможно воздействие на здоровье и радиационную безопасность персонала и населения. Следует сформировать и выполнить соответствующие процедуры, которые могут совпадать с процедурами, введенными при эксплуатации и техническом обслуживании установки. Тем не менее, при выводе из эксплуатации следует уделить особое внимание снижению следующих рисков:

- (a) более близкое расположение радиационных источников к эксплуатационному персоналу и, следовательно, большая потенциальная опасность радиоактивного облучения;
- (b) высокая вероятность образования радионуклидов в аэрозольном виде из-за нарушения контеймента или барьера при демонтаже;
- (c) введение новых методов, требующих специального контроля и адекватного обучения персонала.

## РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ НА ПЛОЩАДКЕ И ЗА ПРЕДЕЛАМИ ПЛОЩАДКИ

7.14. При выводе из эксплуатации эксплуатирующей организации следует обеспечить проведение контроля на площадке и за ее пределами. Может потребоваться модификация действовавших на этапе вывода из эксплуатации программ контроля на площадке и за ее пределами, чтобы они соответствовали условиям, доминирующим при выводе из эксплуатации.

7.15. Следует проводить контроль на площадке, чтобы предоставить информацию для определения радиационных рисков и для оказания помощи по их снижению. Следует гарантировать контроль всех потенциальных рабочих зон и мест сброса. Контроль на площадке должен включать не только контроль персонала, но и контроль соответствующих зон.

7.16. Следует управлять, контролировать и регистрировать пути выбросов радионуклидов с воздухом и сбросов радионуклидов с жидкостями за пределы площадки, как это санкционировано регулирующим органом. Соответствующие рекомендации представлены в документе [8]. Следует также выполнять соответствующие рекомендации по нерадиационным выбросам.

7.17. Чтобы оценить вероятный и реальный уровень безопасности, связанный с работами по выводу из эксплуатации, следует проводить контроль на площадке и вне площадки, радиационное обследование и обследования загрязнений, а также анализ и оценку безопасности.

## ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

7.18. Эксплуатирующей организации следует обеспечить выполнение плана обращения с отходами, который является частью плана по выводу из эксплуатации.

7.19. При обращении с отходами, образующимися при выводе из эксплуатации, должны быть рассмотрены некоторые факторы, такие как:

- (a) Происхождение, количество, категория и природа отходов, которые будут образовываться при выводе из эксплуатации, минимизация отходов (за короткий период времени может образоваться относительно большое количество радиоактивных отходов);
- (b) Возможности снятия радиоактивных отходов с регулирующего контроля;
- (c) Возможности повторного использования и рециклирования материалов, оборудования и помещений;
- (d) Образование вторичных отходов и их минимизация;
- (e) Наличие опасных нерадиоактивных материалов, таких как асбест<sup>3</sup>;
- (f) Наличие установок по рециклированию и обработке отходов, хранилищ и площадок для захоронения;
- (g) Специальные требования по упаковке и транспортированию радиоактивных отходов;
- (h) Прослеживаемость (возможность контроля) отходов;
- (i) Возможность непреднамеренной критичности;

---

<sup>3</sup> Перевод соответствует оригиналу, однако непонятно использование данного термина (asbestos), считаем что вместо него должен быть использован термин cement (цемент).

- (j) Возможное воздействие отходов на персонал, население и окружающую среду;
- (к) Критерии разделения материалов;
- (l) Предлагаемые методы обработки, кондиционирования, транспортирования, хранения и захоронения отходов.

7.20. Отходы, образованные в процессе вывода из эксплуатации, должны быть разделены в соответствии со стратегией обращения с отходами на площадке. Такое разделение существенно для минимизации количества высокоактивных отходов и позволит должным образом кондиционировать, захоронить или повторно использовать материалы.

7.21. Удельная активность большей части отходов и других материалов, возникающих при выводе из эксплуатации, может быть достаточно низкой, чтобы позволить полное или частичное их снятия с регулирующего контроля. Некоторые отходы могут быть захоронены на площадках для захоронения отходов, в то время как некоторые материалы, такие как сталь и бетон, могут быть пригодны для рециклирования или повторного использования вне атомной промышленности. Снятие с регулирующего контроля должно выполняться в соответствии с критериями, установленными национальным регулирующим органом. Руководство по критериям снятия с регулирующего контроля и управлению процессом регулирования снятия с контроля будет разработано в других стандартах безопасности МАГАТЭ.

7.22. В плане обращения с отходами следует предусмотреть возможность обращения с дополнительными отходами от вывода из эксплуатации и со вторичными отходами, включая отходы, возникшие в результате незапланированных событий или инцидентов при дезактивации, демонтаже и разборке. Если существующие системы переработки отходов не могут переработать предполагаемое количество отходов от вывода из эксплуатации, то следует рассмотреть сооружение новых установок. Также необходимо рассмотреть минимизацию перекрестного загрязнения и образование вторичных отходов. Требования по обращению с радиоактивными отходами до захоронения установлены в публикации требований безопасности [2].

7.23. Можно достичь значительного сокращения радиоактивных отходов при помощи программ дезактивации, контролируемых методов демонтажа, контроля загрязнений, сортировки отходов, эффективной обработки и, в некоторых случаях, административного контроля. Стратегии повторного использования и рециклирования обладают потенциалом для уменьшения количества обрабатываемых отходов. Подобным образом, можно также значительно уменьшить

количество материалов, которые следует рассматривать как радиоактивные отходы, снимая низкоактивные материалы с регулирующего контроля как обычные отходы или для повторного использования и рециклирования.

7.24. Облучение персонала и населения может изменяться в соответствии со стратегией минимизации отходов. Чтобы сбалансировать степень минимизации отходов и поддержание облучения на как можно более низком уровне, необходимо использовать комплексный подход, учитывающий повышенные риски и увеличение расходов, связанных с обращением с отходами.

7.25. Транспортирование радиоактивных отходов за пределы площадки должно соответствовать национальным нормам и правилам. Международные требования к транспортированию радиоактивных материалов представлены в документе [10]. Следует принять меры предосторожности для предотвращения поверхностного загрязнения захораниваемых контейнеров, что может привести к выщелачиванию загрязняющих веществ при транспортировании.

7.26. Руководство и персонал, участвующие в процессе вывода из эксплуатации, должны быть ознакомлены и обучены, если нужно, необходимым методам минимизации отходов, образованных при выполнении задач. Такие методы включают использование тентов для контроля загрязнений, локализацию пролитых жидкостей и отделение радиоактивно загрязненных отходов от отходов радиоактивно не загрязненных.

## АВАРИЙНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

7.27. Программа аварийного планирования должна быть определена (см.[2], параграф 3.14) и описана в плане вывода из эксплуатации. Программа должна быть утверждена регулирующим органом. Эксплуатирующей организации следует обеспечить подготовку и введение в действие процедур, необходимых, чтобы справиться с непредвиденными событиями. Следует обучить персонал аварийным процедурам и принять меры по регулярной проверке и обновлению этих процедур, проводя периодические тренировки.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА И ГАРАНТИИ НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ

7.28. При проведении вывода из эксплуатации физическая защита установки должна соответствовать существующим рискам [11]. Если установка содержит материалы, нераспространение которых должно быть гарантировано,

эксплуатирующей организации следует придерживаться международных соглашений и принципов МАГАТЭ, связанных с гарантией нераспространения [12, 13].

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

7.29. Обновленная программа обеспечения качества должна быть осуществлена эксплуатирующей организацией (см. [2], параграф 3.12). Работа по дезактивации, демонтажу и обращению с отходами должна проводиться обученными людьми и в соответствии с утвержденными рабочими процедурами. Следует подготовить рабочие процедуры для каждого вида деятельности по выводу из эксплуатации. При разработке программы обеспечения качества для вывода из эксплуатации следует подчеркнуть необходимость сбора и хранения документов и информации, относящихся к выводимой из эксплуатации установке.

7.30. Следует сохранять документы по каждой задаче, выполненной при выводе из эксплуатации. Следует собирать и хранить точную и полную информацию, касающуюся местонахождения, конфигурации, количества и типов радионуклидов, оставшихся на установке. Эти документы следует использовать при окончательном демонтаже для демонстрации того, что все радиоактивные материалы, присутствующие в начале вывода из эксплуатации, были должным образом учтены, а их окончательное назначение и использование определены и подтверждены. В этой документации также следует учитывать материалы, структуры и территории, снятые с регулирующего контроля.

## **8. ЗАВЕРШЕНИЕ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

8.1. По завершению вывода из эксплуатации следует сохранить соответствующие документы, как это определено регулирующим органом. Эти документы следует хранить и поддерживать, чтобы подтвердить завершение вывода из эксплуатации в соответствии с утвержденным планом. В подтверждение завершения вывода из эксплуатации следует включать информацию о размещении отходов, материалов и помещений.

8.2. Заключительный отчет по выводу из эксплуатации (см. [2], параграф 6.13) должен быть подготовлен на основе собранных документов, в отчет следует включить следующую информацию:

- (a) описание установки;
- (b) цели вывода из эксплуатации;
- (c) радиационные и нерадиационные критерии, используемые в качестве основы снятия оборудования, зданий или площадок с регулирующего контроля или для других режимов контроля, утвержденных регулирующим органом;
- (d) описание работ по выводу из эксплуатации;
- (e) описание оставшихся зданий или оборудования, не выведенного или частично выведенного из эксплуатации;
- (f) заключительный отчет по радиационному обследованию;
- (g) общее количество радиоактивных материалов, включая количество и типы отходов, образованных при выводе из эксплуатации, и их месторасположение для хранения и/или захоронения;
- (h) общее количество нерадиоактивных материалов, включая количество и типы отходов, образованных при выводе из эксплуатации, и их местонахождение для хранения и/или захоронения;
- (i) общее количество материалов, оборудования и помещений, снятых с регулирующего контроля;
- (j) перечень сооружений, площадей или оборудования, предназначенного для ограниченного использования или подпадающего под ограничения;
- (k) сравнение действительного количества отходов, образованного при выводе из эксплуатации, с количеством, предполагавшимся на этапе планирования;
- (l) сводка событий и инцидентов, происходивших при выводе из эксплуатации;
- (m) обсуждение состояния снятия с контроля и наличия оставшихся ограничений на площадке;
- (n) сводная информация о профессиональных дозах облучения и дозах облучения населения при выводе из эксплуатации;
- (o) уроки, полученные при выводе из эксплуатации.

8.3. Этот отчет предоставляет подтверждение завершения вывода из эксплуатации и должен быть рассмотрен и утвержден регулирующим органом. Оставшиеся ограничения по площадке следует зарегистрировать в соответствии с требованиями национальных норм и правил.

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, IAEA, Vienna (1995).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, Including decommissioning, Safety Standards Series No. WS-R-2, IAEA, Vienna (2000).
- [3] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, Safety Standards Series No. GS-R-1, IAEA, Vienna (2000).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, Safety Standards Series No. WS-G-2.1, IAEA, Vienna (1999).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Decommissioning of Medical Industrial and Research Facilities, Safety Standards Series No. WS-G-2.2, IAEA, Vienna (1999).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Near Surface Disposal of Radioactive Waste, Safety Standards Series No. WS-R-1, IAEA, Vienna (1999).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna (2000).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 111-G-1.1, IAEA, Vienna (1994).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Standards Series No. TS-R-1 (ST-1, Revised), IAEA, Vienna (2000).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/225/Rev. 3, IAEA, Vienna (1993).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Agency's Safeguards System (1965, as provisionally extended in 1966 and 1968), INFCIRC/66/Rev. 2, IAEA, Vienna (1968).

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### **ПРИМЕР СОДЕРЖАНИЯ ОТЧЕТА ПО ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ РАДИАЦИОННОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ**

#### **НАЗВАНИЕ УСТАНОВКИ**

#### **ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ**

- Тип и местоположение установки
- Описание площадки
- Право собственности
- Описание установки
- Риски

#### **ПРЕДПОСЫЛКИ**

- Причина вывода из эксплуатации
- Административный подход

#### **ИСТОРИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

- Лицензирование и эксплуатация
- Выполненные процедуры
- Практика захоронения отходов

#### **ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

- Цели
- Результаты предыдущих обследований
- Процедуры вывода из эксплуатации и демонтажа

#### **ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ**

- Количество образовавшихся отходов (объем, активность)



Переработка и кондиционирование  
Захоронение, включая перевозку на площадке и за пределами площадки

## ПРОЦЕДУРЫ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Параметры отбора проб  
Установленные фоновые уровни (нулевой фон)  
Основные установленные загрязняющие вещества  
Конечные радиационные критерии  
Выбранное оборудование и процедуры  
Приборы и оборудование  
Методы пользования приборами  
Используемые процедуры

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Краткое изложение результатов  
Методы преобразования/оценки данных  
Статистическая оценка  
Сравнение с радиационными критериями конечного состояния  
Оценка приемлемости

## ВЫВОДЫ

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Подробные данные обследования с чертежами

## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Bologna, L.	National Agency for Environmental Protection, Italy
Bradshaw, I.A.	Nuclear Safety Directorate, United Kingdom
Brotherton, C	British Nuclear Fuels Limited plc, United Kingdom
De, P.L.	Atomic Energy of Canada Ltd, Canada
Doublecourt, J.J.	COGEMA, France
Elder, B.	British Nuclear Fuels Limited plc, United Kingdom
Frost, A.	British Nuclear Fuels Limited plc, United Kingdom
Fujiki, K	Japan Atomic Energy Research Institute, Japan
Gascoyne, C.	British Nuclear Fuels Limited plc, United Kingdom
Gnugnoli, G.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Hiscox, A.W.	Magnox Electric plc, United Kingdom
Krause, C.	Bundesamt fur Strahlenschutz, Germany
Laraia, M.	International Atomic Energy Agency
Larson, H.J.	Nuclear Regulatory Commission, United States of America
Lecomte, T	Direction de la Surete des Installations Nucleaires, France
Ortenzi, V.	National Agency for Environmental Protection, Italy
Pla, E	International Atomic Energy Agency
Rastogi, R.	International Atomic Energy Agency
Reisenweaver, D.	International Atomic Energy Agency
Ruffa, A.	National Agency for Environmental Protection, Italy
Venkatesan, S.	Atomic Energy Regulatory Board, India

## ОРГАНЫ ПО ОДОБРЕНИЮ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ

### Комитет по нормам безопасности отходов

*Аргентина: Siraky, G.; Австралия: Correr, M.V.; Бельгия: Baekelandt, L.; Бразилия: Schirmer, H.P.; Канада: Ferch, R.; Китай: Xianhua, F.; Финляндия: Rikola, E.; Франция: Brigaud, O.; Германия: von Dobschutz, P.; Индия: Gandhi, P.M.; Израиль: Stern, E.; Япония: Aoki, T.; Корея (Республика): Suk, T.W.; Нидерланды: Selling, H.; Российская Федерация: Полуэктов П.П.; Южная Африка: Metcalf, P. (председатель); Испания: Gil Lopez, E.; Швеция: Wingefors, S.; Украина: Bogdan, L.; Соединенное Королевство: Wilson, S.; Соединенные Штаты Америки: Wallo, F.; МАГАТЭ: Delattre, D. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международная организация стандартизации: Hutson, G.; Агентство по атомной энергии OECD: Riotte, H.*

### Комитет по нормам ядерной безопасности

*Аргентина: Sajaroff, P.; Бельгия: Govaerts, P. (председатель); Бразилия: Salati de Almeida, I.P.; Канада: Malek, I.; Китай: Zhao, Y.; Франция: Saint Raymond, P.; Германия: Wendling, R.D.; Индия: Venkat Raj, V.; Италия: Del Nero, G.; Япония: Hirano, M.; Республика Корея: Lee, J.-I.; Мексика: Delgado Guardado, J.L.; Нидерланды: de Munk, P.; Пакистан: Hashimi, J.A.; Российская Федерация: Баклушин, Р.П.; Испания: Lequerica, L.; Швеция: Jende, E.; Швейцария: Aberli, W.; Украина: Миколайчук, О.; Соединенное Королевство: Hall, A.; Соединенные Штаты Америки: Murphy, J.; Европейская Комиссия: Gomez-Gomez, J.A.; МАГАТЭ: Hughes, P. (координатор); Международная организация по стандартизации: d'Ardenne, W.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Royen, J.*

### Комиссия по нормам безопасности

*Аргентина: D'Amato, E.; Бразилия: Caubit da Silva, A.; Канада: Bishop, A., Duncan, R.M.; Китай: Zhao, Y.; Франция: Lacoste, A.-C, Gauvain, J; Германия: Renneberg, W., Wendling, R.D.; Индия: Sukhatme, S.P.; Япония: Suda, N.; Республика Корея: Kim, S.-J.; Российская Федерация: Вишневский Ю.Г.; Испания: Martin Marquinez, A.; Швеция: Holm, L.-E.; Швейцария: Jeschki, W.; Украина: Смышляев О.И. ; Соединенное Королевство: Willaims, L.G.*

(председатель), Pape, R.; *Соединенные Штаты Америки*: Travers, W.D.;  
*МАГАТЭ*: Karbassioun, A. (координатор); *Международная комиссия по радиологической защите*: Clarke, R.H.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Shimomura, K.

---

---

---

---

---

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
БЕНА  
ISBN 92-0-406905-8  
ISSN 1020-5845