


 

17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 1

Обращение с отходами, образующимися в результате строительства и эксплуатации комплекса по извлечению и упаковке ОЯТ в губе Андреева

Л.Р. Феллингем

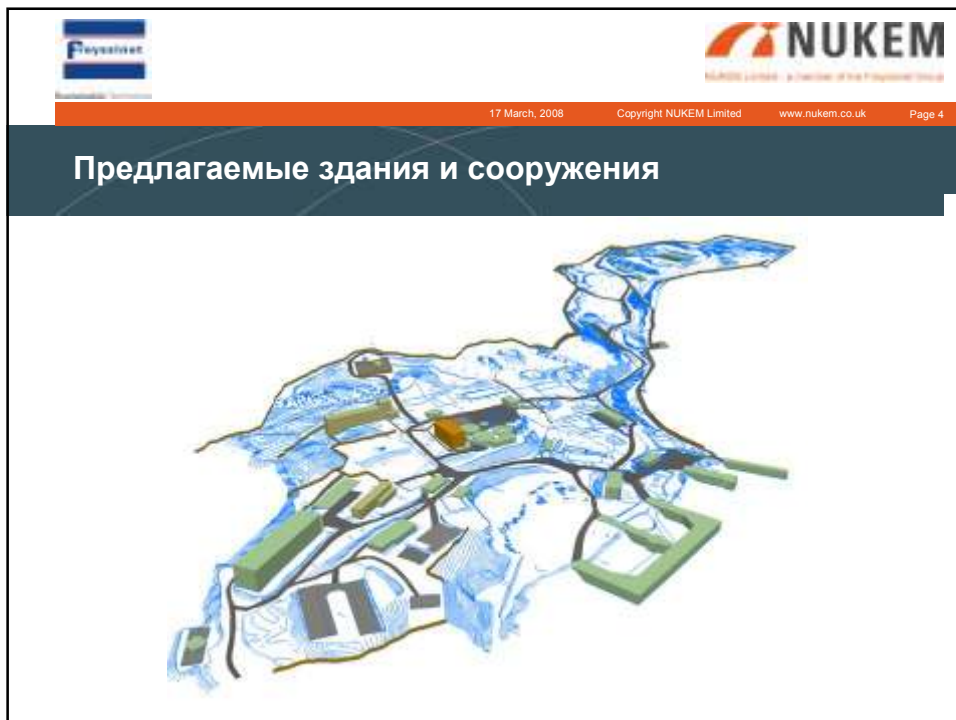


17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 2

Содержание презентации

- Введение в программу извлечения и упаковки ОЯТ в губе Андреева
- Обращение с загрязнёнными грунтами и грунтовыми водами во время строительства нового комплекса по обращению с ОЯТ
- Обращение с загрязнённым строительным мусором
- Подход к характеристике отходов
- Обращение с жидкими отходами
- Предлагаемые мероприятия по извлечению, перемещению и временному хранению ОЯТ, а также по обращению с образующимися отходами
- Нерешённые вопросы
- Выводы






17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 5

Обращение с загрязнёнными грунтами и грунтовыми водами

- Значение загрязнения грунта в районе БСХ (в районе здания 153) представляет собой среднестатистическую мощность дозы в пределах 1-5 мкЗв/ч (1-10 Бк(¹³⁷Cs)/л), с уменьшением до < 1 мкЗв/ч по направлению к причалу.
- Строительство зд.153 наиболее вероятно выполнить с использованием буронабивных железобетонных свай, установленных на гнейсовую скалу. Обычно сваи имеют размеры: 0,5 м в диаметре и шаг ~ 2 м. Какие-либо грунты внутри свай-оболочек предполагается перемещать, используя роторный буров. Это неизбежно приведёт к перемешиванию грунтов, что вызовет осреднение уровня удельной активности.
- Зд.151 предполагается возвести на железобетонной площадке, что потребует удаления поверхностного слоя грунта, но неглубоко. Существующие данные обследований площадки предполагают, что район под застройку зд.151 не содержит значительного радиоактивного загрязнения. Во время строительства не потребуется принимать какие-либо специализированных мер предосторожности, за исключением профилактического контроля.






17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 6

Обращение с загрязнёнными грунтами и грунтовыми водами (2)

- Для обеспечения надёжности строительства будет удалено только необходимое количество грунта. Местная реабилитация не предполагается.
- Не предполагается повторное использование извлечённого грунта или каменного лома в качестве обратной засыпки фундаментов и т.д.
- Весь извлечённый грунт будет подвергнут радиационному контролю. Отходы, которым будет присвоен уровень низкоактивных, будут извлекаться в ящики типа 5 из углеродистой стали с крышками для отходов. Заполненные контейнеры в настоящее время хранятся в зд.67 до его заполнения. Некоторые отходы могут затем храниться в зд.201 и зд.202 до начала их переработки. Контейнеры типа 5 предназначены только для внутриплощадочного использования.
- Возможное строительство новых внутриплощадочных сооружений для захоронения УРО позволит снизить потребности во временном хранении (текущий проект, финансируемый шведской стороной, направлен на выявление возможных площадок для сооружений для захоронения 2000-7000 м³ УРО в контейнерах, норвежский проект по поддержке развития нормативной базы по концепции УРО).







17 March, 2008
Copyright NUKEM Limited
www.nukem.co.uk
Page 7

Обращение с загрязнёнными грунтами и грунтовыми водами (3)

- Ожидается присутствие ограниченного количества химически загрязнённого грунта, например, с территории, где в настоящее время находятся пустые мазутные ёмкости. Грунт будет удаляться и храниться в ящиках типа 5. Некоторые органически загрязнённые грунты могут быть восстановлены биологически.
- Предметом обсуждения станут уровни загрязнения грунто и системы контроля за основным объёмом, например, гамма-счётчики, детекторы грейфера и конвейера.

Возможно загрязнённые грунтовые воды

- С помощью большого количества наблюдательных скважин в районе БСХ было установлено отсутствие значительного загрязнения грунтовых вод на данном участке. Загрязнение было обнаружено на ограниченной территории в районе ёмкости БСХ 2Б.
- До сих пор не достигнута договорённость насчёт того, как обращаться с такими загрязнёнными грунтовыми водами.
- В случае обнаружения значительного объёма загрязнённых грунтовых вод (ГВ), требующих удаления, во время проведения работ по сооружению фундаментов они могут быть перекачаны во временную ёмкость для хранения в ожидании дальнейшей обработки. Теоретически, имеются 3-4 ёмкости для дополнительного хранения НАО.
- Обработка ГВ возможна на площадке, если вода приемлема, в новом сооружении по обращению с жидкими отходами (зд.1). Альтернативами служат временный ввоз установок по обращению с НАО, например, московской установки «РАДОН» или транспортировка морем на установку по обращению вне площадки.
- Предпочтение отдается внутриобъектовому обращению как с радиоактивным, так и химическим загрязнением, при этом очищенные воды будут сбрасываться в залив.




17 March, 2008
Copyright NUKEM Limited
www.nukem.co.uk
Page 8

Обращение с загрязнённым строительным мусором

- С верхней закрытой пробками поверхности каждого БСХ будут удалены бетонные плиты и разбросанный строительный мусор для установки горизонтальной защиты. В ёмкостях БСХ 2Б и 2А в результате затопления в прошлом остался высокий уровень загрязнения цезием (^{137}Cs), что потребовало упаковки отходов в защитные контейнеры.
- Дезактивация бетонных поверхностей и проч. на месте для уменьшения мощности дозы или уменьшения непосредственного образования отходов не предполагается. Уменьшение размеров будет осуществляться только на месте, чтобы способствовать удалению по мере готовности.
- Также следует удалить защитные пробки трубок ячеек с ОЯТ. Ёмкость БСХ 2А имеет стальные пробки со свинцовыми вкладышами. Ёмкости БСХ 2Б и 3А имеют бетонные пробки, некоторые из них в стальных оболочках, и металлические крышки. Мощность дозы гамма-излучения при соприкосновении составляет до 40 мЗв/ч. Требуется их удалить и хранить в защитных контейнерах или сооружениях.
- В настоящее время в БСХ нет защитных контейнеров, предназначенных для безопасного удаления загрязненного бетона или пробок.







17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 9

Контейнеры для отходов, имеющиеся на площадке



Тип 5, 1,5 м³, углеродистая сталь, ящик для отходов с крышкой. После заполнения хранится в зд.67. Только для внутривысотного использования



Контейнер тип 4
Для вывоза за пределы площадки




17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 10

Текущее состояние участка хранения новых порожних бочек и контейнеров (Площадка зд.35)









17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 11

Британский опыт строительства на загрязнённых объектах

- Было реабилитировано много бывших военных и промышленных площадок, загрязнённых естественными радиоактивными материалами (U, Th, Ra и их производные). Большая часть была реабилитирована до уровня «зелёных лужаек», а некоторые – до уровня «коричневых лужаек». Например, Диттон Манор Парк, Роукрофт Барракс Ашфорд, Вулвич Арсенал, Бурскаф, НИЦ ЯО «Кардифф». В каждом случае загрязнение по возможности удалялось с объекта с целью утилизации. Это было обусловлено требованиями по реконструкции и новой застройке, например, жилыми домами, торговыми комплексами, несложными промышленными объектами.
- Было реабилитировано большое количество химически загрязнённых площадок, включая загрязнение низкоактивными естественными РМ. Во многих случаях загрязнение оставалось на площадке внутри построенных ячеек для захоронения в малонаселённых районах, например, озеленённые местности, парковки, такие как «Блэк Кантри Девелопмент Корпорейшн», «Мэдоу Холл Шоппинг Молл», олимпийская деревня в восточном Лондоне.
- Были реабилитированы некоторые ядерные промышленные площадки или их часть для содействия реконструкции и новой застройке, отзыва лицензии или снижения требований по надзору. В основном осуществлялось полное удаление загрязнения и его утилизация за пределами площадки, в особенности при отзыве лицензии. Примером являются Кульсет, Южное хранилище, различные объекты в Харвелле. В некоторых случаях после этого были построены жилые дома и несложные промышленные объекты, при этом единственной мерой контроля было наблюдение.

17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 12

Британский опыт строительства на загрязнённых объектах



- На крупных ядерных объектах, таких как Селлафилд и Дунрей, реабилитация обычно проводилась в достаточной степени, чтобы относительно беспрепятственно позволить работы на площадке. Окончательная очистка состоится после окончательного вывода площадки из эксплуатации.
- Подходы к реабилитации на всех объектах обычно включали в себя подробную предреабилитационную характеристику и очень тщательную сортировку отходов и контроль. Ограниченный опыт внутриплощадочной утилизации радиоактивного загрязнения, так как раньше считалось, что это навсегда испортит площадку.
- Недавно в британской правительственной политике изменился акцент. Теперь она благоприятствует местным решениям, т.е. использованию местных могильников условно радиоактивных отходов (УРО) (обычно $\leq 4\text{Бк/г}$), включая внутриплощадочное захоронение. Некоторые эксплуатирующие организации, например, предпочитают более высокий уровень (очень низкоактивный материал (ОНМ), составляющий $\leq 40\text{Бк/г}$).



Проект
 Проектный отдел
 17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 14

Планируемое количество образующихся твёрдых радиоактивных отходов

Существующие накопленные отходы	м ³		м ³
Низкоактивные отходы (НАО)	14082		
Среднеактивные отходы (САО)	2982		
Высокоактивные отходы (ВАО)	536		
Итого	17600	Комплекс по обращению с ОЯТ	622
Ожидаемое количество отходов, образующихся при эксплуатации			
	м ³		м ³
Комплекс по обращению с ОЯТ	1492	НАО	4852
Комплекс по обращению с ТРО	2082	САО	2807
Комплекс по обращению с ЖРО	3595	ВАО	50
Сооружения дезактивации транспорта	540		
Итого	7709		7709
ИТОГО	25308		

17 March, 2008
Copyright NUKEM Limited
www.nukem.co.uk
Page 15

Прогнозируемое количество ЖРО, образующихся в комплексе по обращению с ОЯТ

	м ³	Низкосоле- вые, м ³	Солевые, м ³
НАО	8540	100	8540
САО-НАО	3860	1200	
САО	100		2660
Итого	12500		




17 March, 2008
Copyright NUKEM Limited
www.nukem.co.uk
Page 16

Характеристика отходов

- В комплексе для выгрузки и временного хранения ОЯТ никоим образом не планируется проводить характеристику образующихся отходов.
- С целью радиационной защиты будет проводиться контроль гамма- и бета-излучения.
- Какая-либо предлагаемая характеристика отходов будет проводиться в зд. 1.
- Единственные измерения по ОЯТ, которые будут проводиться, - это гамма-сканирование по высоте каждой ОТВС в процессе её извлечения из чехла, в котором она сейчас хранится.
- С целью учёта ядерных материалов не будет проводиться никаких измерений.




17 March, 2008
Copyright NUKEM Limited
www.nukem.co.uk
Page 17

Обращение с жидкими отходами

- В основном в БСХ 2А сухо. В БСХ 2Б и 3А имеется вода, и в прошлом они могли затопляться. Воды БСХ преимущественно загрязнены ^{137}Cs и ^{90}Sr , хотя имеется альфа-активность аэрозолей, в особенности по направлению к дну некоторых ячеек.
- Предлагается лишь удалить достаточное количество вод БСХ до верха чехлов с ОЯТ для поканальной выгрузки ОТВС.
- До переработки вода будет сначала храниться. Потребуется защита для ёмкостей хранения.
- НАО будут перерабатываться с целью снижения их удельной активности с высокого до низкого уровня в зд. 153, чтобы их можно было транспортировать и подвергать переработке другой стороной (зд. 153).



Цистерна для токсических отходов на 20 м³ (обогреваемая), устанавливаемая в грузовом контейнере для транспортировки





17 March, 2008
Copyright NUKEM Limited
www.nukem.co.uk
Page 18


Система дезактивации



Площадка дезактивации № 1
(для использования только в летнее время)



Площадка дезактивации № 2
(для круглогодичного использования)



Площадка дезактивации № 2
(для круглогодичного использования)








17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 19

Обращение с жидкими отходами (2)

- Любая дезактивация в зд. 153 должна соответствовать предлагаемому обращению в зд. 1 и окончательному удалению кондиционированных отходов.
- НАО, прошедшие предварительную переработку, будут транспортироваться партиями на установку в зд. 1, а не посредством строительства трубопровода.
- В настоящее время спецификация, проект, местоположение и условия предварительной переработки НАО в зд. 153 носят очень предварительный характер.
- Любые твёрдые радиоактивные отходы, образующиеся в результате предварительной переработки НАО в зд. 153, например, отработавшие ионообменники, коагуляты и т.д. будут цементировать в бочках и транспортировать в зд. 1 на временное хранение. Потребуется защита бочек.



Внутриобъектовый контейнер для транспортировки низкоактивных жидких отходов

17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 20

Предлагаемая схема выгрузки ОЯТ

- Извлечение топлива поканально посредством перегрузочной машины
 - Извлечение топлива поканально снижает опасения, связанные с критичностью*
- Любые ОТВС, которые нельзя извлечь из чехла, выгружаются с чехлом
 - Перечехловка старых чехлов с ОТВС и перегрузка в ТУК-108*
 - Неизвлекаемые ОТВС вывозят за пределы площадки в запенализованных чехлах в контейнерах ТУК-108*
 - Любые манипуляции, необходимые для извлечения повреждённого/корродированного ОЯТ из чехлов, происходят где-нибудь ещё*
- Загрузка ОТВС в новые чехлы с использованием защитного оборудования, т.е. горячих камер нет
- Загрузка нового чехла в ТУК-108
- Транспортировка ТУК-108 на площадку хранения рядом с причалом
- Перевозка судном в Мурманск
- Транспортировка по железной дороге на «Маяк»




17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 21

Новый комплекс по обращению с ОЯТ и обеспечивающая инфраструктура



- Здание 153 – защита БСХ и процессов выгрузки ОЯТ
- Здание 154 – вспомогательное здание для дезактивации, техобслуживания и хранения технологического оборудования
- Здание 50 – радиохимическая лаборатория и радиометрический контроль
- Здание 151 – накопительная площадка контейнеров
- Причал и кран для загрузки/выгрузки с кораблей




17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 22

Контейнеры типа 6 и 11 на БСХ 2А








17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 26

Предлагаемая технология выгрузки ОЯТ

- Удаление вод БСХ до уровня верха чехлов с ОЯТ. Предпочтительно извлекать из ячеек без чехлов с ОЯТ, полагаясь на то, что ячейки взаимосвязаны. Вдобавок, необходимо пользоваться фильтрацией внутри ячеек, чтобы избежать переноса аэрозолей.
- Демонтаж сегментов горизонтальной защиты и крышки ячейки для обеспечения доступа к верху чехлов. Старые пробки, другие препятствия и т.д. будут удалены на раннем этапе установки горизонтальной защиты.
- Размещение вспомогательного модуля над ячейкой.
- Удаление мусора или воды.
- Удаление верхней пробки чехла. При необходимости вырезать байонеты и т.д. в достаточной степени, чтобы позволить пробке повернуться и т.д. для извлечения. Верхняя пробка и мусор, образующийся при резке, будут считаться ТРО.

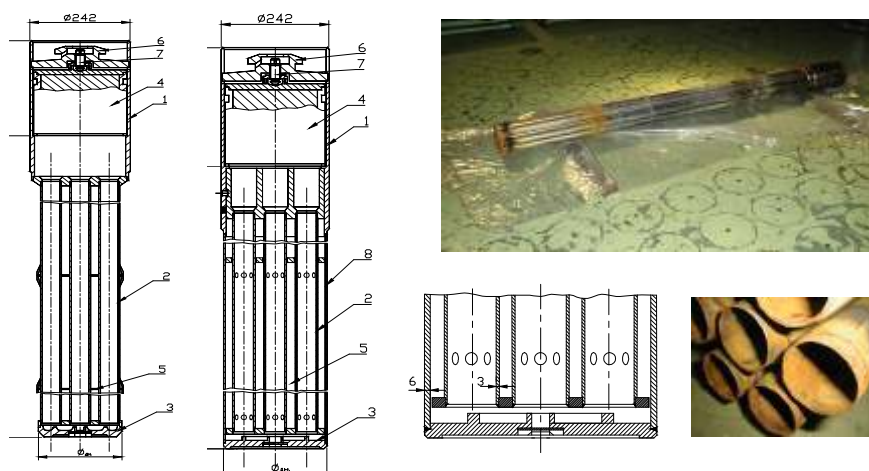


Предлагаемая технология выгрузки ОЯТ (2)

- Вставляется временная пробка, и защиту ставят на место.
- Отведение вспомогательного модуля и установка перегрузочной машины на заданную позицию.
- Демонтаж участка горизонтальной защиты и временной пробки.
- Далее извлечение целостных отработавших топливовыделяющих сборок (ОТВС) по одной. Должны проводиться испытания с целью определения возможности выгрузки ОЯТ:
 - i) ОТВС извлекаема и не застряла;
 - ii) Вес ОТВС в приемлемых пределах; и
 - iii) ОТВС приемлема визуально
 - iv) гамма-сканирование



Детализированные чертежи и состояние чехлов с ОЯТ





17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 29



NUKEM Limited - a member of the Framatome Group

Предлагаемая технология выгрузки ОЯТ (3)

- Если какая-либо ОТВС застрянет, её оставляют на месте. Если какая-либо ОТВС не пройдёт какие-либо испытания, её загрузят в один из чехлов большего размера для повреждённого топлива.
- После извлечения одной ОТВС, можно опустить в чехол нейтронный поглотитель, чтобы исключить возможность возникновения локальной критичности в будущем.
- ОТВС извлекаются в скафандр перегрузочной машины, в котором может поместиться до 7 ОТВС. По мере заполнения перегрузочную машину устанавливают над перегрузочным контейнером, в котором находятся отдельные чехлы для приёма различных вариантов топлива. Затем ОТВС будут выгружаться в соответствующий новый чехол.
- После того как чехол загружен, он будет передаваться из перегрузочного контейнера с помощью скафандра в близлежащий контейнер ТУК-18 или ТУК-108, предназначенный как для транспортировки, так и для временного хранения.





17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 30




NUKEM Limited - a member of the Framatome Group

Технологическая последовательность перемещения ОЯТ



**List of main transportation and technological operations
Flow Diagram based on the Spent Nuclear Fuel Facilities**



17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 31



NUKEM Limited - a member of the Rosatom Group

Предлагаемая технология выгрузки ОЯТ (4)

- После того как контейнер ТУК-18/ТУК-108 загружен заполненными контейнерами, его перемещают в зд.151 для временного хранения перед отправкой морем в Мурманск и затем по железной дороге на «Маяк». Перед вывозом из зд. 153 контейнер проверяют на наличие радиоактивного загрязнения.
- Чехлы в БСХ, в которых содержится повреждённое топливо или его фрагменты, будут извлекаться из ячеек в перегрузочную машину. Затем машина передаёт чехол в пенал, установленный в перегрузочном контейнере.
- Пеналы со старыми чехлами загружают в контейнер ТУК-18 или 108 с модифицированной выемной частью.
- Выгрузка топлива из БСХ производится в следующем порядке: 2А, 2Б и 3А.
- Удалять фрагменты топлива/частиц, оставшихся в ячейках БСХ, не планируется. Они останутся там до окончательного вывода БСХ из эксплуатации. Обследования технического состояния подтвердили, что бетонные конструкции БСХ прочные, в хорошем состоянии, с низким уровнем карбонизации.
- Схема выгрузки возлагает на «Маяк» ответственность по разработке нового головного участка по обращению как с повреждённым топливом, так и любыми фрагментами в запеналированных чехлах.



17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 32



NUKEM Limited - a member of the Rosatom Group



Буферное хранение контейнеров – зд. 151




17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 33

Нерешённые вопросы

- Существует потребность в критериях приёмки отходов (КПО) как в пределах губы Андреева, так и за её пределами по отношению к отходам, подлежащим хранению в Сайда губе и, в конечном итоге, захоронению в государственном или региональном могильнике. Многостадийная переработка неэффективна. После цементирования отходов будет трудно осуществлять дальнейшую переработку, кроме перемешивания. Даже перемешивание ухудшит использование полезного объёма и значительно увеличит расходы на обращение и захоронение. Разработать общие КПО несложно, и в мире накоплен богатый опыт.
- Необходимо договориться по поводу ограниченного, стандартного набора сертифицированных контейнеров для упаковки отходов с целью содействия разработке эффективного проекта и обращения.
- Для упаковок с отходами необходима стратегия защиты. Использование защитных упаковок неэффективно и дорого, в особенности для временного хранения и захоронения.
- Необходима стратегия окончательного статуса площадки, чтобы избежать увеличения объёма отходов в будущем и ненужных реабилитационных работ.

17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 34

Нерешённые вопросы

- В продолжение предыдущего пункта – для площадки необходима стратегия обращения с большими объёмами низкоактивных отходов, например, грунтом и строительным мусором, образующимся в процессе вывода из эксплуатации. Наличие мест захоронения УРО и НАО неразрывно связано с этим.
- Необходимо исчерпывающее решение вопроса переработки жидких отходов на месте в губе Андреева.



17 March, 2008 Copyright NUKEM Limited www.nukem.co.uk Page 35

Выводы

- Британская программа работ в губе Андреева направлена на повышение безопасности и надёжности обращения с ОЯТ посредством извлечения, перехловки и, в конечном итоге, перемещения на более безопасную площадку на «Маяке». Эта цель будет достигнута по отношению к основному объёму ОЯТ.
- Значительные уровни радиоактивности, включая ограниченное количество ОЯТ, останутся в БСХ до окончательного вывода из эксплуатации.
- Стратегии безопасного и надёжного обращения с БСХ после извлечения основного объёма ОЯТ до и в процессе окончательного вывода из эксплуатации нет, а она необходима.
- Всё ещё необходимо решить ряд вопросов по обращению с отходами для обеспечения эффективной реализации программы извлечения ОЯТ.