



**Контактно-экспертная группа МАГАТЭ  
ОКСФОРД (Великобритания) с 5 по 6 марта 2008г.**

**Методы характеристики, применимые для  
объекта в Гремехе для инвентаризации  
коротко- и долгоживущих радионуклидов в  
потоках ТРО и ЖРО**

**Lucien Pillette-Cousin - AREVA TA**

## **Содержание**

- ▶ **Какие ядерные и радиоактивные отходы в Гремехе?**
- ▶ **Разработка Программ характеристики отходов**
- ▶ **Применяемые и рекомендуемые методы**
  - ◆ ТРО 
  - ◆ ЖРО 
  - ◆ Строения и грунт после очистки
- ▶ **Выводы**

## Ядерные и радиоактивные отходы в Гремиче

- ▶ **Отработанное ядерное топливо**
  - ◆ ОВЧ АПЛ типа 'Альфа'
  - ◆ Топливо реакторных установок ВВР: сборки и фрагменты
  
- ▶ **ТРО**
  - ◆ Слабо- и среднеактивные (L/IL), первичные и вторичные
  - ◆ Высокоактивные (главным образом, стержни СУЗ)
  
- ▶ **ЖРО (главным образом, слабо- и среднеактивные)**
  
- ▶ **Строения и грунт после очистки**

## Программа характеризации отходов в Гремиче

- ▶ Данные существуют и являются достаточными по следующим отходам:
  - ◆ ОЯТ : радиологический и химический состав, физические характеристики, известные разработчикам (коды для расчета ОВЧ и изменения ситуации)
  - ◆ Стержни СУЗ : оценка активности, выполненная разработчиками
  - ◆ Металлический теплоноситель (эвтектический сплав Pb/Bi), контейнеры с ОВЧ типа 'Альфа' и их внутрикорпусные части : оценка активности, выполненная разработчиками
  - ◆ Высокоактивные отходы (стержни СУЗ) : стержни СУЗ реакторов ВВР : оценка активности, выполненная разработчиками
  
- ▶ Программы характеризации, необходимые для :
  - ◆ Слабо- и среднеактивные ТРО
  - ◆ ЖРО
  - ◆ Строения и грунт после очистки

## Разработка Программы характеристики отходов

- ▶ Исходить, как правило, из требований или критериев приемлемости отходов на долговременное или окончательное хранение (*ответственность надзорного органа*)
- ▶ В их отсутствие, попытаться предусмотреть, какими будут эти критерии, и по меньшей мере, предусмотреть пределы активности радионуклидов, влияющих на безопасность.
- ▶ Рассматривать требования или критерии приемлемости отходов, действующие в других странах
- ▶ Отбирать и архивировать образцы ТРО и ЖРО (трудности с выбором, проблема репрезентативности выборки)

## Разработка Программы для характеристики отходов (2)

- ▶ Определить важные для характеристики параметры
  - ◆ Объем, вес,
  - ◆ Активность радионуклидов, влияющих на безопасность долговременного или окончательного хранения
  - ◆ Векторные радионуклиды (метод корреляций)
  - ◆ Состав и физические свойства
  - ◆ Химические токсичные вещества
  - ◆ Биологические вещества
  - ◆ Специфические отходы (отработанные люминесцентные системы, нейтронные трубки, ИИИ закрытого типа) Прочие (взрывоопасные соединения, подверженные гниению вещества и др.)
- ▶ Обработать имеющиеся данные
- ▶ Рассмотреть применяемые методы характеристики, разрушающего или неразрушающего типа

## Разработка Программы для характеристики отходов (3)

- ▶ Слишком мало данных для характеристики: не будут выполнены поставленные задачи, а если слишком много данных: будут растрочены ресурсы
- ▶ Неточная характеристика: несоответствие упаковок требованиям = > потенциальный экологический риск при долгосрочном хранении и повышенные затраты на рекондиционирование
- ▶ Неточные характеристики одной упаковки: слабая значимость. Точность методов важна для менеджмента инвентарной активности отходов, направляемых в губу Сайда (не допускать систематического занижения)
- ▶ Организация Программы обеспечения качества

## Проблемы, связанные с характеристикой ТРО

- ▶ Каковы критерии приемлемости отходов для долговременного и окончательного хранения ?
- ▶ Какова характеристика в зависимости от типа отходов? Будет ли характеристика имеющихся отходов сложнее, чем характеристика будущих ?
- ▶ Какие установки для кондиционирования в Гремехе? => необходима ли углубленная характеристика в Гремехе для самых больших объемов существующих отходов (например, в здании 19)? Или же лучше делать ее в губе Сайда?

## Проблемы, связанные с характеристикой ТРО (2)



- ▶ Некоторые отходы будут кондиционироваться в местах своего нынешнего размещения (спецплощадка, ПЕК и др.) : по ходу этих операций можно проводить неразрушающие измерения и отбор образцов
- ▶ Будет ли оборудование для характеристики мобильным или встроенным в комплексы по кондиционированию (или и то, и другое)?
- ▶ На объекте в Гремике уже имеется определенное оборудование для характеристики (гамма-спектрометрия и системы типа ISOCS, возможность измерений в лабораторных условиях)

## Методы неразрушающего контроля, применимые в Гремике для определения активности отходов

- ▶ Определение мощности дозы
- ▶ Уровни активности гамма-источников
  - ♦ Гамма-спектрометрия с сегментацией и производные методы (коррекция на передачу, угловое распределение по секторам, и др.)
  - ♦ ~~Томография (передача, излучение)~~
- ▶ Бета-источники : метод корреляции
- ▶ Альфа-источники: метод корреляции
  - ♦ ~~Пассивный / активный счет нейтронов~~
- ▶ ~~Методы получения изображений в рентгеновских или в гамма-лучах~~
- ▶ Наличие фрагментов ОЯТ в отходах : использование пассивного счета нейтронов

## Определение трудноизмеряемых нуклидов: метод корреляции

- ▶ **Загрязненность отходов в Гремхе:**
    - ◆ **Определение легкоизмеряемых нуклидов (ETMN):**
      - $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{152}\text{Eu}$

Которые будут использованы в качестве векторов (ключевых нуклидов)
    - ◆ **Определение трудноизмеряемых нуклидов (DTMN) :**
      - Альфа-источники (изотопы Pu, Am, U)
      - Долгоживущие продукты деления :  $^{135}\text{Cs}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ , ...
      - Короткоживущие продукты деления :  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{93}\text{Mo}$ ,  $^{94}\text{Nb}$ ,...

Значения активности, определенные методом корреляции
  - ▶ **Определение корреляционных коэффициентов (SF) для DTMN : ( $^{63}\text{Ni}/^{60}\text{Co}$ ,  $^{99}\text{Tc}/^{137}\text{Cs}$  ..)**
  - ▶ **Измерение ключевых нуклидов неразрушающими способами (гамма-спектрометрия)**
  - ▶ **Расчет активностей DTMN**
- ▶ **Может понадобиться экспериментальная проверка SF**



## Замечания по отбору образцов и по анализам для характеристики трудноопределяемых радионуклидов (DTMN)

### Отбор образцов:

- Дорого,
- Требуются планы отбора образцов (напр. : метод Тагуши)
- Трудно получить репрезентативную выборку при разнородных отходах
- Требуется специальное оборудование: перчаточный бокс, горячая камера малого размера

### Анализы:

- Дороги и требуют много времени
- Для некоторых DTMN требуется сложное оборудование и установки для достижения необходимых пределов чувствительности
- Образцы должны быть достаточно активны, иначе средства расходуются на пределы чувствительности, однако необходимо :
  - обеспечить радиационную безопасность
  - строго соблюдать процедуру во избежание перекрестного загрязнения образцов

## Характеризация жидких радиоактивных отходов

- ▶ Существующие отходы
  - ◆ Независимо от выбора варианта по жидким отходам в Гремике : на площадке или вне площадки, требуется характеристика отходов
  - ◆ Усреднение некоторых жидких отходов
  - ◆ Отбор образцов и измерения в лабораторных условиях
  - ◆ Потребность в гомогенизации до отбора образцов
  - ◆ Имеются ли твердые отложения или пульпа на дне емкостей ?
  
- ▶ Будущие отходы
  - ◆ Временное хранение в емкостях, оборудованных средствами гомогенизации и отбора образцов
  - ◆ Отбор образцов и измерения в лабораторных условиях

## Контроль загрязнения поверхностей после очистки зданий

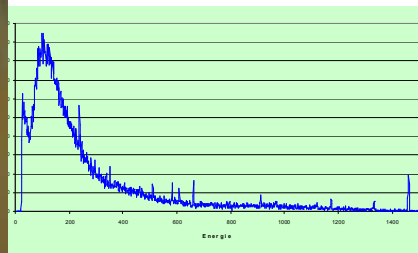
- ▶ Измерения сцинтилляционными детекторами на полимерной основе с большой рабочей площадью, или коллимированными гамма-спектрометрами
  
- ▶ Применение метода кригинга для обращения с отходами и интерпретации результатов
  
- ▶ аттестация на ограниченном количестве образцов и измерений в лабораторных условиях
  - ◆ Объем работ будет зависеть от оценки обеспечения безопасности и от задач, поставленных при очистке.

**Контроль поверхностей зданий после очистки:  
применение сцинтилляционных детекторов на  
полимерной основе**



**Время измерения = 30с):  
< 0,1 Бк.см<sup>-2</sup> (α и β)**

**Контроль поверхностей зданий после очистки:  
применение гамма-спектрометрии**



**Время измерения : 3 мин  
Площадь измерения : 4 ↔ 9м<sup>2</sup>  
<sup>137</sup>Cs – <sup>60</sup>Co : 0.1 Бк.г<sup>-1</sup>**



Характеризация грунта после очистки: использование мобильной лаборатории

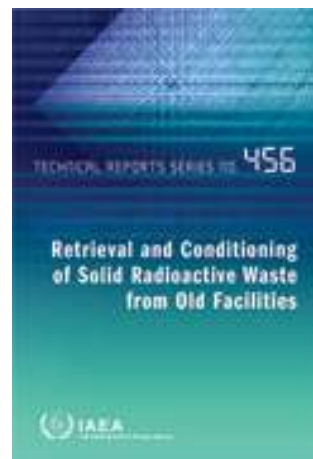
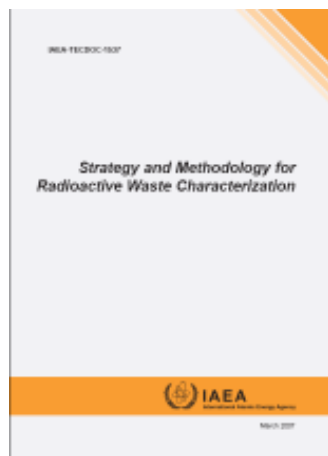


Гамма - спектрометрия



Радиохимические измерения на объекте (U, Pu, Sr)

- ▶ Вышеизложенное относится в основном к ТРО и ЖРО
- ▶ Следует срочно установить предварительные критерии приемлемости отходов для губы Сайда
- ▶ В Гремихе будет трудно применять сложные методы характеристики (персонал имеет квалификацию эксплуатационников и ремонтников) : *Придерживаться простых методов в Гремихе*
- ▶ Однако сведения о существующих отходах (паспорта) должны давать достаточно информации для принятия решения об их перевозке в Региональный центр в губе Сайда
- ▶ Будущие отходы будут легче поддаваться характеристике



- ▶ IAEA-TECDOC-1537
- ▶ TECHNICAL REPORT SERIES N°456



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**