



РОСАТОМ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ «МАЯК», г. Озерск

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

Определение характеристик РАО и обоснование их класса с использованием гамма-спектрометрической системы ISOCS

**Ефремова А. А., Антипин А.В., Антушевский А.С.,
Андронников П.А.**

**XIII международное совещание
«Проблемы прикладной
спектрометрии и радиометрии - 2015»**

05.10.2015-08.10.2015

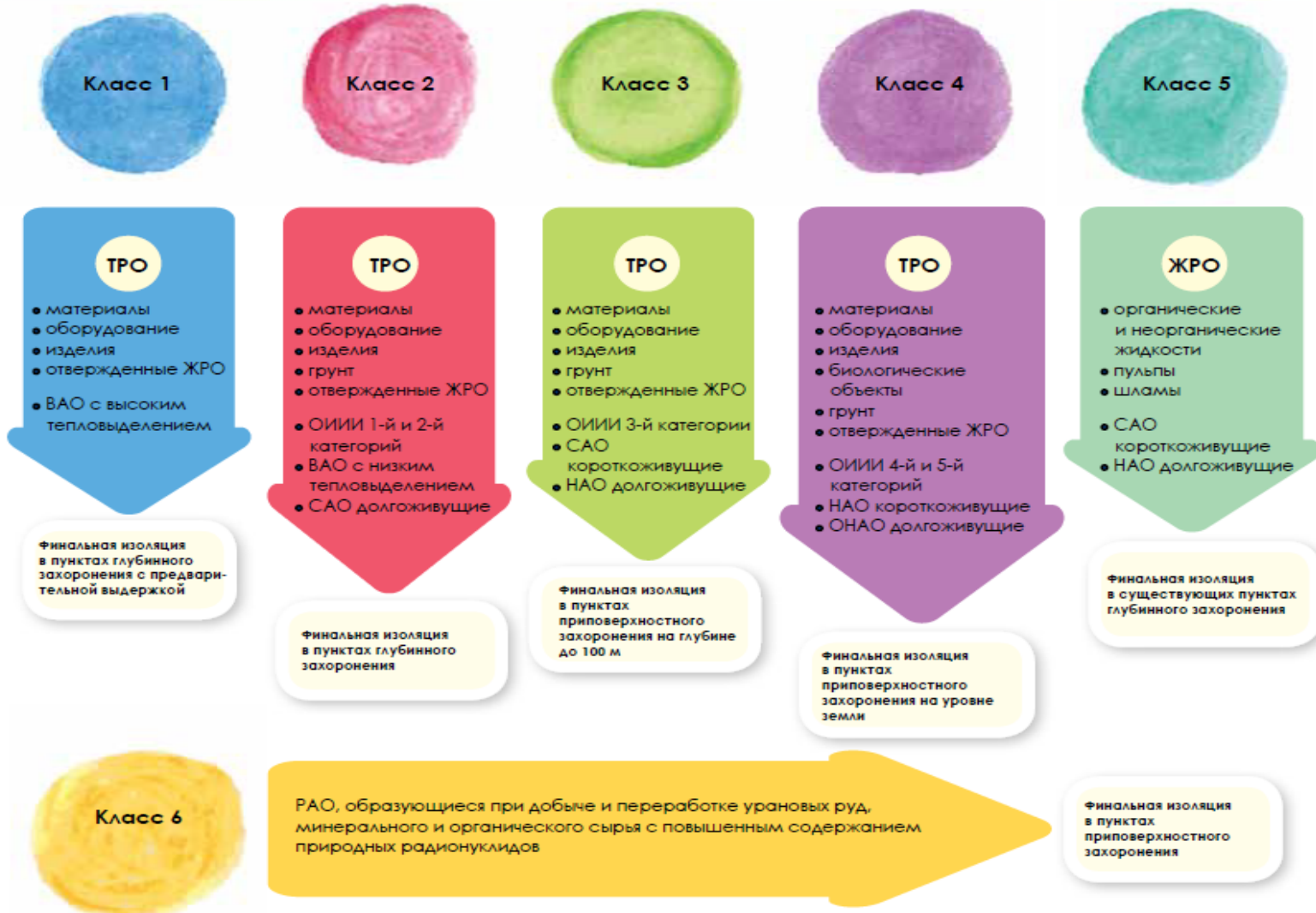
Образование РАО в России

500 млн. м³

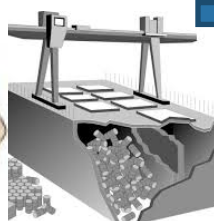
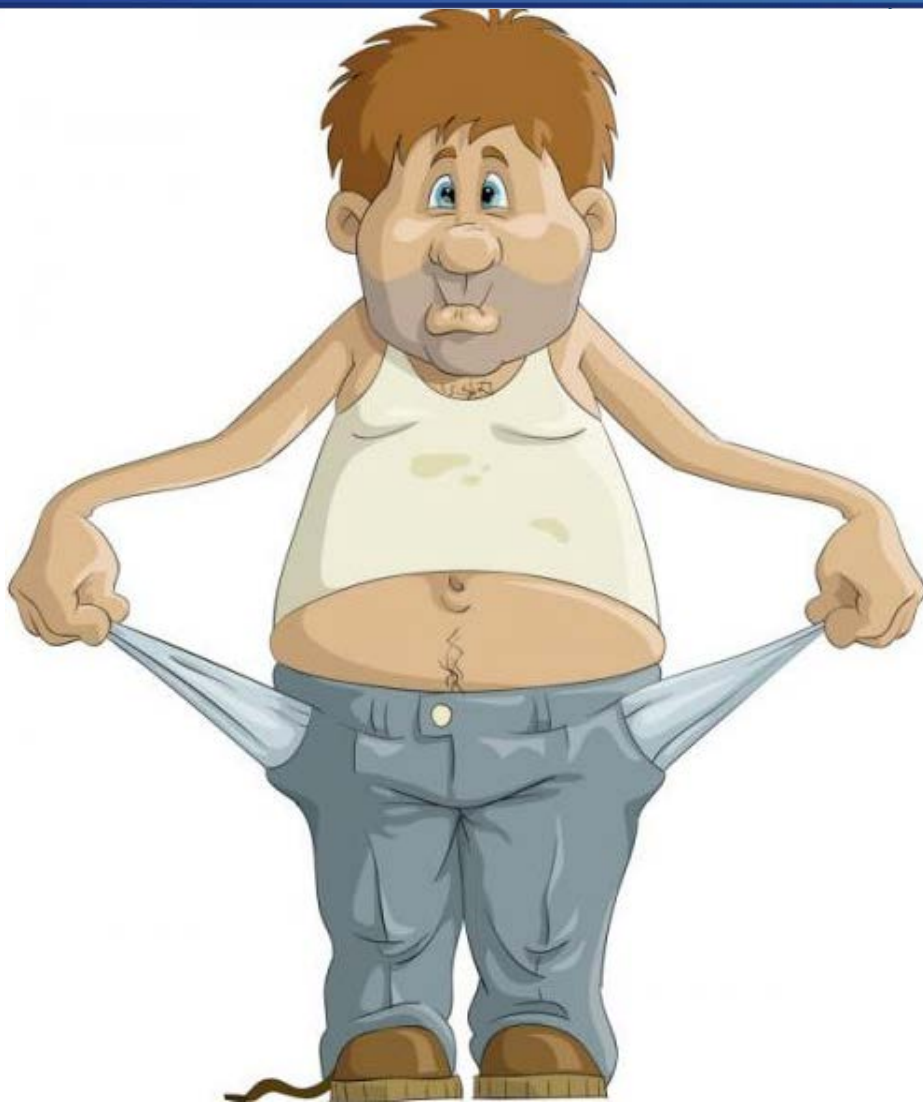
Прогноз образования РАО в России до 2025 г.



Федеральный закон № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ»



Оценка РАО: сегодня и завтра



СТАЛО

Класс РАО для целей захоронения	Тариф модели на 2012г. (тыс руб/м3)
Класс 1	1 500,0
Класс 2	593,6
Класс 3	105
Класс 4	10,9
Класс 5	0,293
Класс 6	0,249

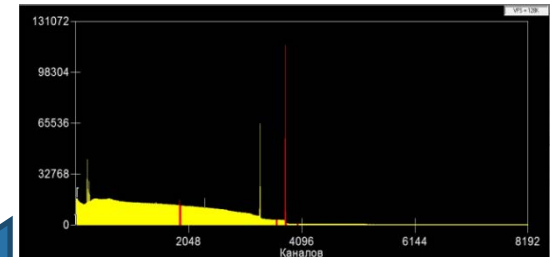
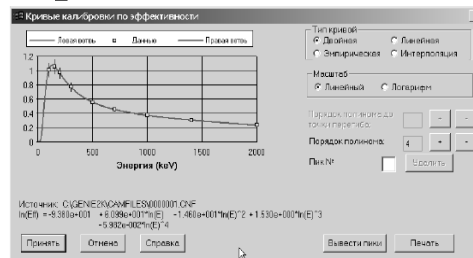
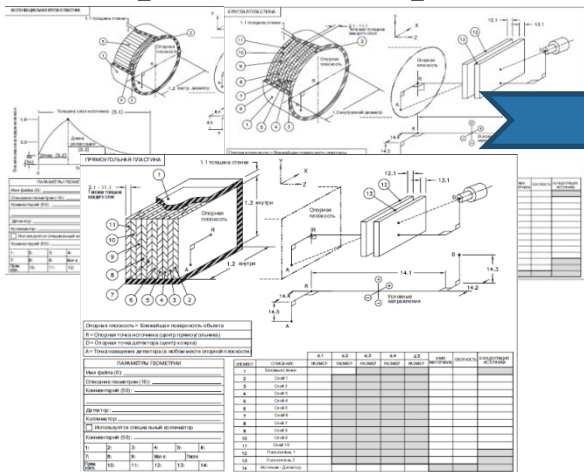


На периоде 2012 - 2035 гг. тарифы в модели растут пропорционально ИПЦ

Гамма-спектрометрическая система ISOCS

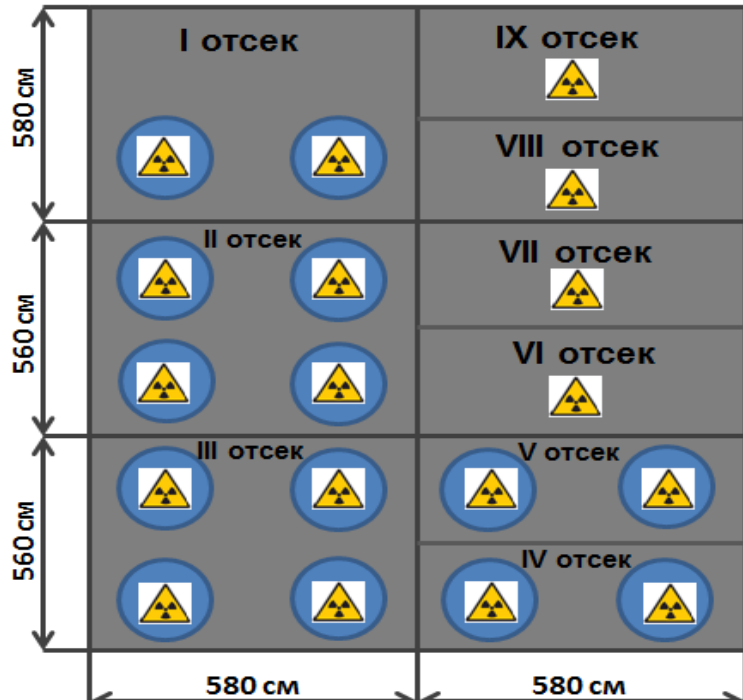
Процесс измерения ISOCS состоит из следующих этапов:

- Снятие характеристики детектора в заводских условиях
- Набор спектра образца
- Определение размеров и физического состава измеряемого объекта
- Формирование файла калибровки по эффективности для заданных условий измерения
- Применение полученной кривой эффективности для обработки набранных спектров



Результат определения
активности

Оценка активности ТРО в хранилище радиоизотопного производства



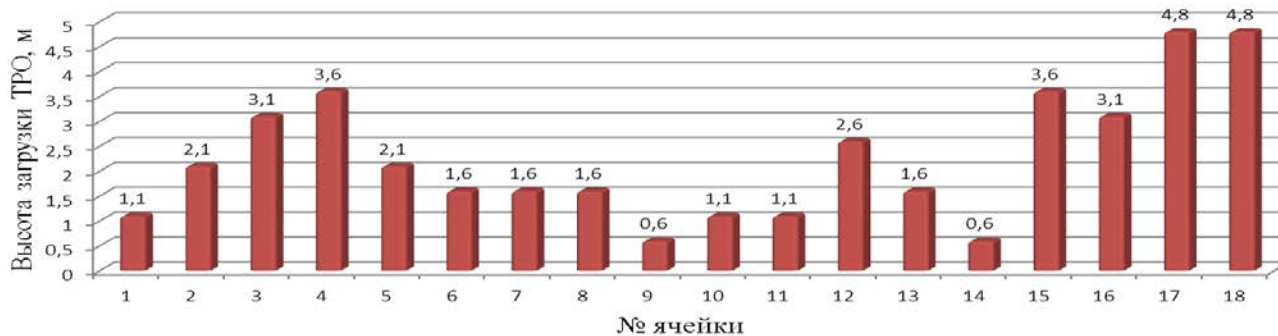
Элементы технологического оборудования



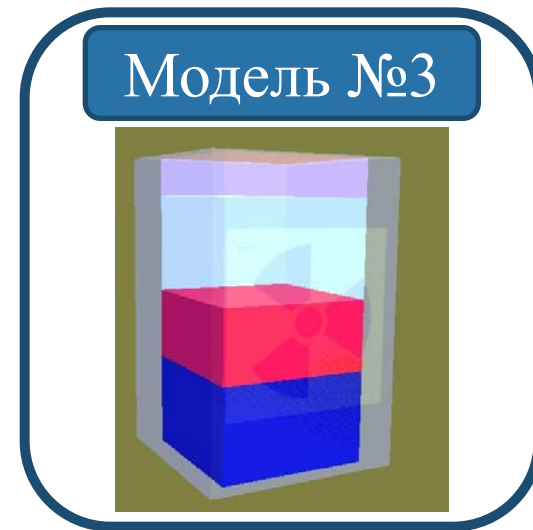
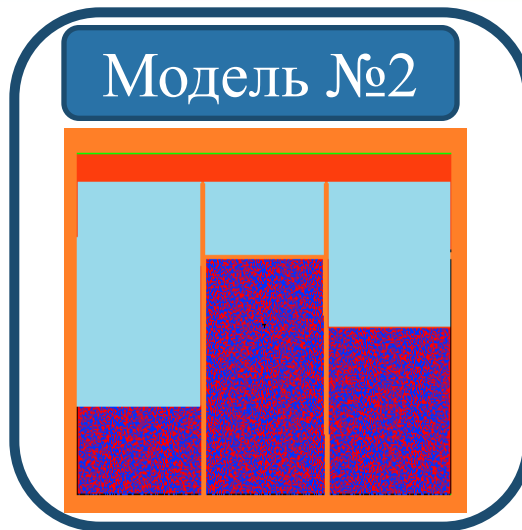
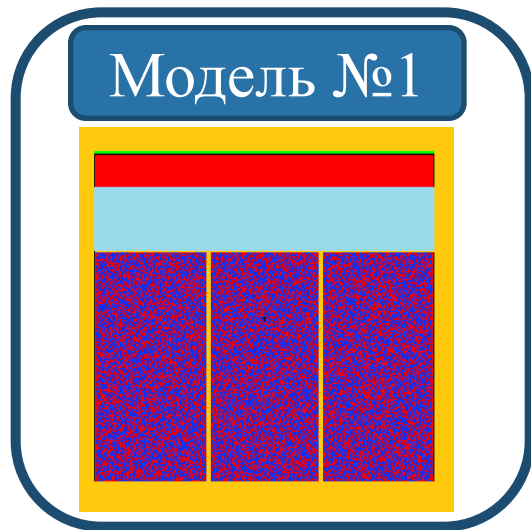
Оработанные ИИИ



Хранилище ТРО

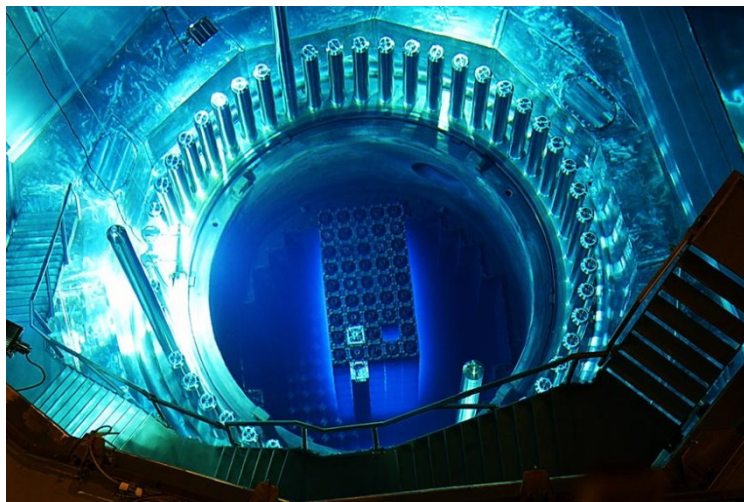


Расчетные модели хранилища



Наименование величины	Расчетные значения	Учетные данные
Активность ТРО, накопленных до 2000 года, Бк	$1,4 \cdot 10^{15}$	$1,6 \cdot 10^{15}$
Активность ТРО, накопленных после 2000 года, Бк	$5,4 \cdot 10^{15}$	$6,3 \cdot 10^{15}$
Суммарная активность ТРО, Бк	$6,8 \cdot 10^{15}$	$7,9 \cdot 10^{15}$

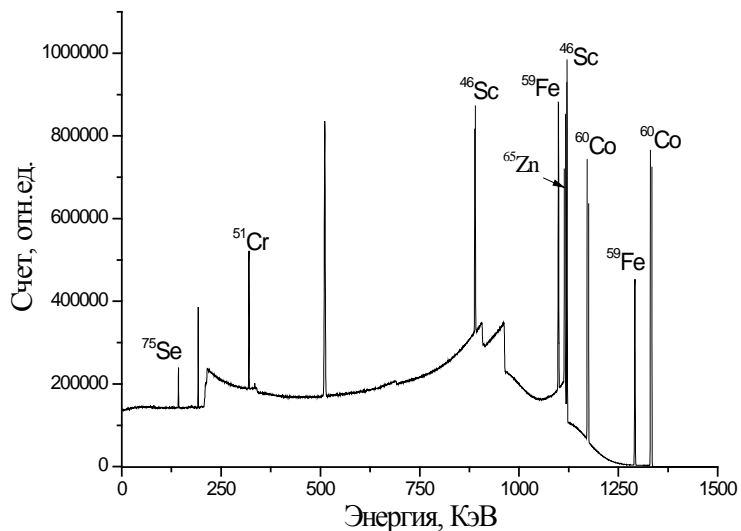
Отработанные блоки ЛБП



Облученные ЛБП

Поверхностное
загрязнение:
Co-60, Cs-137,
Cs-134

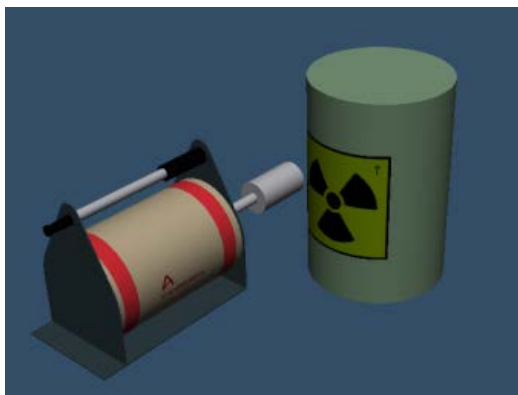
Наведенная
активность
на Al и
примесях



Элемент	Be	Ca	V	Cr
Содержание	0,0013	0,8982	0,0309	0,0228
Элемент	Ni	Cu	Zn	As
Содержание	0,0128	0,0009	0,0193	0,0044
Элемент	Mn	Fe	Mo	Co
Содержание	0,0088	1,0100	0,0009	0,0005

Отработанные блоки ЛБП

Радионуклид	T1/2, год	A _i , Бк	a _i , Бк/г				
			На 05.06.2015	1 год	5 лет	10 лет	15 лет
⁴⁶ Sc	0,23	5,0·10 ⁹	5,1·10 ⁴	2,6·10 ³	1,8·10 ⁻²	6,3·10 ⁻⁹	2,2·10 ⁻¹⁵
⁵¹ Cr	0,076	9,0·10 ⁸	9,2·10 ³	1,1	2,7·10 ⁻¹⁶	7,9·10 ⁻³⁶	2,3·10 ⁻⁵⁵
⁵⁴ Mn	0,856	9,2·10 ⁸	9,4·10 ³	4,2·10 ³	1,7·10 ²	3,2	5,9·10 ⁻²
⁶⁰ Co	5,271	2,0·10 ⁹	2,1·10 ⁴	1,8·10 ⁴	1,1·10 ⁴	5,7·10 ³	3,0·10 ³
⁶⁵ Zn	0,669	9,7·10 ⁹	9,9·10 ⁴	3,6·10 ⁴	6,0·10 ²	3,6	2,2·10 ⁻²
⁹⁵ Nb	0,069	1,2·10 ⁸	1,2·10 ³	5,9·10 ⁻²	3,6·10 ⁻¹⁹	1,1·10 ⁻⁴⁰	3,4·10 ⁻⁶²



$$a = A_i \cdot (m_{\text{ЛБП}} + m_{\text{ст}})^{-1}$$

A_i - активность i-радионуклида
измеренная ISOCS, Бк

m_{ЛБП} - масса ЛБП в стакан-таре
(по данным спец. учета), г

m_{ст} - масса стакан-тары (по КД), г



Класс 3



Финальная
изоляция в
пунктах
приповерхност-
ного захоронения
на глубине до
100 м

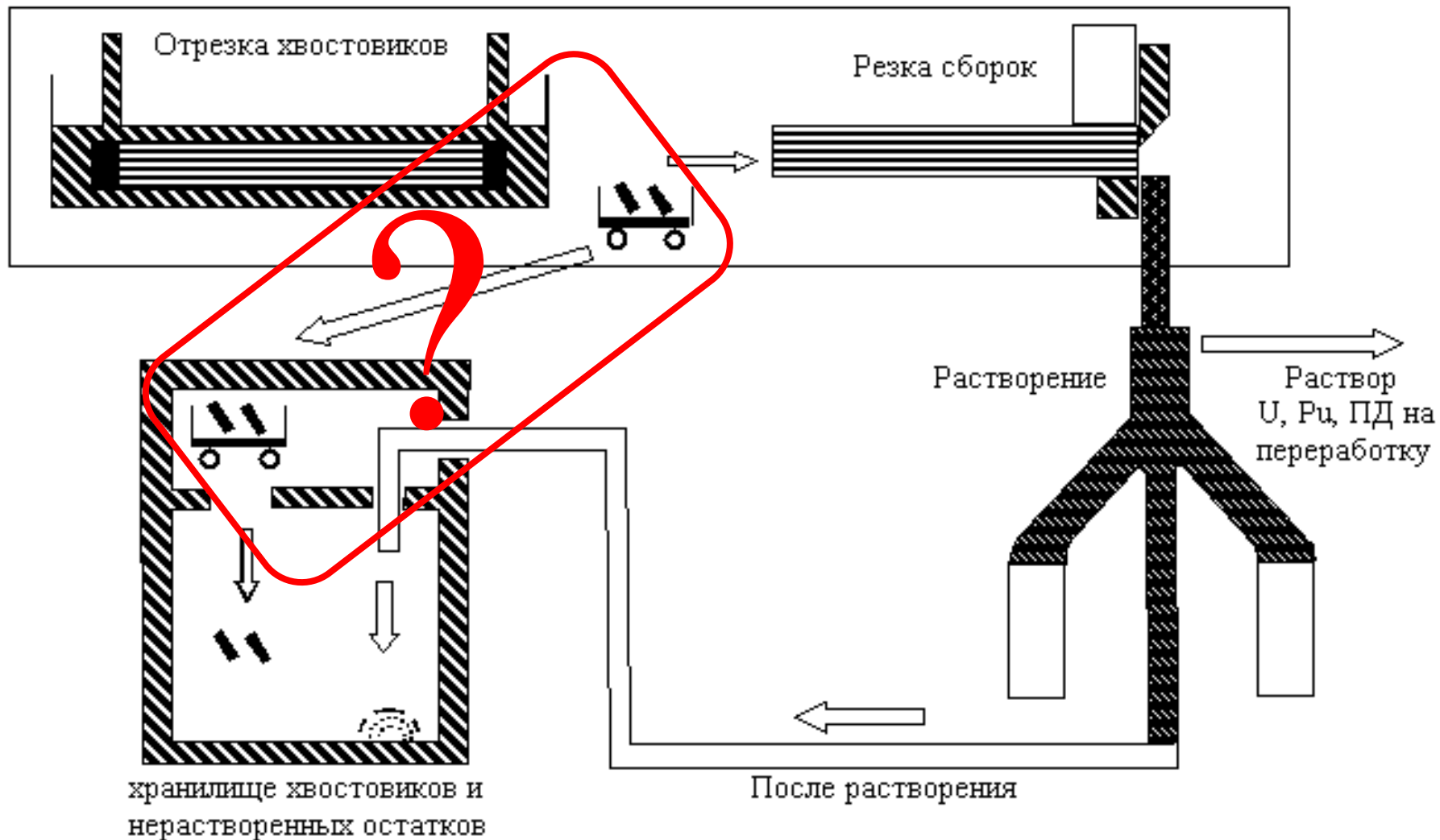


Класс 4



Финальная
изоляция в
пунктах
приповерхност-
ного захоронения
на
уровне земли

«Хвостовики»



Определение класса «хвостовиков» ВВЭР-440

Время выдержки, лет	$A_{уд}$ Mn-54, Бк/г	$A_{уд}$ Co-60, Бк/г	$A_{уд}$ общ, Бк/г	$A_{уд}$ общ с глин., Бк/г
4	$2,3 \cdot 10^6$	$4,1 \cdot 10^5$	$2,7 \cdot 10^6$	$9,0 \cdot 10^5$
6	$4,5 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$7,7 \cdot 10^5$	$2,6 \cdot 10^5$
8	$8,9 \cdot 10^4$	$2,4 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$
10	$1,8 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$6,8 \cdot 10^4$
12	$3,5 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$4,9 \cdot 10^4$
14	$6,9 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^4$
15	$3,1 \cdot 10^2$	$9,7 \cdot 10^4$	$9,7 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$
16	$1,4 \cdot 10^2$	$8,5 \cdot 10^4$		
18	$2,7 \cdot 10^1$	$6,5 \cdot 10^4$		
20	$5,3 \cdot 10^0$	$5,0 \cdot 10^4$		



Финальная изоляция
в пунктах
приповерхностного
захоронения на
глубине до 100 м

Средний срок
выдержки ОТВС,
поступающих на
переработку: 5-6 лет



Время промежуточного
хранения в бассейнах
выдержки ФГУП «ПО
«Маяк»: до 10 лет



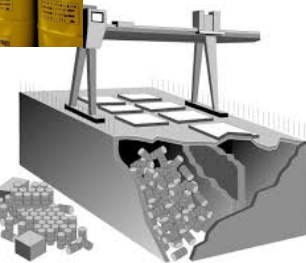
Общее время выдержки
до переработки: ~15 лет

Определение класса «хвостовиков» ОК-900

Радионуклид	Период полураспада, год	Удельная активность, Бк/г
Кобальт-60	5,27	$2,1 \cdot 10^3$
Необий-94	$2 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^1$
Цезий-137	30,17	$7,9 \cdot 10^2$



Финальная изоляция в пунктах приповерхностного захоронения на уровне земли



HO PAO

Спасибо за внимание !



Вопросы?