



***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
УЛЬТРАЗВУКА  
ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАО***

***Докладчик – Савкин А.Е.  
ГУП МосНПО «Радон»***





**Известное свойство ультразвука интенсифицировать процессы массообмена было использовано при переработке различных РАО:**

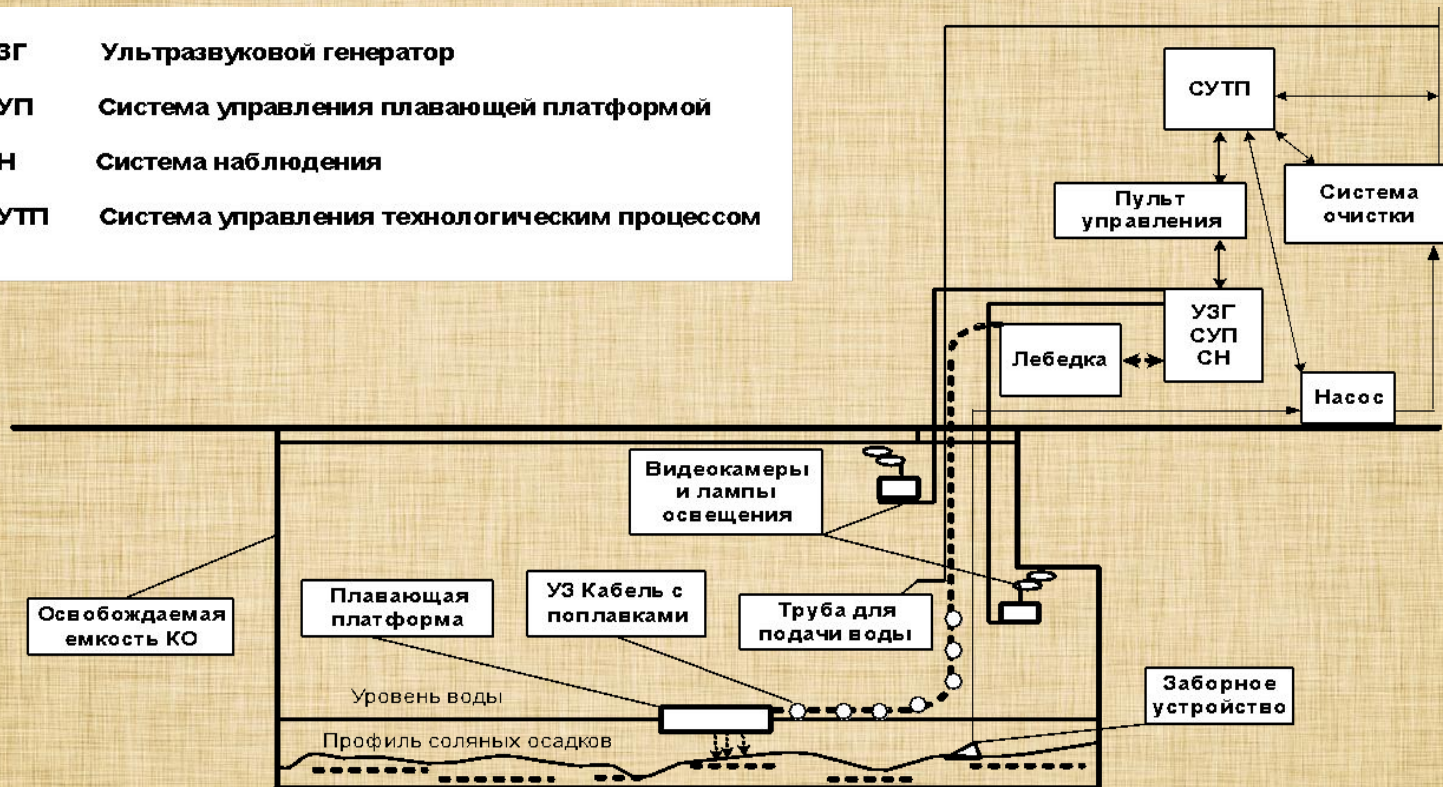
- **При растворении осадка кубовых остатков АЭС с реакторами ВВЭР;**
- **При дезактивации металлических РАО (МРО);**
- **При дезактивации грунтов, загрязненных радиоактивными веществами;**
- **При дезактивации бетона;**
- **При дезактивации ионообменных смол.**





# Схема очистки ЖРО

- УЗГ** Ультразвуковой генератор
- СУП** Система управления плавающей платформой
- СН** Система наблюдения
- СУТП** Система управления технологическим процессом







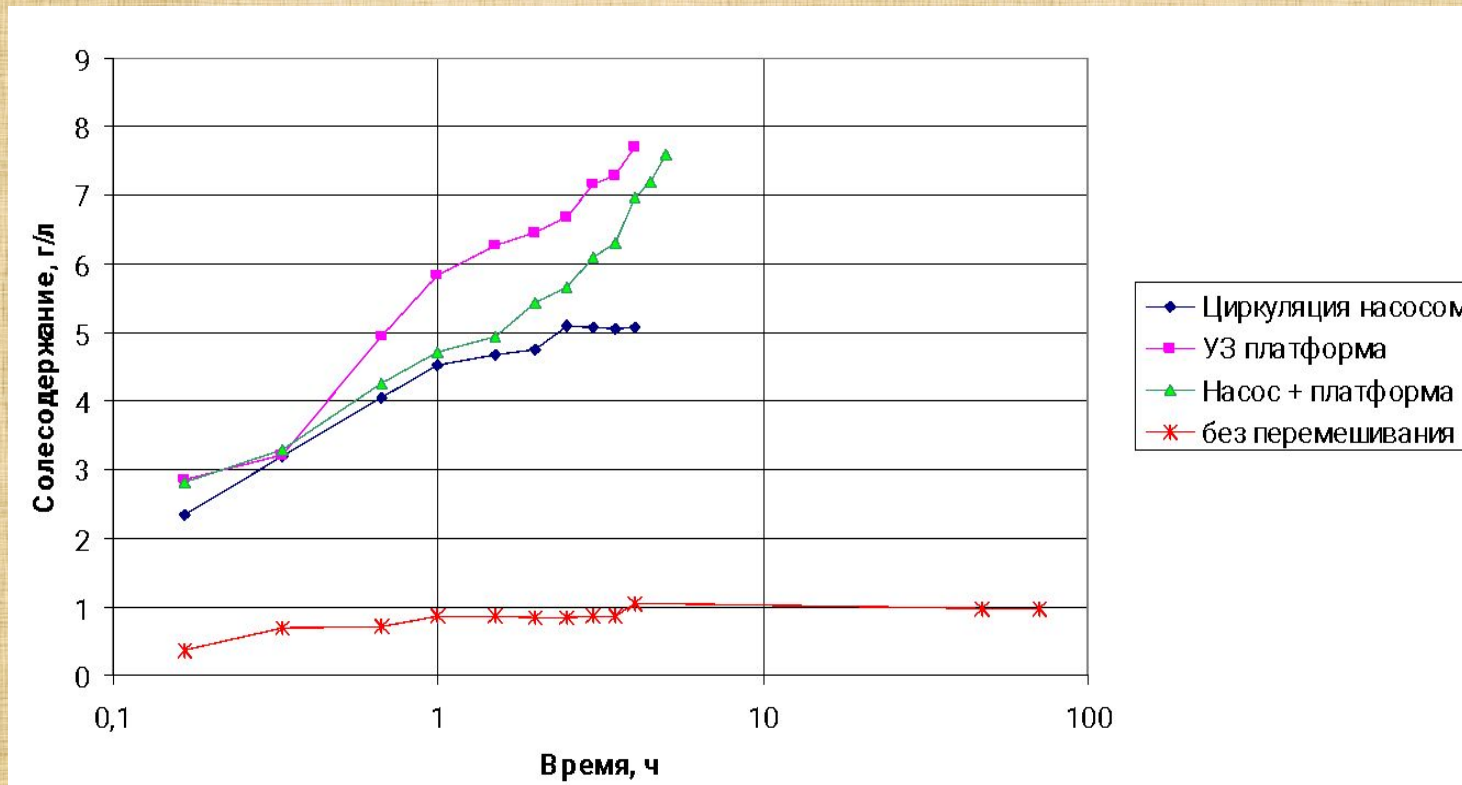
# Растворение бурь с помощью плавающей платформы







# Сводная таблица вариантов растворения тетрабората натрия







# Внешний вид установки во время испытаний







## Выводы

- Проведены испытания оборудования установки для растворения осадка на имитаторе и осадке кубового остатка Калининской АЭС. Установлено, что растворение осадка кубового остатка Калининской АЭС не вызывает технологических сложностей. Использование плавающей платформы, оснащенной ультразвуковыми излучателями, интенсифицирует процесс растворения ~ 1.5 раза по сравнению с насосом, обеспечивающим в емкости кратность обмена воды, равную 2 объемам/час.
- Проведены испытания оборудования установки для очистки от механических примесей на имитаторе раствора осадка. Установлено, что оборудование установки позволяет эффективно очищать ( $K$  очистки = 200) раствор от частиц  $> 80$  мкм и сгущать регенерат с используемых фильтров.
- После устранения отдельных недостатков установка может быть рекомендована для испытаний на Нововоронежской АЭС.





## Актуальность проблемы:

- Огромное количество МРО, накопленных на объектах ЯТЦ;
- Недостаточность предприятий, решающих проблему накопленных МРО;
- Отсутствие установок дезактивации МРО на объектах, где накоплены значительные количества МРО;
- Отсутствие развитой структуры инженерных сетей на многих объектах с МРО.

**Задача – внедрение автономной установки, позволяющей не только дезактивировать МРО, но и кондиционировать вторичные РАО**





# Испытание опытной установки на реальных фрагментах чехлов для размещения ОТВС

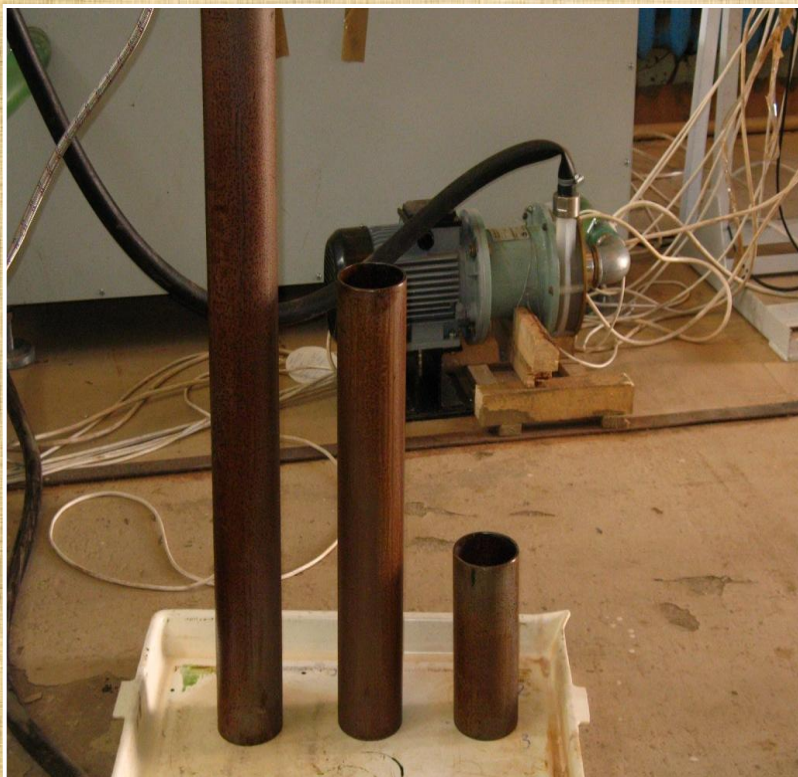


Внешний вид установки в губе  
Андреева





# Образцы труб до и после дезактивации







Испытания проводили на фрагментах чехлов для размещения ОТВС типов 22М и ЧТ-4, разделенные на три фрагмента (верхний, средний, верхний).



Вид фрагментов чехлов до (а) и после (б) дезактивации





# Результаты дезактивации фрагментов чехлов

Тип ДР, режим обработки, образец	№ точки измерения, уровень загрязнения, частиц/см <sup>2</sup> *мин		Коэффициент дезактивации
	До дезактивации	После дезактивации	
ДР 1, T = 50 °C, τ□ = 20 мин	I - 18000 III - 720 VI - 6130	I - 1000 II - 30 III - 15 IV - 20 V - 9 VI - 36	44.1
ДР 2, T = 50 °C, τ□ = 30 мин	I - 60 II - 120 III - 280 IV - 60 V - 102	I - 24 II - 54 III - 42	2.88
ДР 3, T = 50 °C, τ□ = 60 мин	I - 1800 II - 642 III - 684	I - 54 II - 35 III - 54	21.7
ДР 4, T = 50 °C, τ□ = 30 мин	I - 300 II - 90 III - 310 IV - 120 V - 14400	I - <6 II - <6 III - 12 IV - <6 V - 6	846





## Методы дезактивации грунтов, загрязненных РВ:

- снятие и последующее захоронение верхнего загрязненного слоя грунта (механический способ);
- дезактивация методом экранирования;
- очистка методом вакуумирования;
- химические методы дезактивации грунтов (промывка);
- биологические методы дезактивации (естественная дезактивация)





# Внешний вид опытной установки дезактивации грунтов







## Деактивация песка в

различных режимах ( $A_{исх} = 4.5 \cdot 10^5$  Бк/кг)

Концентрация $HNO_3$ , г/л	Объем песка, л	Объем раствора, л	Температура, $^{\circ}C$	Удельная активность песка (Бк/кг) при времени обработки, ч				Суммарный Кд
				1	3	5	10	
10	1	5	Комнатная	$2.1 \cdot 10^4$	$7.5 \cdot 10^3$	-	-	60
47	0.5	2	Комнатная	$5.3 \cdot 10^3$	$3.2 \cdot 10^3$	$3.4 \cdot 10^3$	$2.4 \cdot 10^3$	187
47	0.5	2	40	$5.9 \cdot 10^3$	$4.1 \cdot 10^3$	$3.5 \cdot 10^3$	$2.4 \cdot 10^3$	187
63*	1	5	комнатная	$7.1 \cdot 10^4$	$6.9 \cdot 10^4$	$6.6 \cdot 10^4$	$6.5 \cdot 10^4$	8.8
63**	1	5	комнатная	$5.1 \cdot 10^3$	$2.5 \cdot 10^3$	$2.2 \cdot 10^3$	$2.0 \cdot 10^3$	285

\* Без наложения УЗ, удельная активность исходного песка  $5.7 \text{ E}5$  Бк/кг.  
\*\* С наложением УЗ.





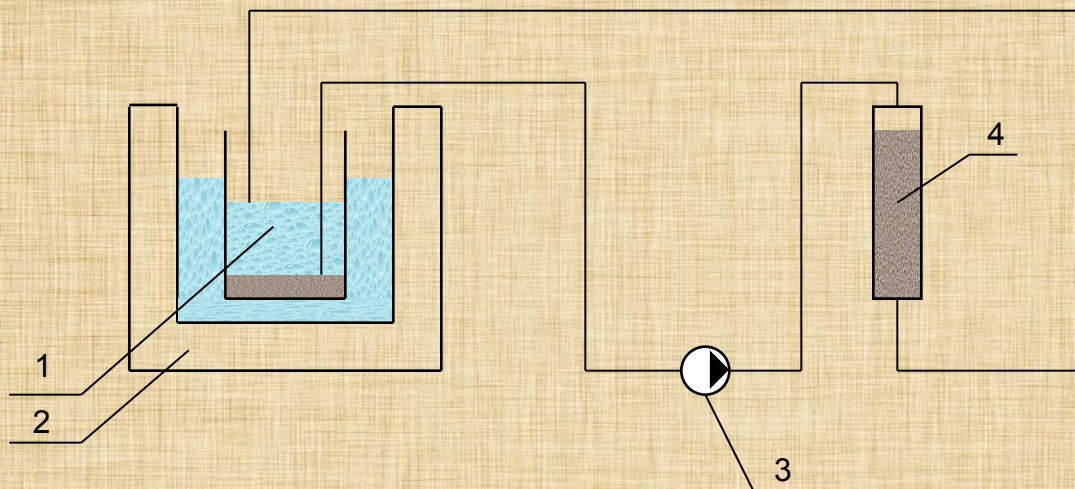
# Результаты дезактивации грунта РНЦ КИ (фракция 0.08 – 0.55 мм, начальная удельная активность – $2.9 * 10^4$ Бк/кг)

Концентрация $\text{HNO}_3$ , г/л	Объем грунта, л	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Удельная активность грунта (Бк/кг) при времени обработки, ч				Суммарный Кд
			1	3	5	10	
10	1	Комнатная	$8.9 * 10^3$	$6.1 * 10^3$	$2.65 * 10^3$	$2.1 * 10^3$	13.8
47	1	Комнатная	$7.9 * 10^3$	$3.3 * 10^3$	$2.2 * 10^3$	$1.6 * 10^3$	18.1
47	0.5	Комнатная	$3.4 * 10^3$	$3.0 * 10^3$	$2.6 * 10^3$	$1.4 * 10^3$	20.7
47	0.5	40	$2.4 * 10^3$	$1.7 * 10^3$	$1.3 * 10^3$	$1.1 * 10^3$	26.3





# Схема УЗ – дезактивации ИОС



**1 – емкость с ИОС, 2 – УЗ- ванна, 3 – насос, 4 – колонка с сорбентом**





# Результаты УЗ – дезактивации ИОС Курской АЭС

Удельная активность, Бк/кг	$^{137}\text{Cs}$	$^{94}\text{Nb}$	$^{60}\text{Co}$	$^{134}\text{Cs}$
До дезактивации	$6.8 \cdot 10^7$	$1.5 \cdot 10^5$	$4.6 \cdot 10^6$	$1.2 \cdot 10^5$
После дезактивации	$4.1 \cdot 10^2$	$1.6 \cdot 10^2$	$3.7 \cdot 10^3$	$<1 \cdot 10^2$





# Дезактивация бетона с использованием ультразвука

