

Измерительный радиационный
комплекс для обеспечения работ по
зачехловке разгерметизированного
ОЯТ АМБ на 1 и 2 блоках
Белоярской АЭС



*Аваев В.Н., Васюхно В.П., Яшников А.И.
(НИКИЭТ),*

Комплекс состоит из двух систем:

Система контроля распределения ОЯТ
по высоте кассет

Система контроля поступления топлива
на дно БВ

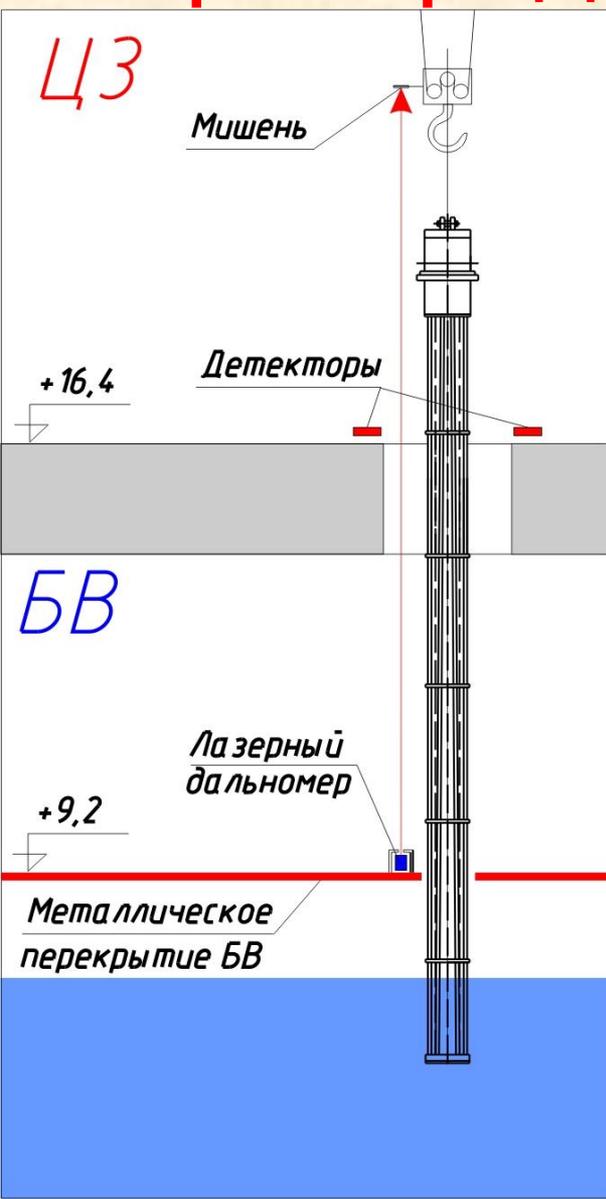
*Изготовлено два комплекта систем:
один для установки на блоке №1,
а второй – на блоке №2 БАЭС*

Структура построения систем

Каждая система может быть условно разделена на три составные части:

- **подсистема нижнего уровня** - средства измерения МЭД гамма-излучения и плотности потока нейтронов;
- **средства связи** - устройства обмена информацией между средствами измерения нижнего уровня и программой, установленной на компьютер рабочего места оператора;
- **подсистема верхнего уровня** – рабочее место оператора системы (компьютер с программным обеспечением);
- **подсистема контроля положения** – средство измерения положения кассеты относительно детекторов подсистемы нижнего уровня (только в системе контроля распределения ОЯТ по высоте)

Система контроля распределения ОЯТ по высоте кассет



Назначение:

Измерение МЭД гамма-излучения и плотности потока нейтронов по высоте кассет.

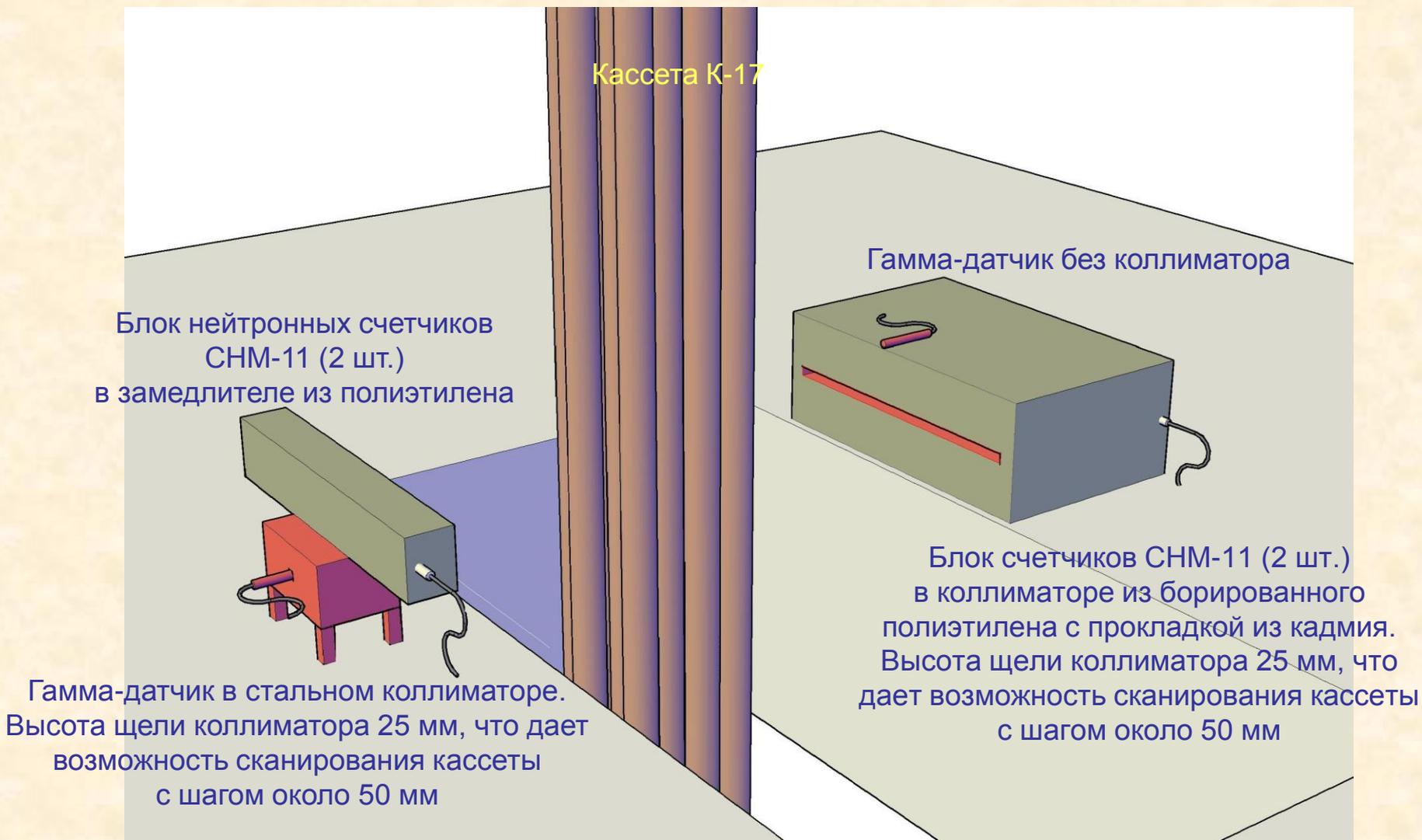
Состав:

Два гамма-канала (детекторы БДРС-07П) и два нейтронных канала (по два счетчика СНМ-11).

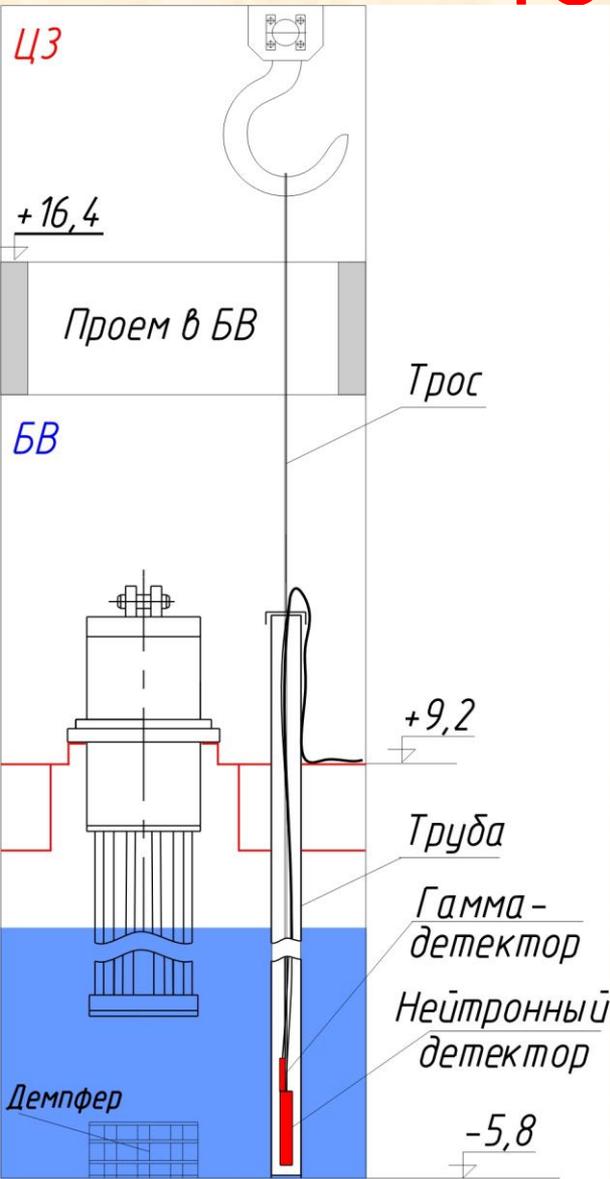
Диапазон измерений:

- МЭД гамма-излучения
 $100 \text{ мкЗв/ч} \div 100 \text{ Зв/ч}$;
- плотность потоков нейтронов
 $1 \times 10^{-3} \div 100 \text{ н/см}^2\text{с}$ (при МЭД до 15 Зв/ч).

Схема расположения детекторов системы на обрезе проема ЦЗ-БВ



Система контроля просыпей топлива на дне БВ



Назначение:

- измерение МЭД гамма-излучения и плотности потока нейтронов на дне БВ в районе узла загрузки;
- предварительное сканирование кассет типа К-17у по высоте.

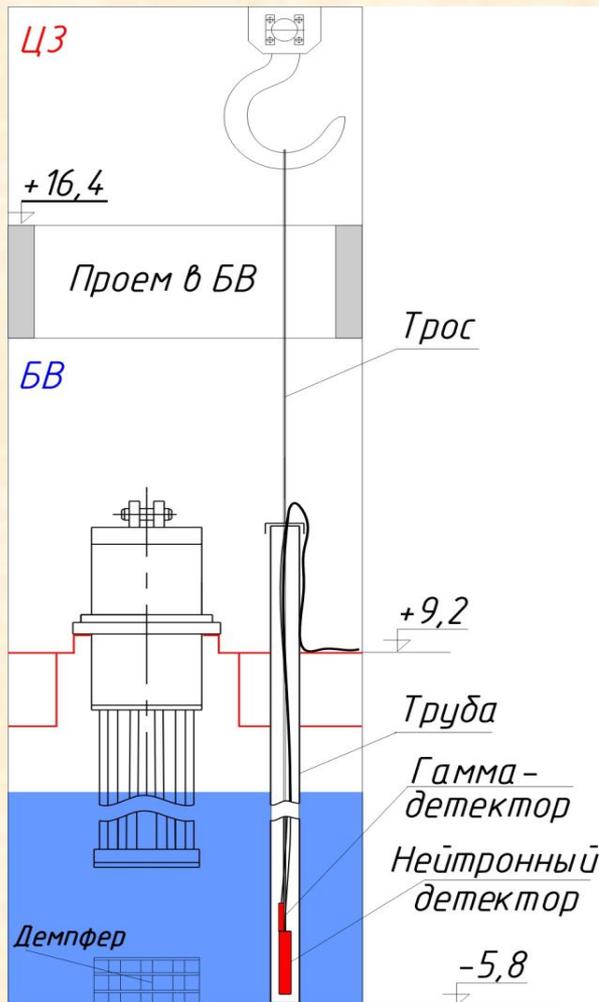
Состав:

Гамма-канал (детектор БДРС-07П)
Нейтронный канал (счетчик СНМ-18-1).

Диапазон измерений:

- МЭД гамма-излучения
100 мкЗв/ч ÷ 100 Зв/ч;
- плотность потоков нейтронов
 $1 \times 10^{-3} \div 100$ н/см²с (при МЭД до 1 Зв/ч).

Система контроля просыпей топлива на дне БВ



Средства измерения системы размещаются в сухой стальной трубе, установленной в БВ около узла загрузки.

Счетчик СМ-18-1 подвешен за трос для возможности его перемещения по трубе.

Блок детектирования БДРС-07П закреплен на тросе выше счетчика на 20 мм кабельными стяжками.

Технические средства комплекса

- гамма тракт (блоки детектирования БДРС-07П, блоки управления МКС-21П) изготовлен ЗАО «СНИИП-Плюс»;



- нейтронный тракт (счетчики нейтронов СНМ-11 и СНМ-18-1, блоки коммутации БКК-02 и БКК-02-01 и блоки питания БПК-02-02) изготовлен ЗАО НПЦ «АСПЕКТ»;



- коллиматоры (гамма и нейтронный), блок замедления, сухая труба и т.д. изготовлены Белоярской АЭС.

Технические средства комплекса

Все технические средства комплекса имеют Свидетельства о метрологической поверке



Управление комплексом

Рабочее место оператора системы состоит из компьютера с установленным на нем специализированным программным обеспечением.



Программное обеспечение комплекса

Специализированное программное обеспечение состоит из двух программ: «Бассейн» и «Кассета», обеспечивающих управление средствами измерения, сбор, обработку, визуализацию и хранение информации

БАСЕЙН
Программа контроля прослойки ОЯТ на дне БВ

КАССЕТА
Программа контроля процесса извлечения кассеты из БВ

Настройка системы
Используемые каналы:
 Гамма
 Нейтронный

Высота от дна БВ: 0,58
Нейтронный: 0,18

Время	Гамма	Нейтронный	Среднее	Стандартное отклонение	Среднее по высоте
01:00:00	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:05	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:10	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:15	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:20	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:25	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:30	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:35	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:40	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:45	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:50	1000	1000	1000	1000	1000
01:00:55	1000	1000	1000	1000	1000
01:01:00	1000	1000	1000	1000	1000

Протокол
Оператор системы: [Иванов]
Участки работы: [Василий, Осипов]
Дополнительная информация: Измерения проводились в БВ-1

КАССЕТА
Используемые каналы: Ц3

Настройка системы
Используемые каналы: Ц3

Протокол
Оператор системы: [Иванов] Кассета М: [42] Тип кассеты: [К-47]
Участки работы: [Василий, Осипов]
Дополнительная информация: Кассета извлечена из БВ-1 в Ц3-1

Гамма канал: превышение над фоном 50,00 раз (13:52:51)

Нейтронный канал: превышение над фоном 26,88 раз (13:58:21)

Гамма канал: превышение над фоном 50,00 раз (13:52:51)

Нейтронный канал: превышение над фоном 26,88 раз (13:58:21)

Измерительный комплекс в марте 2009 года прошел приемочные испытания на БАЭС

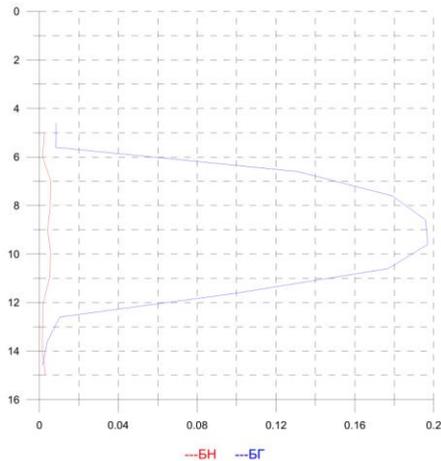
Протокол сформирован программой "БАСЕЙН" Протокол сканирования от 19.03.2009

Оператор системы: Яшников
Кассета №: 142
Участники работы: Васюшко, Оськин
Дополнительная информация: Сканирование кассеты в сухом канале в БВ-1. Датчики поднимаются снизу вверх, время набора нейтронного счетчика 100 с

Результаты измерений

Время	h ГБ, м	ГБ, Зв/ч	h НБ, М	НБ, н/см2/с	Примечания
9:35:44	14,6	1,50E-3	15,0	3,12E-3	кассета не установлена
9:48:01	14,6	1,51E-3	15,0	3,10E-3	кассета установлена
9:55:18	13,6	3,99E-3	14,0	1,44E-3	кассета установлена
10:04:55	12,6	1,03E-2	13,0	1,68E-3	кассета установлена
10:11:42	11,6	1,01E-1	12,0	1,95E-3	кассета установлена
10:18:16	10,6	1,77E-1	11,0	5,03E-3	кассета установлена
10:25:15	9,6	1,97E-1	10,0	5,75E-3	кассета установлена
10:32:01	8,6	1,96E-1	9,0	4,07E-3	кассета установлена
10:38:55	7,6	1,79E-1	8,0	5,51E-3	кассета установлена
10:46:05	6,6	1,31E-1	7,0	5,75E-3	кассета установлена
10:53:48	5,6	8,19E-3	6,0	1,68E-3	кассета установлена
11:00:21	4,6	8,50E-3	5,0	2,43E-3	кассета установлена

Результаты измерений в графическом виде



Оператор системы

/Яшников/

Протокол сформирован программой "КАССЕТА"

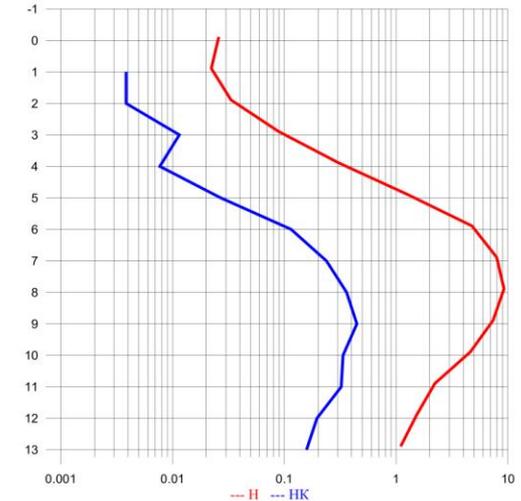
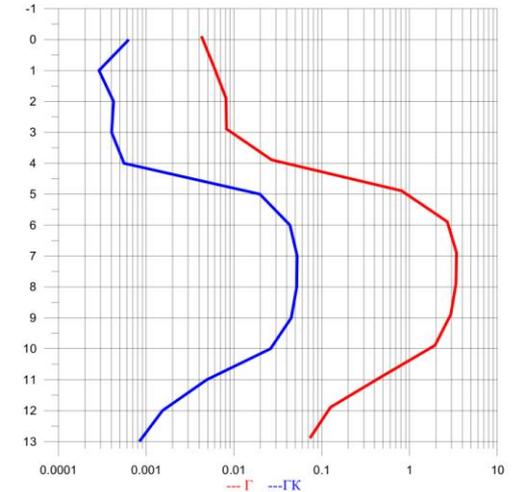
Протокол сканирования от 20.03.2009

Оператор системы: Яшников
Кассета №: 90
Участники работы: Васюшко, Оськин
Дополнительная информация: Кассета поднималась из БВ-2 в Ц3-2. (Кассета в чехле!)

Плотность потока нейтронов (н/см2/с) на дне БВ: МЭД (Зв/ч) на дне БВ:
в начале работы (10:40:24) 1,10E-2 в начале работы (10:41:08) 7,71E-3
в конце работы (11:27:15) 9,10E-3 в конце работы (11:27:58) 7,69E-3
макс. значение при работе 1,13E-2 макс. значение при работе 8,27E-3

Результаты измерений

Время	h Г, м	Г, Зв/ч	h ГК, м	ГК, Зв/ч	h Н, м	Н, н/см2/с	h НК, м	НК, н/см2/с
10:44:00	-0,11	4,25E-3	0	6,31E-4	-0,11	2,59E-2	0	0,00E0
10:47:17	0,89	5,91E-3	1,0	2,89E-4	0,89	2,22E-2	1,0	3,84E-3
10:50:37	1,89	8,08E-3	2,0	4,23E-4	1,89	3,33E-2	2,0	3,84E-3
10:54:01	2,89	8,19E-3	3,0	4,02E-4	2,89	8,86E-2	3,0	1,15E-2
10:57:30	3,89	2,68E-2	4,0	5,57E-4	3,89	3,07E-1	4,0	7,69E-3
11:00:45	4,89	8,09E-1	5,0	1,97E-2	4,89	1,26E0	5,0	2,69E-2
11:03:59	5,89	2,69E0	6,0	4,33E-2	5,89	4,78E0	6,0	1,15E-1
11:07:23	6,89	3,43E0	7,0	5,24E-2	6,89	7,95E0	7,0	2,38E-1
11:10:42	7,89	3,38E0	8,0	5,18E-2	7,89	9,24E0	8,0	3,61E-1
11:14:05	8,89	2,95E0	9,0	4,48E-2	8,89	7,38E0	9,0	4,46E-1
11:17:20	9,89	1,95E0	10,0	2,60E-2	9,89	4,63E0	10,0	3,35E-1
11:20:43	10,89	4,87E-1	11,0	4,89E-3	10,89	2,23E0	11,0	3,23E-1
11:24:06	11,89	1,26E-1	12,0	1,53E-3	11,89	1,53E0	12,0	1,96E-1
11:27:28	12,89	7,33E-2	13,0	8,34E-4	12,89	1,10E0	13,0	1,58E-1



Фрагменты
автоматически
сформированных
протоколов

Спасибо за внимание

Василий Николаевич Аваев

ОАО «НИКИЭТ»