



НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

КУРЧАТОВСКИЙ КОМПЛЕКС АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ НЕЙТРОННОГО ПОТОКА СИСТЕМЫ ВНУТРИРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЯ

Марков Д.С., Курченков А.Ю., Цветков А.Г., Конин Д.И., Мильто Н.В.

Научно-техническая конференция «Ядерное приборостроение: история,  
современность, перспективы»

# ВВЕДЕНИЕ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Возобновление экспериментальных работ на установках НИЦ «Курчатовский институт» и исследование характеристик ДПЗ.

## ЗАДАЧА ДЛЯ ИР-8:

Экспериментальное определение на реакторе ИР-8 скорости выгорания родиевых ДПЗ и доли реакторного гамма-излучения в полном сигнале ДПЗ.

## ЗАДАЧА ДЛЯ КРИТИЧЕСКОГО СТЕНДА «П»:

Перспективы проведения экспериментальных работ на стенде «П» с использованием родиевых ДПЗ.

# ИР-8, ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КАНАЛА

Таблица. Технические характеристики

Параметр	Значение
Поток тепловых нейтронов	$2.3e+14 \frac{n}{cm^2 * c}$
Мощность	8 МВт
Высота зоны	600 мм

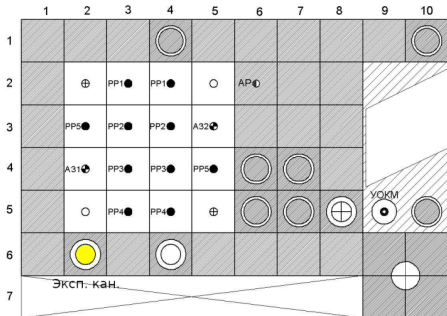


Рисунок. Картограмма расположения экспериментального канала

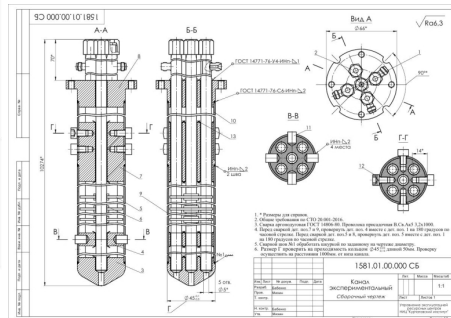


Рисунок. Чертеж экспериментального канала

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КАНАЛА

Таблица. Максимальные плотности потока нейтронов в гермочехах (ячейках)  
при мощности реактора 1 МВт,  $\frac{1}{\text{см}^2 \cdot \text{с}}$

Энергия нейтронов, эВ	1	2	3	4	5
0.00e+00	1.30e+13	1.20e+13	1.40e+13	1.46e+13	1.26e+13
6.25e+01	5.89e+12	5.09e+12	6.29e+12	6.95e+12	5.61e+12
5.53e+03	1.93e+12	1.68e+12	2.09e+12	2.35e+12	1.89e+12

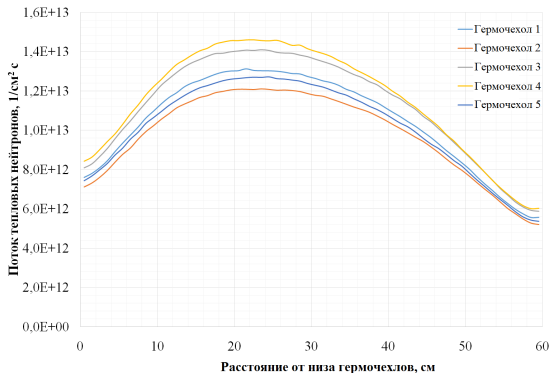


Рисунок. Распределение плотности потока тепловых нейтронов по высоте ячеек

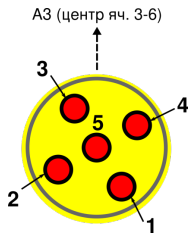


Рисунок. Нумерация гермочехлов канала при штатной ориентации

# ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ ИР-8



Рисунок. Аппаратура сбора данных

Основные характеристики:

- Измерение с учетом фоновых токов;
- Диапазон измерений до 5 мкА;
- Интервал измерений 1с;
- Четыре измерительных канала;
- Резервное сохранение данных;
- ДПЗ с родиевым эмиттером диаметром 0.5 мм и длиной 250 мм.

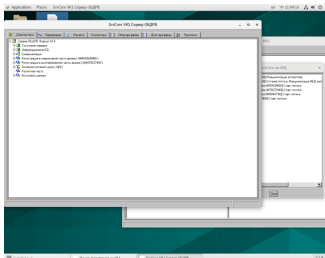
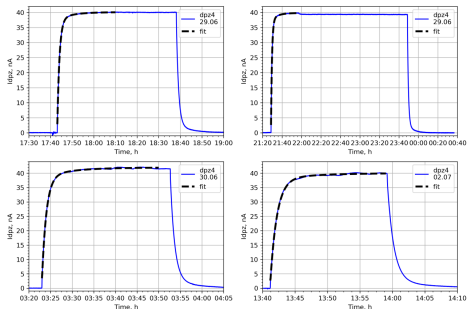


Рисунок. Программа SKIF для сбора данных



# ИДЕНТИЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

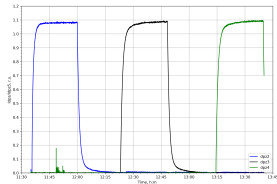
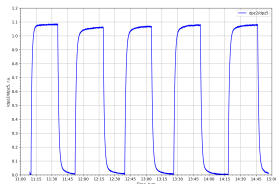
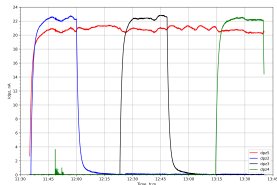
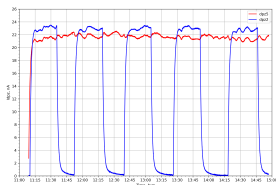


Рисунок. Идентичность ячеек канала

Рисунок. Идентичность детекторов

Таблица. Идентичность ячеек, относительно их среднего значения

Ячейка	Норм, %
3	$+0.8 \pm 0.2$
2	$-1.0 \pm 0.2$
1	$-0.4 \pm 0.2$
4	$+0.6 \pm 0.2$

Таблица. Идентичность ДПЗ, относительно их среднего значения

ДПЗ	Эксп, %	Пасп, %
2	$-0.5 \pm 0.2$	-0.07
3	$+0.0 \pm 0.2$	+0.02
4	$+0.5 \pm 0.2$	+0.04

# ВЫГОРАНИЕ Rh ДЕТЕКТОРОВ

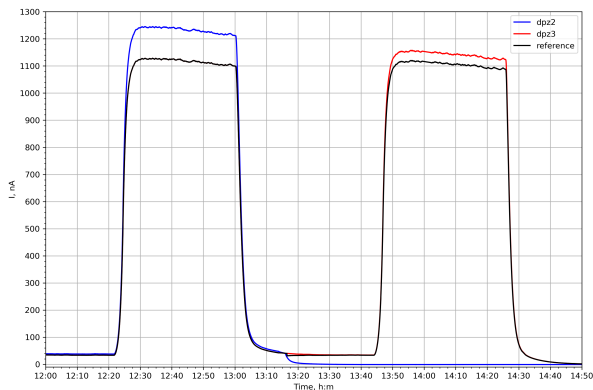


Рисунок. График сравнения выгоревшего и невыгоревшего Rh ДПЗ

Таблица. Выгорание Rh ДПЗ

Параметр	Значение
Заряд	26 Кл
Выгорание, расч.	7.0 %
Выгорание, эксп.	$6.8 \pm 0.2$ %
Выгорание, мод.	6.6 %

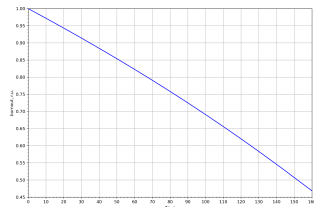


Рисунок. Расчетная скорость выгорания детектора в зависимости от протекшего заряда

# Доля реакторного гамма-излучения в полном сигнале ДПЗ

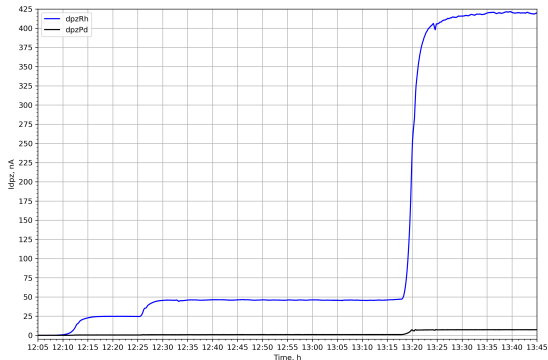


Рисунок. Сравнение сигналов Rh и Pd детекторов

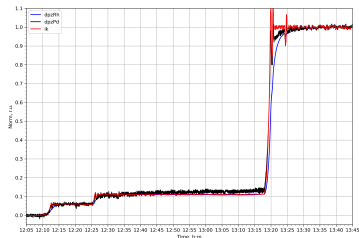


Рисунок. Нормированный график сигналов детекторов и ИК

Доля реакторного гамма-излучения в полном сигнале ДПЗ составила  $\sim 2\%$



# КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД «П»

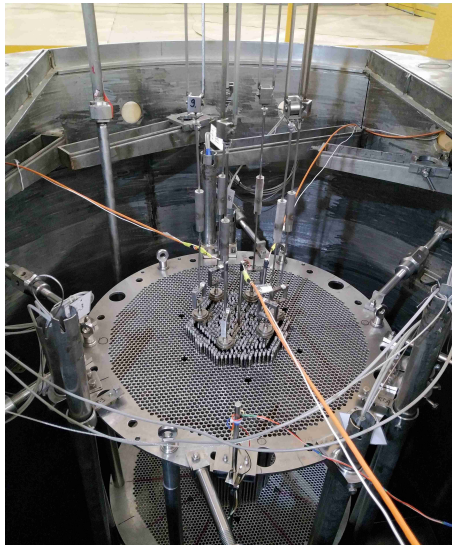


Рисунок. Конфигурация зоны стенда «П»

Таблица. Технические характеристики

Параметр	Значение
Поток нейтронов	$1.0e+07 \frac{n}{\text{см}^2 \cdot \text{с}}$
Мощность	200 Вт
Высота зоны	В зависимости от крит. уровня

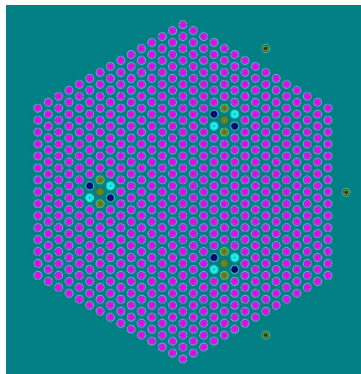


Рисунок. Поперечное сечение расчетной модели одной из загрузок

# ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ СТЕНДА «П»

Основные характеристики:

- Три измерительных канала;
- Фоновые токи не учитываются;
- Измерение тока до  $1.0e-13$  А;
- Интервал измерений 0.1 с;
- ДПЗ с родиевым эмиттером диаметром 0.5 мм и длиной 500 мм.

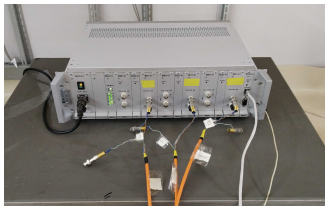


Рисунок. Аппаратура сбора данных

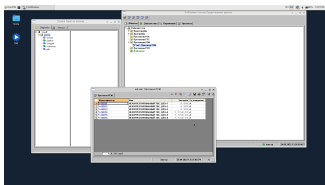


Рисунок. Программа SKIF для сбора данных

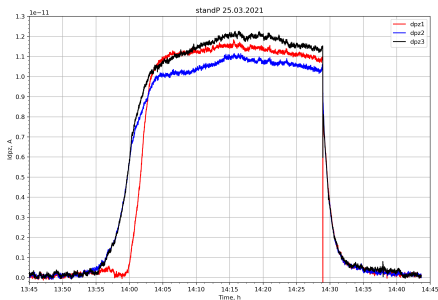


Рисунок. Результаты измерений полученные в рамках пусконаладочных работ

# ИДЕНТИЧНОСТЬ ДЕТЕКТОРОВ

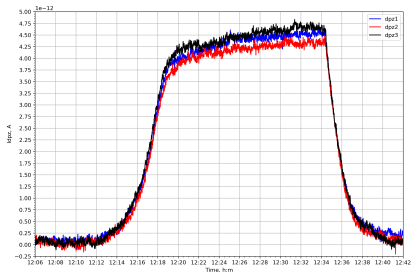
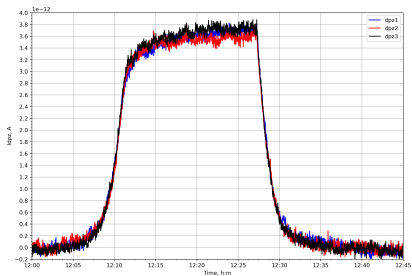


Рисунок. Идентичность Rh ДПЗ

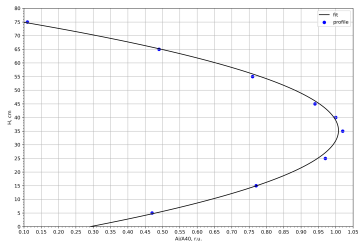


Рисунок. Распределение относительного энерговыделения твэлов по высоте

Таблица. Идентичность ДПЗ, относительно их среднего значения

ДПЗ	Эксп, %	Пасп, %
1	$-0.3 \pm 1.4$	+0.01
2	$-1.4 \pm 1.6$	+0.02
3	$+1.7 \pm 1.3$	-0.03

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА СТЕНДЕ «П»

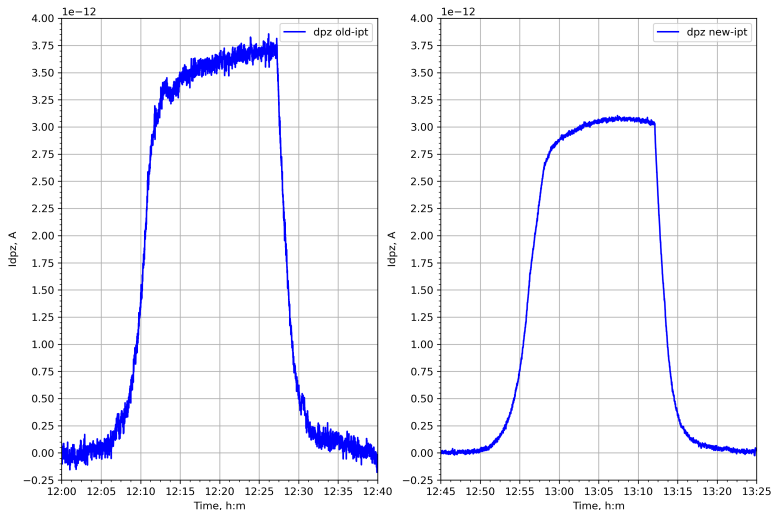


Рисунок. Сравнение возможностей старого и нового оборудования для измерения токов

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## ИР-8:

- Создан экспериментальный измерительный комплекс для проведения исследовательских работ.
- Проведены пусконаладочные работы с изучением особенностей измерительного тракта.
- Получены первые результаты по выгоранию Rh ДПЗ, которые совпадают с расчетными данными.
- Получены первые результаты по доле реакторного гамма-излучения в полном сигнале ДПЗ.

## «СТЕНД П»:

- Создан экспериментальный стенд для проведения исследовательских работ на стенде «П».
- Исходя из имеющихся технических возможностей идентичность Rh детекторов определяется на уровне нескольких процентов.
- Ведутся работы по улучшению результатов.

# Спасибо за внимание!

