



ФЭИ
РОСАТОМ

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ПО РАСЧЕТНОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА КРИТИЧЕСКИХ СТЕНДАХ БФС

Зуйков А.А., Семенов М.Ю., Тормышев И.В., Перегудов А.А., Бедняков С.М.,
Михайлов Г.М., Лосев В.В., Изотов В.В.




Эксперименты на БФС дают ценную информацию для проектов быстрых реакторов, однако сборки представляют собой довольно сложную конфигурацию для инженерных кодов. Поэтому использование кодов, основанных на методе Монте-Карло, является наилучшим решением для сведения к минимуму погрешностей, зависящих от программы. Однако, создание подобных расчетных заданий является сложной и трудоемкой задачей, которая требует привлечения высококвалифицированных специалистов.

В связи с этим, было принято решение о создании комплекса программ, способного автоматическим образом из электронной базы данных экспериментов, выполненных на критических стендах БФС, формировать расчетные задания на прецизионные коды и инженерные. Благодаря этому комплексу может быть достигнута:

- Высокая точность численных методов анализа НФХ
- Точность моделирования, а это решающий фактор при сооружении реактора
- Точность экспериментальных исходных данных при оценке неопределенности

Комплекс критических сборок быстрых физических стенов (БФС)

- Единственный в мире экспериментальный инструмент для полномасштабного моделирования ядерных реакторов с быстрым спектром нейтронов

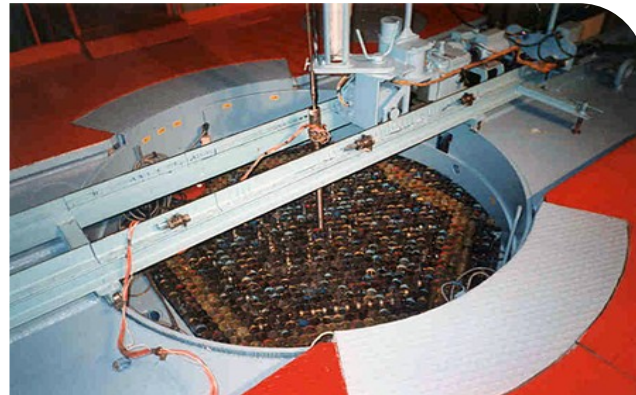

БФС находится в
АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»
в Обнинске, Калужская
обл.

- Материалы стенов позволяют моделировать активные зоны, зоны воспроизводства, отражатели, внутриреакторные хранилища и внутрикорпусные защиты, а также топливные циклы и хранилища ОЯТ и РАО

- Уникальная экспериментальная база для:
 - исследования физики быстрых реакторов любой мощности,
 - решения проблем безопасности,
 - оптимизации активных зон реакторов,
 - выжигания минорных актинидов,
 - утилизации оружейного плутония

БФС-1

Комплекс для сборки бенчмарк-моделей



БФС-2

Крупнейшая в мире экспериментальная установка



Характеристики критстендов

	 БФС-1	 БФС-2
Мощность, кВт	0,2	1,0
Размер, м	Диаметр—2,0 Высота —2,2	Диаметр—5,0 Высота —3,2
Плотность потока быстрых нейтронов, нейтр-см ⁻² ·с ⁻¹	10 ¹⁰	10 ⁹
Максимальная мощность моделируемых реакторов, МВт	350 (эл.)	3000 (эл.)
Моделируемый теплоноситель	Na, Pb, Pb-Bi, вода, газ	
Отражатель	U, UO ₂ , Pb, Pb-Bi, сталь и др.	
Замедлитель для легководных реакторов	полиэтилен, графит	





Опыт исследований на БФС

Практически все быстрые реакторы СССР и России моделировались на критических стендах БФС

ИБР-2
1981



Введенные в эксплуатацию

БОР-60
1969



БН-350
1973



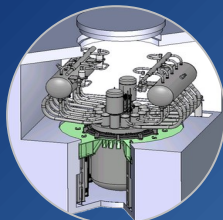
БН-600
1980



БН-800
2015

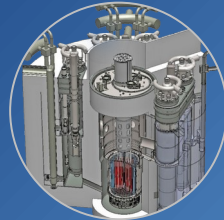


СВБР-100

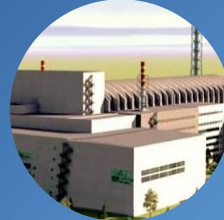


Перспективные реакторы

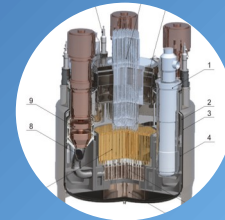
БРЕСТ-ОД-300



МБИР



БН-1200

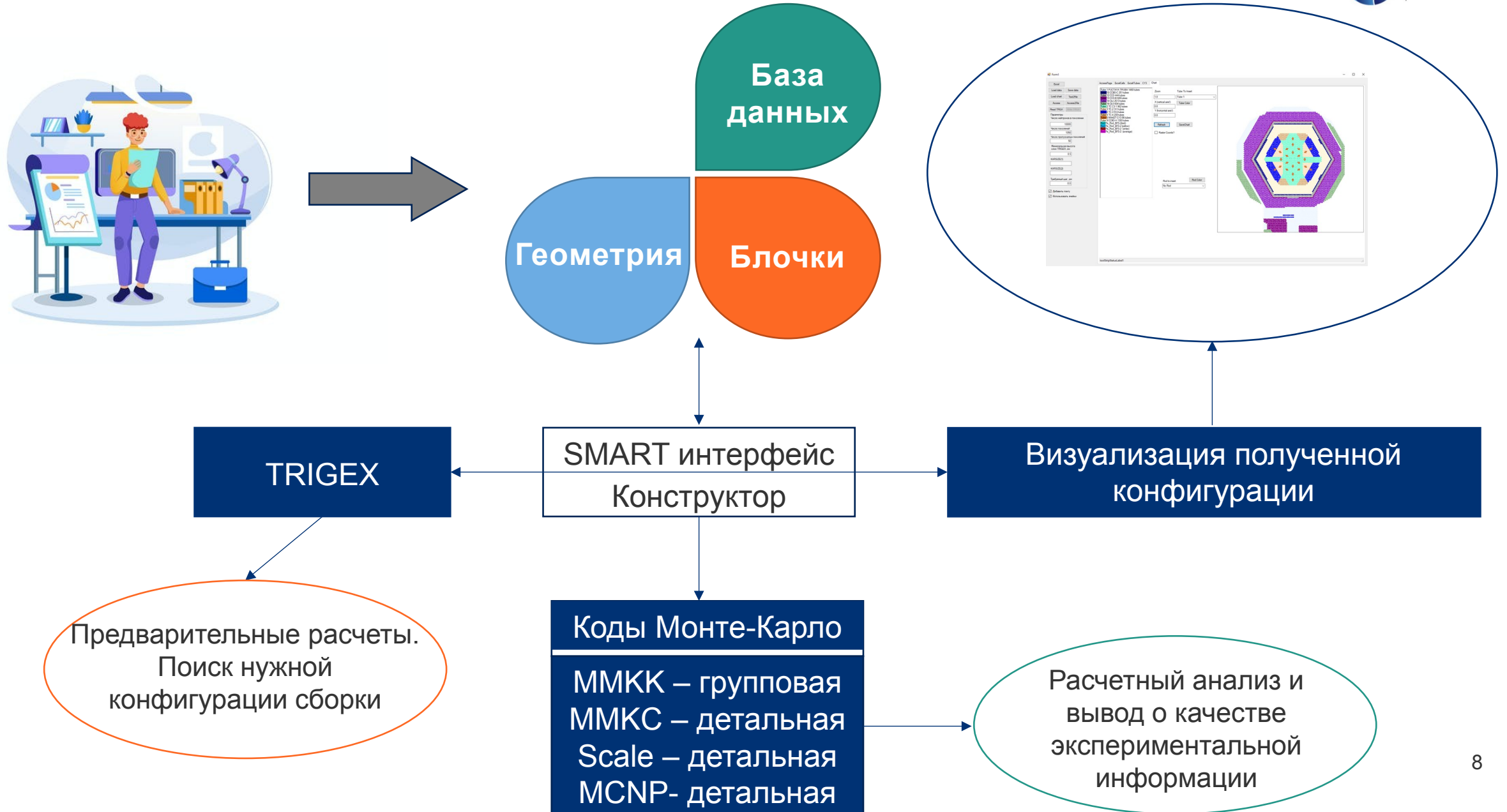


Регламент организации экспериментальных работ и документирования их результатов для последующей обработки и внесения в базы данных проекта «Прорыв»

- 1 Планирование и обоснование эксперимента, предтестовые расчеты
- 2 Расчетное сопровождение эксперимента
- 3 Первичный и углубленный анализ экспериментальных данных
- 4 Оценка экспериментальных данных
- 5 Оценка информативности полученных результатов



Блок-схема платформы



Как работает платформа?



Form1

Excel AccessPage ExcelCells ExcelTubes CY3 Chart

Load data Save data Load chart Text2File Access Access2File Read TRGX Write TRGX

Параметры
Число нейтронов в поколении: 10000
Число поколений: 1050
Число пропускаемых поколений:

Tube 1 PUCTAYA TRUBA 1460 tubes
Tube 10 CCBO-C 251 tubes
Tube 12 CCO 444 tubes
Tube 13 CCO-B 606 tubes
Tube 14 CbJ 2613 tubes
Tube 16 Cb3 604 tubes
Tube 2 TC C3-1 962 tubes
Tube 3 TC-2 311 tubes
Tube 4 TC-3 512 tubes
Tube 5 TC-4 208 tubes
Tube 6 MAKET CY3 96 tubes
Tube 9 CCBO-A 1393 tubes
Rod Pe_Rod_BFS-2(red)
Rod Pe_Rod_BFS-2 (yellow)
Rod Pe_Rod_BFS-2 (white)
Rod Pe_Rod_BFS-2 (average)

Zoom: 1.0
Tube To Insert: Tube 1
Tube Color
X (vertical axis!): 0.0
Y (horizontal axis!): 0.0
Refresh SaveChart
 Raster Coords?

Сохранение

« Новый том (E:) » work » Демонстрация работы » Задания

Поиск: Задания

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
Zadanie_1	20.10.2023 10:05	Scale Input File	85 КБ
Zadanie_1_cells_compositions	20.10.2023 10:05	Файл	21 КБ
Zadanie_1_chart	20.10.2023 10:05	Файл	55 КБ
Zadanie_1_MMK	20.10.2023 10:05	Файл	428 КБ
Zadanie_1_MMK_cs	20.10.2023 10:05	Файл	11 КБ
Zadanie_1_MMK_lava	20.10.2023 10:05	Файл	4 КБ
Zadanie_1_pellets	20.10.2023 10:05	Файл	18 КБ
Cells_check	20.10.2023 10:05	Текстовый докум...	3 КБ

Имя файла: Zadanie_1
Тип файла: SCALE files (*.inp)

Сохранить Отмена

Сборка BFS	Scale	Scale_platforma	MMKC_platforma
Тестовая модель 1	0.9932(1)	0.9932 (0.01)	0.9933 (-0.01)
Тестовая модель 2	0.9932(1)	0.9931 (0.01)	0.9933 (-0.01)
Тестовая модель 3	0.9934(1)	0.9933 (-0.01)	0.9933 (-0.01)

Результаты проделанной работы по созданию платформы

ВЫПОЛНЕНО

- 1 Исключили ошибки при составлении заданий
- 2 Сократили время обработки расчетных заданий
- 3 Сохранили опыт, накопленный за долгие годы моделирования на стендах БФС

ВЫПОЛНЕННЫЕ РАБОТЫ

- 1 БН-800
- 2 БРЕСТ-ОД-300
- 3 БН-1200М

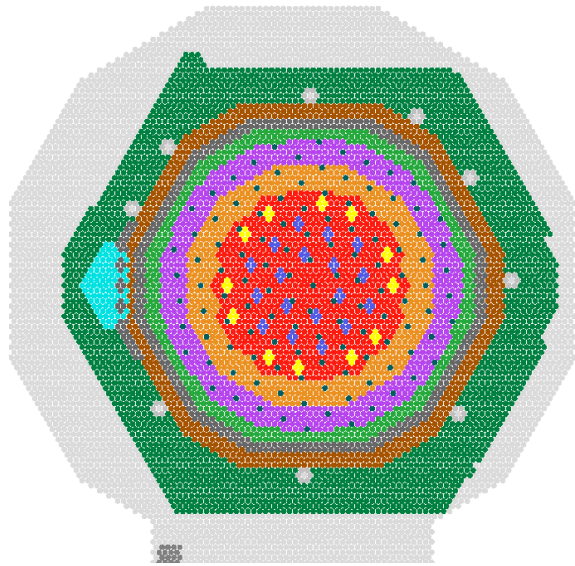
ПЕРСПЕКТИВА

- 1 Обеспечение кроссплатформенности
- 2 Исправление ошибок при формировании расчетных моделей из базы данных экспериментов
- 3 Оптимизация работы платформы и улучшение «дружественного» интерфейса
- 4 Создание виртуального тренажера стенда БФС

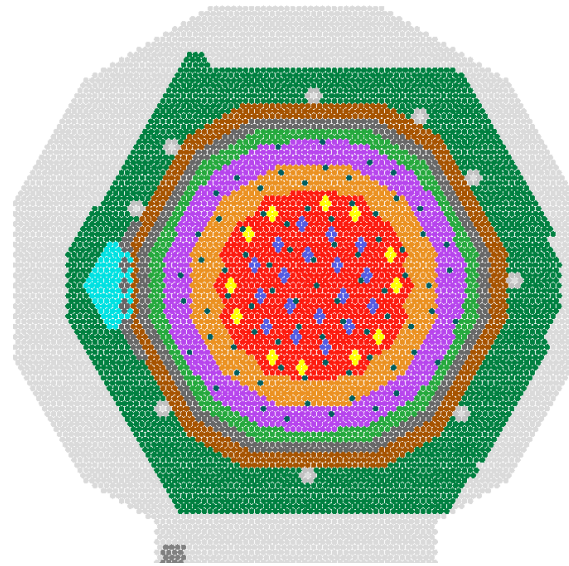
Измерения на сборке БФС-86

- параметры критичности состояний;
- натриевый пустотный эффект реактивности;
- эффективности макетов органов СУЗ;
- распределения скоростей реакций деления по радиусу и по высоте критической сборки.

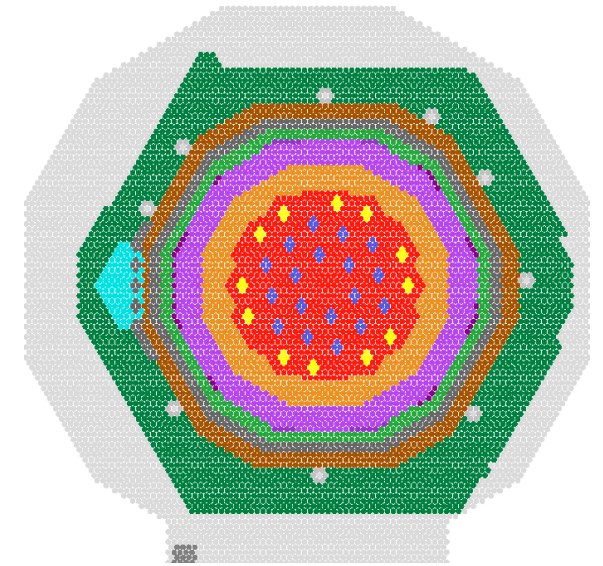
Была выполнена работа по сопоставлению экспериментальных данных с результатами расчета по всем привлеченным кодам, включая метод Монте-Карло. Средний разброс расчетно-экспериментальных отклонений в значениях эффективности одиночных органов СУЗ не превышает $\pm 5\%$. Максимальное отклонение не превышает 15% .



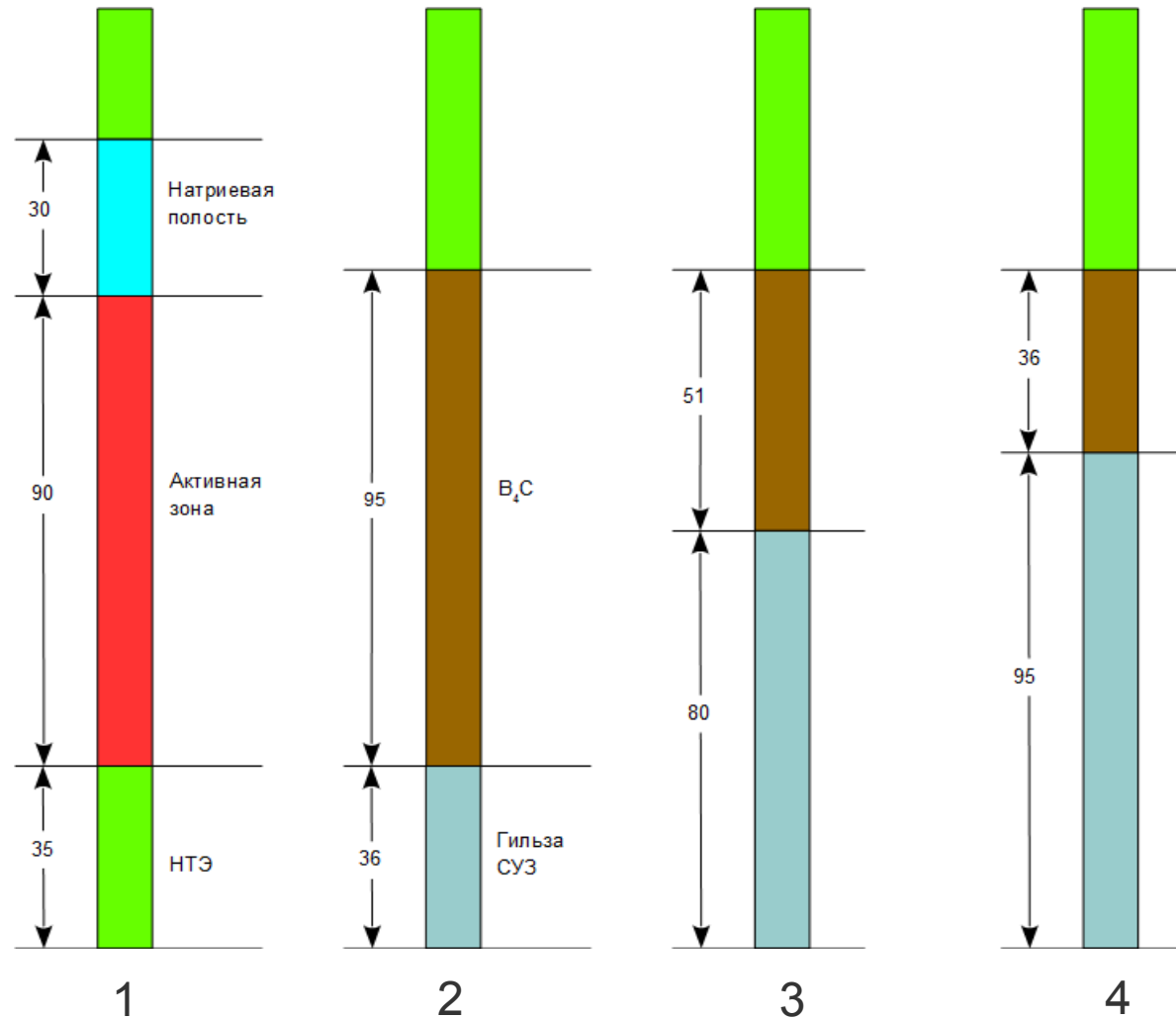
Картограмма БФС-86-1



Картограмма БФС-86-2



Картограмма БФС-86-3 12



1) – топливный стержень; 2) – поглотитель полностью введен в а.з.;
3) – поглотитель введен в а.з. наполовину; 4) – поглотитель введен в а.з. на треть

Измерения на сборке БФС-88

- параметры критичности состояний;
- эффективности макетов системы пассивной обратной связи (СПОС);
- свинцовых пустотных эффектов реактивности;
- локальных и распределенных водородных эффектов реактивности;
- эффектов реактивности при размещении в активной зоне блочков плутония разных страт;
- эффективности макетов органа СУЗ с поглотителем в виде вольфрама;
- эффективной доли запаздывающих нейтронов;
- распределения скоростей реакций деления по радиусу и по высоте критической сборки;
- спектральных индексов.

БН-1200М

Измерения на сборке БФС-90

- параметры критичности состояний;
- натриевый пустотный эффект реактивности;
- эффективности макетов органов СУЗ;
- распределения скоростей реакций деления по радиусу и по высоте критической сборки;
- спектральных индексов.

Спасибо за внимание

Зуйков Андрей Алексеевич

E-mail: aazuikov@ippe.ru

Тел.: (399) 40-22