



ФЭИ
РОСАТОМ

Формирование системы групповых констант для нейтронно-физических расчетов активных зон реакторов типа БН на основе РОСФОНД-2020.2

Панова Дарья Владимировна

Инженер-исследователь, аспирант АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»

Перегудов Антон Александрович

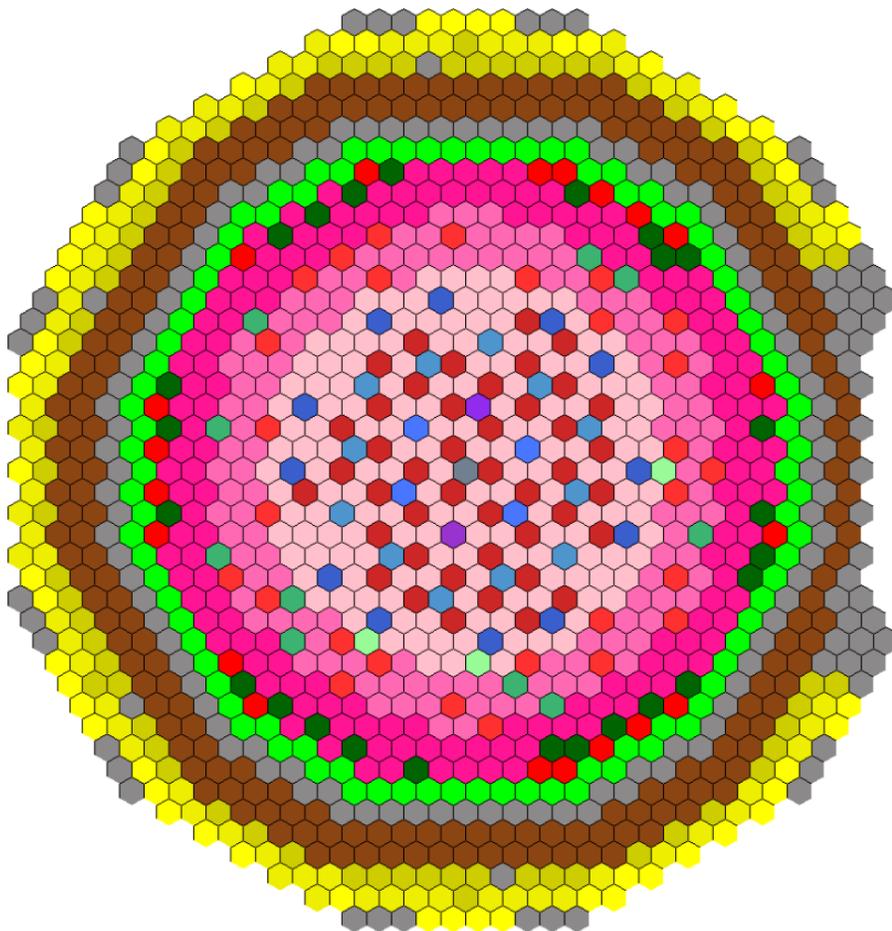
Научный руководитель, канд. техн. наук

Начальник департамента расчетных исследований безопасности АЭС

АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»

НЕОБХОДИМОСТЬ

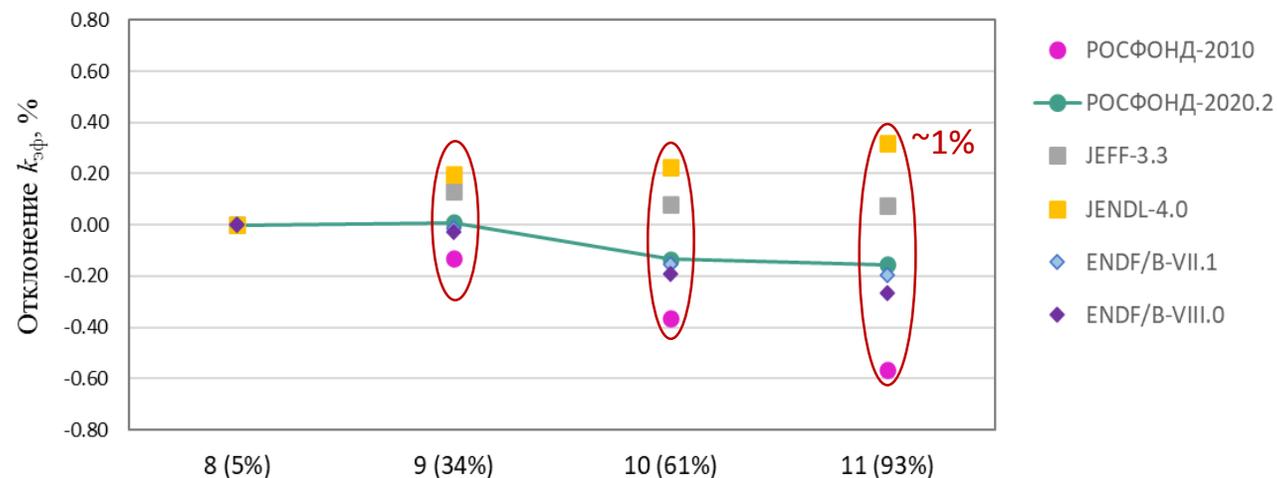
Уникальный опыт – переход на МОКС топливо



Картограмма а.з. БН-800 (МОКС)

В период работы реактора с 1-го по 8-й интервал работы доля ТВС с МОКС топливом в активной зоне постоянно менялась и была не велика по отношению к общему числу сборок.

Начиная с 9-й микрокампании началась работа по переходу на полную загрузку МОКС топливом.



Микрокампания (доля ТВС с МОКС в а.з.)

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ



БЕЛОЯРСКАЯ АЭС

РОСАТОМ

**КОДЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ:
диффузионные
ГЕФЕСТ и ГЕФЕСТ800**

**КОНСТАНТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:
CONSYST/БНАБ-93**



ФЭИ

РОСАТОМ

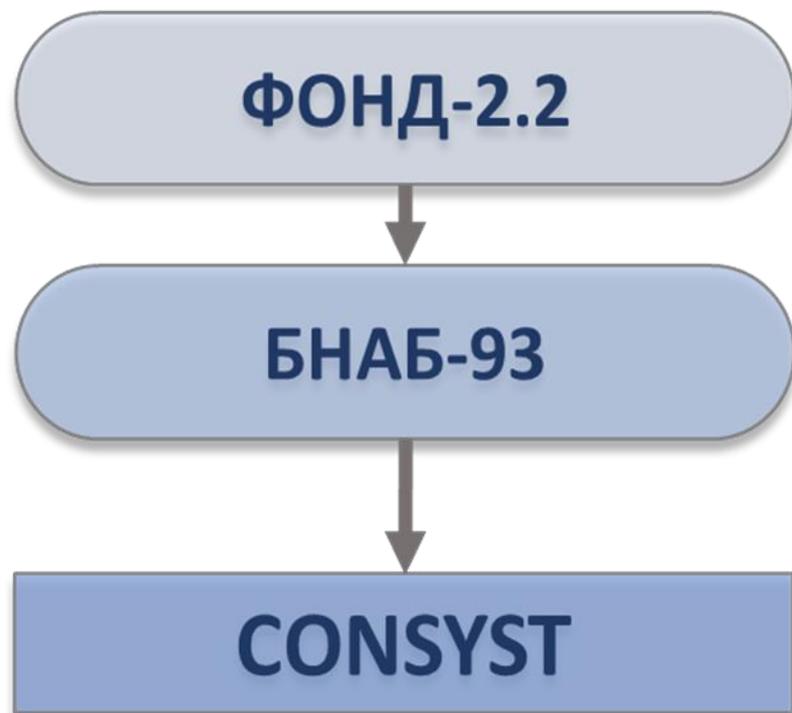
КОДЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ:
диффузионный – TRIGEX,
прецизионные – ММКС, ММКК

КОНСТАНТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:
БНАБ-93, РОСФОНД-2010,
РОСФОНД-2020.2

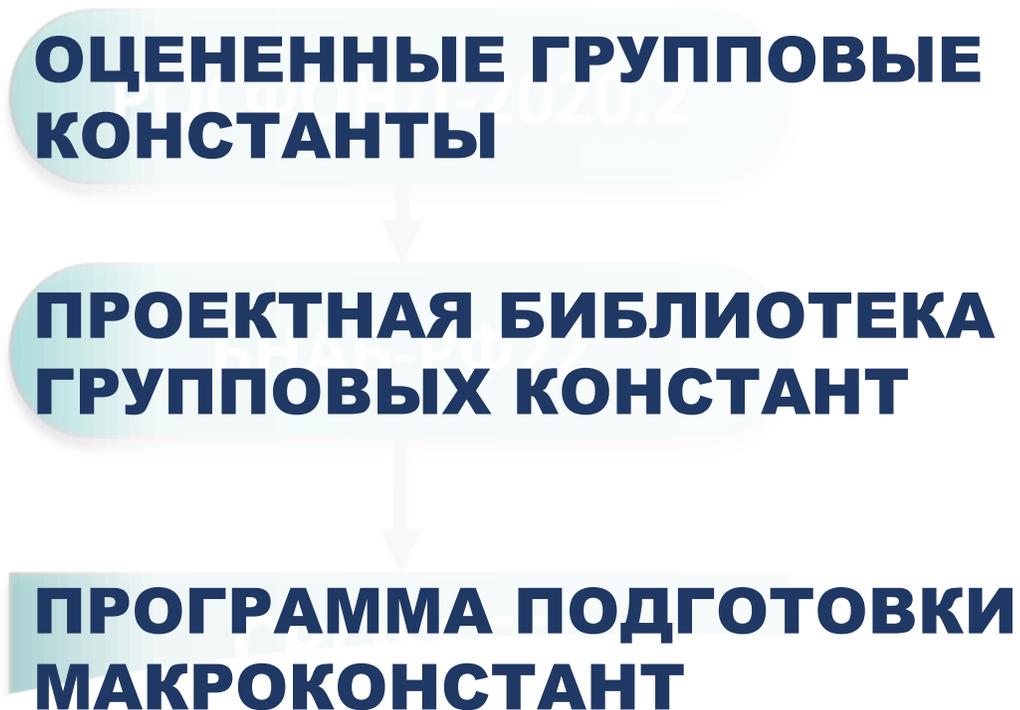
ОБЩАЯ ЦЕЛЬ: формирование новой системы групповых констант в формате **БНАБ-93Е** и адаптация системы подготовки констант в составе единого кроссплатформенного комплекса **ПС ГЕФЕСТ-М**, объединяющего функционалы **ПК ГЕФЕСТ** и **ГЕФЕСТ800**

КОНСТАНТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЭС

СЕГОДНЯ



ЗАВТРА



ЗАВТРА

РОСФОНД-2020.2

БНАБ-РФ22

CROSSER

**ОЦЕНЕННЫЕ НЕЙТРОННЫЕ
ДААННЫЕ**

**НОВАЯ СИСТЕМА
ГРУППОВЫХ КОНСТАНТ**

**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ
МАКРОКОНСТАНТ**

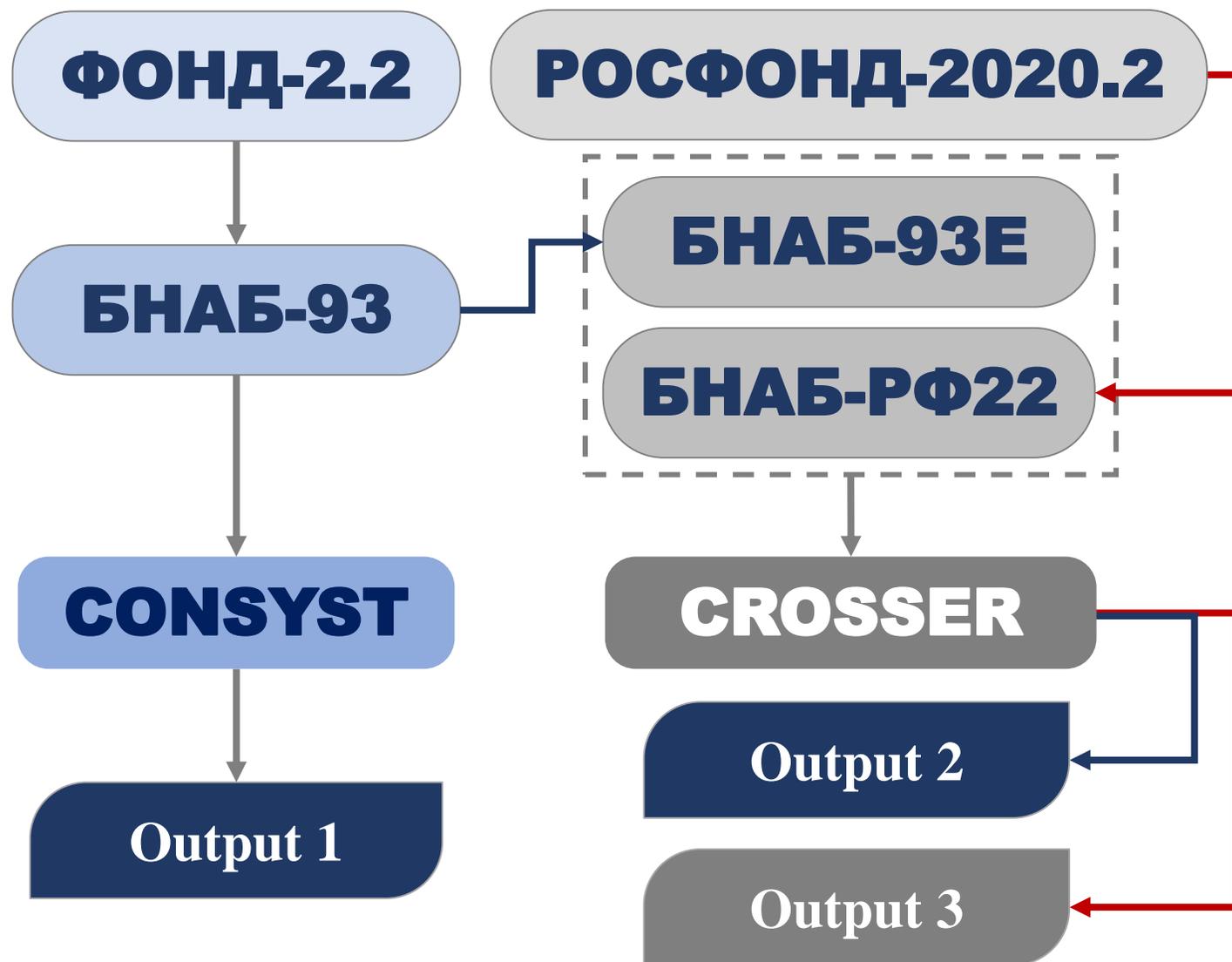


УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ

модуль подготовки
макроконстант
для инженерных расчетов
реакторов типа БН

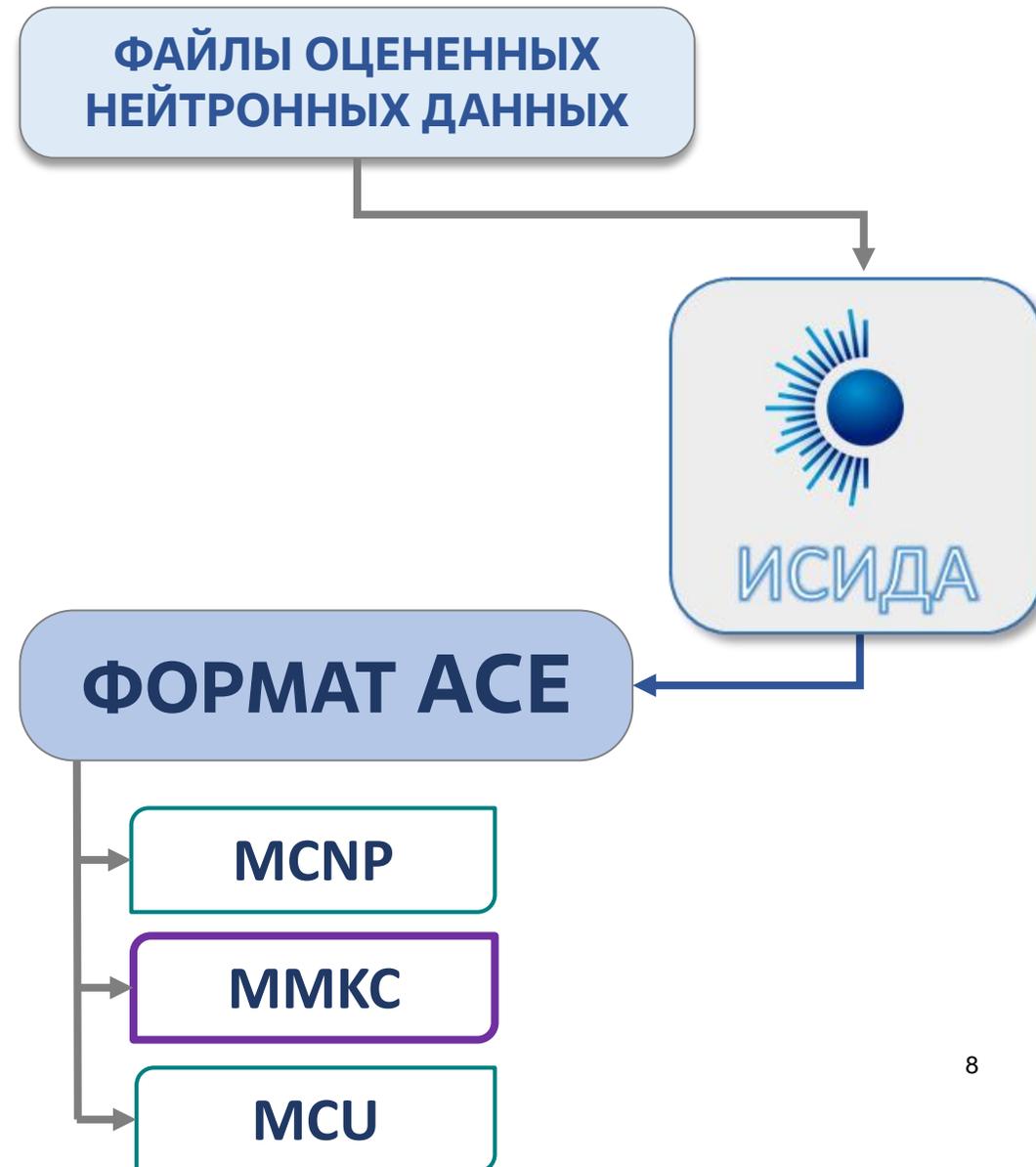
ОСНОВА ДЛЯ РАБОТЫ:

- программный модуль
CONSYST0601
- библиотека микроконстант в
формате БНАБ-93Е
- число энергетических групп
28/299



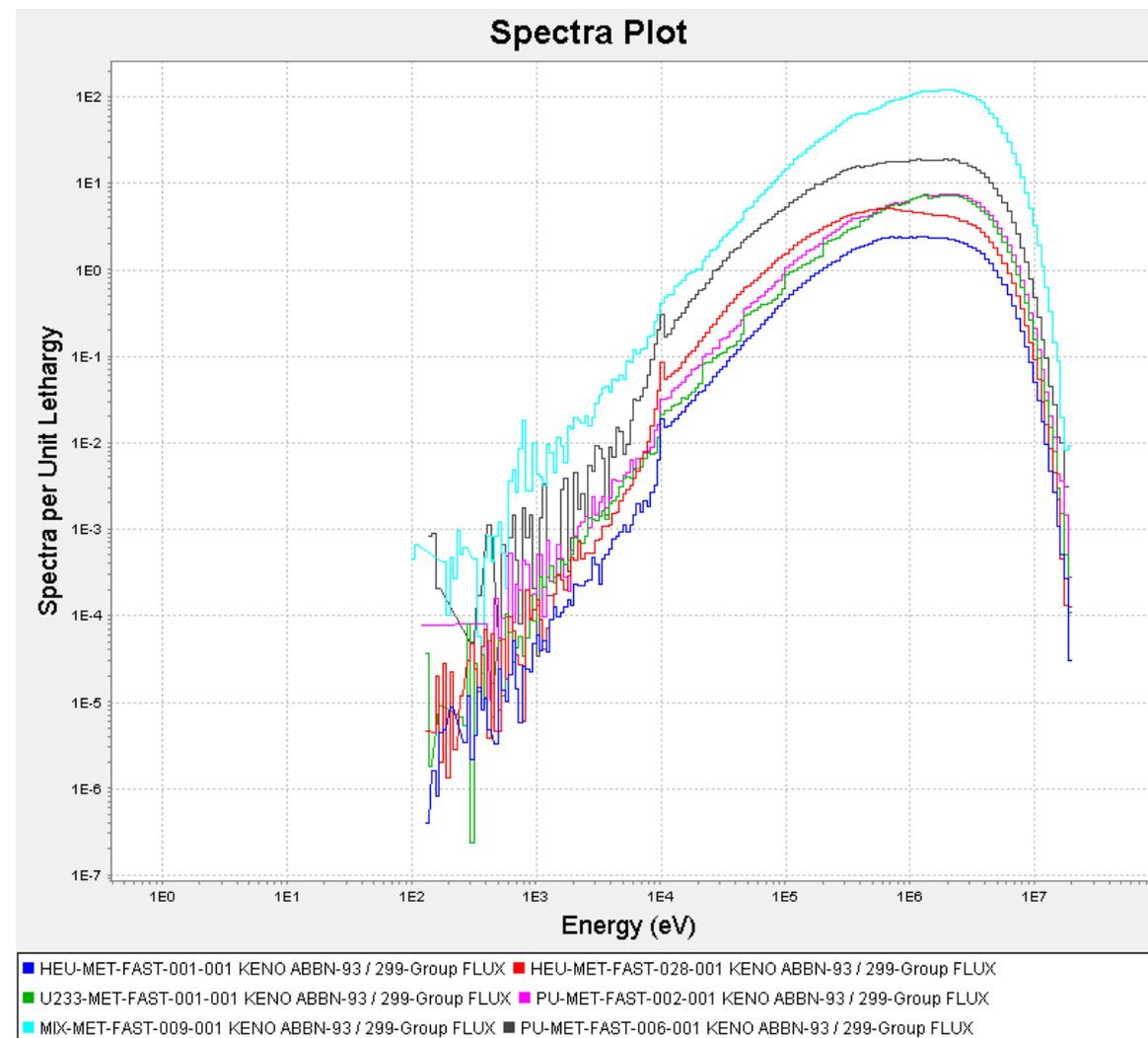
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ИСХОДНЫХ ФАЙЛОВ

Нуклид	Изотопы	Оценка
Am	241	CIELO Project
B	10	ENDF/B-VIII.0
Bi	9	ENDF/B-VIII.0
Cr	50 / 52 / 53 / 54	CIELO Project
Fe	54 / 56 / 57 / 58	CIELO Project
H	1 / 2	ENDF/B-VIII.0
Mn	55	ENDF/B-VII
Mo	92 / 94 / 95 / 96 / 97 / 98 / 100	CIELO Project
Na	23	CIELO Project
Nb	93	ENDF/B-VII.1
Ni	58 / 60 / 61 / 62 / 64	ENDF/B-VII.1
O	16	ENDF/B-VIII.1
Pb	204 / 206 / 207 / 208	JENDL-4.0
Pu	238 / 239 / 240 / 241	CIELO Project
Si	28	CIELO Project
U	235 / 236 / 238	ENDF/B-VII / CIELO Project
Zr	90 / 91 / 92 / 94 / 96	CIELO Project

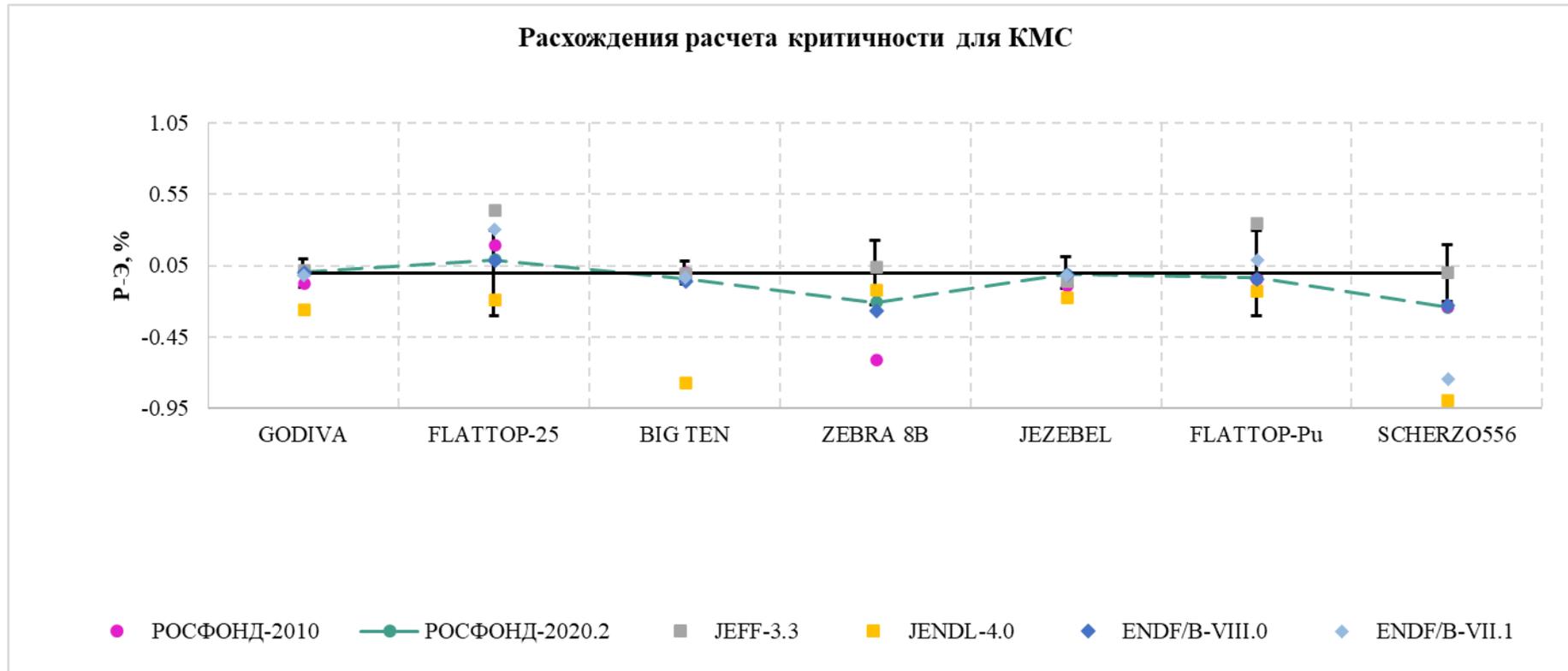


БЕНЧМАРК-МОДЕЛИ КРИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Название эксперимента	ICSBEP Benchmark Identification	Топливо	Конфигурация
GODIVA	HMF-001	U (93% $^{235}\text{U}/\text{U}$)	Сфера без отражателя
FLATTOP-25	HMF-028	U (98% $^{235}\text{U}/\text{U}$)	Сфера с U отражателем
BIG TEN	IMF-007	Pu	Цилиндр с U отражателем (обогащение по металлическому урану – 10%)
ZEBRA 8B	MMF-008-02	U (10% $^{235}\text{U}/\text{U}$)	Бесконечная ячейка
JEZEBEL	PMF-001	U (6,0% $^{235}\text{U}/\text{U}$)	Сфера без отражателя
FLATTOP-Pu	PMF-006	Pu (4,3% $^{239}\text{Pu}/\text{U}$)	Сфера с U отражателем
SCHERZO 556		U (5,56% $^{235}\text{U}/\text{U}$)	Бесконечная гомогенная среда

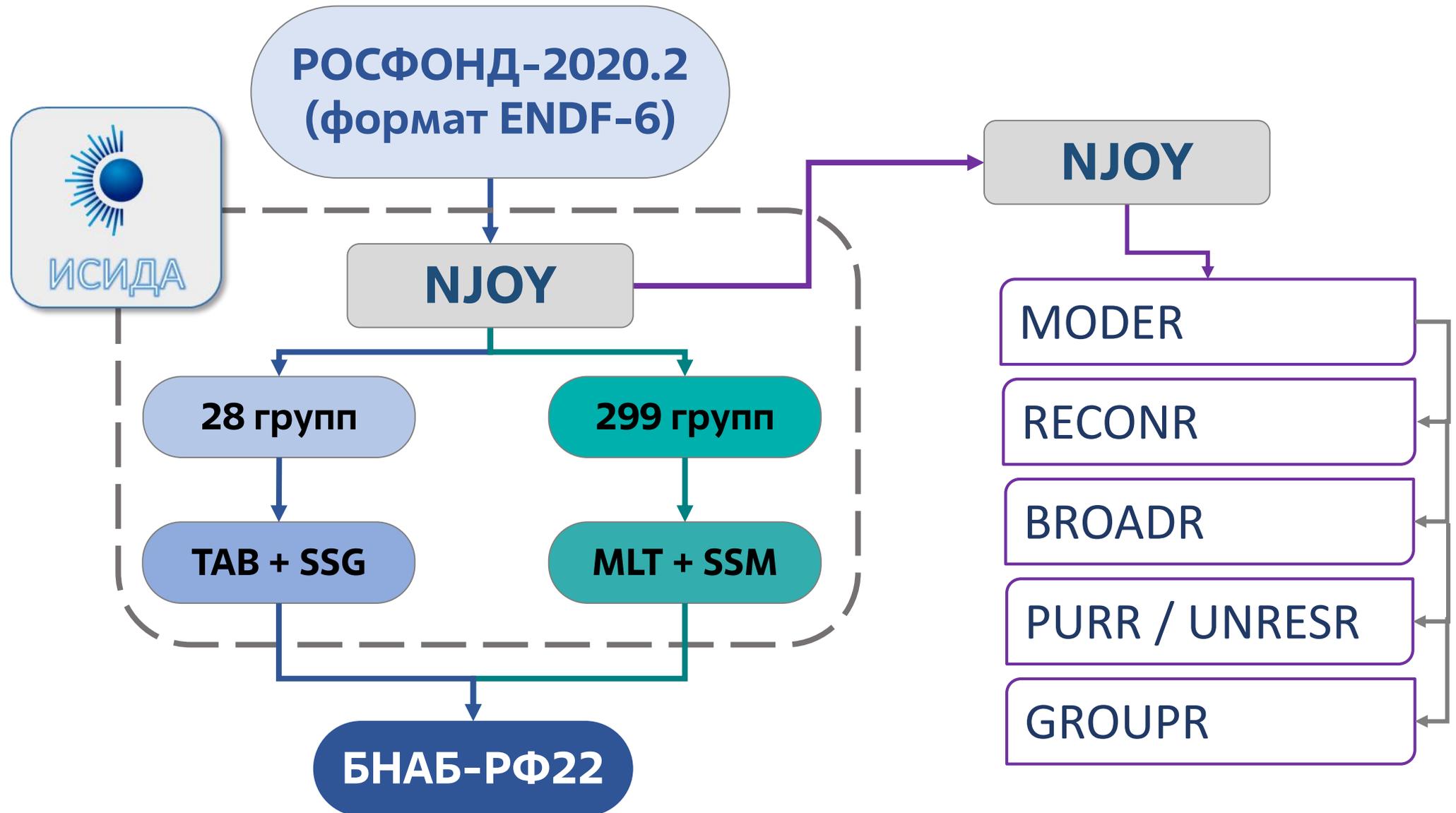


КРОСС-ВЕРИФИКАЦИЯ КРИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ



Среднее отклонение для КМС $-0,06 \pm 0,10 \%$

ФОРМИРОВАНИЕ БНАБ-РФ22



ФОРМИРОВАНИЕ СПИСКА НУКЛИДОВ

Нуклид	Изотопы	Смесь	MF	28 / 299 групп
Am	241		301 302 304 305 312 518	+
B	10		301 302 312	+
Bi	9		301 302 304 305 312	+
Cr	50 / 52 / 53 / 54	+	301 302 304 305 312	+
Fe	54 / 56 / 57 / 58	+	301 302 304 305 312	+
H	1 / 2		301 302 312	+
Mn	55		301 302 304 305 312	+
Mo	92 / 94 / 95 / 96 / 97 / 98 / 100	+	301 302 304 305 312	+
Na	23		301 302 304 305 312	+
Nb	93		301 302 304 305 312	+
Ni	58 / 60 / 61 / 62 / 64	+	301 302 304 305 312	+
O	16		301 302 304 305 312	+
Pb	204 / 206 / 207 / 208	+	301 302 304 305 312	+
Pu	238 / 239 / 240 / 241		301 302 304 305 312 518	+
Si	28		301 302 304 305 312	+
U	235 / 236 / 238		301 302 304 305 312 518	+
Zr	90 / 91 / 92 / 94 / 96	+	301 302 304 305 312	+

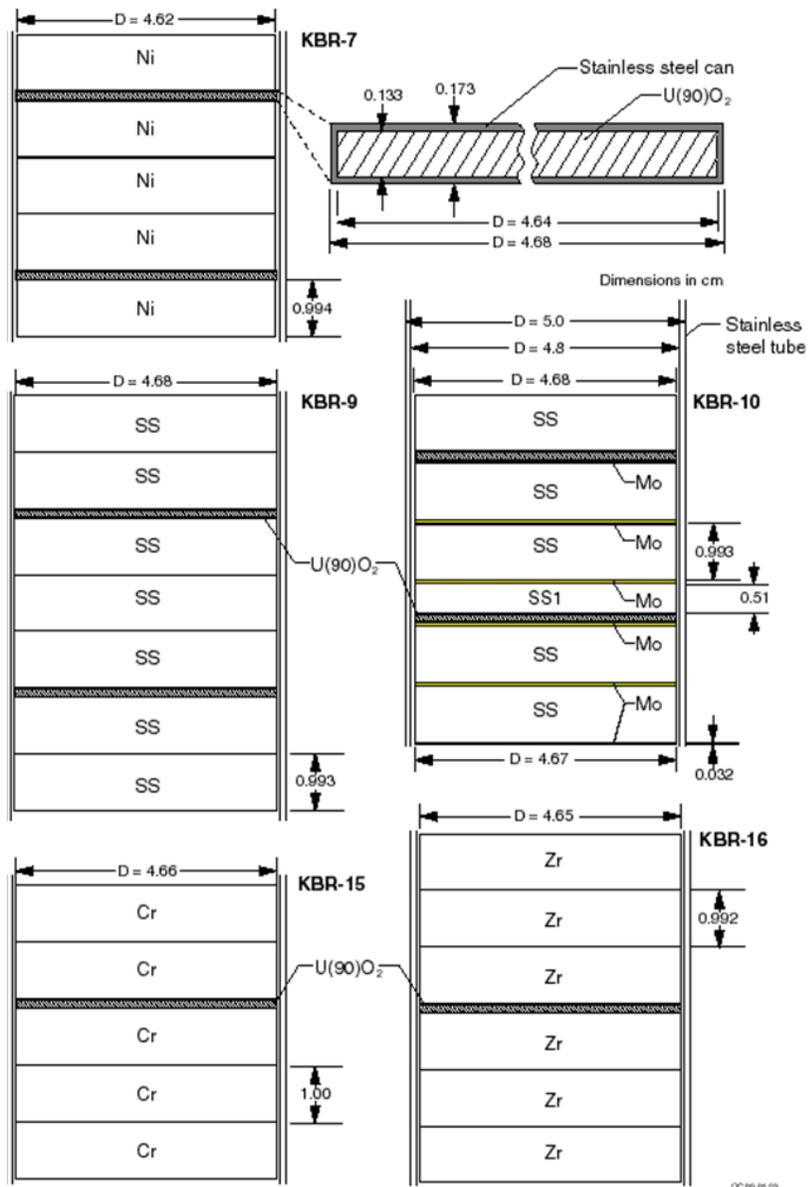
АПРОБАЦИЯ СИСТЕМЫ ГРУППОВЫХ КОНСТАНТ БНАБ-РФ22 НА МОДЕЛИ БН-800



Использованы современные оценки нейтронных сечений для топливных и конструкционных материалов

299 групповые данные о сечениях для всех представленных нуклидов в библиотеке

В БНАБ-93 учтены 462 нуклида, в БНАБ-РФ22 — 200



УСТРОЙСТВО СБОРКИ

В центре каждой сборки имеется исследуемая зона. Трубы в этой зоне заполнены таблетками из исследуемым конструкционным материалом и диоксидом высокообогащенного урана так, чтобы в этой зоне $k_{\infty} \approx 1$.

Размеры зоны достаточно велики, чтобы спектр нейтронов в центральной части зоны определялся почти полностью ее нейтронными свойствами.

АПРОБАЦИЯ (СМЕСИ) КРИТИЧЕСКИЙ СТЕНД КОБРА | БН-800

Сборка	<i>K_{eff}</i>			
	MAT	ISO	MIX	ISO/MIX
k-07hom	Ni	1.0269±0.0005	1.0269±0.0005	1.0000
k-09hom	Fe	1.0910±0.0005	1.0918±0.0005	0.9993
k-10hom	Mo	1.0489±0.0005	1.0489±0.0005	1.0000
k-15hom	Cr	1.1777±0.0005	1.1774±0.0005	1.0003
k-16hom	Zr	0.9516±0.0005	0.9386±0.0005	1.0139

11 МК БН-800						
	MIX	ISO	Ni	Fe	Cr	Mo
<i>K_{eff}</i>	0.9889	0.9892	0.9890	0.9892	0.9889	0.9887
Отклонение, %		-0.02	-0.01	-0.03	0.00	0.02

ПЛАН-ГРАФИК РЕАЛИЗАЦИИ ЦИКЛА РАБОТ

- ✓ Сформирована библиотека групповых констант на основе рекомендованной к использованию базы РК

- Разрабатывается система подготовки констант для проведения НФР в составе ПС ГЕФЕСТ-М

2023



2024



2025



- ✓ Выполнен сравнительный анализ файлов библиотек оцененных нейтронных данных для проведения НФР активных зон с полной или частичной загрузкой МОКС топливом
- ✓ Сформированы рекомендации по использованию базы реакторных констант

- Адаптация для эксплуатации в составе ПС ГЕФЕСТ-М модуля расчета эффективного коэффициента размножения для подкритических систем с ядерным топливом
- Разработка руководств пользователя и программиста
- Верификация модуля расчета эффективного коэффициента размножения для подкритических систем с ядерным топливом

Спасибо за внимание!

Панова Д.В.

Тел.: (399) 85-65

E-mail: dvpanova@ippe.ru

31.05.2024