ФЭИ
РОСАТОМ

Научно-техническая конференция
«Нейтронно-физические проблемы
атомной энергетики (Нейтроника-2024)»

Адаптация модуля расчета эффективного коэффициента размножения подкритических систем для узлов с ядерным топливом энергоблоков №3 и №4 БАЭС

Лосев Всеволод Владимирович

Инженер-исследователь АО «ГНЦ РФ ФЭИ», лаб.11

Соавторы: А.А. Перегудов, М. Ю. Семенов, И.В. Тормышев, В.А. Мишин Е.П. Аверченкова, А.А. Зуйков

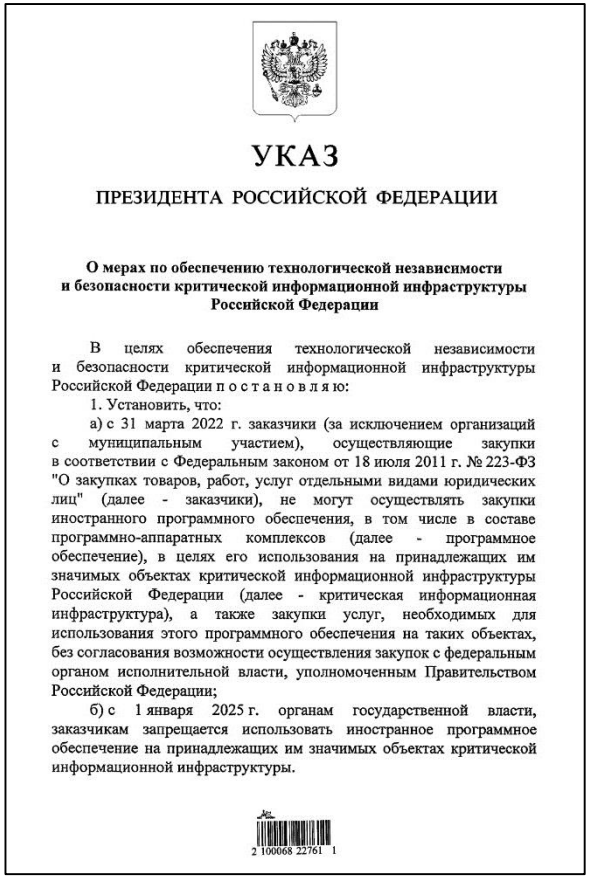
2024 Обнинск

Актуальность работы

Выполнение указа Президента Российской Федерации от 30.03.2022 №166 **«О Мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»**.

С **1 января 2025 года** **запрещается** использование иностранного программного обеспечения на значимых объектах критической инфраструктуры.

До 2025 года госкорпорация Росатом планирует полностью перейти на операционную систему Astra Linux.



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации

В целях обеспечения технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации п о с т а н о в л я ю:

1. Установить, что:

а) с 31 марта 2022 г. заказчики (за исключением организаций с муниципальным участием), осуществляющие закупки в соответствии с Федеральным законом от 18 июля 2011 г. № 223-ФЗ "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц" (далее - заказчики), не могут осуществлять закупки иностранного программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов (далее - программное обеспечение), в целях его использования на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации (далее - критическая информационная инфраструктура), а также закупки услуг, необходимых для использования этого программного обеспечения на таких объектах, без согласования возможности осуществления закупок с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным Правительством Российской Федерации;

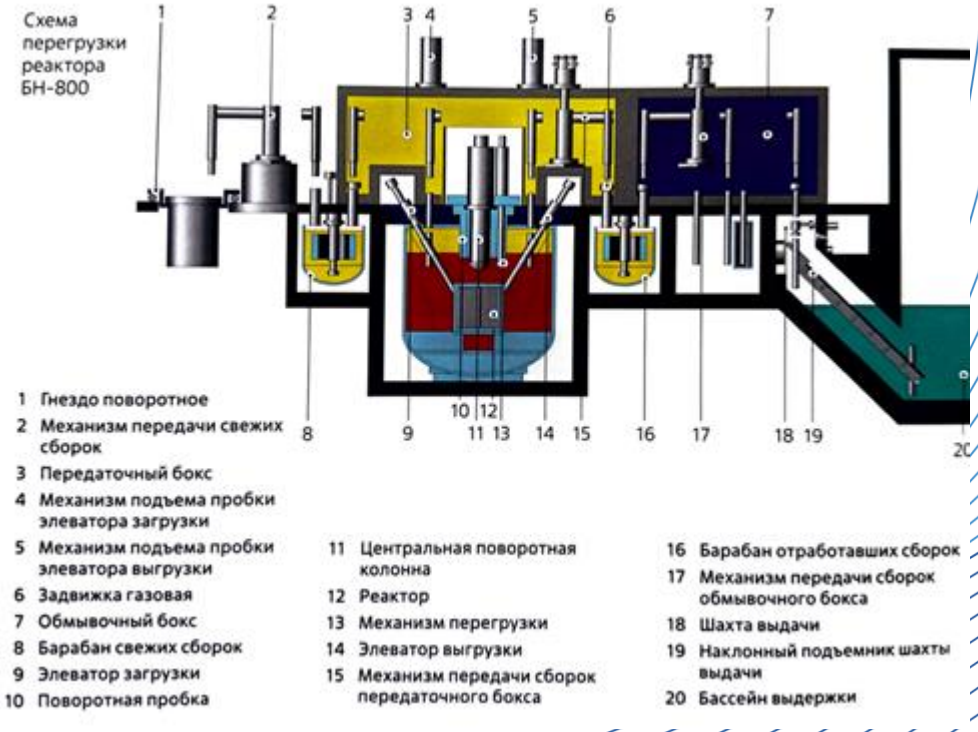
б) с 1 января 2025 г. органам государственной власти, заказчикам запрещается использовать иностранное программное обеспечение на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры.

Цели и задачи

- Создание кроссплатформенной версии программы MMKKENO
- Провести кроссверификацию между версией на Windows и Astra Linux на расчетных моделях ядреной безопасности
- Адаптировать модели подкритических систем к МОКС топливу и провести расчеты для обоснования безопасности

Модели комплекса систем хранения

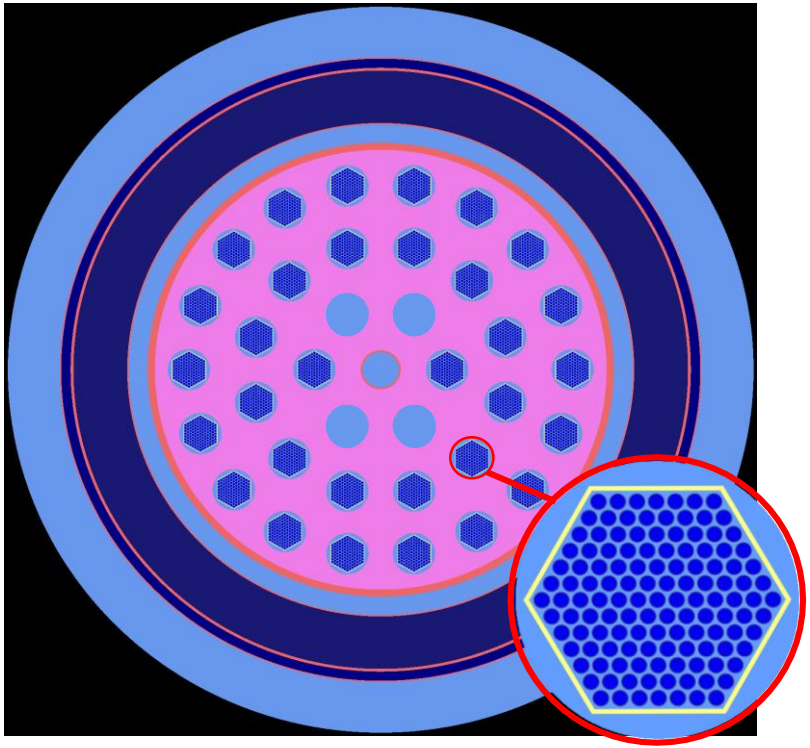
- Внутриобъектовый транспортный упаковочный комплект
- Барабан свежих сборок
- Барабан отработавших сборок
- Бассейн выдержки



Расчетная модель ВТУК

ВТУК состоит из следующих составных частей:

1. корпус;
2. крышка;
3. вытеснитель;
4. биологическая защита;
5. плита ориентирующая;
6. устройства для продувки внутренней полости ВТУК.

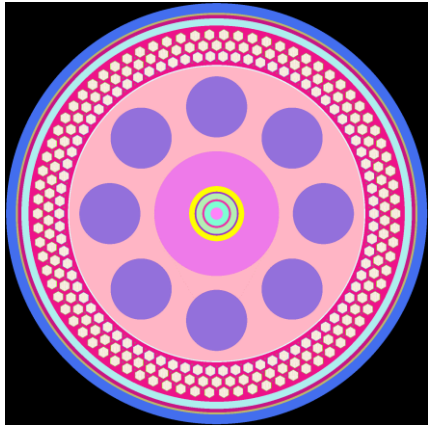


Поперечное сечение ВТУК и ТВС активной зоны на середине активной зоны

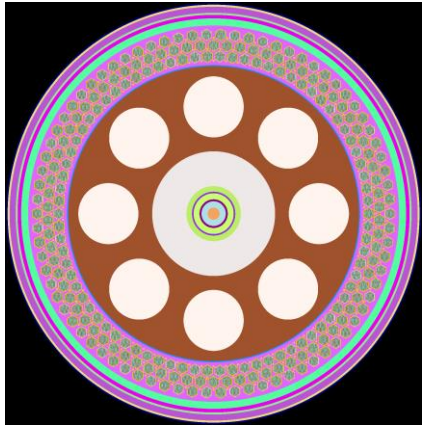
Расчетные модели БСС и БОС

БСС и БОС состоит из следующих основных частей:

1. корпуса, состоящего из сваренных между собой обечаек и эллиптического днища;
2. ротора;
3. крышки с теплоизоляцией;
4. плит с теплоизоляцией, которые размещаются в верхней части корпуса БСС.



Поперечное сечение БСС

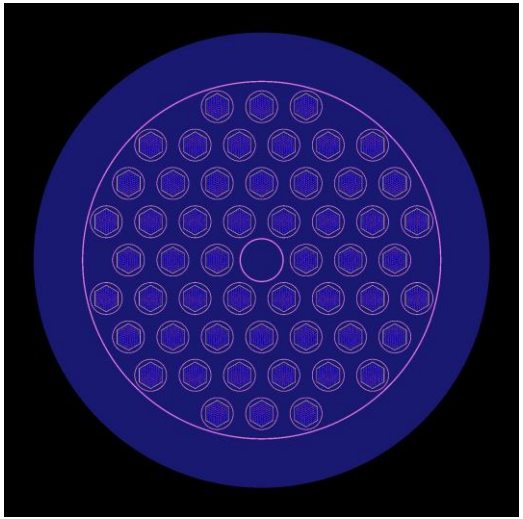


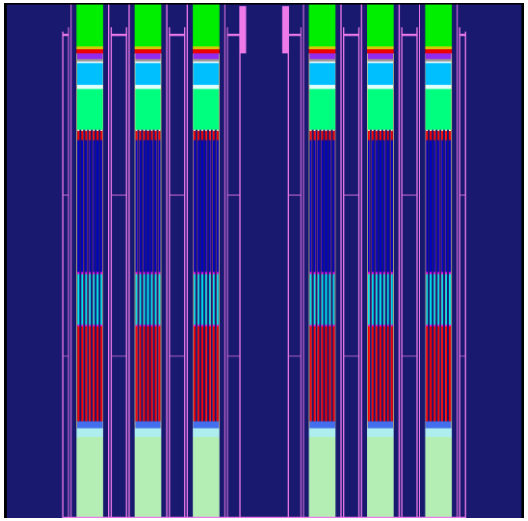
Поперечное сечение БОС

Расчетная модель БВ

Бассейн выдержки включает:

- отсек приема;
- три отсека хранения (из них один резервный);
- отсек загрузки транспортного контейнера;
- передаточный коридор

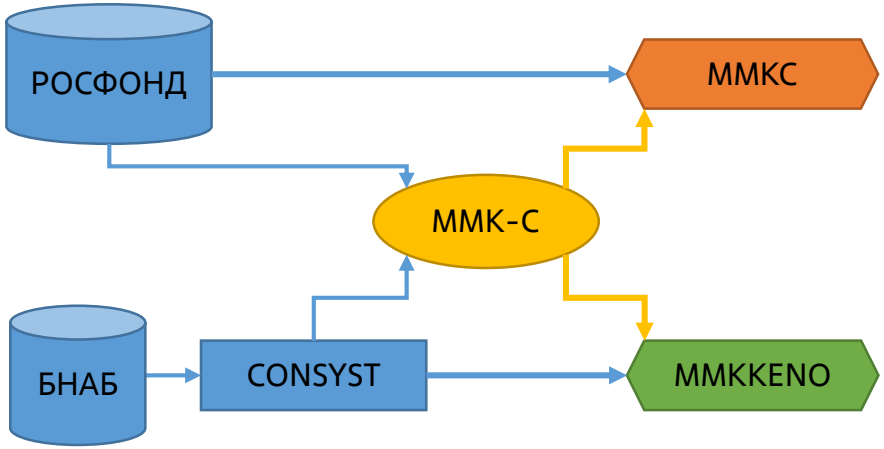




Поперечное и продольное сечение расчетной модели 36-местного чехла для хранения ОТВС

MMKKENO

MMKKENO - Программный комплекс, основанный на методе Монте-Карло, предназначенный для расчета эффективного коэффициента размножения нейтронов активных зон быстрых реакторов с подробным описанием всех элементов конструкций реактора



Федеральная служба
по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)
Федеральное бюджетное учреждение
«Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности»
(ФБУ «НТЦ ЯРБ»)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ПО АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
ПРИ РОСТЕХНАДЗОРЕ

АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ
ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

Регистрационный номер 314 от 9 октября 2012 года

Настоящий аттестационный паспорт устанавливает назначение и область применения программного средства

ММКК,

которые указаны в разделе 2 приложения к настоящему аттестационному паспорту.

Аттестационный паспорт предоставлен

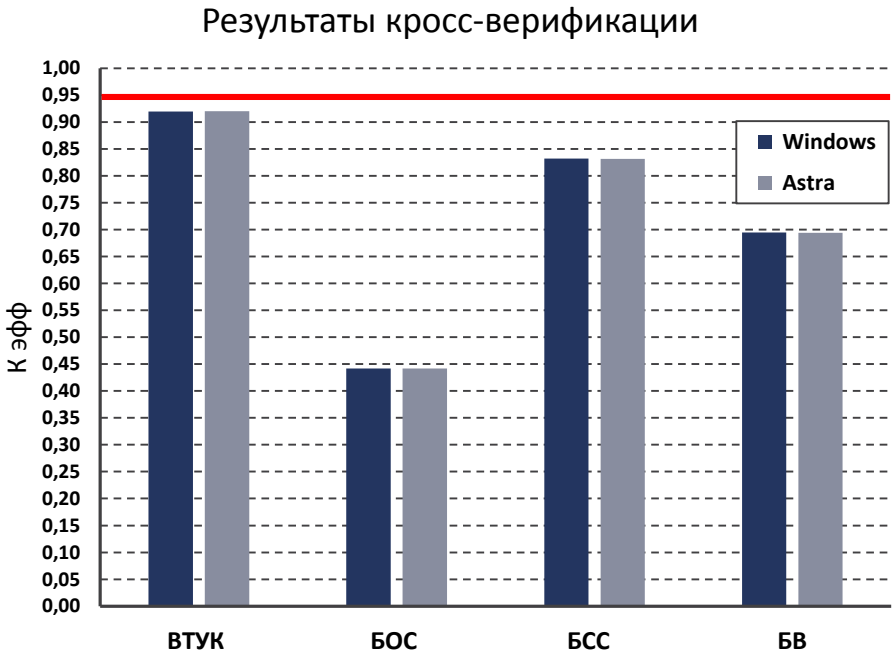
Государственному научному центру Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского (ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ»). Юридический адрес: 249033, г. Обнинск, Калужской обл., пл. Бондаренко, 1.

Настоящий аттестационный паспорт действует при соблюдении условий Приложения, являющегося его неотъемлемой частью.

Срок действия аттестационного паспорта до 9 октября 2022 года

Заместитель директора
ФБУ «НТЦ ЯРБ»,
председатель экспертного Совета
по аттестации программных средств
при Ростехнадзоре С.Н. Богдан

Результаты кросс-верификации



Расчетная программа ММКК:

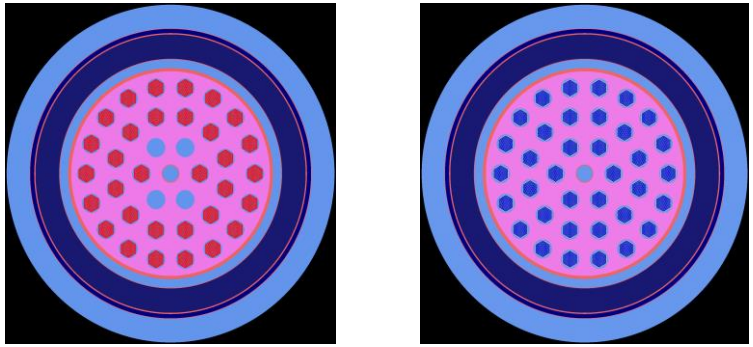
- Модель - гетерогенная
- Библиотека констант – БНАБ-93
- 299-групповое приближение
- Статистическая погрешность - ±0,0002
- Время расчета - ~20 минут

Результаты кросс-верификации

- **Отличия** результатов расчета по разным версиям программы ММКК составило **~ 0,02%**

Результаты расчетов

Расчетная модель	Значение $K_{эфф}$		
Тип топлива	UO	MOX	MOX
ВТУК	0,920	0,738	0,874
БСС	0,831	0,718	-
БОС	0,441	0,452	-
БВ	0,694	0,717	-



а *б*

Поперечное сечение ВТУК с ТВС:
а) Урановое топливо б) МОКС топливо

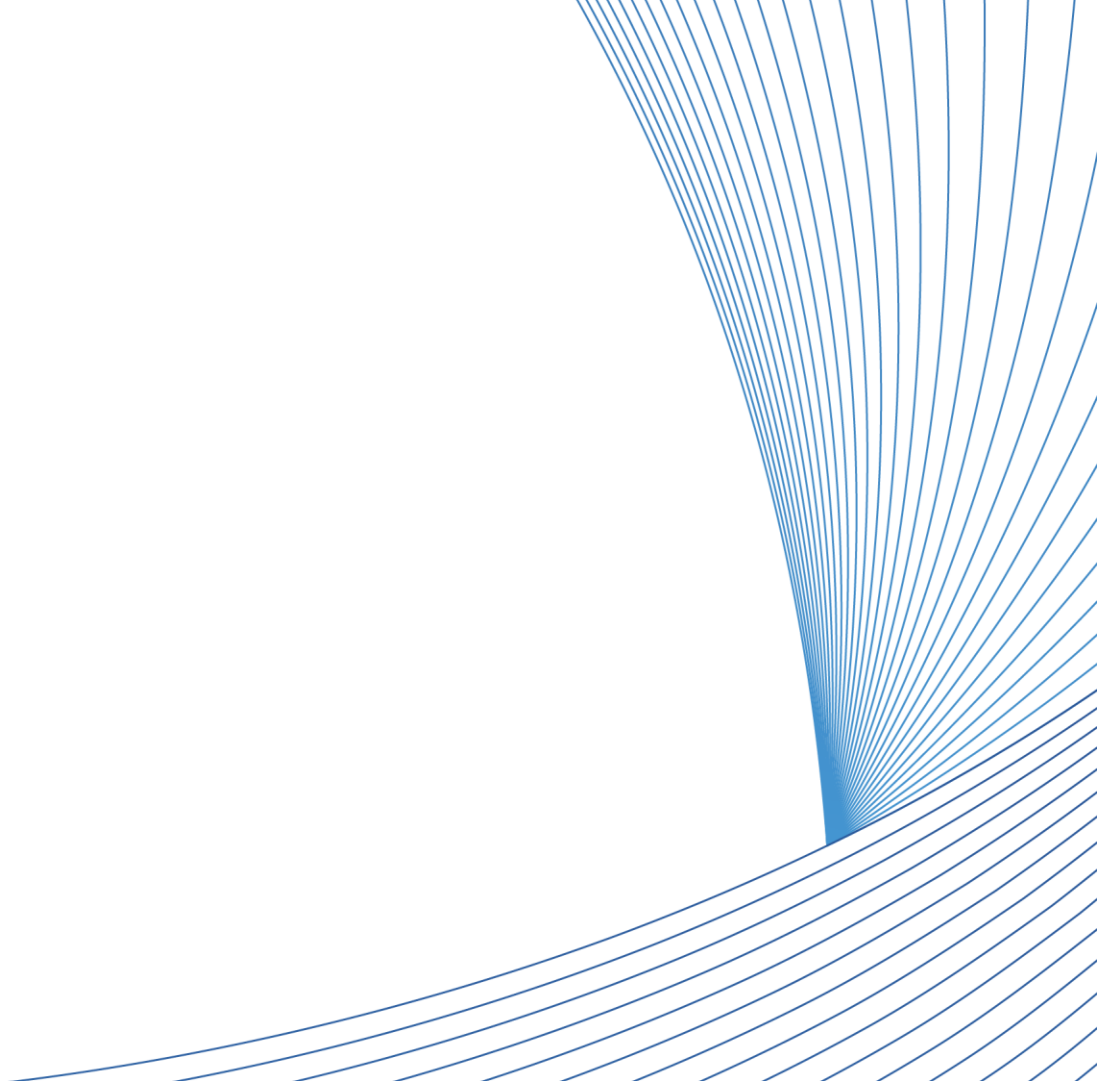
Расчетная программа ММКК:

- Модель - гетерогенная
- Библиотека констант – БНАБ-93
- 299-групповое приближение
- Статистическая погрешность - ±0,0002
- Время расчета - ~20 минут

Результаты расчетов

- Соблюдается подкритичиность, регламентируемая НП-061-05
- При переходе на МОКС топливо появляется возможность увеличить количество ТВС

Заключение

- Создана кроссплатформенная версия MMKKENO
- Результаты кроссверификации показывают, что значения Кэфф отличаются на 0,02%, то есть находятся в рамках статистической погрешности
- Адаптированы модели подкритических систем для МОКС топлива
- Во всех моделях выполняется требование ядерной безопасности, в модели ВТУК при переходе на МОКС топливо предложено увеличить количество ТВС до 36 штук

Спасибо
за внимание!