

УДК 621.039.5

**А.С. Федотов, А.А. Мясников, В.Д. Давиденко,
А.О. Гольцев, И.А. Базулин**
НИЦ «Курчатовский институт»
Москва, Россия

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ «UNK-VVER-S» ПОДГОТОВКИ ГРУППОВЫХ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ ДЛЯ ПОЛНОМАСШТАБНЫХ РЕАКТОРНЫХ РАСЧЁТОВ

Аннотация. Данная работа посвящена использованию программы UNK в подготовке библиотеки констант для расчёта реактора ВВЭР-С и сравнению полученных результатов с реперной программой MCU.

**A. S. Fedotov, A. A. Myasnikov, V.D. Davidenko,
A.O. Goltsev, I.A. Bazulin**
Kurchatov Institute
Moscow, Russia,

COMPLEX OF PROGRAMS «UNK-VVER-S» FOR PREPARATION OF GROUP NEUTROPHYSICAL CONSTANTS FOR FULL-SCALE REACTOR CALCULATIONS

Abstract. This work is devoted to the use of the UNK program in preparing a library of constants for calculating the VVER-S reactor and comparing the results obtained with the reference program MCU.

В соответствии с принятыми сценариями развития энергетики серийные блоки АЭС с ВВЭР поколения III+ с повышенной потребительской привлекательностью и конкурентоспособностью будут вводиться в России вплоть до 2038 года. Дальнейшее развитие линии ВВЭР – это проекты ВВЭР-С с возможностью регулирования спектра нейтронов. Такие реакторы смогут работать как в открытом топливном цикле, снижая расход природного урана, так и в замкнутом цикле. Сейчас рассматриваются различные варианты реакторной установки, отличающиеся способом регулирования спектра нейтронов, диаметром ТВЭЛОВ, мощностью, размером корпуса реактора и т.д.

На этом этапе, при проведении многовариантных полномасштабных расчётов реактора с обратными связями, как стационарных, так и нестационарных процессов, используются конечно-разностные 3-D программы (БИПР, СТЕРАН, и пр.), которые, в свою очередь, требуют предварительной подготовки библиотек макроскопических нейтронно-физических констант для всех

возможных состояний активной зоны (~15000 вариантов). Для подготовки таких библиотек на основе модулей комплекса UNK [1, 2], была разработана программа UNK-VVER-S, которая на многопроцессорном вычислительном кластере позволяет получать библиотеку макроконстант активной зоны ВВЭР-С (расчёт ~15000 вариантов) в течение нескольких суток. Для данной программы из всех возможных в комплексе UNK методов расчёта (метод характеристик, метод Монте-Карло, PIJ и пр.) был выбран метод вероятностей первых столкновений (PIJ).

Тестирование осуществлялось путём сравнения результатов расчёта некоторых состояний топливных кассет активной зоны (рис. 1) с результатами, полученными по программе MCU [3] (метод Монте-Карло).

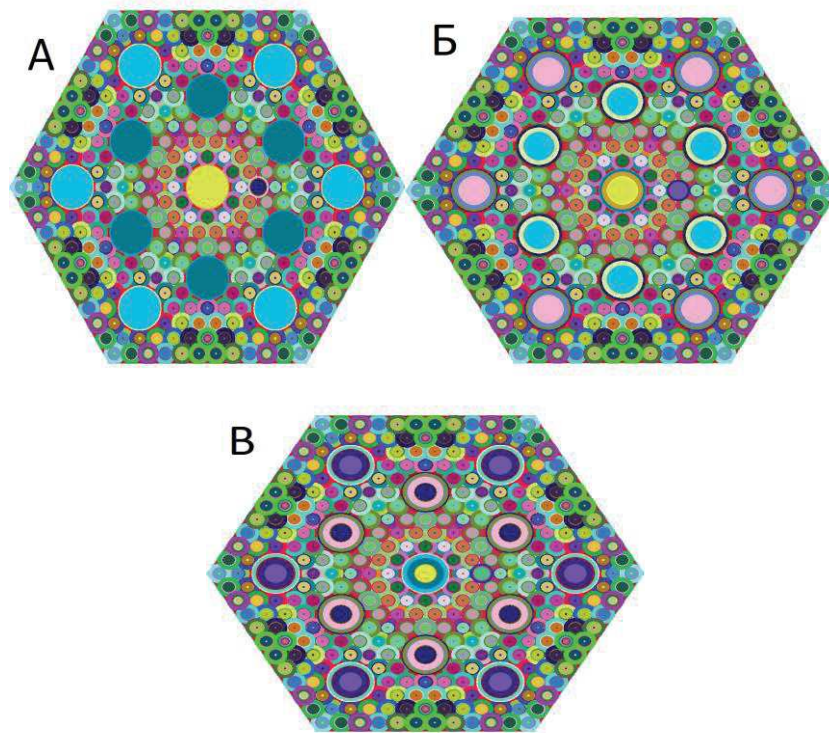


Рис. 1 - Состояния топливных кассет активной зоны ВВЭР-С. А – ячейка со столбами воды, Б – введены вытеснители, В – введены СУЗ.

Расчёты такого рода топливных кассет показали, что при варьировании параметров ячейки (температуры топлива, температуры замедлителя, плотности теплоносителя, концентрация Xe^{135} и т.п.) отклонения от MCU по эффектам реактивности лежат (таблица 1) в пределах максимум 10-15 %.

Таблица 1 - Результаты сравнения MCU и UNK

	UNK-VVER-S	MCU	Откл., %
Температурный эффект реактивности, ΔК/К			
Столбы воды	-0,046	-0,044	4,5
Вытеснители	-0,021	-0,020	5
СУЗ	-0,014	-0,016	12,5
Плотностной эффект реактивности, ΔК/К			
Столбы воды	-0,057	-0,058	1,7
Вытеснители	-0,081	-0,083	2,4
СУЗ	-0,303	-0,308	1,6
Эффект распада Xe135, ΔК/К			
Столбы воды	0,023	0,023	<1
Вытеснители	0,026	0,026	<1
СУЗ	0,026	0,026	<1

Статистика во всех расчётах по MCU на одно состояние равна $\sim 7 \cdot 10^7$.

Также следует отметить скорость расчёта полной библиотеки. По разработанному программному комплексу, как упоминалось ранее, счёт идёт на сутки, а по программе MCU для набора приемлемой статистики (количество историй $\sim 10^7$) на каждое состояние потребуются недели.

Список использованных источников

1. Белоусов Н.И., Давиденко В.Д., Цибульский В.Ф. Программа UNK для детального расчёта спектра в ячейке ядерного реактора: Препринт ИАЭ-6083/4, Москва, 1998.
2. Давиденко В.Д., Цибульский В.Ф., Метод характеристик. Программа UNKGRO. В сб. Алгоритмы и программы для нейтронно-физических расчётов ядерных реакторов. Нейтроника-99, Обнинск, 2000 г.
3. Программа MCU-PD с банком данных MDBPD50. Паспорт аттестации 456 от 24.10.18. Ростехнадзор, Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности.