



ТВЭЛ  
РОСАТОМ

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТВЭЛ»

## **Краткое описание программы БИПР 2007**

Москва 2024 г.

Программа БИПР 2007 предназначена для расчета параметров критичности, эффектов и коэффициентов реактивности, эффективности органов регулирования, распределения мощности в активной зоне, а также для расчетного моделирования процессов выгорания и перегрузок топлива, переходных процессов на  $^{135}\text{Xe}$  и  $^{149}\text{Sm}$  для топливных загрузок ВВЭР.

При проведении расчетов по программе БИПР 2007 считается, что активная зона состоит из некоторого числа шестигранных топливных - ТВС.

Расчеты проводятся только для штатной геометрии ТВС при некипящем теплоносителе.

Программа БИПР 2007 предназначена для проектных и эксплуатационных расчетов.

Текущая версия программы БИПР 2007 позволяет проводить расчеты следующих режимов:

- имитация выгорания топлива;
- имитация перегрузки топлива (с возможностью выборки кассет из имитатора хранилища топлива);
- расчет отдельного состояния реактора;
- расчет эффектов реактивности;
- расчет коэффициентов реактивности;
- поиск наиболее эффективного ОР СУЗ;
- эффективность отдельных ОР СУЗ;
- эффективность отдельных групп ОР СУЗ;
- эффективность групп ОР СУЗ при движении в штатной последовательности;
- эффективность аварийной защиты;
- определение температуры повторной критичности;
- определение стояночной концентрации борной кислоты;
- имитация переходных процессов на ксеноне и на самарии.

В диффузионном приближении рассматриваются две группы нейтронов – замедляющихся (1) и тепловых (2). Предполагается, что распределение нейтронов каждой из этих групп внутри нодов выражаются суммами асимптотической и переходной составляющих решения, причем асимптотическая составляющая допускает разделение переменных и может быть представлена в местной системе координат нода  $l$  произведением радиально-азимутального распределения  $R_l(\rho, \varphi)$  на моделирующую функцию  $Z_l(z)$ . Распределения  $R_l(\rho, \varphi)$  выражаются в виде суммы произведений функции Бесселя действительного или мнимого аргумента  $B_r \rho$  на линейную комбинацию тригонометрических функций  $m\varphi$  ( $0 \leq m \leq 6$ ), а функция  $Z_l(z)$  - в виде линейных

комбинаций тригонометрических функций  $B_z z$ . Переходные составляющие решения представлены суммой экспонент аргумента  $(-\frac{\Delta_g}{L})$ , где  $\Delta_g$  - кратчайшее расстояние от рассматриваемой точки до его граничной поверхности нода g.

В указанных приближениях система уравнений баланса нейтронов в нодах, образуемая с использованием условий сшивки усредненных значений групповых потоков и токов нейтронов на общих для соседних нодов граничных поверхностях, позволяет путем итераций найти собственное значение задачи и определить средние по объему нодов значения групповых потоков  $\overline{\Phi}_1$  и  $\overline{\Phi}_2$ .

В программе предусмотрена возможность расчета не только активной зоны, но и активной зоны с включением в расчетную область боковых и торцевых отражателей, в обоих случаях на внешней границе расчетной области для каждой энергетической группы нейтронов возможно использование граничных условий «ноль тока», «ноль потока» и логарифмического типа.

Расчет коэффициентов реактивности и других параметров точечной кинетики производится на основе теории возмущения в двухгрупповом приближении и на базе расчета отдельных состояний.

Расчеты с использованием программы БИПР 2007 должны проводиться пользователями, имеющими соответствующую подготовку и квалификацию. Ответственность за качество расчетов для проектных обоснований, выполняемых с использованием программы БИПР 2007, несет пользователь программы.

К входным данным программы БИПР 2007 относятся геометрические, физические и теплофизические характеристики активной зоны, описание топливной загрузки и схемы перегрузки топлива, параметры управления ходом расчета, библиотека коэффициентов аппроксимации для описания свойств всех ТВС и отражателя, а также боковые и торцевые граничные условия.

Выходные данные программы представляются в виде числовой информации в файлах выходных данных. Программа также формирует бинарный файл с названием VAR.TMP, в который на заданные пользователем моменты кампании записывается следующая информация:

- название станции (работы, проекта), номер блока, номер кампании;
- текущий момент кампании;
- угол симметрии загрузки;
- концентрация борной кислоты;
- тепловая мощность реактора;
- температура теплоносителя на входе в реактор;

- трехмерные поля глубин выгорания топлива;
- трехмерное распределение изотопов  $^{149}\text{Sm}$ ,  $^{149}\text{Pm}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ ;
- номера ТВС, в которых имеются ОР СУЗ, положение каждого ОР СУЗ.

Кроме того, для программы ПЕРМАК 2007 записывается дополнительная информация:

- трехмерная картограмма сортов топлива с учетом высотного профилирования и положения ОР СУЗ;
- трехмерное распределение относительного энерговыделения, температур и плотностей теплоносителя;
- значения аксиальных баклингов для отдельных участков ТВС;
- послойные значения относительного энерговыделения и линейной нагрузки топлива.