

Описание функциональных характеристик экземпляра программного обеспечения NOSTRA (версия 6.0)

Программный комплекс NOSTRA (версия 6.0) (далее – NOSTRA) предназначена для проведения взаимосогласованных трехмерных нейтронно-физических и теплогидравлических расчетов параметров активной зоны в стационарных, ксеноновых переходных и аварийных режимах, а так же для обработки данных, полученных при пусковых физических испытаниях на реакторах типа ВВЭР. ПС обеспечивает проведение:

- расчётов штатных переходных процессов;
- расчетов реактивностных аварий;
- расчетного моделирования экспериментов на экспериментальных установках с водяным теплоносителем,
- расчетного моделирования пусковых экспериментов на энергоблоках с ВВЭР,
- расчетного моделирования работы регуляторов.

Программный комплекс NOSTRA позволяет получать статистические и консервативные оценки значений параметров, а так же коэффициенты чувствительности их значений к изменению отдельных входных данных.

Область применения ПС по типу объекта использования атомной энергии являются реакторы типа ВВЭР. Область применения по составу топлива - оксидное урановое топливо, в том числе с твэлами, содержащими интегрированный гадолиний (твэги) и (или) регенерат урана, уран-плутониевое топливо.

Программа предназначена для расчетного обеспечения реакторно-физических измерений, моделирования протекания режимов нормальной эксплуатации, нарушения нормальной эксплуатации и аварийных режимов в активной зоне при заданных характеристиках теплоносителя на входе в активную зону.

Проводится моделирование следующих органов воздействия на реактивность:

- кластер (конструктивно аналогичный типу ВВЭР-1000, ВВЭР-1200), кассета АРК (реактор ВВЭР-440);
- материалы поглощающих элементов на основе бора, диспрозия, гафния, эрбия;
- материалы стержней выгорающих поглотителей на основе бора и гадолиния.

Расчеты проводятся только для штатной геометрии ТВС.

В нестационарных процессах предполагается:

- неизменность геометрии активной зоны;
- полное заполнение объема активной зоны теплоносителем;
- отсутствие ударных волн давления;

- отсутствие развитого объемного кипения.

Программный комплекс NOSTRA использует библиотеки нейтронно-физических констант, подготовленные по аттестованной программе ТВС-М (версия 1.4).

Программный комплекс NOSTRA позволяет проводить расчеты процессов в активных зонах реакторов ВВЭР при заданных граничных условиях для теплоносителя на входе в активную зону, заданном положении ОР СУЗ и при отсутствии объемного кипения теплоносителя в пределах активной зоны. Граничные условия для теплоносителя могут быть получены из результатов измерений или с помощью аттестованных программ.

Математическая модель включает в себя согласованные по входным и выходным данным уравнения распределенной нейтронной кинетики, теплофизики, гидравлики и движения органов регулирования. Взаимодействие физических процессов рассматривается на основе балансных соотношений, составленных в равновеликих гексагональных призмах, являющихся частями отдельных ТВС. Принятая пространственная дискретизация полностью соответствует пространственной дискретизации программ серии БИПР. В выделенных объемах производится усреднение физических параметров: размножающих свойств, энерговыделения, температур топлива, теплоносителя, оболочки ТВЭЛ, давления и плотности теплоносителя, концентраций источников запаздывающих нейтронов. Внутри расчетных призм для описания отдельных физических процессов используются свои специфические балансы.

Расчет проводится в диффузионном приближении. В качестве модели переноса нейтронов используется модель программы БИПР-7А, обобщенная на случай нестационарных процессов с источником в виде запаздывающих нейтронов, с нейтронными сечениями, явным образом зависящими от температуры и плотности теплоносителя и температуры топлива, и учитывающая время жизни мгновенных нейтронов. В методике выделена доля прямого энерговыделения в замедлителе.

В модели теплогидравлики решается система нестационарных уравнений тепломассопереноса. В каждой расчетной призме рассматривается одномерное течение гомогенного потока теплоносителя с учетом проскальзывания фаз. В расчете гидравлики активной зоны учитывается поправка на увеличение гидравлического сопротивления за счет парообразования, как функция от расходного массового паросодержания.

Программный комплекс NOSTRA моделирует работу ионизационных камер и реактиметров. Модель реактиметра основывается на обращенном решении уравнения точечной кинетики.

Для расчета максимальной и средней температур топлива в ходе стационарных и квазистационарных процессов в программном комплексе NOSTRA может использоваться

специальный программный блок теплофизического расчета твэл программного комплекса NOSTRA, многопараметрические таблицы, задаваемые во входных данных или программа TOPRAs. При проведении динамических расчетов для получения теплофизических свойств твэла используется только специальный программный блок программного комплекса NOSTRA.

Программный комплекс NOSTRA в ходе расчета стационарных и квазистационарных процессов может вызывать программы ПЕРМАК-А для проведения потвэльного расчета активной зоны, программу SC-1 для проведения ячеечного расчета активной зоны и программу TOPRAs для уточненного расчета температуры топлива.

С помощью программного комплекса NOSTRA могут проводиться расчеты ксеноновых переходных процессов.

Для статистической оценки рассчитываемых параметров программного комплекса NOSTRA снабжена блоками статистического расчета различных режимов. Для консервативной оценки рассчитываемых параметров программный комплекс NOSTRA использует модель «горячего» канала.

В качестве выходных данных программы печатаются рассчитанные эффективный коэффициент размножения; распределения энерговыделения; распределения температур топлива и теплоносителя; плотности потока нейтронов; токи ионизационных камер и, полученные на их основе, реактивности, а так же другие нейтронно-физические и теплогидравлические характеристики активной зоны реактора.

Программа NOSTRA написана на языке Фортран 77/90. Относится к классу машиннезависимых.