

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПЭВМ «МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ С РЕАКТОРОМ ВВЭР-1200»

А.П. Богинский, И.А. Мацевитая, В.Н. Камнев, М.А. Подшибякин

## Введение

При проектировании новых проектов РУ с реактором ВВЭР-1200 возникла задача разработки реалистичной модели основных регуляторов для использования в анализах динамической устойчивости РУ и в расчётах переходных режимов при подготовке исходных данных для анализов циклической прочности оборудования РУ. В дополнение к этому для зарубежных проектов необходимость разработки модели регуляторов соответствует требованиям нормативных документов. В результате была создана подпрограмма, моделирующая регуляторы РУ с реактором ВВЭР-1200, краткое описание которой представлено в данной статье. Подпрограмма может быть подключена к теплогидравлическим расчётным кодам ТРАП-КС, КОРСАР/ГП, АТНЛЕТ и другим. В статье приводится краткая характеристика работы подпрограммы при подключении к перечисленным выше теплогидравлическим расчётным кодам.

## Описание подпрограммы

Подпрограмма разработана на языке Си и моделирует работу следующих регуляторов:

- автоматический регулятор мощности реактора (АРМР);
- регулятор давления в первом контуре;
- регулятор уровня в компенсаторе давления;
- регуляторы уровня в парогенераторах;
- регулятор БРУ-А;
- регулятор БРУ-К;
- регулятор турбины.

Кроме регуляторов в подпрограмме моделируются шаговый привод поглощающих стержней и работа предупредительной защиты первого рода при отключении оборудования блока.

Подпрограмма реализует две программы регулирования параметров энергоблока:

- комбинированную программу регулирования (поддержание постоянной средней температуры на высоких уровнях мощности реактора и поддержание постоянного давления пара в ГПК в остальном диапазоне);
- программу поддержания постоянного давления пара в ГПК во всём диапазоне мощности реактора. Выбор программы производится пользователем.

Управление работой подпрограммы осуществляется с помощью специального текстового файла, в котором задаются зависимости переменных от времени. Файл считывается с диска подпрограммой при запуске теплогидравлического расчётного кода на счёт. Наличие этого файла позволяет моделировать действия оператора, изменять параметры настроек регуляторов, моделировать отказы регуляторов без необходимости перекомпилировать подпрограмму.

Для удобства использования и обновления подпрограммы, она подключается к расчётным кодам в форме динамической библиотеки (DLL).

## Тестирование подпрограммы

Работоспособность подпрограммы была подтверждена проведением многочисленными расчётами динамических режимов, выполненными в ходе разработки подпрограммы и в процессе проектирования РУ с реактором ВВЭР-1200. С использованием подпрограммы были выполнены, например, расчёты следующих режимов:

- суточное регулирование мощности энергоблока;
- первичное регулирование частоты сети;
- закрытие стопорных клапанов турбины;
- отключение одного ГЦНА из четырёх работающих;
- отключение двух ГЦНА из четырёх работающих.

Расчёты показали, что реализованные в подпрограмме регуляторы при подключении к теплогидравлическим кодам ТРАП-КС, КОРСАР/ТП, АТНЛЕТ работают устойчиво: наблюдаются затухающие аperiodические переходные процессы или затухающие колебательные переходные процессы, после которых регулируемые параметры стабилизируются в пределах зон нечувствительности.

### **Заключение**

В данной работе представлено краткое описание подпрограммы «Моделирование работы основных регуляторов реакторной установки с реактором ВВЭР-1200» и дана краткая характеристика работы подпрограммы. Подпрограмма позволяет проводить расчёты режимов с реалистичным моделированием процессов. В настоящее время разработанная подпрограмма применяется в расчётах, выполняемых ОКБ «ГИДРОПРЕСС».

### **Список сокращений**

АРМР	– автоматический регулятор мощности реактора
АЭС	– атомная электрическая станция
БРУ-А	– быстродействующая редуцирующая установка сброса пара в атмосферу
БРУ-К	– быстродействующая редуцирующая установка сброса пара в конденсатор турбины
ВВЭР	– водо-водяной энергетический реактор
ГПК	– главный паровой коллектор
КД	– компенсатор давления
РУ	– реакторная установка