

**Инструкции пользователя программы
«Имитатор реактора» (версия 2.7.13)»**

РЕФЕРАТ

Отчет 148 с., 59 рис., 19 табл., 3 источника.

АЭС, ТВС, ОР СУЗ, ВВЭР-1000, РЕАКТОР, ТОПЛИВНАЯ ЗАГРУЗКА, КСЕНОНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, АКСИАЛЬНЫЙ ОФСЕТ, КОНЦЕНТРАЦИЯ БОРНОЙ КИСЛОТЫ, ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ, РЕЖИМЫ РАБОТЫ РЕАКТОРА, ДАННЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕАКТОРА, ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ.

В документе содержится инструкция пользователя программы ИР (Имитатор реактора).

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Обозначения и сокращения | 5 |
| Введение | 6 |
| 1 Режимы работы программы | 8 |
| 2 Файлы, необходимые для работы программы | 10 |
| 3 Файлы результатов | 12 |
| 4 Установка программы (структура директорий)..... | 14 |
| 5 Запуск и останов программы | 15 |
| 6 Подготовка к счету в первой кампании..... | 17 |
| 7 Перегрузка топлива и выгорание следующей загрузки | 18 |
| 8 Подготовка к счету после перегрузки топлива и выгорания загрузки | 19 |
| 9 Работа с программой в режиме КОНТРОЛЬ | 20 |
| 9.1 Общие сведения | 20 |
| 9.2 Начало работы..... | 20 |
| 9.3 Передача данных СВРК | 22 |
| 9.4 Настройка на текущее состояние реактора | 23 |
| 9.5 Архивация данных..... | 24 |
| 9.6 Прогноз концентрации борной кислоты и аксиального офсета..... | 25 |
| 9.7 Контроль подкритического состояния реактора | 25 |
| 9.8 Прогноз водообмена, расчет количества жидких отходов | 26 |
| 9.9 Сглаживание мощности реактора и параметров теплоносителя | 26 |
| 10 Работа с программой в режиме ДИАЛОГ | 28 |
| 10.1 Общие сведения | 28 |
| 10.2 Начало работы..... | 28 |
| 10.3 Управление счетом | 28 |
| 10.4 Прогноз водообмена | 29 |
| 10.5 Функция BACKSPACE..... | 30 |
| 10.6 Расчет микрополей в режиме ДИАЛОГ | 30 |
| 11 Работа с программой в режиме ТАБЛИЦА | 32 |
| 11.1 Общие сведения | 32 |
| 11.2 Режим ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ)..... | 32 |
| 11.3 Режим ТАБЛИЦА (СОСТОЯНИЕ)..... | 32 |
| 11.4 Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)..... | 33 |
| 11.5 Расчет микрополей в режиме ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) | 33 |
| 12 Работа с программой в режиме АРХИВ | 35 |
| 13 Дополнительные сведения о работе с программой | 36 |
| 13.1 Описание задания сортов топлива | 36 |
| 13.2 Коррекция критической концентрации борной кислоты..... | 36 |
| 13.3 Точность поиска критического состояния реактора | 39 |
| 13.4 Заморозка полей и расчет эффективности АЗ | 39 |
| Заключение..... | 40 |
| Список использованной литературы | 41 |
| Приложение А Сервис Главной функции программы ИР | 42 |
| Приложение В Сервис Графической функции программы ИР | 50 |
| Приложение С Испытание программы ИР..... | 75 |
| Приложение D Файл входных данных – User.set | 90 |
| Приложение E Файл входных данных – Master.set | 93 |
| Приложение F Файл шлаков..... | 103 |
| Приложение G Файл предыстории – Ir_history.dat..... | 105 |
| Приложение H Файл описания структуры архива – Ar_upr_0..... | 107 |
| Приложение I Файл таблицы состояний – User.tab | 110 |
| Приложение K Файл результатов – Protokol.dat..... | 119 |
| Приложение L Файл результатов – Vipr.rez | 122 |

| | |
|---|-----|
| Приложение М Файл результатов – Temporal_1.dat | 126 |
| Приложение N Файл результатов – Temporal_2.dat | 128 |
| Приложение P Расчет микрополей..... | 130 |
| Приложение Q Файлы данных СВРК - new_ir.dat, last_ir.dat..... | 136 |
| Приложение R Инструкция для персонала БЦУ АЭС..... | 142 |

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

| | | |
|-------|---|--|
| АО | – | Аксиальный офсет |
| Кq | – | Относительная мощность ТВС |
| Кv | – | Относительное объемное энерговыделение ТВС |
| АЭС | – | Атомная Электростанция |
| АЗ | – | Автоматическая защита |
| БК | – | Борная кислота |
| БЩУ | – | Блочный щит управления |
| ВВЭР | – | Водо-водяной энергетический реактор |
| ВКВ | – | Верхний концевой выключатель |
| ДПЗ | – | Датчик прямого заряда |
| ИР | – | Программа Имитатор Реактора |
| МКУ | – | Минимально контролируемый уровень мощности |
| НЖУ | – | Нижний жесткий упор |
| НКВ | – | Нижний концевой выключатель |
| ОР | – | Органы регулирования системы управления и защиты |
| ПД | – | Пусковой диапазон |
| ПК | – | Персональный компьютер |
| ПУ | – | Панель управления |
| СВРК | – | Система внутриреакторного контроля |
| Скрит | – | Расчетная величина критической концентрации борной кислоты в теплоносителе первого контура |
| СКУД | – | Система контроля, управления и диагностики |
| СУЗ | – | Система управления и защиты |
| Т эфф | – | Момент кампании, эфф. сут. |
| ТВС | – | Тепловыделяющая сборка |
| ТП | – | Таблица параметров |

ВВЕДЕНИЕ

Программа «Имитатор реактора» (версия 2.7.13)» (далее – ИР) является универсальным средством расчетного моделирования работы реактора ВВЭР-1000 (ВВЭР-1200, ВВЭР-ТОИ). Программа предназначена для проведения расчетов в проектных и исследовательских работах по усовершенствованию топливных циклов и алгоритмов управления реактором, а также для использования на действующих АЭС в качестве программного средства информационной поддержки оператора реактора. Расчетная нейтронно-физическая модель активной зоны реактора, заложенная в программу Имитатор реактора (далее – ИР) идентична модели программы БИПР-7А [1]. Программа ИР аттестована в ГАН РФ (Аттестационный паспорт № 341 от 21.11.2013 г.) [2].

Программа ИР реализована в операционных системах Unix, Linux и Windows, в каждой из которых она работает одинаково, за исключением некоторых особенностей, связанных с запуском программы. Unix (Linux) - версия ИР предназначена для работы в составе СКУД (СВРК).

Программа ИР обеспечивает две основных функции, которые далее именуется как «Главная функция» и «Графическая функция». Главная функция выполняет расчетное моделирование работы реактора, вывод результатов счета в текстовые файлы (протоколы) и бинарные файлы (архивы). Описание Главной функции дано в Приложении А. Графическая функция выполняет задачу визуализации информации, предоставляемой Главной функцией, на экране монитора рабочего места пользователя в виде графиков, таблиц, картограмм активной зоны, фазовых диаграмм. Описание Графической функции дано в Приложении В. Главная функция может работать без Графической функции, Графическая функция работает только совместно с Главной функцией.

Программа имеет несколько режимов работы, которые подразделяются на режимы On line и Off line.

В режимах On line обеспечивается информационная поддержка оператора, управляющего реактором на БЩУ – непрерывно предоставляется информация о ближайшей предыстории и текущем состоянии реактора, а также дается расчетный прогноз на ближайшее будущее изменения критической концентрации борной кислоты и аксиального офсета энерговыделения под действием ксеноновых переходных процессов. В этом режиме необходимые для работы ИР данные о текущем состоянии реактора автоматически передаются из системы СКУД (СВРК), результаты записываются в бинарные и текстовые файлы.

В режимах Off-line расчетное моделирование работы реактора выполняется автономно (независимо от текущего состояния реактора). В этих режимах могут использоваться как Unix (Linux), так и Windows версии ИР. Данные, необходимые для работы ИР задаются пользователем вручную или автоматически (автоматически создаются текстовые файлы, содержащие в табличном виде историю работы реактора за определенный период времени, которые могут использоваться как входные данные для ИР), результаты записываются в текстовые файлы.

Программа предусматривает для пользователя возможность выбора русскоязычного или англоязычного интерфейса.

Пользователи программы ИР условно делятся на следующие три категории:

«Оператор» – оператор реактора, использующий ИР на БЩУ только в качестве информатора в режимах On line.

«Расчетчик» – пользователь, работающий с ИР в режимах Off line (на АЭС – это контролирующий физик, физик – расчетчик, технолог, и пр.)

«Программист» – специалист, обслуживающий на АЭС систему СКУД (СВРК), обеспечивающий запуск и остановку программы ИР, задание параметров работы программы, хранение и обработку архивов, изменение исходных данных программы после перегрузки топлива; консультирующий Операторов и Расчетчиков.

Для обучения работе с программой ИР всем пользователям необходимо изучить

Приложения А и В, кроме того:

- операторам – изучить Приложение R;
- расчетчикам – ознакомиться с разделами 1 – 5 данной инструкции, затем выполнить представленную в Приложении С пошаговую процедуру испытания программы, после чего по мере необходимости изучать разделы 1–12;
- программистам – изучить разделы 1 – 5 данной инструкции, затем выполнить представленную в Приложении С пошаговую процедуру испытания программы, после чего изучить разделы 5 – 13.

1 РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

Программа может работать в четырех основных режимах – КОНТРОЛЬ, ДИАЛОГ, ТАБЛИЦА, АРХИВ.

В режиме КОНТРОЛЬ производится расчетное моделирование работы реактора (с учетом выгорания топлива и переходных процессов на ксеноне и самарии) по текущим данным СВРК, когда ИР работает в составе СКУД (СВРК) (режим «КОНТРОЛЬ-1»), или по предыстории работы реактора (режимы «КОНТРОЛЬ-2», и «КОНТРОЛЬ-3»). В качестве входных параметров для расчета состояния реактора используются: мощность, входная температура и давление теплоносителя, расход теплоносителя, положение ОР СУЗ, значение аксиального оффсета энерговыделения активной зоны (АО). В ходе моделирования текущего состояния реактора на мощности находится значение критической концентрации борной кислоты в теплоносителе, а также пространственное распределение энерговыделения в объеме активной зоны, при этом выполняется «настройка» программы на текущее состояние реактора, обеспечивающая совпадение расчетного и измеренного значений АО с заданной точностью. Для остановленного реактора выполняется расчет глубины подкритичности, при этом концентрация борной кислоты задается по показаниям боромера, настройка на офсет не производится. В ходе работы программы производится архивация расчетных и измеренных параметров состояния реактора.

В режиме КОНТРОЛЬ-1 программа моделирует текущее состояние реактора по данным, передаваемым из СВРК. Режим КОНТРОЛЬ-1 относится к режимам On line, он используется для информационной поддержки оператора на БЦУ.

Режимы КОНТРОЛЬ-2 и КОНТРОЛЬ-3 используются для настройки программы на текущее состояние реактора по его ближайшей предыстории, а также для моделирования процессов, не связанных с текущей работой реактора. Данные режимы используются с применением Unix (Linux) или Windows-версии ИР.

В режиме КОНТРОЛЬ-2 программа воспроизводит предысторию работы реактора, записанную в бинарные архивы, которые создаются самой программой в режиме КОНТРОЛЬ-1 (п.9.5).

В режиме КОНТРОЛЬ-3 программа воспроизводит предысторию работы реактора, записанную в текстовый файл ir_history.dat (Приложение G), который создается системой СКУД (СВРК) или самой программой ИР в режиме АРХИВ (см. ниже). После завершения режима КОНТРОЛЬ-3 (выполнен расчет состояния, соответствующего последней строке файла предыстории) программа может быть переведена в режим КОНТРОЛЬ-1.

В режиме ДИАЛОГ расчет производится по исходным данным, задаваемым пользователем в диалоговом режиме через специальную панель управления (ПУ), которая вызывается как дополнительное окно Главной функции. В этом режиме осуществляется расчет переходных процессов на ксеноне и самарии с учетом выгорания топлива, аналогично режиму КОНТРОЛЬ, а также расчет отдельных состояний реактора.

В режиме ТАБЛИЦА производится расчет по таблице исходных данных, подготовленной пользователем с помощью любого текстового редактора (Приложение I). Расчет выполняется в одном из трех следующих подрежимов:

- расчет отдельных состояний реактора – режим ТАБЛИЦА (состояние);
- расчет переходных процессов на ксеноне и самарии с учетом выгорания топлива, аналогично режиму КОНТРОЛЬ – режим ТАБЛИЦА (процесс);
- расчет выгорания загрузки при стационарном распределении ксенона – режим ТАБЛИЦА (выгорание)

Во всех описанных выше режимах программа может начинать работу с расчета равновесного состояния реактора (с равновесным распределением ксенона), определенного исходными данными, которые задаются пользователем, или для всех режимов, исключая режим ТАБЛИЦА (выгорание), продолжить счет от любого состояния, полученного в ходе предыдущей работы программы (в частности, от состояния с неравновесным распределением ксенона). Пользователь может в любой момент работы программы инициировать запись

текущего состояния в специальный «файл продолжения счета», кроме того, после расчета каждого состояния оно автоматически записывается в файл `finish.ixc`. При необходимости продолжения счета в режимах КОНТРОЛЬ-2, КОНТРОЛЬ-3, ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА пользователь должен выбрать нужный файл продолжения счета (например, `finish.ixc`) и переименовать его в `start.ixc` – при следующем запуске программа начнет работу с расчета записанного в `start.ixc` состояния. В режиме КОНТРОЛЬ-1 продолжение счета начинается от состояния, записанного в файле `finish.ixc`.

В режиме АРХИВ выполняется визуальная демонстрация предыстории реактора, записанной в бинарных архивах, созданных ИР в режиме КОНТРОЛЬ-1, и преобразование архивных файлов в текстовые файлы – `rez.dat`, `ir_history.dat`, предназначенные для анализа предыстории и использования в режиме КОНТРОЛЬ-3.

С помощью ключа `KEY_ADMISSION` можно ограничивать доступ к режимам. Ключ можно задавать в файле `master.set` (Приложение Е).

2 ФАЙЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

Во всех режимах работы программа использует следующие электронные файлы:

`uir` (может иметь другое имя) – исполняемый модуль программы.

`user.set` – файл исходных данных в текстовом формате `namelist`. Файл содержит наиболее часто изменяемые пользователем входные данные, определяющие текущую загрузку реактора и основные параметры управления программой (Приложение D).

`master.set` – файл исходных данных в текстовом формате `namelist`. Файл содержит редко изменяемые пользователем параметры работы программы, поправочные коэффициенты к библиотеке констант, граничные условия на отражателе активной зоны (Приложение E).

`Lib.dat` (может иметь другое имя) – бинарный файл библиотеки констант, соответствующий текущей загрузке реактора (обычно используется файл библиотеки констант программы БИПР-7А). Файл передается вместе с текстовым описанием сортов топлива, включая необходимые правки констант, представленные в файлах `Master.set` и `User.set`.

Могут использоваться библиотеки констант аппроксимации с длиной записи 20000 и 14000 байт. Тип определяется по имени библиотеки (переменная `NAME_LIB` в файле `User.set`): имя библиотеки должно содержать символ «#» для библиотеки с длиной записи 20000 байт, имя библиотеки не должно содержать символ «#» для библиотеки с длиной записи 14000 байт.

Могут использоваться библиотеки со старой и новой формой аппроксимации констант в программе. Тип библиотеки задается при помощи параметра `IVERC` (в файле `user.set`). Если используется старая или новая библиотека констант, `IVERC` должно быть соответственно присвоено значение 0 или 1 (по умолчанию `IVERC=0`).

`Shl.dat` (может иметь другое имя) – текстовый файл, содержащий таблицы трехмерного распределения в активной зоне концентрации шлаков, самария и прометия для текущей кампании реактора, с шагом не более 20 эфф.сут. (Приложение F).

`Uir.ini` (наличие данного файла не обязательно) – создаваемый программой, автоматически или по команде пользователя, текстовый файл, содержащий параметры форматов видеокadra (может иметь другое имя с обязательным расширением «*.ini»).

`ir.dat`, `ir_history.dat`, `ar_upr_0` – текстовые файлы, используемые в режиме КОНТРОЛЬ. В режиме КОНТРОЛЬ-1 может использоваться (если `Key_Mode_transfer=0`) текстовый файл параметров текущего состояния реактора `ir.dat`, создаваемый и периодически обновляемый системой СКУД (СВРК) (Приложение Q). В режиме КОНТРОЛЬ-3 используется текстовый файл предыстории работы реактора `ir_history.dat` (Приложение G), создаваемый СКУД (СВРК) или пользователем. Если задана функция архивации (`DT_Arc>0`, см. Приложение E), то необходим файл `ar_upr_0` управляющих параметров для архивации данных (Приложение H).

`user.tab` – текстовый файл, таблица исходных данных для работы программы в режиме ТАБЛИЦА, создаваемый при помощи текстового редактора (Приложение I).

Файлы исполняемого модуля `uir` и библиотеки констант `lib.dat` используются в исходном виде. Файлы `uir.ini`, `shlnew`, `ir_history.dat` создаются программой. Пользователь подготавливает и при необходимости изменяет следующие файлы исходных данных: `user.set`, `master.set`, `ar_upr_0`, `user.tab`. Создаваемые программой текстовые файлы `shlnew` и `ir_history.dat` также могут создаваться и редактироваться пользователем.

Путь к директории, содержащей файл параметров текущего состояния реактора `ir.dat` задается пользователем интерактивно при запуске программы в режиме КОНТРОЛЬ. Файл `ir_history.dat` должен находиться в той же директории или, когда эта директория заблокирована на запись, в директории ВРК.

Для работы программы в режимах КОНТРОЛЬ-2 и АРХИВ необходим текстовый файл исходных данных с именем `input_data`, созданный при помощи любого текстового редактора, а также создаваемые программой бинарные архивные файлы (п.9.5), имена которых должны быть перечислены в `input_data`.

limkv.tab (наличие данного файла не обязательно) – текстовый файл, содержащий таблицу предельных значений K_v для состояния реактора на номинальном уровне мощности, который может использоваться программой во всех режимах, кроме КОНТРОЛЬ-1 (в этом режиме ограничения передаются из СВРК). Файл образуется автоматически при работе программы в режиме КОНТРОЛЬ-1 (создается один раз в сутки, на начало каждого суток, записывается в директорию RES), а также может быть создан пользователем с помощью текстового редактора. Строки таблицы расположены в порядке возрастания номеров ТВС в активной зоне. В i -ой строке первые N чисел – предельные значения K_v для ТВС с номером i , где N – количество слоев ДПЗ или расчетных слоев, в зависимости от заданного в master.set параметра KEYKVLIM (в строке числа расположены в порядке возрастания высоты в активной зоне).

print.set (наличие данного файла не обязательно) – файл исходных данных в текстовом форматном виде. Файл содержит перечень элементов активной зоны (i) и/или (i,j), и/или (i,j,k) для печати (в режимах ДИАЛОГ и КОНТРОЛЬ) в protokol.dat значений относительной мощности ТВС ($K_q(i)$) и/или относительной мощности расчетной ячейки активной зоны ($K_v(j,i)$), и/или линейной тепловой нагрузки $Q_l(j,i,k)$ для случая расчета микропелей (приложение Р). Здесь: i – номер ТВС, j – номер высотного слоя от низа активной зоны, k – номер топливного элемента (твэла/твэга) в ТВС. Строка файла содержит номер ТВС или номер ТВС и номер высотного слоя в формате следующего примера:

```
012
082
08216
12309
12309302
```

Здесь в 1 и 2 строках указаны номера ТВС – 12 и 82, значения K_q в которых будут выводиться в файл protokol.dat; в 3 строке указан номер ТВС – 82 и номер высотного слоя – 16 указывающие ячейку активной зоны, значение $K_v(16,082)$ которой будет выводиться в protokol.dat; в 4 строке аналогично указана ячейка (09,123), значение $K_v(09,123)$ которой будет выводиться в protokol.dat; в 5 строке указана ячейка (09,123,302), значение $Q_l(09,123,302)$ которой будет выводиться в protokol.dat.

start.ixе, finish.ixе – файлы для продолжения счета, создаются программой.

MASKA.S01, MASKA.S02, ... – бинарные файлы исходных данных (маскфайлы) для расчета микропелей.

3 ФАЙЛЫ РЕЗУЛЬТАТОВ

Во всех режимах работы программа создает следующие электронные файлы:

Protokol.dat – текстовый файл, содержащий протокол работы программы в виде таблицы, каждая строка которой отвечает одному состоянию реактора (Приложение К). Значения K_q и/или K_v , и/или Q_1 в ячейках, заданных в файле print.set печатаются в конце каждой строки файла protokol.dat, при этом столбцы значений имеют соответствующие оглавления в шапке таблицы (например, столбец значений $K_v(09,123)$ будет озаглавлен следующим образом: «12309000»; столбец значений $Q_1(09,123,302)$ будет озаглавлен как «12309302»).

Virg.rez – текстовый файл, содержащий исходную картограмму загрузки активной зоны и некоторую дополнительную информацию (Приложение L). В режимах ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА по заданию пользователя записываются дополнительные данные (расширенная печать), идентичные данным, записываемым в режиме КОНТРОЛЬ в файл типа *.prt (см. ниже).

Temporal_1.dat – текстовый файл (Приложение M), обновляющийся после расчета каждого состояния реактора. Файл содержит картограмму распределения по ТВС выгорания, относительной мощности – K_v , подогрева теплоносителя ($^{\circ}\text{C}$); а также, при определенных значениях массива ключей RESULTNEW (Приложение D), трехмерные распределения в активной зоне относительной мощности и концентраций самария, прометия, ксенона (размерность: ядер/ $\text{см}^3(*10^{-17})$).

Shlnew – текстовый файл (Приложение F), содержащий таблицу распределения в активной зоне шлаков, самария и прометия. При расчете выгорания (в режиме ТАБЛИЦА) файл содержит последовательность записей – таблиц распределения шлаков (МВт сут/ t_U), самария, прометия (ядер/ $\text{см}^3(*10^{-17})$) для различных моментов кампании. Для других подрежимов ТАБЛИЦА и для режимов КОНТРОЛЬ и ДИАЛОГ файл содержит две записи шлаков – начальную запись шлаков, соответствующую заданным в файле user.set эффективным суткам и конечную запись (при остановке программы).

Файлы, содержащие данные, необходимые для продолжения счета при следующем запуске программы:

Finish.ixе – бинарный файл продолжения счета, который автоматически создается после расчета каждого состояния реактора.

ixCCCCXX.nnn – бинарные файлы продолжения счета типа finish.ixе, создаваемые по команде пользователя, в режимах КОНТРОЛЬ, ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА (процесс). Имя файла соответствует текущему моменту времени (время от начала процесса в режимах ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА, время суток в режиме КОНТРОЛЬ) моделируемого процесса (в часах): CCCC – целая часть, XX – дробная часть; nnn – порядковый номер файла.

ixNNNNN.nnn – файлы продолжения счета типа finish.ixе, создаваемые по команде пользователя, в режимах ТАБЛИЦА (состояние). NNNNN – номер текущего состояния, nnn – порядковый номер файла.

В режиме КОНТРОЛЬ-1 программа дополнительно создает следующие файлы:

ГГГГААДДЧЧММ.bar – бинарный архивный файл, содержащий информацию о работе реактора (за определенный период времени) по данным СВРК и по результатам расчета программы. Имя файла соответствует текущей дате и времени суток на момент создания архива: ГГГГ – год, АА – месяц, ДД – день, ЧЧ – часы, ММ – минуты. В Приложении Н представлен текстовый файл управляющих параметров для архивации данных программой (ar_upr_0) и правила, по которым он создан.

ГГГГААДДЧЧММ.pro – текстовый файл типа protokol.dat (Приложение К), содержащий протокол работы программы за время формирования соответствующего архива.

ГГГГААДДЧЧММ.ixе – файл продолжения счета, записываемый в момент создания соответствующего архива (см. выше).

В режиме КОНТРОЛЬ-3 создаются аналогичные файлы с именами: ГГГГААДДЧЧММ_bar, ГГГГААДДЧЧММ_pro, ГГГГААДДЧЧММ_ixе.

Кроме того, в режимах КОНТРОЛЬ программа создает следующие файлы:

Temporal_2.dat – текстовый файл (Приложение N), обновляющийся после расчета каждого состояния реактора в режиме КОНТРОЛЬ. На текущий момент расчета файл содержит строку основных параметров состояния (аналогично строке таблицы из файла Protokol.dat), трехмерное распределение относительной мощности – K_v , распределение по высоте активной зоны средних и максимальных значений относительной мощности – K_v и глубины выгорания (МВт сут/ t_U), трехмерное распределение среднего по расчетной ячейке значения линейной тепловой нагрузки на твэлы (Вт/см), среднюю погонную мощность ТВС (МВт/м) в местах расположения ДПЗ.

ГГГГААДДЧЧММСС.prt – записываемый по команде пользователя текстовый файл, идентичный файлу Temporal_2.dat. Имя файла соответствует текущей дате и времени суток на момент отправки команды пользователя: ГГГГ – год, АА – месяц, ДД – день, ЧЧ – часы, ММ – минуты, СС – секунды.

Linkv.tab – текстовый файл, содержащий таблицу предельных значений K_v для состояния реактора на номинальном уровне мощности, который образуется автоматически при работе программы в режиме КОНТРОЛЬ-1.

ir_history.dat – предыстория реактора в табличном виде в режиме КОНТРОЛЬ-3

Gwaste.dat – таблица водообмена в режимах ДИАЛОГ и КОНТРОЛЬ-3 (см. 9.8).

Last_ir.dat, New_ir.dat – текстовые копии массива входных данных СВРК.

4 УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ (СТРУКТУРА ДИРЕКТОРИЙ)

Программа устанавливается в директории с произвольным именем (например, в директории UIR), которая должна иметь следующую структуру поддиректорий:

```
UIR/
UIR/RES/
UIR/RES/ARC/
UIR/RES/IXE/
UIR/SET/
UIR/SET/ARC/
UIR/SET/TBL/
UIR/BPK/
```

структура директорий, которые могут иметь другие имена:

```
UIR/SET/LIB/
UIR/SET/SHL/
```

Размещение файлов, необходимых для работы программы (п.2):

```
UIR/ uir (исполняемый модуль), Uir.ini, другие файлы типа *.ini
UIR/RES/ finish.ixе, start.ixе, ir_history.dat
UIR/RES/ARC/ input_data, ГГГГААДДЧЧММ.bar
UIR/SET/user.set, master.set, print.set
UIR/SET/ARC/ar_upr_0
UIR/SET/TBL/ user.tab, limkv.tab
UIR/SET/LIB/lib.dat
UIR/SET/SHL/shl.dat
UIR/SET/MSK/MASKA.S01, MASKA.S02, ...
UIR/BPK/ ir.dat, Last_ir.dat, New_ir.dat, ir_history.dat
```

На различных блоках АЭС размещение файлов ir.dat и ir_history.dat может иметь свои особенности.

Размещение файлов результатов (п.3):

```
UIR/RES/ protokol.dat, bipr.rez, shlnеw, finish.ixе, ixCCCXX.nnn, ixNNNNN.nnn,
temporal_1.dat, temporal_2.dat, limkv.tab,
UIR/RES/ARC/ ГГГГААДДЧЧММ.bar, ГГГГААДДЧЧММ.pro,
ГГГГААДДЧЧММ.ixе, ГГГГААДДЧЧММСС.prt.
UIR/BPK/Last_ir.dat, New_ir.dat
```

Файл Uir.ini содержит данные о формате видеокadra на экране пользователя. Они могут измениться в ходе работы программы, поэтому их копии необходимо сохранить в том случае, если при новом запуске программы требуется восстановить прежний формат видеокadra. Если файл Uir.ini отсутствует, то он создается программой автоматически в соответствии с форматом видеокadra, заданным по умолчанию.

Файлы библиотеки констант и шлаков могут быть записаны в любую директорию под любым именем, это имя должно быть указано пользователем в файле user.set. Директорию, содержащую исполняемый модуль (в данном случае, директорию UIR) программа автоматически устанавливает в качестве текущей директории, это позволяет задавать в файле user.set укороченные имена (например: ./SET/LIB/lib.dat, ./SET/SHL/shl.dat).

Внимание! При установке программы нужно проверить и, при необходимости, снять атрибут «Read only» с файлов, которые создаются программой (или уничтожить их).

Внимание! В Приложении С дана пошаговая процедура испытаний программы ИР, которую рекомендуется выполнить, после установки программы, с целью проверки правильности установки программы и для первого ознакомления пользователя с работой программы.

5 ЗАПУСК И ОСТАНОВ ПРОГРАММЫ

Управление программой производится с помощью клавиатуры и/или «мыши», в целом поддерживаются правила управления, принятые в среде Windows.

Запуск производится с помощью активизации исполняемого модуля uir. При запуске программы из командной строки может быть введен параметр вызова: “-notooltips”, который отключает функцию выдачи всплывающих информационных окон; “-controluser”, который открывает доступ к команде меню «Настройка».

Если программа была запущена из командной строки с ключом с целью установки и изменения пароля, то после задания пароля программу следует остановить и снова запустить программу – только в этом случае парольная защита начнет работать.

Также могут быть введены параметры вызова, которые обеспечивают автоматический запуск программы, при этом реализуются следующие возможности.

Формат ключа запуска из командной строки: «-пр», где п – код режима запуска, р – параметр запуска. Код режима запуска может принимать следующие значения:

m – “Monitoring”

d – “Dialog”

t – “Table”

a – “Archive”

Параметр запуска – любое целое число, например «-n543» для запуска программы в режиме ДИАЛОГ.

Для текущей версии программы допустимы следующие ключи запуска:

“-m1” – режим КОНТРОЛЬ (если существует файл \RES\ finish.ixе, то пуск программы выполняется с продолжением счета, если не существует – пуск от равновесного состояния);

“-m2” – режим КОНТРОЛЬ (если существует файл \RES\ finish.ixе, то пуск программы выполняется с продолжением счета, если не существует – программа останавливается);

“-m3” – режим КОНТРОЛЬ (пуск от равновесного состояния);

“-d1” – режим ДИАЛОГ;

“-t1” – режим ТАБЛИЦА;

“-a1” – режим АРХИВ.

Запуск программы может иметь дополнительные особенности на разных блоках АЭС.

После запуска программы без параметра вызова на экране появляется панель управления Главной функции, предназначенная для начальной настройки режимов программы и управления программой в ходе ее работы. Затем ИР ждет управляющих действий пользователя (выбор режима, настройка на файл связи с СВРК, задание пароля), которые выполняются через меню окна Главной функции или с помощью Инструментальной панели в виде кнопок с пиктограммами (Приложение А). После запуска программы с параметром вызова работа программы начнется автоматически без диалога с пользователем.

Графическая функция запускается автоматически или командой «Сервер» меню Главной функции (или соответствующей пиктограммой).

Внимание! В случае ошибки при открытии окна графической функции необходимо остановить Главную функцию, уничтожить или заменить файл Uir.ini и снова запустить программу.

Остановку программы осуществляют заданием команд «Режим, Выход» в меню

Главной функции, или нажатием кнопки «СТОП» на панели управления в режиме «ДИАЛОГ». Также остановку программы можно выполнить закрытием текущего окна, используя стандартные средства Windows или Unix (Linux) .

Остановка программы может иметь дополнительные особенности на разных блоках АЭС.

6 ПОДГОТОВКА К СЧЕТУ В ПЕРВОЙ КАМПАНИИ

1) В файле user.set задать $T=0.0$, задать фиктивное имя файла шлаков (т.е. задать имя несуществующего файла).

2) В соответствии с номенклатурой топлива проверить наличие всех необходимых сортов топлива в библиотеке констант. В файле user.set указать в NAME_LIB имя библиотеки, задать массивы описания сортов топлива TOPL, KTOP, PK8, D1, PC3 (смотри раздел 14.1)..

3) В файле user.set задать текстовое описание сортов топлива: массив строк SORTS.

4) При необходимости внести изменения в файл master.set.

5) Подготовить в файле user.tab таблицу выгорания загрузки (Приложение I) по заданному графику нагрузки (например, при постоянной номинальной мощности и положении 10-ой группы 90%).

6) Запустить ИР в режиме «ТАБЛИЦА», ответить положительно на запросы программы с предложением использовать нулевые шлаки и выполнить распад прометия, затем выполнить расчет выгорания загрузки. Проконтролировать создание файлов shlnew и protokol.dat в директории UIR/RES. Переименовать файл shlnew (при этом можно перенести его в другую директорию, например, в директорию UIR/SET/SHL), соответственно изменить имя файла шлаков NAME_SHL в файле user.set.

7) В файле user.set задать массив StationaryOffset в соответствии с данными файла protokol.dat. Задаются значения стационарного офсета для различных моментов кампании с шагом 20 эфф.сут. (0, 20, 40, ...). В случае KEY_DEFINE_SIGN_AO=1, значения офсета берутся из protokol.dat, если они находятся в интервале от -7% до +2%. При значении офсета в protokol.dat менее -7% или более +2% в массив StationaryOffset задаётся соответственно -7% или +2%. Аналогично, в случае KEY_DEFINE_SIGN_AO=-1, значения StationaryOffset задаются в интервале от -2% до +7%.

7 ПЕРЕГРУЗКА ТОПЛИВА И ВЫГОРАНИЕ СЛЕДУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ

1) Задать $T=999.0$ в файле `user.set` (это указание на конец файла шлаков предыдущей кампании).

2) В соответствии с номенклатурой топлива проверить наличие всех необходимых сортов топлива в библиотеке констант, при необходимости изменить массивы КТОР, РК8, D1, РС3 в файле `user.set` (смотри раздел 13.1). Массивы КТОР, РК8, D1, РС3, должны соответствовать новой загрузке, массив `ТОPL` – остается от предыдущей загрузки. В случае изменения файла библиотеки констант соответственно изменить имя библиотеки `NAME_LIB` в файле `user.set`.

3) В соответствии с описанием сортов топлива и описанием библиотеки констант внести изменения в файл `master.set`.

4) В соответствии со схемой перегрузки топлива задать массив перегрузки `M_RELOAD` в файле `user.set`. Элемент массива `M_RELOAD(i)` – целое число, характеризующее i -ю ТВС в текущей загрузке: если `M_RELOAD(i)<1000`, то это номер ТВС в предыдущей загрузке; если `M_RELOAD(i)=10NN` (например: «1014» или «1003»), то это ТВС первого года, NN - шифр топлива (см. массив `ТОPL`); если `M_RELOAD(i)` – отрицательное число, типа «-NNMMM» (например: «-3147» или «-03147», или «-14147»), то NN – шифр топлива, а MMM – номер ТВС в загрузке, которая рассматривается как бассейн выдержки.

5) Если в массиве `M_RELOAD` есть отрицательные числа, то должен существовать файл шлаков – бассейн выдержки, его имя должно быть задано в `user.set` в переменной `NAME_SHL_POOL`. В текущую загрузку переносятся шлаки, находящиеся в последней записи этого файла.

6) Если в предыдущей загрузке использовались СВП, то в файле `user.set` задать массив `SHIFR_SVP` (массив соответствия сортов ТВС без СВП и с СВП).

7) Подготовить в файле `user.tab` таблицу (ниже п.11) выгорания загрузки по заданному графику нагрузки (например, на постоянной номинальной мощности при положении 10-ой группы 90%).

8) Запустить ИР в режиме «ТАБЛИЦА», ответить положительно на запрос программы с предложением выполнить распад прометия, затем контролировать расчет выгорания загрузки. После сообщения о конце борной кампании остановить программу или, отвечая соответствующим образом на запросы программы, продолжить выгорание на мощностном эффекте.

9) После остановки программы: проконтролировать создание файлов `shlnew` и `protokol.dat` в директории `UIR/RES`; переименовать файл `shlnew` (при этом можно перенести его в другую директорию, например, в директорию `UIR/SET/SHL`), соответственно изменить имя файла шлаков `NAME_SHL` в файле `user.set`.

8 ПОДГОТОВКА К СЧЕТУ ПОСЛЕ ПЕРЕГРУЗКИ ТОПЛИВА И ВЫГОРАНИЯ ЗАГРУЗКИ

1) Изменить в файле user.set массив TOPL (перенести в user.set перегруженный массив TOPL из файла protokol.dat, полученного при выгорании загрузки).

2) При необходимости изменить в файле user.set текстовое описание сортов топлива: массив строк SORTS.

3) Изменить в файле user.set массив STATIONARYOFFSET в соответствии с данными файла protokol.dat, полученного при выгорании загрузки (см. п.6).

4) Удалить массивы M_RELOAD и SHIFR_SVP из файла user.set.

5) Задать требуемое значение эффективных суток (T) в user.set.

6) Изменить параметр NOM_CYCLE (задать следующий номер цикла) в user.set

7) Измененные, подготовленные для работы программы в следующей кампании реактора файлы user.set, master.set и файл шлаков скопировать на все рабочие места, где будет использоваться программа ИР.

8) На рабочих местах, где программа будет работать в режиме КОНТРОЛЬ-1, добавить в файл master.set строку KEY_ADMISSION=1.

9) На всех рабочих местах, в директории RES удалить файл finish.ixе.

9 РАБОТА С ПРОГРАММОЙ В РЕЖИМЕ КОНТРОЛЬ

9.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В режиме КОНТРОЛЬ программа моделирует текущую работу реактора, выполняя расчет состояний реактора в хронологической последовательности по мере поступления данных о текущем состоянии реактора. Работа реактора моделируется с учетом процессов отравления ксеноном и самарием (накопление и распад йода; накопление, распад и выгорание ксенона; накопление и распад прометия; накопление и выгорание самария), и выгорания топлива (накопление шлаков).

Графики изменения основных параметров состояния реактора строятся на отрицательной половине оси времени, на каждом временном шаге график сдвигается в отрицательную область: текущему состоянию реактора соответствует нулевое время, состоянию реактора два часа назад соответствует значение на оси времени «-2» и т.д. Положительная область оси времени предназначена для построения графиков прогнозируемого изменения критической концентрации борной кислоты и офсета под действием ксеноновых процессов (прошлое отображается в отрицательном направлении оси времени, будущее – в положительном направлении, настоящее – в нулевой точке).

Шаг времени поступления данных СВРК и время расчета одного состояния определяют временную задержку между реальным событием и отображением его на видеокадре ИР. Временная задержка зависит от скоростных характеристик и степени загруженности вычислительных средств и может быть различной на разных блоках АЭС. Пользователь может, изменив в исходных данных (в файле master.set) параметр DT_CONTROL1, увеличить временной шаг процесса (но не более чем до 300 сек).

С помощью команды меню «Настройка, шага графики» (Приложение В) можно увеличить временной шаг изменения видеокадра (но не более чем до 300 сек).

Приращение шлаков и эффективных суток происходит с шагом не менее 1 мин, это значение можно изменить во входных данных (см. параметр LimDeltaTime, Приложение Е).

Пользователь с помощью команды меню окна Главной функции (Приложение А) может в любые моменты времени записывать текущие состояния в файлы типа ixСССХХ.nnn (п.3), для выполнения прогнозных расчетов в режимах ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА.

9.2 НАЧАЛО РАБОТЫ

Режим КОНТРОЛЬ запускается в окне Главной функции командой меню «Режим/Контроль» или первой слева пиктограммой.

Внимание! Рекомендуется при запуске программы на рабочем месте оператора установить пароль, блокирующий остановку программы и выбор режимов, отличных от режима КОНТРОЛЬ (см. Приложение А)

Существуют три способа передачи данных в программу и соответственно три режима: КОНТРОЛЬ-1, КОНТРОЛЬ-2, КОНТРОЛЬ-3 (выбор осуществляется интерактивно).

Режим КОНТРОЛЬ-1. Данные передаются непосредственно из СВРК в реальном времени через файл ir.dat или общую область памяти. При первом запуске программы должен быть задан путь к файлу ir.dat (обычно в директории UIR\ВРК) с помощью команд меню окна Главной функции «Настройка, Связи с СВРК». В ту же директорию будут в формате ir.dat записываться файлы new_ir.dat, last_ir.dat. Файл new_ir.dat создается СВРК в случае передачи данных через общую область памяти, файл last_ir.dat создается ИР в любом случае после обработки данных СВРК.

Режим КОНТРОЛЬ-2. Данные считываются из записанных ранее программой ИР бинарных архивов, содержащих историю работы реактора за определенный период времени (п.9.5).

Для работы программы в режиме КОНТРОЛЬ-2 необходимо поместить в

директорию RES/ARC управляющий текстовый файл input_data и перечисленные в нем файлы бинарных архивов. Структура и содержание файла input_data достаточно полно представлена в следующем примере:

```
001          Шаг выборки из архива, мин
001          Уставка по мощности, %
001          Уставка по положению ОР СУЗ, %
200512121640.bar      Имя считываемого архива
200512121712.bar      Имя считываемого архива
```

Первые три строки должны присутствовать обязательно, в них первые три символа содержат параметры, управляющие частотой выборки данных из архива: в первой строке – временной шаг (уставка времени), с которым данные будут выбираться из бинарного архива; во второй – уставка мощности; в третьей – уставка положения ОР СУЗ. Считывание этих параметров происходит по формату i3. Начиная с четвертой строки должен находиться перечень имен бинарных файлов в хронологической последовательности (при создании файла бинарного архива его имя содержит дату и время создания, так в приведенном выше примере первый файл был создан в 16:40 12 декабря 2005 г, второй – в 17:12 12 декабря 2005 г).

Выборка данных из архива с последующим расчетом состояния реактора происходит с заданным в input_data шагом времени. Если изменение мощности или положения ОР СУЗ превышает соответствующие уставки, тогда шаг времени может быть меньше заданного. Уставка времени должна быть не менее 1 мин. Уставки мощности и положения ОР СУЗ могут принимать положительные, нулевые и отрицательные значения (если уставка задана отрицательным числом, то считываются все записи в архиве).

Основное отличие режима КОНТРОЛЬ-2 от режима КОНТРОЛЬ-1 в том, что данные бинарного архива не содержат массива предельных значений K_v – используется универсальное ограничение (Приложение В).

Если бинарный архив был записан без учета несовпадения положения НЖУ с нижней границей активной зоны, то в режиме КОНТРОЛЬ-2 можно исправить эту ошибку, задав в master.set реальное положение НЖУ (DHNGU) и KEY_NGU=-1.

Внимание! Если бинарный архив записывался с учетом реального положения НЖУ, то в режиме КОНТРОЛЬ-2 необходимо задавать KEY_NGU=0 (при KEY_NGU=-1 к положению ОР будет дважды добавлено расстояние от НЖУ до низа активной зоны)

Режим КОНТРОЛЬ-3 (Настройка по предыстории). По данным из файла ir_history.dat производится расчет состояний реактора в хронологической последовательности – восстанавливается предыстория реактора от состояния 30 часов назад до текущего состояния. После исчерпания данных в ir_history.dat программа может без остановки перейти в режим работы КОНТРОЛЬ-1 с данными, поступающими из СВРК. Основные отличия режима КОНТРОЛЬ-3 от режима КОНТРОЛЬ-1: не передается массив предельных значений K_v – используется универсальное ограничение (Приложение В), не передается массив пространственного распределения K_v – отсутствует возможность сравнить трехмерное расчетное поле энерговыделения с данными СВРК, можно сравнить только максимальные значения K_v и K_q .

В каждом из представленных режимов существуют две возможности начала работы программы (выбор осуществляется интерактивно): «От равновесного состояния» и «Продолжение счета». От равновесного состояния можно начать счет в любом случае. Продолжение счета возможно при условии, что существует файл finish.ixе (для режима КОНТРОЛЬ-1) или start.ixе (для режимов КОНТРОЛЬ-2, КОНТРОЛЬ-3).

Счет от равновесного состояния осуществляется следующим образом: по текущим данным СВРК рассчитывается первое состояние реактора с равновесным распределением ксенона и с распределением самария, прометия и шлаков на заданный пользователем момент кампании (параметр T в файле user.set) – из файла шлаков (Shl.dat). Данный способ расчета

первого состояния применяется в следующих случаях:

- текущее состояние реактора близко к стационарному;
- в ближайшие 30 часов от ИР не требуется высокая точность восстановления поля энерговыделения;
- нет возможности использовать другой способ, поскольку отсутствует файл продолжения счета и невозможно восстановить ближайшую предысторию реактора.

Для последующих состояний рассчитываются неравновесные распределения ксенона и самария, учитывается выгорание топлива (увеличивается количество шлаков).

Продолжение счета осуществляется следующим образом: по данным из файла finish.ixе (или start.ixе) рассчитывается записанное ранее (например, в момент предыдущей остановки программы) состояние реактора, которое, в общем случае, соответствует неравновесному распределению ксенона. Далее программа продолжает счет по данным СВРК или из архива, или из таблицы.

9.3 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ СВРК

Данные СВРК о текущем состоянии реактора считываются программой из файла ir.dat или передаются в программу через общую область памяти ИР и СКУД (СВРК), в случае передачи через файл ir.dat, в master.set должно быть задано Key_Mode_transfer=0. Для контроля и анализа возможных сбоев в работе программы, после считывания файл ir.dat копируется в файл last_ir.dat в той же директории, где находится ir.dat. Если данные передаются через общую память, то также создается файл last_ir.dat (если путь не задан, то last_ir.dat записывается в директорию /RES), при этом сохраняется текстовый формат файла ir.dat, кроме того, перед посылкой данных также создается файл new_ir.dat в таком же текстовом формате. Пример файла типа ir.dat показан в приложении Q.

Для удобства далее при описании данных СВРК делаются ссылки на файл ir.dat.

Передача данных на разных блоках АЭС может иметь свои особенности.

Передаваемые через файл ir.dat или общую область памяти параметры, которые используются программой в качестве входных данных для расчета состояния реактора, сопровождаются признаком достоверности (0 – достоверно, 7 – не достоверно).

Если при считывании и обработке данных СВРК произошло одно из следующих событий: не обнаружен файл ir.dat (если Key_Mode_transfer=0), не произошло обновление данных (не изменилось время), один из параметров не достоверен, ошибка преобразования данных (из текстового в численный вид), то расчет данного состояния реактора не производится, а программа после секундной паузы делает следующую попытку считывания и обработки данных. Если одна ошибка при обработке файла повторяется в течение 5 минут, то выдается сообщение в основном окне Главной функции.

Программа проверяет соблюдение допустимого диапазона значений следующих параметров: мощности (0÷110%), давления теплоносителя над активной зоной (100÷200 атм), температуры теплоносителя на входе в активную зону (200÷300°С), расхода теплоносителя через активную зону (20000÷95000 м³/ч). Если значение находится вне соответствующего диапазона, то выдается сообщение в основном окне Главной функции и расчет данного состояния реактора выполняется с предыдущим значением; если и предыдущее значение вне диапазона, тогда расчет состояния не производится, а делается следующая попытка считывания и обработки данных СВРК.

В строке №11 задается расход теплоносителя через реактор (доля расхода теплоносителя через активную зону определяется параметром FТС, который задается в master.set).

В файле ir.dat зарезервированы 3 строки (№№13 – 15) для значений концентрации борной кислоты в реакторе по показаниям борометров, если на данном блоке таких данных меньше, то значениями заполняются первые из этих строк, остальные будут содержать символ #. Следующая строка (№16) содержит показание боромера на линии подпитки.

В файле ir.dat зарезервирована 121 строка (№№28 – 148) для задания положений ОР СУЗ. Каждая строка содержит номер ТВС в активной зоне, положение ОР СУЗ в данной ТВС

и признак достоверности. Если на данном блоке количество ОР СУЗ меньше 121, то значениями заполняются первые из этих строк, остальные будут содержать символ #.

Положение ОР СУЗ передается в сантиметрах. В зависимости от значения 0 или 1 ключа KEY_NGU (задаваемого в master.set) положение ОР СУЗ задается от НЖУ или от низа активной зоны соответственно.

В файле master.set пользователем задается поправка DHNGU на положение ОР СУЗ (Приложение Е), которая равна расстоянию (см) от НЖУ до низа активной зоны. В случае KEY_NGU=0 значение DHNGU добавляется к полученному из СВРК положению ОР СУЗ, таким образом, определяется истинное положение ОР СУЗ – расстояние по вертикали от нижней границы поглотителя в ОР СУЗ до нижней границы активной зоны. Положение ОР СУЗ в процентах определяется по отношению к высоте активной зоны (Приложение Е, параметр H).

Расчет состояния выполняется с реальным положением ОР СУЗ, программа предоставляет пользователю данные по реальному положению ОР СУЗ и групп ОР СУЗ. В качестве положения группы принимается среднее положение входящих в группу ОР СУЗ, которые имеют достоверные значения положений. Если СВРК передает положение ОР СУЗ с признаком недостоверности, то программа присваивает этому данному ОР СУЗ среднее значение положений ОР СУЗ в соответствующей группе.

В файле ir.dat зарезервированы 64 строки (№№153 – 216) для задания значений погонной мощности ТВС в местах расположения ДПЗ. Каждая строка содержит 7 значений для 7 ДПЗ в одном КНИ, строки расположены в порядке увеличения номеров КНИ. Если на данном блоке количество КНИ меньше 64, то значениями заполняются первые из этих строк, остальные должны содержать символ #. Недостоверные показания ДПЗ передаются с нулевым значением.

В файле ir.dat зарезервированы 163 строки (№№217 – 379) для задания предельно допустимых значений Kv. Каждая строка содержит KSDPZ (количество ДПЗ в одном КНИ) или NZ (количество расчетных точек по высоте активной зоны) чисел в зависимости от заданного в файле master.set значения ключа KEYKVLIM – соответственно 0 или 1. На начало каждых суток эти строки копируются в файл limkv.tab.

9.4 НАСТРОЙКА НА ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РЕАКТОРА

Настройка на текущее состояние реактора выполняется с целью формирования в программе распределения ксенона в объеме активной зоны, близкого к реальному распределению. Это достигается путем поддержания расчетного значения аксиального офсета, близкого к величине офсета, определяемого в СВРК по восстановленному (с учетом показаний ДПЗ) полю энерговыделения. Настройка производится при работе реактора на мощности выше определенного уровня, до которого показания ДПЗ считаются недостоверными (параметр LIM_CORRECT_SBRK, Приложение Е).

Настройка обеспечивается одновременным изменением граничных условий на торцах активной зоны и подогрева теплоносителя в активной зоне. Для увеличения офсета длина линейной экстраполяции потока нейтронов увеличивается на верхней границе и соответственно уменьшается на нижней границе активной зоны, кроме того, для каждой ТВС уменьшается отклонение температуры теплоносителя от среднего значения в активной зоне (температура увеличивается в нижней и уменьшается в верхней части активной зоны). Степень вводимой коррекции задает параметр настройки Pnastr. Значение Pnastr>0 обеспечивает увеличение офсета, Pnastr<0 – уменьшение офсета, при Pnastr=0 коррекция отсутствует.

Программа автоматически находит значение Pnastr, которое обеспечивает совпадение расчетного офсета с офсетом, полученным СВРК. Точность поддержания заданного значения офсета задается в исходных данных (параметр dAOmg, Приложение Е)

Исходные значения удвоенной длины линейной экстраполяции задаются как исходные данные (DZ*P1DZ для верхнего торца активной зоны, DZ*P2DZ для нижнего торца активной зоны, см. Приложение Е), их изменение в процессе настройки происходит

следующим образом:

$$X = DZ \cdot P1DZ \cdot \exp(+Pnastr)$$

$$Y = DZ \cdot P2DZ \cdot \exp(-Pnastr)$$

Изменение температуры теплоносителя в процессе настройки происходит следующим образом:

$$dT(i) = dT0(i) + P \cdot |Tnastr| \cdot Pnastr \cdot (2 \cdot i - NZ - 1) / (1 - NZ)$$

где i – номер высотного слоя в активной зоне; NZ – количество высотных слоев; $dT0(i)$ – исходное значение подогрева теплоносителя; $P = W/W_{ном}$ – относительная мощность реактора; $Tnastr$ – масштабный множитель (также выполняет роль управляющего параметра: при $Tnastr < 0$ настройка выполняется только изменением температуры теплоносителя, при $Tnastr = 0$ – только изменением граничных условий).

Если на начало работы ИР реактор близок к стационарному состоянию, то $Pnastr \approx 0$; если в реакторе протекают нестационарные ксеноновые процессы, то начальное абсолютное значение $Pnastr$ может достигать величины ~ 1 , в ходе дальнейшей работы программы в режиме настройки значение $Pnastr$ должно стремиться к нулю. Теоретически, полная сходимость процесса настройки, до значения $Pnastr = 0$, обеспечивается за время, равное периоду свободных колебаний офсета (~ 28 ч); практически, значение $Pnastr$ колеблется в пределах ± 0.2 .

Значение $Tnastr$, а также начальные значения $Pnastr$ и шага его изменения ($DPnastr0$) – задаются в исходных данных (Приложение Е). Если в исходных данных задано $Pnastr \neq 0$, то коррекция расчета будет выполняться также в режимах ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА.

Ход настройки можно контролировать по изменению параметра $Pnastr$, в окне Графической функции, используя команды меню «Вывод, Дополнительная информация» (Приложение В). Кроме того значения $Pnastr$ выдаются в файл результатов Protokol.dat.

9.5 АРХИВАЦИЯ ДАННЫХ

В ходе работы программа создает файлы бинарных и текстовых архивов, содержащие данные о работе программы (включая результаты расчета ИР и данные СВРК) за определенный период времени, длина которого – DT_Arc задается в файле исходных данных `user.set` (Приложение D). По истечении времени DT_Arc архивные файлы закрываются и открываются новые. Имя каждого файла содержит дату и время создания файла, т.е. время начала записи архива (имя бинарного архива ГГГГААДДЧЧММ.bar, имя текстового архива ГГГГААДДЧЧММ.pro).

Бинарный архив содержит данные об изменении основных параметров состояния реактора, положении отдельных ОР СУЗ и значений локальной мощности энерговыделения в местах размещения ДПЗ (погонная мощность ТВС, МВт/м). Запись в бинарный архив происходит по достижении определенной величины (апертуры) отклонения параметра от его предыдущего записанного значения. Список архивируемых параметров и соответствующие апертуры задаются в файле `ar_upr_0` (Приложение H).

Соответствующий бинарному архиву текстовый архив содержит данные за тот же период времени в виде таблицы состояний (одна строка таблицы на одно состояние реактора). Текстовый архив содержит меньше информации, в частности, там нет данных о положении отдельных ОР СУЗ и значений локальной мощности энерговыделения в местах ДПЗ. Записи в текстовый архив происходят с временным шагом DT_Prot , который задается в файле исходных данных `User.set` (при нулевом значении шага будут записываться все рассчитанные в ИР состояния). Если один из основных параметров состояния реактора отклонится от своего прежнего значения на величину выше апертуры, которая задается в файле исходных данных `master.set` (параметры `Screen_Gate_N`, `Screen_Gate_T`, `Screen_Gate_P`, `Screen_Gate_G`, `Screen_Gate_H`; Приложение E), то запись произойдет немедленно.

На момент открытия файлов нового архива параметры текущего состояния сохраняются – создается файл продолжения счета ГГГГААДДЧЧММ.ixе.

9.6 ПРОГНОЗ КОНЦЕНТРАЦИИ БОРНОЙ КИСЛОТЫ И АКСИАЛЬНОГО ОФСЕТА

Прогноз выполняется на основе следующей информации о прогнозируемой величине: 1) текущие значения прогнозируемой величины (вычисляется при расчете текущего состояния реактора); 2) текущая скорость изменения прогнозируемой величины под действием ксеноновых процессов (вычисляется при расчете текущего состояния); 3) стационарное значение прогнозируемой величины, соответствующее равновесному распределению ксенона в активной зоне (вычисляется при расчете текущего состояния реактора); 4) математические функции, приближенно описывающие изменение прогнозируемой величины – экспоненты для критической концентрации борной кислоты и синус для аксиального офсета (период и фаза синуса, показатели экспонент, масштабные множители – определяются по экспериментальным данным).

Прогноз изменения значений концентрации борной кислоты и офсета выдается в положительной области оси времени (в будущем) в виде графиков борной кислоты и офсета, сопряженных в нулевой точке с соответствующими графиками в отрицательной области (в прошлом). Прогноз имеет приближенный характер – в частности, прогноз офсета не учитывает затухание или увеличение амплитуды колебаний.

Вызов прогноза производится с помощью дополнительного окна, вызываемого через меню Графической функции командами «Вывод/Прогноз/Показать прогноз офсета» или «Показать прогноз борной кислоты». Там же задается время (длительность) прогноза.

9.7 КОНТРОЛЬ ПОДКРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕАКТОРА

При остановке реактора программа продолжает получать данные СВРК и выполняет расчет состояния активной зоны, обеспечивая контроль глубины подкритичности и прогноз пусковой концентрации борной кислоты.

На каждом шаге программа рассчитывает реактивность при текущих параметрах состояния реактора (концентрация борной кислоты задается по показаниям боромера 1 или боромера 2, если значение по боромеру 1 меньше 1 г/кг, или боромера на линии подпитки, если значение по боромерам 1 и 2 меньше 1 г/кг), критическую концентрацию борной кислоты при текущих параметрах состояния реактора, а также может выполнять расчет критической пусковой концентрации борной кислоты (или концентрацию, обеспечивающую заданную глубину подкритичности) при заданных пользователем пусковых значениях параметров состояния реактора – положении рабочей группы и входной температуре теплоносителя (остальные группы полностью извлечены, давление и расход теплоносителя – номинальные).

Пользователь может управлять расчетом, задавая в файле master.set определенные значения параметров: KEY_UNDER_START, ADD_CH3BO3_UNDER_START, DEPTH_UNDER_START, HGR_UNDER_START, TIN_UNDER_START (Приложение E).

Если KEY_UNDER_START=1, то при достижении нулевой мощности реактора программа автоматически переходит в режим расчета пусковой концентрации борной кислоты.

С помощью параметра DEPTH_UNDER_START задается глубина подкритичности реактора, для которой программа определит соответствующую концентрацию борной кислоты в теплоносителе при пусковых параметрах состояния реактора (при DEPTH_UNDER_START =0 находится критическая концентрация).

Параметр ADD_CH3BO3_UNDER_START используют в том случае, если необходимо консервативно учесть погрешность расчета, которая определяется паспортной погрешностью программы (0,3 г/кг) или из опыта эксплуатации.

На видеокадре в окне Графической функции в таблице параметров текущего состояния программа показывает:

– в колонке «С НЗВОЗ» в строке «Расчет» – значение критической концентрации борной кислоты при текущих параметрах состояния реактора; в строке «СВРК» – текущее значение критической концентрации борной кислоты (показания боромера 1);

– в колонке «Ro(%)» в строке «Расчет» – значение глубины подкритичности при текущих параметрах состояния реактора, включая текущую концентрацию борной кислоты по данным бормера 1.

– На видеокадре в окне Графической функции в области графиков концентрации борной кислоты программа показывает:

– график критической концентрации борной кислоты при текущих параметрах состояния реактора (всегда);

– графики показаний бормеров (могут быть свои особенности для разных блоков);

– график пусковой концентрации борной кислоты (с учетом параметра ADD_CH3BO3_UNDER_START), обеспечивающей критическое состояние реактора или заданную глубину подкритичности.

При пуске реактора, после взвода на ВКВ групп 1 – 9 и установки группы 10 в пусковое положение, графики текущей и пусковой концентрации меняются эквидистантно, образуя диапазон шириной ADD_CH3BO3_UNDER_START. Оператор по значению реактивности и отклонению реальной концентрации борной кислоты от пусковой контролирует степень подкритичности реактора, по тенденции снижения графика реальной концентрации прогнозирует время достижения пусковой концентрации – выхода реактора в критическое состояние.

9.8 ПРОГНОЗ ВОДООБМЕНА, РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЖИДКИХ ОТХОДОВ

В каждый текущий момент времени программа предоставляет оператору расчетный прогноз необходимости ввода в первый контур концентрата БК или дистиллята, для компенсации протекающего в активной зоне процесса соответственно разотравления (выгорания ксенона) или отравления, и численное значение скорости ввода концентрата или дистиллята (расход подпитки). Командой меню окна Графической функции «Вывод/Дополнительная информация/» можно вызвать окно дополнительной информации, в котором будут представлены: концентрация БК в подпитке (0 г/кг – дистиллят, 40 г/кг – концентрат) и расход подпитки (т/ч). Расход подпитки и общее количество подпитки, за время от начала окрытия текущего протокола (\RES\ARC*.pro), записываются в текущий протокол в колонках соответственно «G_t/h», «Mwst_t». В колонку «Cpdr» заносится концентрация БК в подпитке (например: 0 – дистиллят, 40 – концентрат БК).

В режиме КОНТРОЛЬ-3 по признаку ErrCH3BO3≤40 (Приложение Е) открывается файл \RES\Gwaste.dat, в который записываются три столбца значений – время (час), количество жидких отходов (т), расход подпитки (т/ч). При расчете количества жидких отходов к расчетной концентрации борной кислоты добавляется величина ErrCH3BO3 (учет погрешности расчета концентрации борной кислоты в теплоносителе 1 контура относительно данных измерений). Если ErrCH3BO3>40, тогда файл \RES\Gwaste.dat не создается, жидкие отходы не рассчитываются.

Параметры Concentrate и Distillate (Приложение Е) задают значение концентрации борной кислоты в подпитке. В зависимости от того увеличилась или уменьшилась текущая концентрация БК концентрация подпитки будет равна Concentrate или Distillate.

9.9 СГЛАЖИВАНИЕ МОЩНОСТИ РЕАКТОРА И ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Сглаживание графика мощности обеспечивается заданием параметра ширины диапазона нечувствительности для значений мощности – ErrorNT (Приложение Е). ErrorNT=0 – состояние рассчитывается при текущем значении мощности, переданном СВРК. ErrorNT>0 – расчет выполняется при значении мощности, среднем по последним k значениям мощности, переданным СВРК, где k – количество значений (1≤k≤10) мощности, переданных СВРК после того, как текущее значение мощности отклонилось от среднего больше, чем на величину ErrorNT.

Аналогично происходит сглаживание значений температуры воды на входе в реактор и расхода воды через реактор, диапазон нечувствительности для значений

температуры – $ErrorTINT$, для значений расхода – $ErrorG$ (Приложение Е).

Если необходимо снизить влияние случайных отклонений в положении ОР, то можно задать апертуру изменения положения ОР – $ErrorOP$. Изменение положения ОР принимается – используется в расчете состояния реактора, – если оно по абсолютной величине превышает значение $ErrorOP$ (Приложение Е).

10 РАБОТА С ПРОГРАММОЙ В РЕЖИМЕ ДИАЛОГ

10.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В режиме ДИАЛОГ программа выполняет расчет состояний реактора в хронологической последовательности по исходным данным, которые задает пользователь. Работа реактора моделируется с учетом процессов отравления ксеноном и самарием (накопление и распад йода; накопление, распад и выгорание ксенона; накопление и распад прометия; накопление и выгорание самария), и выгорания топлива (накопление шлаков).

Графики изменения основных параметров состояния реактора строятся на положительной половине оси времени, на каждом временном шаге график сдвигается в положительную область, текущему состоянию реактора соответствует текущее время.

10.2 НАЧАЛО РАБОТЫ

Режим ДИАЛОГ запускается в окне Главной функции командой меню «Режим/Диалог» или второй слева пиктограммой.

Существуют две возможности начала работы программы (выбор осуществляется интерактивно): «От равновесного состояния», «Продолжение счета». От равновесного состояния можно начать счет в любом случае. Продолжение счета возможно при условии, что существует файл start.ixe.

Счет от равновесного состояния осуществляется следующим образом: по исходным данным, которые задаются пользователем в файле user.set и могут быть скорректированы с помощью ПУ (Приложение В), рассчитывается первое состояние реактора с равновесным распределением ксенона и с распределением самария, прометия и шлаков на заданный пользователем момент кампании (параметр T в файле user.set) – из файла шлаков (Shl.dat). Для последующих состояний рассчитываются неравновесные распределения ксенона и самария, учитывается выгорание топлива (увеличивается количество шлаков).

Если пользователь не вносит в ПУ изменений в параметры состояния реактора и управления программой, то будет выполнен расчет одного равновесного состояния.

Если задано ненулевое время сеанса связи, то будет выполняться моделирование работы реактора в стационарном состоянии – выгорание топлива и компенсирующее снижение концентрации борной кислоты, при неизменном стационарном распределении концентрации ксенона и самария.

Продолжение счета осуществляется следующим образом: по данным из файла start.ixe рассчитывается записанное ранее состояние реактора с текущим на момент записи значением эффективных суток и распределением концентрации ксенона, самария, шлаков. Файл start.ixe создается пользователем путем копирования файла типа finish.ixe или ixCCCCXX.nnn.

Ввод масок для расчета микрополей (п.10.6) осуществляется следующим образом: если KEYMICROFIELD=1 и в директории /SET/MSK существуют маскфайлы (MASKA.S01, MASKA.S02,...), то программа считывает информацию из этих файлов для расчета микрополей. В случае ошибки считывания счет может быть продолжен без расчета микрополей.

10.3 УПРАВЛЕНИЕ СЧЕТОМ

С помощью ПУ можно изменять параметры состояния реактора и выбирать «Параметр критичности», по которому будет выполняться поиск критического состояния по условию нулевой реактивности или задавать режим расчета реактивности без поиска критичности.

Если задан параметр критичности «Мощность», то программа автоматически находит значения мощности реактора и входной температуры теплоносителя, обеспечивающие нулевую реактивность. Связь между изменением мощности и температуры задается в ПУ параметром dTin/dW (DTin_dNt в master.set), который обычно задают равным $\Delta T/100$ (где ΔT – изменение входной температуры теплоносителя при изменении состояния

реактора от МКУ до номинального уровня), при условии поддержания номинального давления пара в ПГ. Например, если на МКУ входная температура 280°C, а на мощности 100% входная температура 287°C, то $dT_{in}/dW=0.07$. Если требуется выполнить расчет при постоянной входной температуре теплоносителя, т.е. определить только изменение мощности, то задают $dT_{in}/dW=0$; если необходимо, определить изменение температуры при постоянной мощности, то достаточно задать $dT_{in}/dW=100$.

Можно задать режим автоматического изменения мощности по линейному закону, для этого необходимо указать в ПУ скорость изменения мощности dW/dt и параметр dT_{in}/dW .

Имеется возможность моделировать режим борного регулирования – автоматического изменения концентрации борной кислоты в теплоносителе подпиткой первого контура чистой водой (дистиллятом) или концентратом борной кислоты (концентратом), для этого в ПУ в области «Подпитка» необходимо задать концентрацию борной кислоты в воде подпитки и расход подпитки. Если расход подпитки нулевой, то режим борного регулирования отключен. Если концентрация борной кислоты в подпитке равна нулю, то это соответствует вводу дистиллята.

Автоматически исключается возможность задания в ПУ несовместимых управляющих воздействий – ненулевого значения dW/dt и параметра критичности «Мощность»; ненулевого расхода подпитки и параметра критичности «Бор».

В результате изменения состояния реактора будет нарушено равновесие между распределениями потока нейтронов и концентрации ксенона, самария. Далее программа будет моделировать протекание неравновесного процесса, в ходе которого пользователь может с помощью ПУ вводить дополнительные управляющие воздействия, моделируя управление реактором в неравновесном состоянии.

Используя меню команд Главной функции (Приложение А), пользователь может давать команды на запись состояний в файлы типа ixССССХХ.nnn (для продолжения счета), расширенную печать в файл bir.ges (аналогично файлу temporal_2.dat, см. Приложение N), переход в режим BACKSPACE (вернуться назад).

Заданием параметра Pnastr можно корректировать расчет высотного распределения мощности (см. п.9.4).

Можно выполнять расчет без учета выгорания топлива. Для этого необходимо в файле master.set задать KEY_BU=0.

10.4 ПРОГНОЗ ВОДООБМЕНА

Режим ДИАЛОГ можно, в частности, использовать для определения количества и скорости ввода в первый контур концентрата или дистиллята.

В файле результатов (protokol.dat) в колонках Wst, dWstdt, Cpodp, Rpodp даются значения следующих параметров водообмена: Wst – общее количество подпитки, т.е. введенного в первый контур теплоносителя (т); dWstdt – расход подпитки, вычисляемый по изменению концентрации БК (т/ч); Rpodp – расход подпитки (Rate), задаваемый пользователем в ПУ (т/ч), Cpodp – концентрация БК в подпитке (0 или 40 г/кг).

Изменение количества подпитки происходит при изменении концентрации БК. Когда в ПУ задан параметр поиска критичности «Вог», программа автоматически изменяет концентрацию БК – автоматическое управление водообменом. Также управлять концентрацией БК можно с помощью подпитки, изменяя в ПУ параметры в области «Makeup water» – ручное управление водообменом. Автоматическое управление водообменом более удобно, ручное управление водообменом более точно воспроизводит процесс управления реактором и позволяет избежать накопления ошибки в расчете количества подпитки.

Если в активной зоне идет интенсивный интегральный ксеноновый процесс, который программа компенсирует изменением концентрации БК в режиме автоматического управления водообменом, и при этом пользователь изменяет положение групп ОР СУЗ или мощность реактора, то такое управление может привести к ошибке в расчете количества подпитки – введенного дистиллята или концентрата. Это будет происходить в том случае,

когда введенное пользователем управляющее воздействие требует противоположного изменения концентрации БК по сравнению с изменением концентрации под действием ксенонового процесса. В этом случае рекомендуется использовать ручное управление водообменном.

Ошибка практически не будет проявляться, если введенное пользователем управляющее воздействие требует изменения концентрации БК того же знака по сравнению с изменением концентрации под действием ксенонового процесса. При этом рекомендуется использовать следующее правило: если под действием ксенонового процесса концентрация БК увеличивается (уменьшается) – можно в режиме автоматического управления подпиткой извлекать (погружать) группы ОР СУЗ и уменьшать (увеличивать) мощность реактора.

Сравнивая реальные и прогнозируемые данные по количеству вводимого в первый контур концентрата и дистиллята, можно повысить точность прогнозирования водообмена путем коррекции значения массы теплоносителя первого контура, которая задается параметром VKONT1. По умолчанию в программе принято VKONT1=280 т. С увеличением параметра VKONT1 увеличивается прогнозируемое количество вводимого в первый контур концентрата или дистиллята.

При расчете количества жидких отходов к расчетной концентрации борной кислоты добавляется величина ErrCH3BO3 (учет погрешности расчета концентрации борной кислоты в теплоносителе 1 контура относительно данных измерений). По признаку ErrCH3BO3 = ≤40 (Приложение Е) открывается файл \RES\Gwaste.dat, в который записываются шесть столбцов значений:

- hour – время, ч;
- M,tons – общее количество ж.о., т;
- dM/dt – расход подпитки, т/ч;
- Spodpink1 – концентрация БК в подпитке, г/кг;
- Distilat – дистиллят, т;
- dMD/dt – расход дистиллята, т/ч;
- Koncentrat – концентрат, т;
- dMK/dt – расход концентрата, т/ч.

10.5 ФУНКЦИЯ BACKSPACE

Возвращение расчета к одному из предыдущих состояний выполняется двумя способами.

Первый способ: в окне Главной функции с помощью пиктограммы  (Record of state) записать файл продолжения счета (типа ixCCCCXX.nnn, смотри раздел 3). После остановки программы переименовать файл продолжения счета в файл start.ixе. Снова запустить программу в режиме ДИАЛОГ с продолжением счета.

Второй способ: в окне Главной функции с помощью пиктограммы  (Step back) вызвать диалоговую панель, которая обеспечивает следующие возможности: Step back – возвращение на один шаг; Back before end – повторяющееся пошаговое возвращение до повторного нажатия на пиктограмму; Cancel – продолжения счета от выбранного состояния. Для данного способа необходимо наличие директории /RES/IXE.

10.6 РАСЧЕТ МИКРОПОЛЕЙ В РЕЖИМЕ ДИАЛОГ

Обеспечивается расчет микрополей – распределения линейной тепловой нагрузки на топливные элементы (ТВЭЛы/ТВЭГи) в каждой ТВС для каждого высотного слоя. Расчет микрополей выполняется при наличии «маскфайлов» – бинарных файлов MASKA.S01, MASKA.S02, ... (см. Приложение Р). Обеспечивается визуализация микрополей во всем объеме активной зоны (см. Приложение В), а также вывод в файл protokol.dat информации о линейной тепловой нагрузке на отдельные участки топливных элементов, указанные в файле входных данных print.set. По команде Расширенная печать (Приложение А) в файл bipr rez вместе с дополнительной информацией (аналогично файлу temporal_2.dat, см.

Приложение N) выводится высотный профиль максимальных (на текущий момент и за время от начала процесса) значений линейной тепловой нагрузки на твэлы и твэги (Приложение L).

11 РАБОТА С ПРОГРАММОЙ В РЕЖИМЕ ТАБЛИЦА

11.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Программа выполняет расчет последовательности состояний реактора по исходным данным, которые последовательно считываются из подготовленной пользователем таблицы («таблицы состояний») в текстовом файле user.tab. Описание файла user.tab и примеры таблиц состояний для различных режимов даны в Приложении I.

Некоторые колонки должны обязательно присутствовать в таблице состояний (например, всегда должна присутствовать колонка NOTE-K), некоторые другие колонки должны отсутствовать – в противном случае выдается сообщение об ошибке и происходит остановка программы. Остальные колонки могут присутствовать или отсутствовать, в последнем случае соответствующие значения задаются в программе по умолчанию (Приложение I).

Режим ТАБЛИЦА состоит из следующих трех подрежимов:

ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ) – выгорание топливной загрузки,

ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) – ксеноновый процесс,

ТАБЛИЦА (СОСТОЯНИЕ) – отдельные состояния реактора.

За один сеанс работы программы может быть выполнен только один из перечисленных выше подрежимов, чтобы выполнить другой, надо задать соответствующий ему файл user.tab, где подрежим задается параметром *i* в заголовке NOTE-K_{*i*}.

11.2 РЕЖИМ ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ)

Признак режима – NOTE-K1 в заголовке таблицы состояний. Выполняется расчет выгорания топливной загрузки (выше п.7). На каждом шаге определяется равновесная концентрация ксенона, поиск критичности обеспечивается изменением концентрации бора в теплоносителе. На первом шаге распределение концентрации самария и прометия берутся из файла шлаков, при этом предоставляется возможность выполнить распад прометия в самарий, далее рассчитывается неравновесная концентрация самария (моделируются процессы накопления и распада прометия, накопления и выгорания самария).

В таблице состояний необходимо присутствие колонок NOTE-K и EFFDAY, и отсутствие колонок TIME-R, N-STEP, KEY-CR, KEY-XE, KEY-SM, C-FEED, G-FEED.

Результаты расчетов записываются в текстовые файлы Protokol.dat, Bipr.rez и Shlnew. Символ «*» в колонке NOTE-K инициирует запись текущих шлаков в файл Shlnew, где каждая запись шлаков состоит из трех следующих двумерных массивов чисел:

SHLAKI(*i,j*) – шлаки (МВт*сут/кг_U),

SM(*i,j*) – самарий (ядер/см³(*10⁻¹⁷)),

PM(*i,j*) – прометий (ядер/см³(*10⁻¹⁷)),

где *i* – номер расчетного слоя по высоте активной зоны, *j* – номер ТВС. Числа массива записываются в порядке увеличения индексов – сначала *i*, затем *j* (т.е. изменение индексов происходит следующим образом: 1,1; 2,1;...;NZ,1; 1,2; 2,2;...;NZ,2; 1,NK; 2,NK;...;NZ,NK; – где NZ – количество расчетных слоев по высоте активной зоны, NK – количество ТВС в активной зоне)

11.3 РЕЖИМ ТАБЛИЦА (СОСТОЯНИЕ)

Признак режима – NOTE-K2 в заголовке таблицы состояний. Выполняется расчет последовательности отдельных состояний реактора без учета времени. Учитываются значения ключей в колонках KEY-XE, KEY-SM, KEY-ZM, KEY-AZ. Обеспечивается возможность продолжения счета от состояния, записанного, в ходе предыдущего расчета (в режиме КОНТРОЛЬ или ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)), в файл типа *.ixe и переименованного в start.ixе (выше п. 10.2).

Если задан признак расчета стационарного самария (значение “1” в колонке KEY-SM) и нулевая мощность, то выполняется распад прометия в самарий.

Используя колонки KEY-ZM и KEY-AZ можно выполнять расчет состояния реактора с «замороженными полями», а также автоматический расчет эффективности

аварийной защиты (см. п. 13.4).

В таблице состояний необходимо присутствие колонки NOTE-K и отсутствие колонок TIME-R, EFFDAY, N-STEP, C-FEED, G-FEED.

Символ «*» в колонке NOTE-K инициирует запись текущего состояния в файл типа ixNNNNN.nnp, где NNNNN – текущий номер строки таблицы состояний, nnp – номер файла данного типа.

11.4 РЕЖИМ ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)

Признак режима – NOTE-K3 в заголовке таблицы состояний. Моделируется работа реактора с учетом ксенонового процесса (накопление и распад йода; накопление, распад и выгорание ксенона), самариевого процесса (накопление и распад прометия; накопление и выгорание самария), выгорания топлива (накопление шлаков), аналогично режиму ДИАЛОГ (п.10).

Рассчитываются неравновесные концентрации ксенона и самария для всех состояний, исключая первое состояние, которое может быть как равновесным, так и неравновесным. Неравновесное первое состояние соответствует случаю продолжения счета от состояния, записанного, в ходе предыдущего расчета, в файл типа *.ixe и переименованного в start.ixе (выше п. 10.2).

В таблице состояний необходимо присутствие колонок NOTE-K, TIME-R и отсутствие колонок EFFDAY, KEY-XE, KEY-SM.

Символ «*» в колонке NOTE-K инициирует запись текущего состояния в файл типа ixCCCCXX.nnp.

Заданием параметра Pnastr можно корректировать расчет высотного распределения мощности (см. п. 9.4).

Время в колонке TIME-R можно задавать в часах, в виде десятичного числа, или в формате ЧЧЧ:ММ:СС, где ЧЧЧ – часы, ММ – минуты, СС – секунды.

Если считанное в текущей строке время меньше предыдущего, то это и последующие значения времени рассматриваются как относительное время (относительно предыдущего значения). Т.е. предыдущее время прибавляется ко всем последующим (считываемым из последующих строк) значениям. При этом, если время задается в формате ЧЧЧ:ММ:СС, то вместе с предыдущим значением времени дополнительно прибавляется время до конца текущих суток.

Если колонка KEY-SM отсутствует или в ней для всех состояний задано «2», то концентрация самария берётся из файла шлаков и не меняется. Если в колонке KEY-SM начиная со второй строки задать «-1», то в расчете учитываются самариевые процессы.

Если колонка KEY-BU отсутствует или в ней для всех состояний задано «1», то в расчете учитывается выгорание топлива. Для расчета без выгорания топлива необходимо в колонке KEY-BU задать «0» или в файле master.set задать KEY_BU=0.

По признаку «1» или «3» в таблице состояний в колонке KEY-WR (Приложение I) в файл bipr.rez выводятся данные, соответствующие расширенной печати (аналогично файлу temporal_2.dat, см. Приложение N)

11.5 РАСЧЕТ МИКРОПОЛЕЙ В РЕЖИМЕ ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)

Обеспечивается расчет микрополей – распределения линейной тепловой нагрузки на топливные элементы (ТВЭЛЫ/ТВЭГИ) в каждой ТВС для каждого высотного слоя. Расчет микрополей выполняется при KEYMICROFIELD=1 и наличии «маскфайлов» – бинарных файлов MASKA.S01, MASKA.S02, ... (см. Приложение P). Обеспечивается визуализация микрополей во всем объеме активной зоны (см. Приложение B), а также вывод в файл protokol.dat информации о линейной тепловой нагрузке на отдельные участки топливных элементов, указанные в файле входных данных print.set. По значению ключа в таблице состояний в колонке KEY-WR (Приложение I) в файл bipr.rez выводится высотный профиль максимальных (на текущий момент и за время от начала процесса) значений линейной тепловой нагрузки на ТВЭЛЫ и ТВЭГИ (Приложение L). Если в колонке KEY-WR задано «2», то

выводятся только микрополя; если задано «3», то микрополя выводятся вместе с другими данными, соответствующими расширенной печати (аналогично файлу temporal_2.dat, см. Приложение N).

Информация из маскфайлов считывается в начале работы программы, в случае ошибки считывания программа может продолжать работу без расчета микрополей.

12 РАБОТА С ПРОГРАММОЙ В РЕЖИМЕ АРХИВ

При работе программы в режиме КОНТРОЛЬ создаются файлы бинарных архивов типа ГГГГААДДЧЧММ.bar (п.9.5).

В режиме АРХИВ программа считывает архивные файлы, содержащие историю работы реактора за определенный период времени, и трансформирует их в текстовые файлы ir_history.dat и res.dat (Приложение G). Ir_history.dat используется для выполнения расчетного моделирования в режиме КОНТРОЛЬ-3 (п.9.2), res.dat используются для анализа работы реактора за данный период (построение графиков и пр.).

Для работы программы в режиме АРХИВ необходимо поместить в директорию RES/ARC управляющий текстовый файл input_data и перечисленные в нем файлы бинарных архивов (п.9.2).

При запуске в режиме АРХИВ программа выдает запрос о необходимости представления данных на экране и, при утвердительном ответе, предыстория реактора, записанная в бинарных архивах, показывается аналогично режиму КОНТРОЛЬ-1. По окончании работы программа выдает сообщение о формировании файла ir_history.dat, запрашивает о необходимости записи его для настройки программы по предыстории и, при утвердительном ответе, записывает файл в директорию, содержащую файл данных СВРК (ir.dat) и, если запись в эту директорию невозможна (директория отсутствует или заблокирована), то запись выполняется в директорию \ВРК.

В зависимости от значения 0 или 1 ключа KEY_NGU (задаваемого в master.set) положение групп в ir_history.dat задается от НЖУ или от низа активной зоны соответственно.

13 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ С ПРОГРАММОЙ

13.1 ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЯ СОРТОВ ТОПЛИВА

Разные сорта топлива могут иметь разное профилирование даже в одной загрузке. Массив описания сортов топлива КТОР(20,11) задается в файле user.set (Приложение D). Первый индекс соответствует номеру сорта ТВС. КТОР(:,11) задает признак способа высотного профилирования ТВС – 0, 1, ... ,5 (0 – нет профилирования).

Пример задания для сорта i:

КТОР(i,1÷5) – номера записи в БК для ячеек основного сорта:

КТОР(i,1) – без ОР

КТОР(i,2) – с борной частью ОР 1-го типа

КТОР(i,3) – с диспрозиевой частью ОР 1-го типа

КТОР(i,4) – с борной частью ОР 2-го типа

КТОР(i,5) – с диспрозиевой частью ОР 2-го типа

КТОР(i,5÷10) – номера записи в БК для ячеек дополнительного сорта (для профилирования):

КТОР(i,6) – без ОР

КТОР(i,7) – с борной частью ОР 1-го типа

КТОР(i,8) – с диспрозиевой частью ОР 1-го типа

КТОР(i,9) – с борной частью ОР 2-го типа

КТОР(i,10) – с диспрозиевой частью ОР 2-го типа

КТОР(i,11) – признак способа высотного профилирования ТВС (может иметь значение от 0 до 5).

Возможно задание 2-х типов ОР СУЗ: 18 ПЭЛ –тип 1, 16 ПЭЛ – тип 2. Номера ячеек активной зоны с ОР СУЗ 2-го типа задаются в файле master.set в массиве KLSTRTYPE2_(60) (Приложение E).

Высота (см) участка профилирования топлива для 5-ти способов профилирования задаются в файле user.set в массиве HPROFIL(2,5), где первый индекс 1 или 2 соответствует нижней или верхней границе. По умолчанию в HPROFIL (Приложение D):

HPROFIL(1,:)=00.0, 37.0, 00.0, 00.0, 00.0

HPROFIL(2,:)=00.0, 75.0, 50.0, 00.0, 00.0

Здесь сорт 1, 4, 5 соответствует отсутствию профилирования; сорт 2 имеет профилирование в нижней зоне 37 см, в верхней зоне 75 см; сорт 3 имеет профилирование в в верхней зоне 50 см (в нижней зоне нет профилирования).

13.2 КОРРЕКЦИЯ КРИТИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ БОРНОЙ КИСЛОТЫ

В результате неучтенных в нейтронно-физической модели эффектов, таких как выгорание бора (^{10}B) или накопление неучтенных изотопов, может наблюдаться систематическое превышение измеренной критической концентрации борной кислоты относительно расчетных значений. Отклонение увеличивается в ходе кампании, достигает максимума в диапазоне 100–200 эффективных суток и снижается до нуля к концу кампании. Программа предусматривает возможность коррекции критической концентрации борной кислоты с помощью трех альтернативных методов: эффективной правки коэффициента размножения, эффективной правки концентрации бора или эффективной правки концентрации самария.

13.2.1 Коррекция с помощью эффективной правки коэффициента размножения

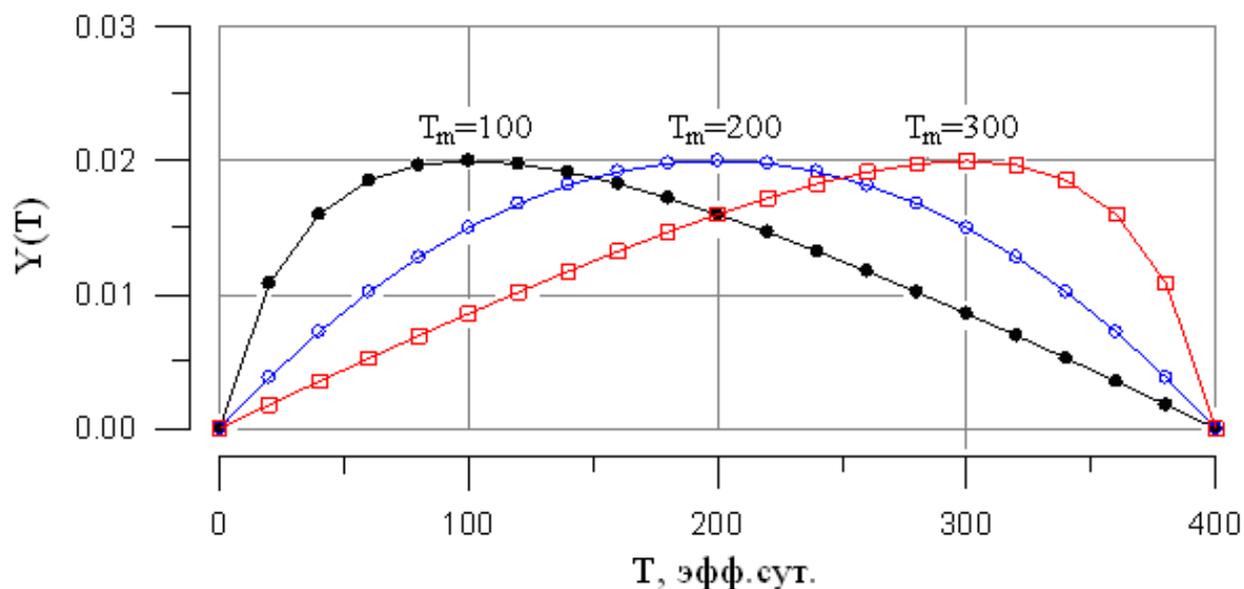
Эффективный коэффициент размножения активной зоны увеличивается на величину Y , зависящую от момента кампании (T). Функция $Y(T)$ имеет вид (рисунок 13.1):

$$Y = A \cdot T \cdot (B - T) / (C \cdot T + 1)$$

В диапазоне $0 < T < B$ соблюдается условие $Y(T) > 0$; в диапазоне имеется единственный максимум: $Y_m = Y(T_m)$; на границах и вне диапазона: $Y(T) = 0$. Коэффициенты A и C выражаются через Y_m, T_m :

$$A = Y_m / T_m^2$$

$$C = (B - 2 * T_m) / T_m^2 = 0$$



$$Y_m = 0.02; \quad B = 400 \text{ эфф.сут.}$$

Рисунок 13.1 – График функции $Y(T)$

В программе значения параметры B, Y_m, T_m , которые в программе именуется соответственно – $DKFF_TKK, DKFF_MAX, DKFF_MAX_T$, задаются в файле исходных данных `master.set`. Их значения для текущей кампании определяются исходя из опыта эксплуатации реактора в предыдущих кампаниях. На рисунке 1 даны графики функции $Y(T)$ для значений: $B=400; T_m=100, 200, 300$ эфф. сут.

13.2.2 Коррекция с помощью эффективной правки концентрации бора

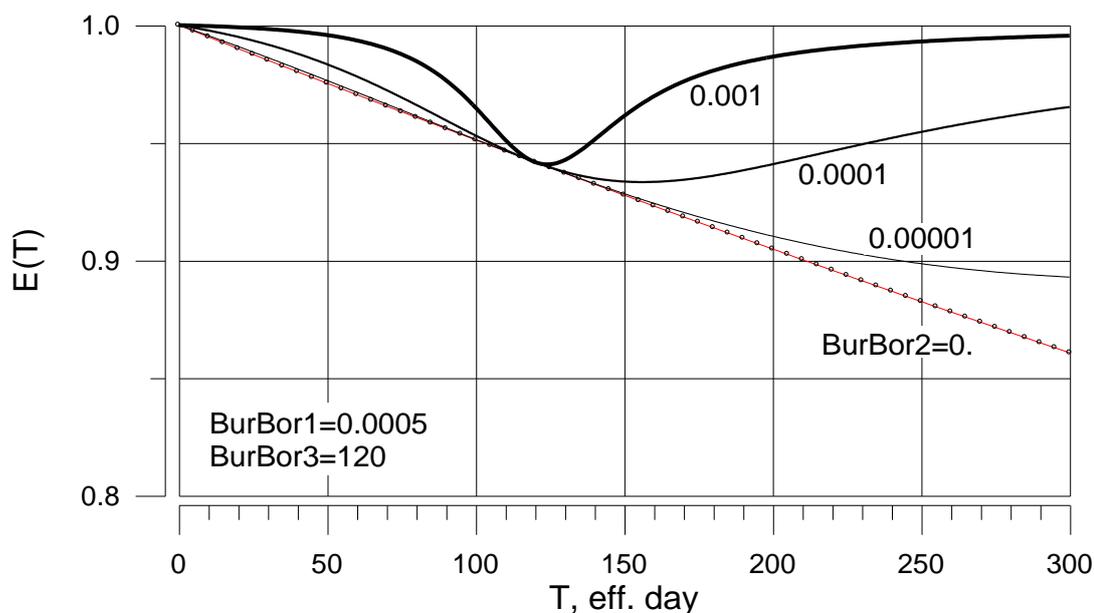
Концентрация бора умножается на понижающий коэффициент (E), зависящий от момента кампании (T), в результате чего увеличивается критическая концентрация борной кислоты. Понижающий коэффициент имеет вид экспоненты:

$$E = \exp(P)$$

где

$$P = -\text{BurBor1} \cdot T / [1 + \text{BurBor2} \cdot (T - \text{BurBor3})^2]$$

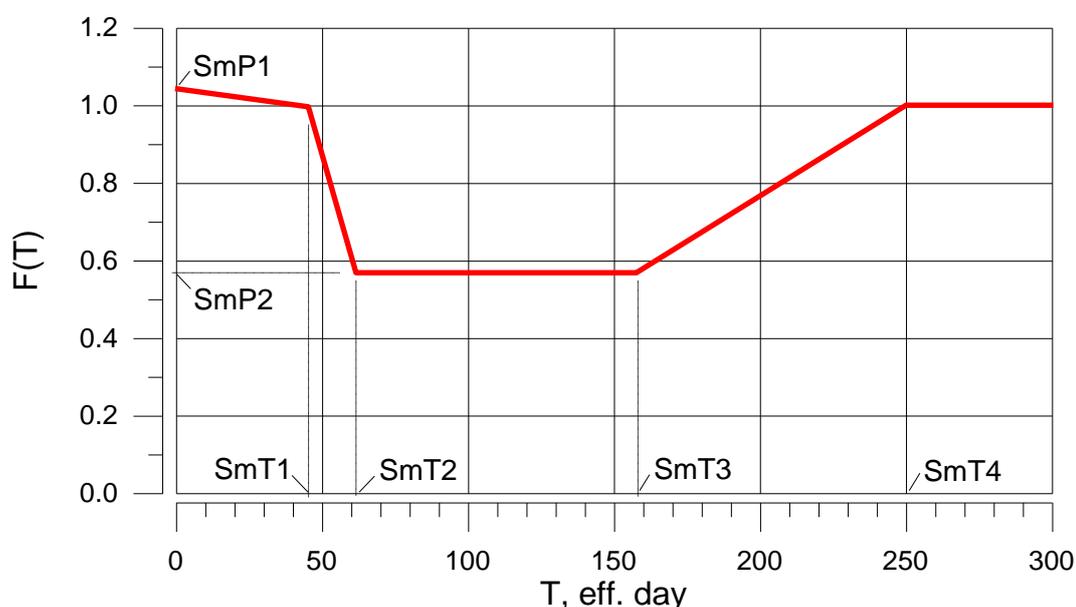
Параметры $\text{BurBor1}, \text{BurBor2}, \text{BurBor3}$ задаются в файле исходных данных `master.set`. Их значения для текущей кампании определяются исходя из опыта эксплуатации реактора в предыдущих кампаниях. Вид функции $E(T)$ для типичных значений параметров $\text{BurBor1}, \text{BurBor2}, \text{BurBor3}$ показан на рисунке 13.2. Например, принятое по умолчанию значение $\text{BurBor1}=0$ соответствует отсутствию правки бора. При $\text{BurBor1}>0$ и $\text{BurBor2}=0$ концентрация бора в борной кислоте монотонно снижается по экспоненте. При $\text{BurBor1}>0, \text{BurBor2}>0, \text{BurBor3}>0$ концентрация бора в борной кислоте достигает минимума в момент кампании BurBor3 .

Рисунок 13.2 – График функции $E(T)$

13.2.3 Коррекция с помощью эффективной правки концентрации самария

Концентрация самария при расчете состояния может учитываться не целиком, а частично. В каждой точке активной зоны концентрация самария умножается на коэффициент $PSm * F(T)$, где PSm – постоянное число, $F(T)$ – кусочно-линейной функция от эффективных суток в текущей кампании, вид которой представлен на рисунке 13.3. Параметры PSm , $SmT1$, $SmT2$, $SmT3$, $SmT4$, $SmP1$, $SmP2$ задаются в файле исходных данных *master.set*. Их значения для текущей кампании определяются исходя из опыта эксплуатации реактора в предыдущих кампаниях. Например, принятые по умолчанию значения: $PSm=1$, $SmP1=1$, $SmP2=1$, – задают полный учет самария; при $PSm=0.5$, $SmP1=1$, $SmP2=1$ – в расчете учитывается половинная концентрация самария; при $PSm=1$, $SmP1=1.1$, $SmP2=0.8$ – в начале кампании концентрация самария завышается на 10%, в середине (на этапе между $SmT2$ и $SmT3$) – занижается на 20%.

Коррекции критической концентрации борной кислоты с помощью эффективной правки концентрации бора имеет приоритет: если задано значение $BurBor1 > 0$, то программа автоматически отключает правку самария – присваивает значения $SmP1=1$, $SmP2=1$.

Рисунок 13.3 – График функции $F(T)$

13.3 ТОЧНОСТЬ ПОИСКА КРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕАКТОРА

Условием критичности является: $|K_{\text{эфф}} - 1| < \varepsilon$, где $K_{\text{эфф}}$ – эффективный коэффициент размножения, ε – заданная точность. В программе ε численно задается в трех элементах массива EPS для трех различных способов поиска критичности:

EPS(5)= 10^{-5} – изменением концентрации борной кислоты в теплоносителе;

EPS(9) = 10^{-4} – изменением положения групп ОР СУЗ;

EPS(10) = 10^{-5} – изменением мощности реактора.

При необходимости пользователь может задать другие значения EPS(5), EPS(9), EPS(10) в файле исходных данных master.set (Приложение E).

13.4 ЗАМОРОЗКА ПОЛЕЙ И РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЗ

В режиме ТАБЛИЦА (СОСТОЯНИЕ) (п. 11.3) программа позволяет выполнять расчет состояния реактора с «замороженными полями», т.е. с распределениями мощности энерговыделения, температуры топлива, температуры теплоносителя, соответствующими предыдущему состоянию реактора. Также в этом режиме может выполняться автоматический расчет эффективности аварийной защиты (АЗ).

Ключ в колонке KEY-ZM управляет функцией «заморозки полей», он может иметь значения 0, 1, -1. Значение «0» не вызывает действия. Если в колонке KEY-ZM находится «1», то после расчета текущего состояния выполняется запоминание («заморозка») распределений локальной мощности энерговыделения, температуры топлива, температуры теплоносителя. При значении «-1» расчет текущего состояния выполняется с распределениями локальной мощности энерговыделения, температуры топлива, температуры теплоносителя, «замороженными» в предыдущем состоянии.

Ключ в колонке KEY-AZ управляет функцией расчета аварийной защиты. Значение «0» ключа в колонке KEY-AZ не вызывает действия. Если значение ключа «-1», то расчет текущего состояния выполняется без поиска критичности при всех ОР СУЗ на НЖУ (независимо от заданных значений в колонках HGR01%, ..., HGR10%). Если значение ключа «n», где $n > 0$, то расчет выполняется при всех ОР СУЗ на НЖУ, за исключением ОР СУЗ в ТВС с номером «n», который остается на прежнем месте.

Расчет эффективности аварийной защиты (АЗ) выполняется двумя шагами, соответственно пользователь должен задать две строки в таблице исходных данных. В первой строке задаются параметры исходного состояния реактора, включая исходное положение групп ОР СУЗ и признак поиска критичности (в колонке KEY-CR), там же задаются значения ключей KEY-ZM и KEY-AZ – соответственно 1 и 0. Во второй строке в колонках KEY-ZM и KEY-AZ задаются «-1», если надо рассчитать эффективность АЗ без застревания, а также признак расчета состояния без поиска критичности («0» в колонке KEY-CR). Если необходимо учесть застревание ОР СУЗ, то в колонке KEY-AZ задается соответствующий номер ТВС.

Программа выполняет расчет исходного критического состояния реактора в соответствии с заданными в первой строке параметрами, при этом запоминает распределения мощности энерговыделения, температуры топлива, температуры теплоносителя. Затем выполняет расчет состояния без поиска критичности с погруженными ОР СУЗ, с соответствующими предыдущему состоянию распределениями локальной мощности и температуры. В результате, определяется текущее значение эффективности АЗ, которая выводится в протокол работы программы в колонке «Ro» (реактивность).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В документе представлена инструкция пользователя программы ИР.

Подробно описаны режимы работы программы, представлено описание Главной и Графической функции, предложена методика испытания программы. В приложении дано описание входных и выходных файлов программы. Показаны особенности работы программы ИР в составе СКУД на АЭС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа БИПР-7А (версия 1.5). Аттестационный паспорт программного средства. Регистрационный номер ПС в ЦЭП №613 от 31.07.2006. Регистрационный номер паспорта аттестации ПС № 241 от 23.09.2008. Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Москва, 2008 г.
2. Аттестационный паспорт программного средства ИР 2007 (версия 1,3), регистрационный номер паспорта аттестации № 341 от 21.11.2013, Москва, 2013 г.
3. Программа ПЕРМАК-А (версия 1.3). Аттестационный паспорт программного средства. Регистрационный номер паспорта аттестации ПС № 240 от 23.09.2008. Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, М., 2008 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Сервис Главной функции программы ИР

На рис. А.1 – А.3 показана, в трех различных состояниях, основное окно Главной функции, с помощью которого пользователь выбирает режим работы программы, запускает счет, включает режим паузы, включает/выключает Графическую функцию, инициирует следующий сеанс связи с программой в режиме ДИАЛОГ, дает команду на обновление архива, включает/выключает режим расширенной печати выходных данных, дает команду на запись файла продолжения счета, указывает путь к файлу данных СВРК, останавливает программу.

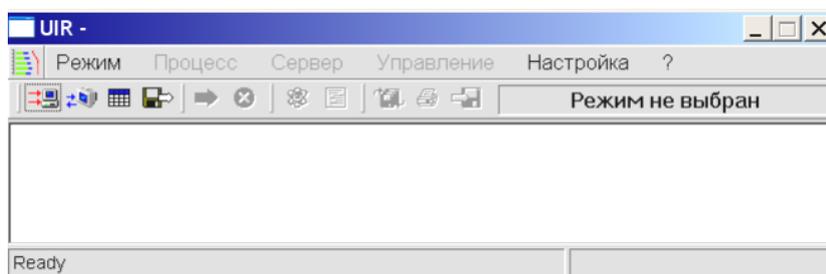


Рисунок А.1 - Основное окно Главной функции до выбора режима работы программы

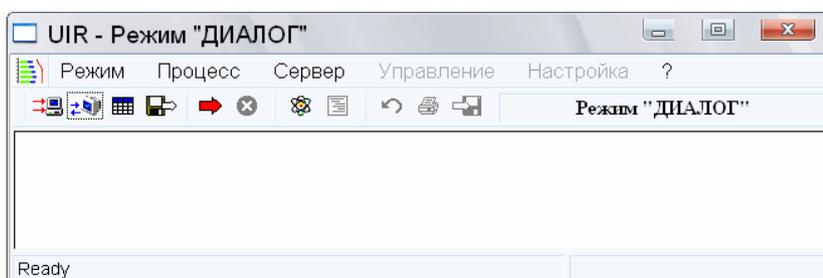


Рисунок А.2 - Основное окно Главной функции после выбора режима работы программы (выбран режим ДИАЛОГ), до начала счета

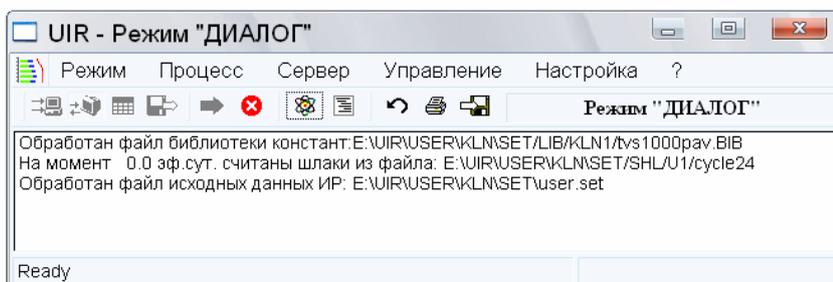


Рисунок А.3 - Основное окно Главной функции в ходе выполнения счета

Основное окно Главной функции содержит:

- командное меню (Режим, Процесс, Сервер, Управление, Настройка);
- инструментальную панель с пиктограммами;
- окно сообщений о выбранном режиме и относительном времени процесса;
- окно сообщений об основных шагах программы и диагностических сообщений;
- строку состояния программы.

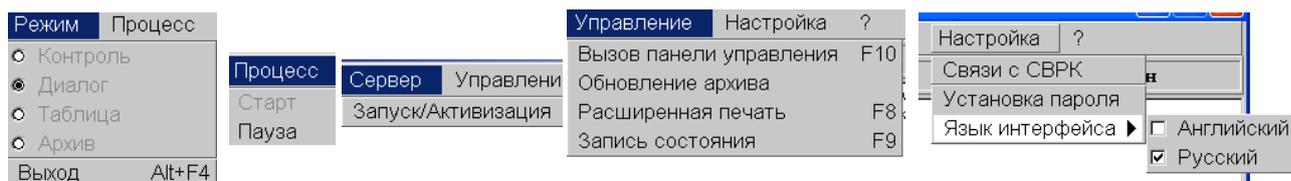


Рисунок А.4 - Раскрытые пункты командного меню

Выбор в командном меню одного из подпунктов «Режим» или одной из первых четырех пиктограмм устанавливает режим работы ИР. Выбранный режим отмечается в меню и меняет заголовок окна. После этого становится доступным пункт меню «Процесс» – «Старт» (см. рис. А.2, А.4). Возможные следующие варианты выбора режима:

| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| <i>Контроль</i> <i>Monitoring</i> | | Режим КОНТРОЛЬ. Моделирование работы реактора по текущим данным СВРК или по предыстории работы реактора. |
| <i>Диалог</i> <i>Dialog</i> | | Режим ДИАЛОГ. Моделирование работы реактора по данным, задаваемым пользователем в диалоговом режиме. |
| <i>Таблица</i> <i>Table</i> | | Режим ТАБЛИЦА. Моделирование работы реактора и отдельных состояний реактора по таблице исходных данных |
| <i>Архив</i> <i>Archive</i> | | Режим АРХИВ. Преобразование бинарного архива в текстовый файл предыстории реактора ir_history.dat |

Подпункты «Процесс» или пятая и шестая из пиктограмм дают команды:

| | | |
|------------------------------|--|--|
| <i>Старт</i> <i>Start</i> | | Запуск программы на выполнение после выбора режима работы программы или в режиме «Пауза» |
| <i>Пауза</i> <i>Pause</i> | | Включение режима «Пауза» – приостановка выполнения программы |

Графическая функция запускается автоматически, после выполнения расчета первого состояния, или по команде пользователя. Пункт «Сервер» содержит один подпункт – «Запуск/Активизация». Выбор этого пункта меню или пиктограммы активизирует Графическую функцию программы ИР, обеспечивая:

- запуск, если Графическая функция еще не запущена;
- активизацию, если Графическая функция запущена, работает, но ее окно выключено пользователем или закрыто другими окнами.

В любом случае, выбор этого пункта меню приведет к появлению на экране окна Графической функции (см. рис. А.5).

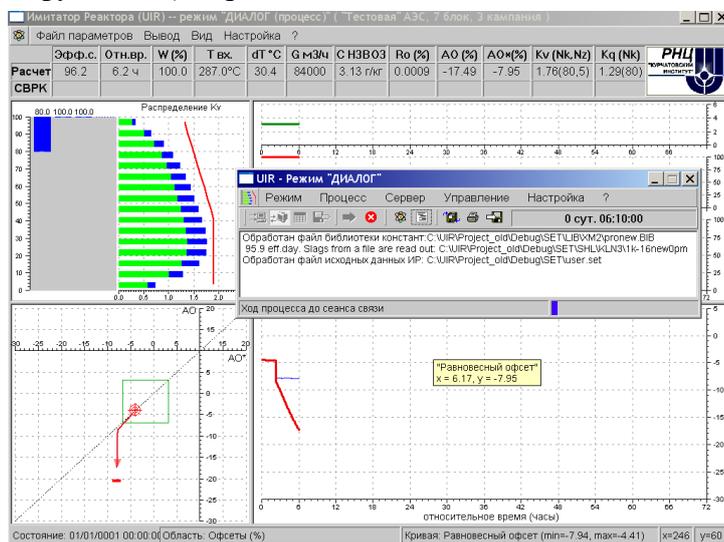


Рисунок А.5 - Вид экрана с окнами Главной и Графической функций

Пункт меню «Управление» содержит четыре подпункта:

| | | |
|--|---|---|
| <i>Вызов панели управления</i> <i>Call of the control panel</i> |  | Вызов панели управления (ПУ) в режиме ДИАЛОГ |
| <i>Обновление архива</i> <i>Updating of Archive</i> |  | Команда обновления архива в режиме КОНТРОЛЬ |
| <i>Шаг назад</i> <i>Step back</i> |  | Возвращение назад на один или несколько шагов в режиме ДИАЛОГ |
| <i>Расширенная печать</i> <i>Expanded print</i> |  | Команда расширенной печати (выдачи дополнительной информации) в файл bipr.rez (ДИАЛОГ) или в файл типа *.prt (КОНТРОЛЬ) |
| <i>Запись состояния</i> <i>Record of State</i> |  | Команда записи текущего состояния в файл типа *.ixe для продолжения счета |

Настройка программы на файл данных СВРК и выбор языковой среды

Пункт меню «Настройка», который открывается при пуске программы из командной строки с параметром «-controluser», содержит три подпункта, четвёртый дополнительный пункт «Фонтов» открывается при пуске программы с параметром «-creator»:

| | |
|--|---|
| <i>Связи с СВРК</i> <i>Connection with СВРК</i> | Назначение директории и имени файла связи с СВРК (обычно /ВРК/ir.dat) |
| <i>Установка пароля</i> <i>Password setting</i> | Установка пароля (любая комбинация символов или пустая строка, если нужно снять пароль) |
| <i>Язык интерфейса</i> <i>Select Language</i> | Выбор языка (русский/английский) для сообщений и обозначений (недоступно пользователю, устанавливается разработчиком программы) |
| <i>Фонтов</i> <i>Choise Fonts</i> | Назначение типа фонта (недоступно пользователю, устанавливается разработчиком программы) |

На рис. А.6 показана панель управления диалогом (ПУ), с помощью которой пользователь в режиме ДИАЛОГ выбирает способ расчетного моделирования работы реактора, задает временной шаг и время до следующего сеанса связи программы с пользователем, задает параметры состояния реактора.

Пользователь вызывает ПУ командами меню окна Главной функции «Управление/ Вызов панели управления» или с помощью пиктограммы , кроме того, ПУ автоматически вызывается программой по достижении времени сеанса связи (см. ниже).

ПУ содержит несколько поименованных областей, в которых сгруппированы логически связанные данные и ключи управления.

«Шаг времени» – временной интервал между двумя состояниями реактора, рассчитываемыми ИР. «Время до следующего сеанса связи» – время, через которое программа автоматически приостановит счет и выведет ПУ, чтобы пользователь мог выполнить управляющие воздействия. При необходимости, пользователь может вызвать ПУ, не дожидаясь сеанса связи (см. выше).

Область «Параметр критичности» позволяет выбрать способ поиска критического состояния реактора (автоматически изменяя выбранный параметр критичности, программа ищет состояние с нулевой реактивностью) или отказаться от поиска критичности (программа определяет значение реактивности для заданного состояния реактора).

Область «Параметры управления» позволяет моделировать управление состоянием реактора.

В окне «Мощность» задается тепловая мощность реактора в процентах от номинального значения; в окне «dW/dt» – скорость изменения мощности; в окне «dTin/dW» – коэффициент линейной зависимости входной температуры теплоносителя от мощности. Если при параметре критичности «Мощность» вводится ненулевое значение dW/dt, то

параметр критичности автоматически переключается на «ОР СУЗ»; если устанавливается параметр критичности «Мощность», то автоматически задается нулевое значение в окне «dW/dt».

Панель управления

Шаг расчета : 5.0 мин
 Время до следующего сеанса : 0.0 мин
 связи :

Параметры управления :

Мощность : 100.0 %
 dW/dt : 0.0 %/мин
 dTin/dW : 0.08 °C/%

Теплоноситель :

Расход : 100.0 %
 Давление : 160.0 ат.
 Вх. температура : 287.0 °C
 Концентрация НзВОз : 0.68 г/кг

Подпитка :

Концентрация НзВОз : 0.0 г/кг
 Расход : 0.0 т/час

Параметр критичности

Бор
 ОРСУЗ
 Мощность
 Нет критичности

Положение групп ОРСУЗ :

Ручное задание :
 Группа 10 : 90.0 %
 Группа 9 : 100.0 %
 Группа 8 : 100.0 %

Обобщенные параметры :
 начальный ЦУГ : 8
 конечный ЦУГ : 10
 D : 50.0 %
 L : 10.0 %

Стоп ОК Отменить ОРСУЗ больше >>

Рисунок А.6 - Панель управления диалогом (ПУ)

Область «Теплоноситель» обеспечивает задание необходимых параметров состояния теплоносителя в первом контуре, а также расход и содержание борной кислоты для моделирования процесса подпитки (область «Подпитка»). При параметре критичности «Бор» задание ненулевого расхода подпитки вызывает автоматическое переключение параметра критичности на «ОР СУЗ»; при задании параметра критичности «Бор» автоматически задается нулевой расход подпитки.

Область «Положение групп» обеспечивает задание положения групп ОР СУЗ и отдельных ОР СУЗ (положение задается в процентах от высоты активной зоны). Выбор ключа «Ручное задание» позволяет задавать произвольные положения для управляющих групп с номерами 8, 9 и 10. Выбор ключа «Обобщенные параметры» позволяет использовать способ управления «щугом», когда программа автоматически определяет положение групп с постоянным расстоянием (дистанцией) между соседними (смежными) по номеру группами, а пользователь задает параметры щуга: первый и последний номер групп участвующих в управлении, дистанцию – D , общую глубину погружения групп в активную зону – L (в процентах от высоты активной зоны).

Если необходимо изменить положение групп с номерами 1 – 7 или положение отдельных ОР СУЗ, то пользователь должен нажатием кнопки «ОР СУЗ больше>>>» вызвать первую вспомогательную панель ПУ1 (рис. А.7).

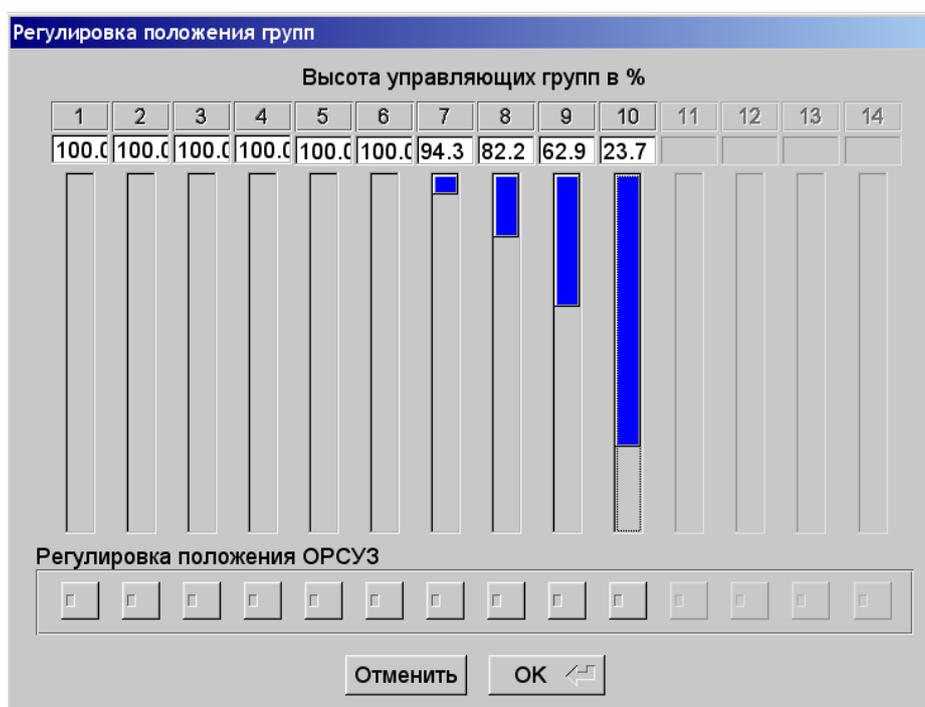


Рисунок А.7 - Первая вспомогательная панель управления диалогом (ПУ1)

Изменение положения групп может выполняться заданием числовых значений в окошках с помощью клавиатуры или скролированием (щелчком левой клавиши в области окошка и затем, удерживая левую клавишу в нажатом положении, движением «мыши» влево – уменьшение значения или вправо – увеличение значения), а также перемещением столбца ползункового регулятора с помощью «мыши» (зацепляется щелчком левой клавиши).

Если необходимо изменить положение отдельного ОР СУЗ, то пользователь должен нажатием кнопки под группой, к которой принадлежит выбираемый ОР СУЗ вызвать вторую вспомогательную панель ПУ2 (рис. А.8).

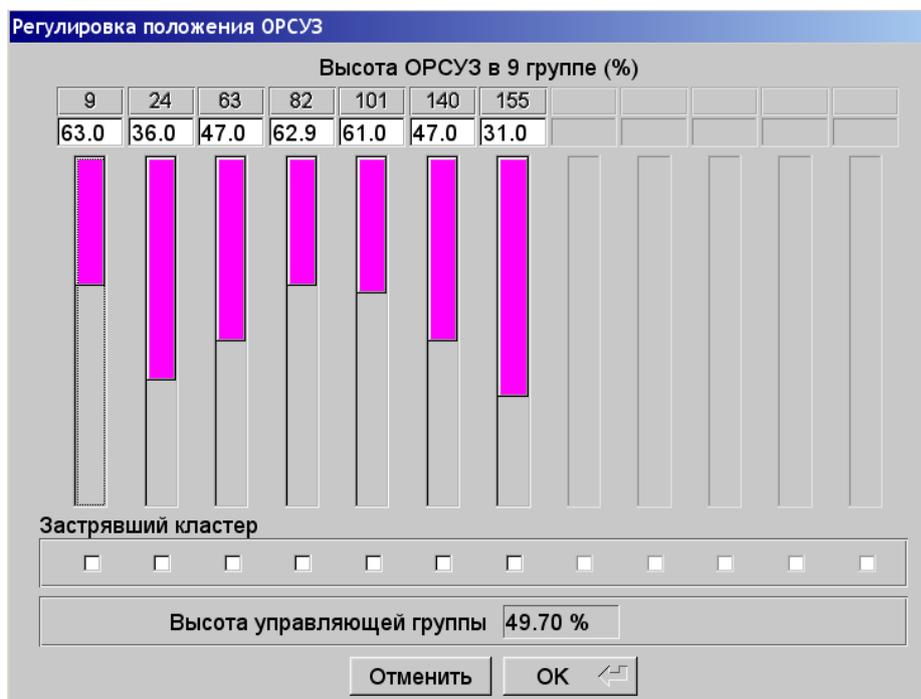


Рисунок А.8 - Вторая вспомогательная панель управления диалогом (ПУ2)

Используя ПУ2 можно изменять положение ОР СУЗ и, отмечая в нижней части ПУ2 застрявшие ОР СУЗ, выполнять «застревание» ОР СУЗ.

Значение положения группы – это усредненное положение всех входящих в нее ОР СУЗ. При изменении положения группы все входящие в нее ОР СУЗ, исключая застрявшие, меняют свое положение на одинаковую величину. Застрявшие ОР СУЗ не меняют своего положения при изменении положения группы.

После выполнения необходимых операций в ПУ, пользователь нажимает кнопку «ОК», после чего программа продолжает счет, используя новые параметры, заданные в ПУ. Если пользователь нажал кнопку «Отмена», то программа продолжит счет, игнорируя сделанные в ПУ изменения. Нажатие кнопки «Стоп» вызовет остановку программы.

По ходу работы программа выдает диагностические сообщения в окне диагностических сообщений основного окна Главной функции (см. рис. А.3). Кроме того, сообщения могут выдаваться в специальных окнах, некоторые из таких сообщений требуют от пользователя определенного ответа, от которого зависит дальнейший ход работы программы, например, как показано на рис. А.9.

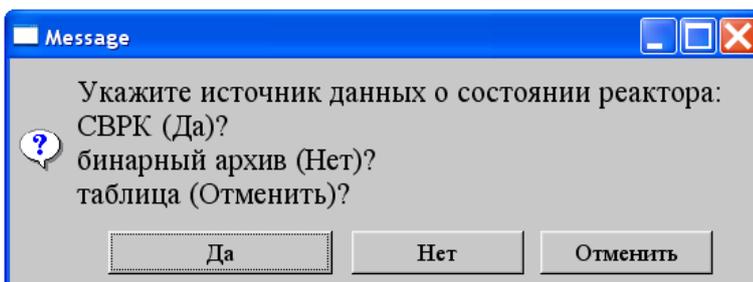
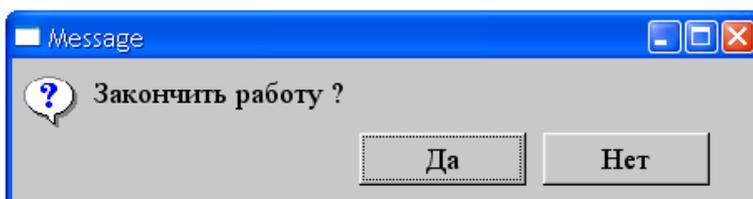


Рисунок А.9 - Сообщения с предложением выбрать ответ

Другие сообщения требуют от пользователя только подтверждения того, что сообщение воспринято, как показано на рис. А.10.

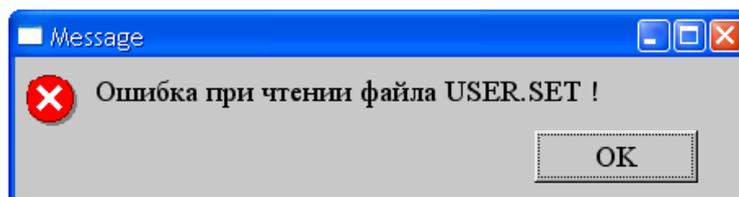


Рисунок А.10 - Сообщение с требованием подтверждения

Внимание! Нажатие кнопки «крестик» в верхнем левом углу окна вызывает остановку программы.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
СЕРВИС ГРАФИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ ИР

Ниже приведено описание интерактивного режима управления Графической функцией программы ИР (командное меню, управляющие команды, форматы представления данных).

Взаимодействие с Главной функцией

Пользователь может вызвать Графическую функцию сразу после выбора режима работы программы, до начала счета, используя в командном меню Главной функции пункт «Сервер» или пиктограмму . В этом случае на экран будет выдаваться заставка ИР (Рис. В.1).



Рисунок В.1 - Заставка окна Графической функции программы ИР

После расчета первого состояния, Главная функция передает в Графическую функцию данные о текущем состоянии реактора (расчетные и реальные – из СВРК), после чего в окне Графической функции появляется основное рабочее окно (рис. В.2). Если окно (заставка) не было открыто пользователем ранее, то оно откроется автоматически.

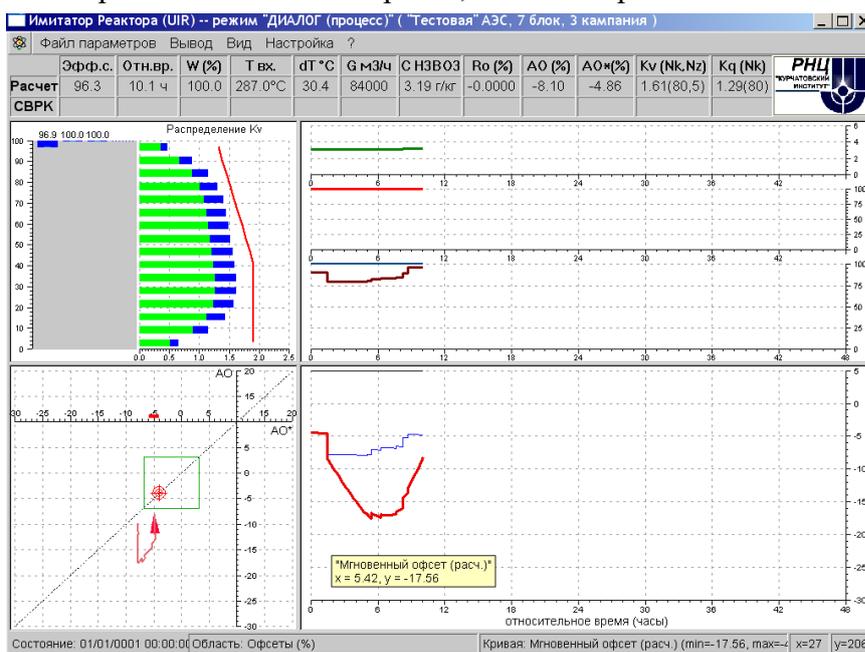


Рисунок В.2 - Основное рабочее окно Графической функции (режим ДИАЛОГ)

В ходе работы Главной функции происходит расчет последовательности состояний реактора. После завершения расчета очередного состояния Главная функция инициирует обновление окна Графической функции с учетом шага времени и изменений в состоянии реактора.

Пользователь может отключить окно Графической функции, используя стандартные средства Windows или Unix (Linux), затем снова включить его – состояние окна полностью восстановится (при выключенном окне Графическая функция продолжает работать, накапливая и сохраняя необходимую информацию).

Формат основного рабочего окна

Ниже схематично представлено расположение информации в основном рабочем окне. Три верхних области имеют фиксированные размеры, размеры четырех нижних областей (ЗОНА 1, ЗОНА 2, ЗОНА 3, ЗОНА 4) могут изменяться пользователем.

| | |
|---|---|
| Имя окна | |
| Главное командное меню | |
| Таблица основных параметров состояния реактора | |
| <p><i>ЗОНА 3</i> Высотные гистограммы распределения: значений Kv в расчетной сетке; значений Kv в слоях ДПЗ; значений глубины выгорания топлива (кг/т_U) значений Q1 (Вт/см).</p> | <p><i>ЗОНА 1</i> Графики значений борной кислоты (г/кг) График мощности реактора (%) Графики положений групп ОР СУЗ (%)</p> |
| <p><i>ЗОНА 4</i> Фазовые диаграммы: офсет-офсетная; офсет-мощностная; Kq-мощностная</p> | <p><i>ЗОНА 2</i> Графики значений аксиального офсета энерговыделения (%)</p> |

Имя окна содержит: режим (подрежим) работы программы; название АЭС, номер блока, номер кампании (см. рис. В.2).

Пункт «Файл параметров» (рис. В.3) позволяет сохранить файл параметров формата основного рабочего окна под любым именем (программа автоматически добавляет к имени обязательное расширение «ini», например: ivanov.ini, retrov.ini,...), а также открыть файл такого же типа – при этом восстановится тот формат окна, который был в момент записи этого файла. Это позволяет различным пользователям хранить и быстро восстанавливать удобные им форматы основного рабочего окна.

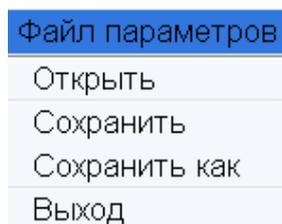


Рисунок В.3 - Раскрытый пункт меню «Файл параметров»

Пункт «Вывод» (рис. В.4) Обеспечивает вызов вспомогательных рабочих окон; а также предоставляет некоторые специальные функции управления форматом основного рабочего окна (см. ниже)

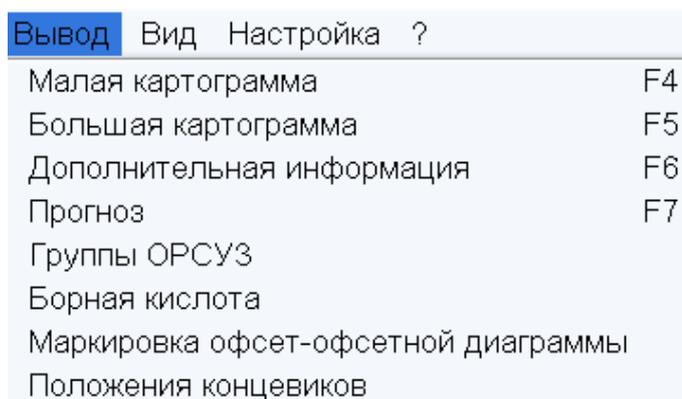


Рисунок В.4 - Раскрытый пункт меню «Вывод»

Пункт «Вид» (рис. В.5) Обеспечивает выбор одной из трех высотных гистограмм и одной из трех фазовых диаграмм (см. ниже)

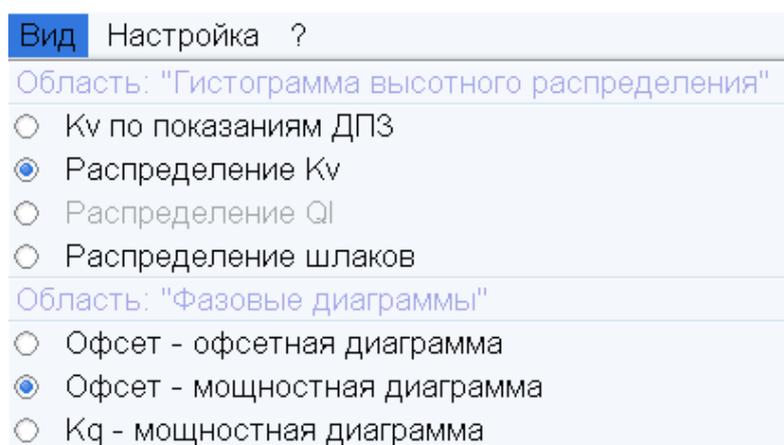


Рисунок В.5 - Раскрытый пункт меню «Вид»

Пункт «Настройка» (рис. В.6) Обеспечивает настройку размеров ЗОНЫ 1, ..., ЗОНЫ 4 основного рабочего окна, шкал картограмм, длины буфера (стека данных для временных графиков), цвета и яркости линий координатных сеток, шага времени для обновления состояния экрана.

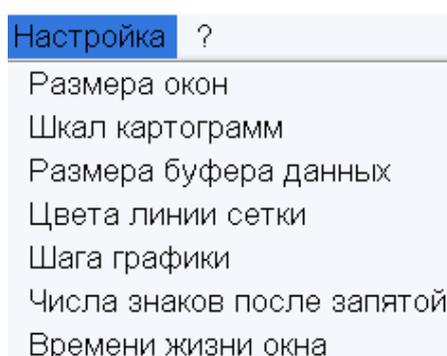


Рисунок В.6 - Пункт меню «Настройка»

Команда «Настройка/Размера окон» приводит основное рабочее окно в состояние, представленное слева на рис. В.7. Установив курсор в точку нового центра разделения зон и щелкнув левой клавишей мыши, пользователь задает новые относительные размеры зон. Также данную операцию можно выполнить непрерывным движением мыши, предварительно «зацепив» курсором центр разделения зон щелчком левой клавиши.

Команда «Настройка/Время жизни окна» вызывает дополнительное окно (справа на рис. В.7) в котром можно задать время жизни вспомогательных окон, по истечении которого окна автоматически закрываются. Если задано время жизни, то в нижнем левом углу показывается время, оставшееся до его закрытия (на том же рисунке видно, что данному окну осталось жить 9 мин 58 сек)

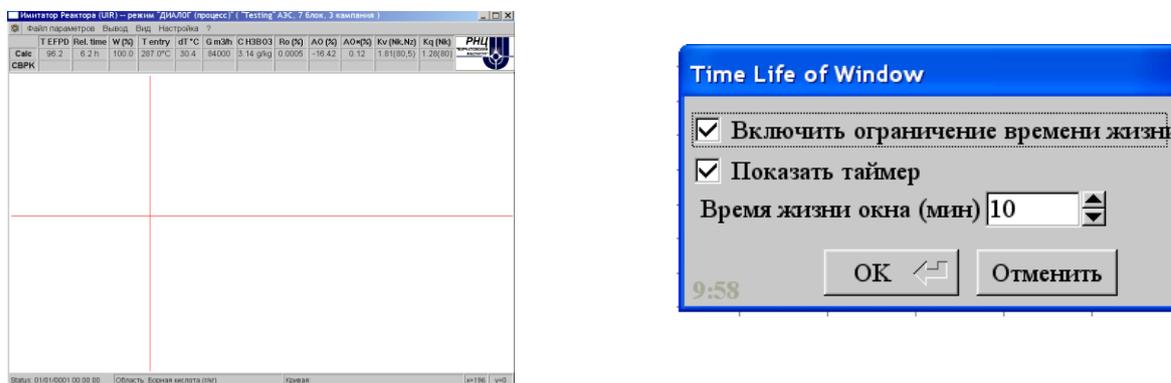


Рисунок В.7 – Состояние окна после выполнения команды «Настройка, Размеры окон» и окно «Time Life of Window»

Таблица основных параметров состояния реактора состоит из трех строк:

- первая строка – оглавление таблицы, содержащее наименование параметров;
- вторая строка – расчетные значения параметров;
- третья строка – значения параметров по данным СВРК;

Таблица содержит следующие параметры:

- Эфф.с. – значение эффективных суток на текущий момент кампании;
- Отн.вр. – относительное время процесса (от начала счета);
- W – мощность реактора (%);
- T вх. – температура теплоносителя на входе в реактор (°C);
- dT – подогрев теплоносителя в активной зоне (°C);
- G – расход теплоносителя через активную зону – в строке «Расчет», через реактор – в строке «СВРК» (м³/ч);
- C H3BO3 – концентрация борной кислоты в теплоносителе (г/кгH2O);
- Ro – реактивность (%);
- AO – аксиальный (мгновенный) офсет – отношение разности мощности верхней и нижней половин активной зоны в процентах от полной мощности, умноженное на значение ключа KEY_DEFINE_SIGN_AO, задаваемое в файле master.set (%);
- AO* – равновесный аксиальный офсет – офсет, отвечающий равновесному распределению ксенона в активной зоне (%);
- Kv(Nk, Nz) – максимальное значение относительной мощности ячеек активной зоны (Nk – номер ТВС, Nz – номер высотного слоя, ячейки, в которой достигается максимум);
- Kq(Nk) – максимальное значение относительной мощности ТВС (Nk – номер ТВС, в которой достигается максимум);

Зоны 1 и 2 основного рабочего окна содержат графики изменения следующих параметров состояния реактора: концентрации борной кислоты в теплоносителе, мощности, положения групп ОР СУЗ, аксиального офсета. Графики располагаются в указанном порядке, сверху – вниз.

Размерность осей ординат: борная кислота – г/кгH2O, мощность – % от номинального значения, положение групп – % от высоты активной зоны, офсет – %.

Ось абсцисс, общая для всех графиков, имеет размерность времени в часах для всех режимов, за исключением режимов ТАБЛИЦА-ВЫГОРАНИЕ и ТАБЛИЦА-ОТДЕЛЬНЫЕ-СОСТОЯНИЯ, в которых ось абсцисс имеет размерность эффективных суток и порядковый номер состояния соответственно.

Для всех режимов, за исключением режима КОНТРОЛЬ, после расчета очередного состояния реактора график предыстории остается неподвижным, а текущая точка сдвигается вправо – добавляется один временной шаг (или порядковый номер). В режиме КОНТРОЛЬ текущая точка всегда остается на нулевой отметке оси абсцисс, после расчета очередного состояния реактора график предыстории сдвигается в отрицательную сторону.

Изменить масштабы осей координат и вида линий графиков.

Установить курсор на выбранную линию и щелкнуть правой клавишей «мыши», при этом появится вспомогательное меню (рис. В.8), пользователь может изменить масштаб координатных осей, а также тип, толщину, цвет линии графика.

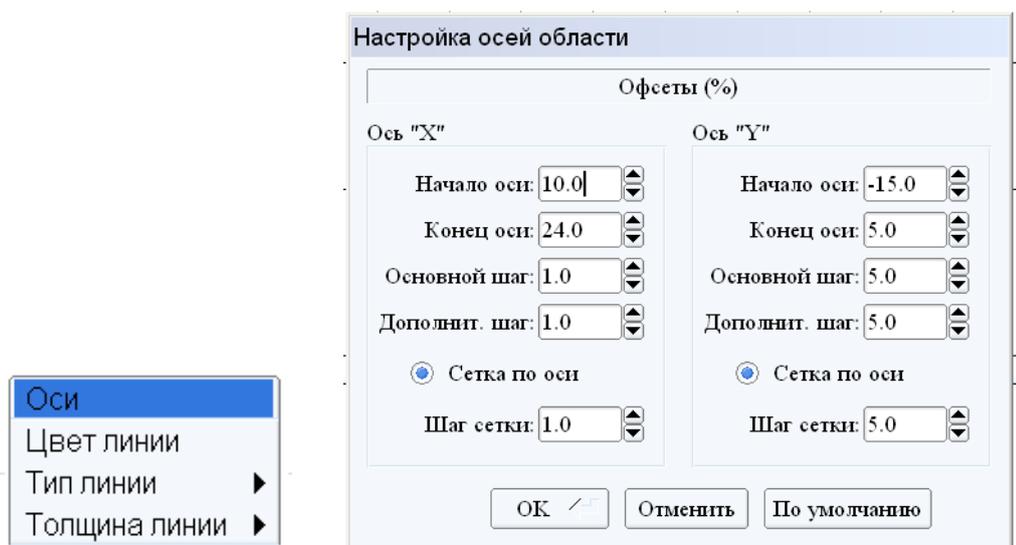


Рисунок В.8 – Вспомогательное меню

Оперативная справка по графикам.

С целью минимизации количества элементов рабочего окна наименование графиков не присутствует постоянно, а появляются в виде справки, когда пользователь устанавливает курсор на выбранную линию. Ниже на рис. В.9 показано, как выдается справка по выбранной пользователем кривой. На нижней граничной полосе рабочего окна появляется название кривой (Кривая “Равновесный офсет”) и диапазон значений ординат, в данном случае – мгновенного офсета ($\min=-7.91$, $\max=-4.41$). Дополнительная возможность Windows-версии: курсор (его не видно на рисунке) установлен на нижней линии – всплывающее окошко рядом с кривой дает справку: название кривой и значения координат: «Равновесный офсет», $x=10.17$ (часы) $y=-4.84$ (офсет, %).

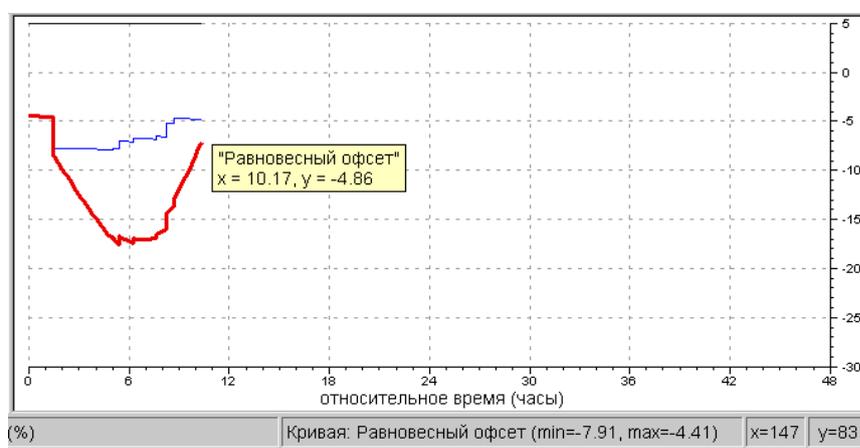


Рисунок В.9 - Справка по выбранной пользователем кривой

Длина стека.

Данные для каждого графика программа хранит в массиве конечной длины – «стеке». На каждом шаге счета происходит сдвиг данных стека на одну ячейку, при этом первый элемент заполняется значением текущего состояния, а значение последнего элемента стирается. Длину стека можно изменить командой «Настройка/Размер буфера данных». После выполнения этой команды необходимо выполнить команду «файл параметров /сохранить». Размер буфера будет изменен при следующем запуске программы.

Временной шаг обновления экрана (в минутах) задается командой меню «Настройка/Шага графики», он используется программой только в режиме КОНТРОЛЬ. После очередного обновления экрана состояния рассчитываются, но не выдаются на экран, пока не пройдет интервал времени равный заданному шагу. Если шаг равен нулю, то на экран выдается каждое рассчитанное в ИР состояние. Если в текущем состоянии реактора хотя бы один из параметров: мощность, входная температура теплоносителя, давление теплоносителя над активной зоной, расход теплоносителя, положение ОР СУЗ – значительно отличается от предыдущего значения, то это состояние выдается на экран. Для перечисленных выше параметров пользователь может задавать величину диапазона, выход за пределы которого воспринимается программой как значительное изменение, задавая в файле master.set следующие параметры:

- Screen_Gate_N – для мощности, %Wном (по умолчанию 2%Wном);
- Screen_Gate_T – для входной температуры, °C (по умолчанию 1°C);
- Screen_Gate_P – для давления, атм (по умолчанию 1 атм);
- Screen_Gate_G – для расхода, 1000 м³ (по умолчанию 2000 м³);
- Screen_Gate_H – для положения ОР СУЗ, % (по умолчанию 2%).

Возможные проблемы. Если изменения перечисленных выше параметров происходят часто или используется короткий стек, то линии графиков могут быть слишком короткими. Если стек слишком длинный, то может наблюдаться «моргание» экрана (обновление экрана происходит слишком медленно). Используя возможности изменения длины стека, шага графика и параметров Screen_Gate_..., пользователь может оптимизировать режим представления графиков.

Цвет и яркость линий координатной сетки можно изменить командой «Настройка/Цвет линии сетки»

Графики борной кислоты.

Постоянно, во всех режимах работы программы отображается график изменения концентрации борной кислоты, которая может задаваться как исходные данные или может быть расчетной критической концентрацией (если задан режим поиска критичности способом изменения концентрации борной кислоты в теплоносителе).

В режиме КОНТРОЛЬ-1 могут быть показаны дополнительные графики концентрации борной кислоты. По команде «Вывод, Борная кислота» вызывается вспомогательная панель (рис. В.10), с помощью которой пользователь инициирует выдачу дополнительных графиков борной кислоты.

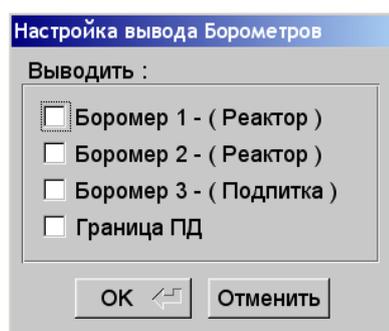


Рисунок В.10 - Панель вывода дополнительных графиков концентрации борной кислоты

Ключи «Боромер 1» и «Боромер 2» вызывают графики концентрации борной

кислоты в реакторе, измеренной первым и вторым бормером соответственно. Ключ «Бормер 3» вызывает график концентрации борной кислоты, измеренной бормером на линии подпитки. На разных блоках АЭС задание значений концентрации борной кислоты может иметь свои особенности (Приложение-Q).

Ключ «Граница ПД» вызывает график концентрации борной кислоты, соответствующей границе пускового диапазона, которая рассчитывается ИП для состояний реактора с нулевой мощностью (на МКУ мощности или в подкритическом состоянии). Расчет выполняется при следующих условиях: мощность реактора равна нулю; все группы извлечены из активной зоны, кроме рабочей (с наибольшим номером), которая находится в пусковом положении – HGR_UNDER_START; температура теплоносителя соответствует состоянию реактора на МКУ мощности – TIN_UNDER_START. Программа выдает расчетное значение критической концентрации борной кислоты увеличенное на величину – ADD_CH3BO3_UNDER_START. Значения HGR_UNDER_START, TIN_UNDER_START, ADD_CH3BO3_UNDER_START задаются пользователем в файле входных данных master.set.

Командой «Вывод/Прогноз» или функциональной клавишей «F7» можно вызвать дополнительное окно, с помощью которого вызвать прогноз – график изменения на ближайшее время критической концентрации борной кислоты под действием интегральных ксеноновых процессов, например, отравления или разотравления (рис. В.11). Прогноз основан на представлении графика концентрации борной кислоты в виде двух экспонент. В данном приближении график определяется исходя из текущего значения критической концентрации борной кислоты, значения концентрации, соответствующей равновесному распределению ксенона, а также скорости изменения концентрации, рассчитанной в линейном приближении $dAO/dt = \Delta AO / \Delta t$ (где Δt – «шаг настройки» равен 30 мин).

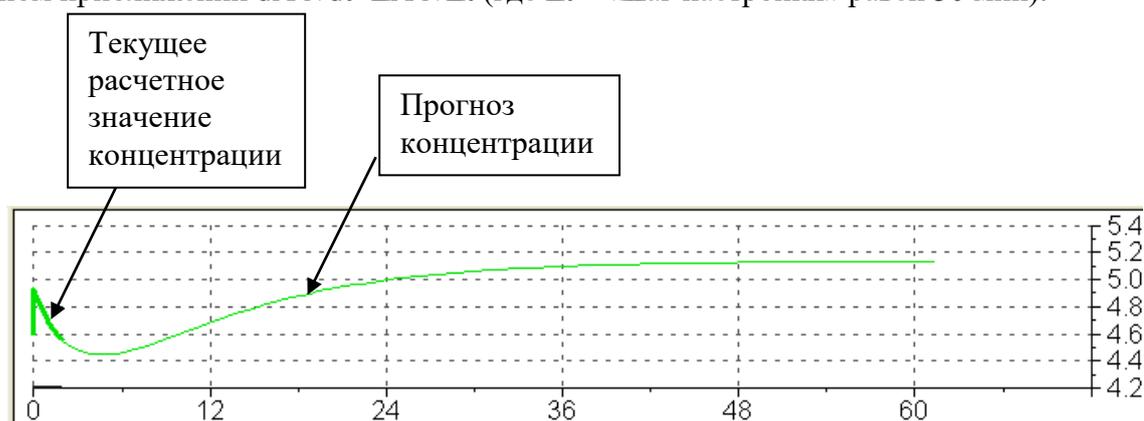


Рисунок В.11 - График борной кислоты

График мощности не имеет дополнительных особенностей.

Графики положений групп ОР СУЗ

График положения рабочей группы выводится всегда. Также можно вывести графики для последних нескольких групп (т.е. групп с наибольшими номерами). Кроме того, дополнительно можно вывести графики еще для двух произвольно выбранных групп. Выбор осуществляется с помощью вспомогательной панели (рис. В.12), которая вызывается командой меню «Вывод/Группы ОР СУЗ».

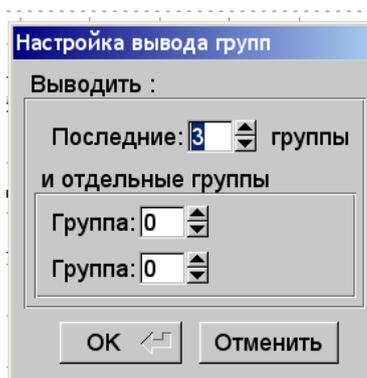


Рисунок В.12 – Вспомогательная панель

Графики аксиального офсета

Постоянно, во всех режимах работы программы выдаются два графика расчетных значений мгновенного и равновесного офсета. Мгновенный офсет АО отвечает реальному распределению ксенона в активной зоне при текущих значениях параметров состояния реактора (мощность, положение ОР СУЗ и т.д.). В режиме КОНТРОЛЬ значение АО с определенной точностью (см. Приложение Е, параметр dAO_{mg}) совпадает с офсетом, который определяется в СВРК по полю энерговыделения, восстановленному по показаниям датчиков ДПЗ. Равновесный офсет $АО^*$ рассчитывается для равновесного распределения ксенона в активной зоне при текущих значениях параметров состояния реактора. Отличие в определении офсета на различных АЭС учитывается заданием ключа `KEY_DEFINE_SIGN_AO` в файле `master.set`.

В случае свободных ксеноновых колебаний график мгновенного офсета имеет синусоидальный характер, график равновесного офсета – ось синусоиды (рис. В.13).

Командой «Вывод/Прогноз» или функциональной клавишей «F7» можно вызвать дополнительное окно, с помощью которого вызвать прогноз – график изменения мгновенного офсета в ходе свободных ксеноновых колебаний на ближайшее время (рис. В.13). Прогноз основан на представлении колебаний в синусоидальном приближении без учета затухания. В данном приближении синусоида определяется исходя из периода колебаний 28 час, текущих значений мгновенного и равновесного офсета, а также скорости изменения офсета, рассчитанной в линейном приближении $dAO/dt = \Delta AO / \Delta t$ (где Δt – «шаг настройки» равен 30 мин).

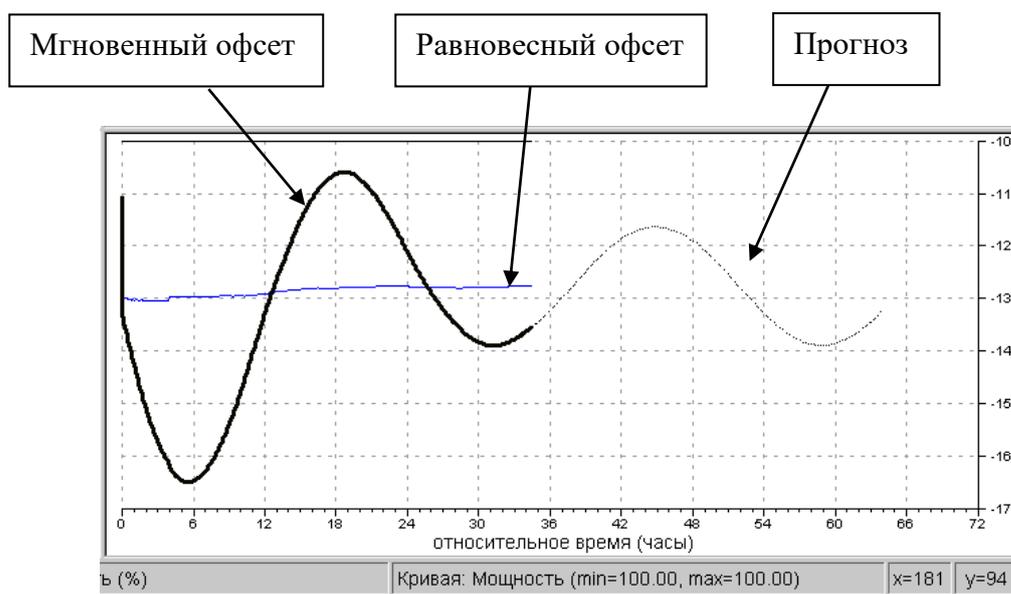


Рисунок В.13- Графики аксиального офсета

Зона 3 основного рабочего окна (высотные гистограммы)

Зона 3 содержит гистограммы высотного распределения в активной зоне энерговыделения и глубины выгорания топлива. Гистограммы вызываются командой пункта меню «Вид» или с помощью вспомогательной панели, которая вызывается щелчком правой клавиши «мыши» при положении курсора в зоне 3 (слева на рис. В.14).

На каждой гистограмме слева находится рисунок активной зоны с погруженными в нее группами ОР СУЗ – вертикальными синими столбиками показывается текущее положение групп (слева группа 10, далее – по порядку убывания номеров (управляющие группы 10, 9, 8 показаны более широкими столбиками).

Над каждой управляющей группой показывается число – ее положение относительно низа активной зоны в процентах от высоты активной зоны (количество знаков после запятой можно изменить с помощью команды меню Графической функции «Настройка/числа знаков после запятой»).

Если ОР одной управляющей группы имеют разное положение, то положение основного (синего) столбика соответствует среднему значению положений ОР и внутри него появляется дополнительный столбик голубого цвета, показывающий минимальное и максимальное положение ОР этой группы. При превышении допустимого значения отклонения ОР от среднего положения (параметр DHORSUZ в файле master.set) дополнительный столбик окрашивается в красный цвет (справа на рис. В.14).

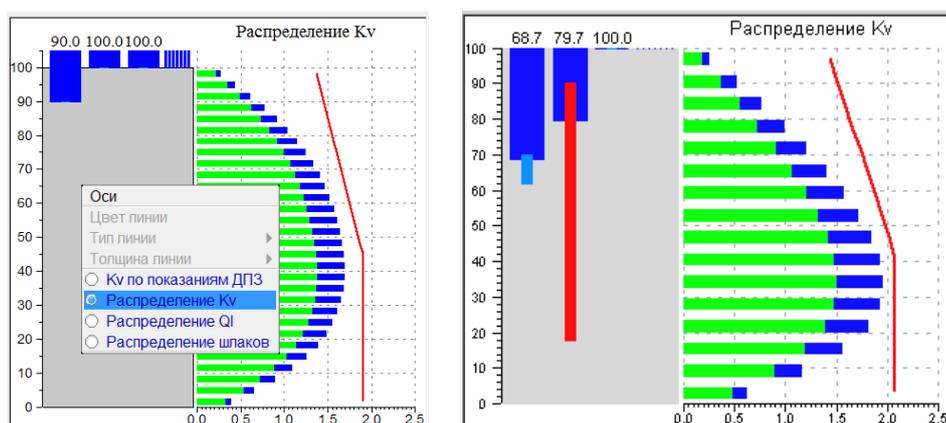


Рисунок В.14 - Высотная гистограмма

Распределение энерговыделения представлено представлено тремя гистограммами – значений K_v в расчетной сетке, значений K_v в слоях ДПЗ, значений Q_I . На рис. В.14 показана гистограмма значений K_v в расчетной сетке с 16 высотными слоями (количество слоев – параметр NZ в файле master.set). Гистограмма состоит из горизонтальных столбиков, каждый из которых имеет зеленый и синий участок: зеленый соответствует среднему значению представляемой величины в данном высотном слое, синий – максимальному значению.

С помощью вспомогательной панели вызова высотных гистограмм (слева на рис. В.14) можно изменять параметры осей на рисунке гистограммы, причем при щелчке мыши (при вызове панели) в области рисунка активной зоны оси относятся к положению групп, при щелчке в области столбиков гистограммы оси относятся к самой гистограмме.

Справа от столбиков гистограммы расположена красная «границная» линия, определяющая наименее консервативное допустимое значение величины K_v . Когда в ячейке (i,j) активной зоны K_v превышает предельно допустимое значение, тогда соответствующий столбик (i -й от низа активной зоны) окрашивается в красный цвет. Поскольку границная линия соответствует наименее консервативному условию, столбик гистограммы может стать красным до того, как он достигнет граничной линии.

Гистограмма значений K_v в слоях ДПЗ показана на рис. В.15. Столбики гистограммы характеризуют энерговыделение в высотных слоях, расположенных на уровне

слоев ДПЗ. Каждый столбик имеет узкую и широкую части. Широкая часть относится к передаваемым из СВРК в режиме КОНТРОЛЬ измеренным значениям K_v , которые определяются как отношение линейной мощности ТВС в местах расположения ДПЗ к средней линейной мощности (нормируется на мощность активной зоны тепловую или по ДПЗ в зависимости от значения ключа KEY_Andpz соответственно 0 или 1 в файле master.set). Узкая часть указывает расчетные значения. В режимах ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА расчетные значения присваиваются «измеренным» – широкие и узкие столбики совпадают.

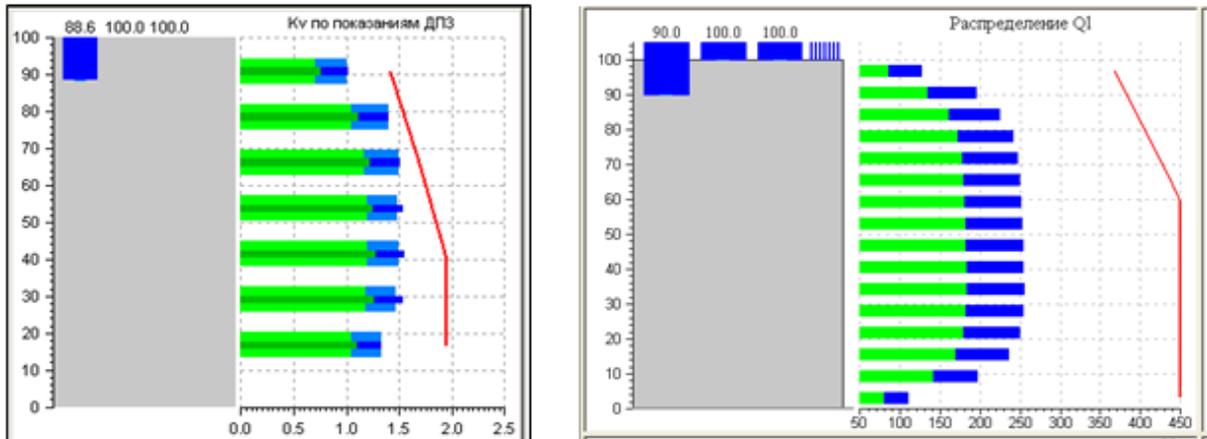


Рисунок В.15 - Гистограмма значений K_v в слоях ДПЗ и значений Q_1

Гистограмма значений глубины выгорания топлива не имеет дополнительных особенностей.

Положение концевиков ОР СУЗ. Предельное нижнее положение ОР СУЗ в случае падения их по сигналу защиты – нижний жесткий упор (НЖУ); предельное нижнее положение ОР СУЗ в случае движения вниз с рабочей скоростью – нижний концевой выключатель (НКВ); предельное верхнее положение ОР СУЗ в случае движения вверх с рабочей скоростью – верхний концевой выключатель (ВКВ). Концевики располагаются относительно активной зоны в такой последовательности (снизу – вверх): нижняя граница активной зоны, НЖУ, НКВ, верхняя граница активной зоны, ВКВ.

Положения НЖУ, НКВ, ВКВ задаются с помощью параметров DHNGU, DHKN, DHKV в файле master.set. Значение каждого из перечисленных параметров задается, как расстояние по вертикали от соответствующего концевика до нижней границы активной зоны.

В режиме КОНТРОЛЬ в программу передаются положения ОР СУЗ относительно НЖУ, которые программа автоматически пересчитывает на положение нижней границы поглощающей части стержней ОР СУЗ относительно низа активной зоны. Программа позволяет показать положение всех трех концевиков. Для этого необходимо дать команду «Вывод, Положение концевиков». При этом для того, чтобы был правильно показан ВКВ, следует выбрать (щелчком правой клавишей мыши на рисунке активной зоны) в окне настройки гистограммы пункт «Оси» (рис. В.16) и задать на оси ординат (высота в активной зоне) максимальное значение 105. Затем, щелчком мыши на столбиках гистограммы снова вызвать окно настройки гистограммы и с помощью пункта «Оси» задать максимальное значение 105 для оси ординат. Изображение примет вид, представленный на рис. В.16.

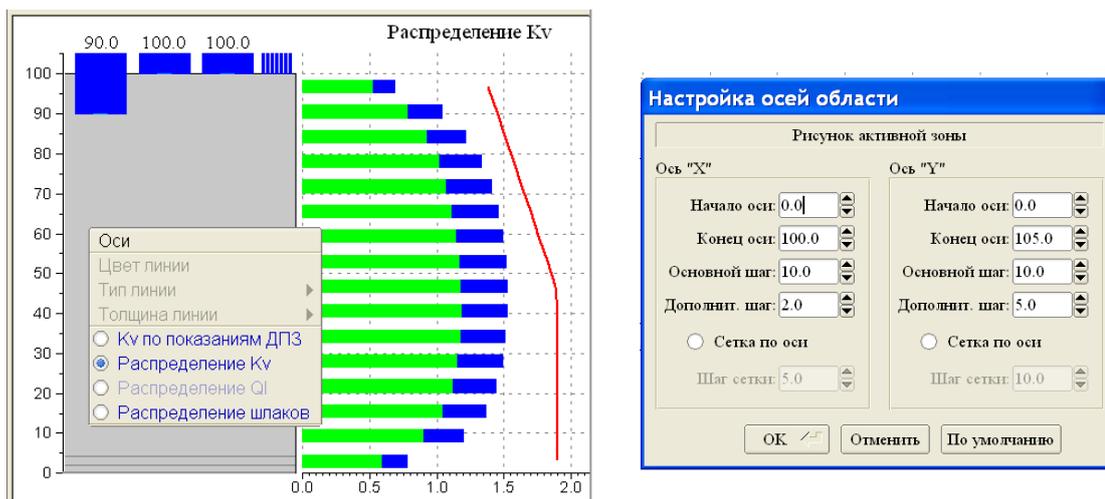


Рисунок В.16 – Высотная гистограмма с положениями концевиков

Аналогичным образом, поочередно вызывая гистограммы «Kv по показаниям ДПЗ» и «Распределение шлаков», нужно изменить оси ординат для этих гистограмм.

Зона 4 основного рабочего окна (фазовые диаграммы)

Зона 4 основного рабочего окна содержит фазовые диаграммы моделируемого процесса. Фазовые диаграммы вызываются командой пункта меню «Вид» или с помощью вспомогательной панели, которая вызывается щелчком правой клавиши «мыши» при положении курсора в ЗОНЕ 4 (рис. В.17).

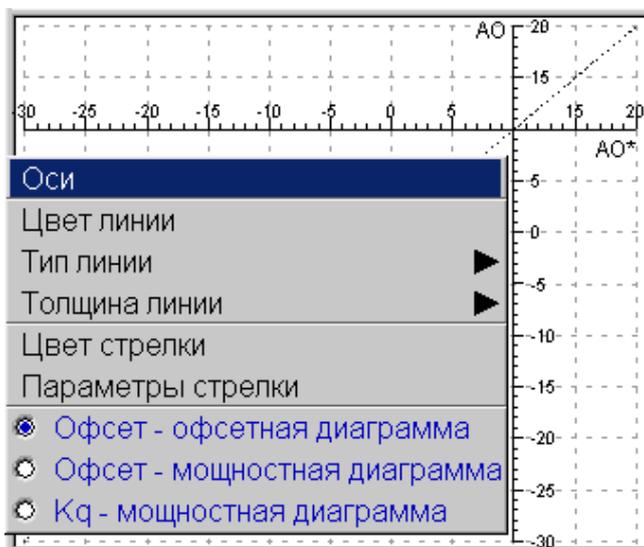
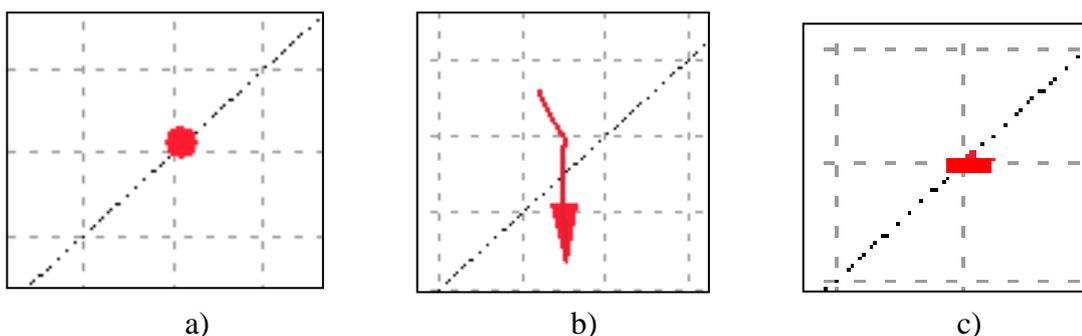


Рисунок В.17 - Вспомогательная панель настройки фазовых диаграмм

Общими основными элементами всех фазовых диаграмм является фазовая траектория (рис. В.18), в общем случае состоящая из «стрелки» и «линии». Стрелка указывает на текущую точку диаграммы, отвечающую текущему состоянию реактора, линия – след движения текущей точки за некоторый заданный интервал времени предыстории реактора.



- a) начальное положение текущей точки
 b) вид фазовой траектории в ходе нестационарного процесса
 c) вид фазовой траектории при стационарном состоянии реактора

Рисунок В.18 - Различные состояния фазовой траектории

Расстояние от острия (от текущей точки) до основания стрелки также задается как интервал времени предыстории реактора. Таким образом, длина траектории и длина стрелки визуально характеризуют интенсивность протекающего процесса. Командой вспомогательной панели настройки фазовых диаграмм «*Параметры стрелки*» (рис. В.17) вызывается специальная панель, с помощью которой можно изменить параметры траектории (рис. В.19).

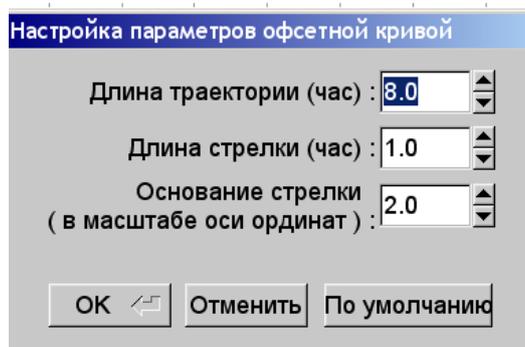


Рисунок В.19 - Панель настройки параметров фазовой траектории

Исходно траектория появляется в виде круглой метки (рис. В.18а). Когда время процесса достигает величины параметра «длина стрелки», появляются стрелка и след (рис. В.18б). Если реактор работает в стационарном состоянии (т.е. переменные фазовой диаграммы не меняются), то по прошествии времени, равного параметру «длина стрелки» стрелка вырождается в горизонтальный штрих, а по прошествии времени, равного параметру «длина траектории» вся траектория вырождается в горизонтальный штрих (рис. В.18с).

Цвет стрелки, а также цвет, тип и толщину линии траектории можно задавать используя соответствующие команды вспомогательной панели настройки фазовых диаграмм (рис. В.17).

Параметры осей фазовой диаграммы можно задавать используя команду «*Оси*» вспомогательной панели настройки фазовых диаграмм (рис. В.17).

Офсет-мощностная диаграмма

Офсет-мощностная диаграмма (рис. В.20) строится в осях значений мгновенного офсета и мощности реактора. Диаграмма содержит семейство линий оптимальных фазовых траекторий, а также рекомендуемую и нерекомендуемую области.

При увеличении мощности реактора, движение текущей точки по оптимальной фазовой траектории исключает появление дополнительной, связанной с изменением офсета, составляющей увеличения локальной мощности в объеме активной зоны.

Оптимальные фазовые траектории задаются по следующей формуле:

$$W=100 (AO2-AO1)/(AO-AO1),$$

где W – мощность реактора, AO – офсет; $AO1$, $AO2$ – константы.

Константа $AO1 = -2.6$. Константа $AO2$ определяет отдельную оптимальную траекторию. В программе задается, с шагом 2, множество значений офсета на оптимальной фазовой траектории при мощности 100 %: $AO2 = -30, -28, \dots, -2, 0, 2, \dots, 12$. Для каждого значения строится оптимальная траектория, так образуется семейство оптимальных траекторий. Если офсет определен с обратным знаком ($KEY_DEFINE_SIGN_AO = -1$), то указанные константы также имеют обратный знак: $AO1 = +2.6$; $AO2 = +30, \dots, -12$.

Рекомендуемая область, находится между двумя «граничными» оптимальными траекториями – «верхней» и «нижней», соответствующих двум значениям параметра $AO2$ – $AO2_{\text{верх}}$ и $AO2_{\text{ниж}}$, которые вычисляются следующим образом:

$$\begin{aligned} AO2_{\text{верх}} &= AO_{\text{центр}} + 5 \\ AO2_{\text{ниж}} &= AO_{\text{центр}} - 5 \end{aligned}$$

Положение рекомендуемой области (т.е. значение $AO_{\text{центр}}$) меняется в ходе работы реактора с целью поддержания положения текущей фазовой точки в среднем в центре рекомендуемой области. Способ изменения значения $AO_{\text{центр}}$ (т.е. положения рекомендуемой области) определяется значением ключа KEY_CENTR_AO , который задается в `master.set`.

Если $KEY_CENTR_AO = 0$, то значения $AO_{\text{центр}}$ на каждый момент кампании (T) определяет персонал АЭС при подготовке альбома НФХ топливной загрузки. Для этого расчетным путем определяется функция $AO_{\text{центр}}(T)$, значения которой с шагом 20 эфф.сут. (0, 20, 40, ...), задаются в массиве `StationaryOffset` в файле `user.set` (см. п.6).

Если $KEY_CENTR_AO \geq 1$, то программа выполняет автоматическую настройку рекомендуемой области – изменяет значение $AO_{\text{центр}}$, обеспечивая смещение границ рекомендуемой области таким образом, что через определенное время работы реактора в стационарном состоянии центр рекомендуемого интервала офсета (для текущего значения мощности) будет совпадать с текущей точкой офсет-мощностной диаграммы.

Алгоритм автоматической настройки учитывает предысторию реактора. По мере поступления в программу данных о состоянии реактора в стеке определенной длины (стек первого уровня) накапливаются текущие значения равновесного офсета и мощности, которые усредняются на каждом шаге. Усредненные в первом уровне значения офсета и мощности накапливаются в стеке второго уровня и также усредняются. По усредненным значениям офсета и мощности второго уровня определяется $AO1$ (также $AO2_{\text{ниж}}$, $AO2_{\text{верх}}$). В `master.set` задаются значения длины стека первого и второго уровня (`LENGTH_CENTRAO_STACK1`, `LENGTH_CENTRAO_STACK2`), а также временной шаг изменения стека – шаг изменения положения рекомендуемой области (`DT_CENTRAO`, в эффективных часах). Полное время настройки при переходе реактора от одного стационарного состояния к другому примерно равно шагу изменения стека, умноженному на сумму длин стеков, т.е. равно $DT_CENTRAO * (LENGTH_CENTRAO_STACK1 + LENGTH_CENTRAO_STACK2)$. По умолчанию (Приложение Е): $DT_CENTRAO = 1$ эфф.час, $LENGTH_CENTRAO_STACK1 = 280$, $LENGTH_CENTRAO_STACK2 = 10$ – полное время настройки равно 12 эфф. суток.

Если $KEY_CENTR_AO = 1$, то при старте программы без продолжения счета для первого состояния $AO_{\text{центр}}$ определяется с помощью массива `StationaryOffset`. Если $KEY_CENTR_AO \geq 2$, то для первого состояния $AO_{\text{центр}} = AO1$.

По умолчанию для режима КОНТРОЛЬ принято $KEY_CENTR_AO = 1$, для режимов ДИАЛОГ и ТАБЛИЦА принято $KEY_CENTR_AO = 0$.

Нерекомендуемая область закрашивается розовым цветом.

Поддержание текущей точки в рекомендуемой области ограничивает изменение локальной мощности Q в следующих пределах: $\Delta Q < 250 \text{ Вт/см}$ при увеличении мощности реактора на величину $\Delta W = 50\% W_{\text{ном}}$; $\Delta Q < 70 \text{ Вт/см}$ при колебаниях офсета на постоянном уровне мощности.

Если за предыдущий интервал времени Δt изменение равновесного офсета составило не более 0.5%, то на диаграмме появляется горизонтальный штрих (рис. В.20.a) – прогноз ближайшего максимума (минимума) ксеноновых колебаний офсета

Если мощность реактора ограничена по причине отключения ГЦН, то на диаграмме показывается запрещенная область, которая закрашивается красным цветом, как показано на рис. В.20b.

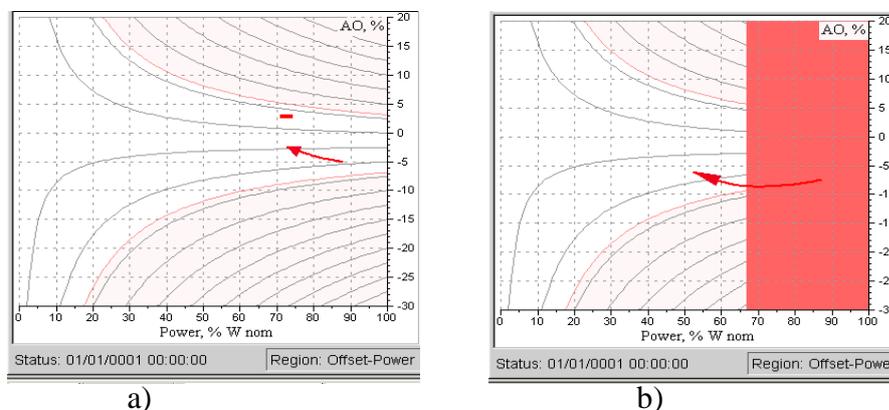


Рисунок В.20 - Офсет-мощностная фазовая диаграмма

Офсет-офсетная диаграмма

Офсет-офсетная диаграмма (рис. В.22) строится в осях мгновенного и равновесного офсета. Диагональ диаграммы отвечает множеству стационарных состояний реактора (при стационарном состоянии реактора значения мгновенного и равновесного офсета совпадают – текущая точка находится на диагонали).

Командой «Вывод/Маркировка офсет-офсетной диаграммы» (рис. В.4) можно вызвать вспомогательную панель маркировки диаграммы (рис. В.21). С ее помощью можно вызвать рекомендуемую область в виде квадрата, диагональ которого совпадает с диагональю диаграммы, а положение определяется двумя значениями офсета, отвечающими границам рекомендуемого интервала значений офсета на офсет-мощностной диаграмме при текущей мощности реактора, кроме того, можно установить маркер на диагонали диаграммы (рис. В.22b).

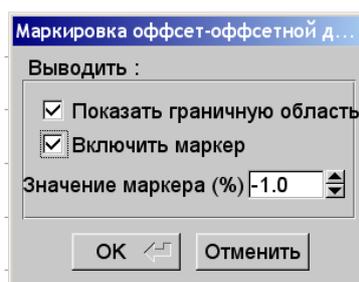


Рисунок В.21 – Вспомогательная панель маркировки диаграммы

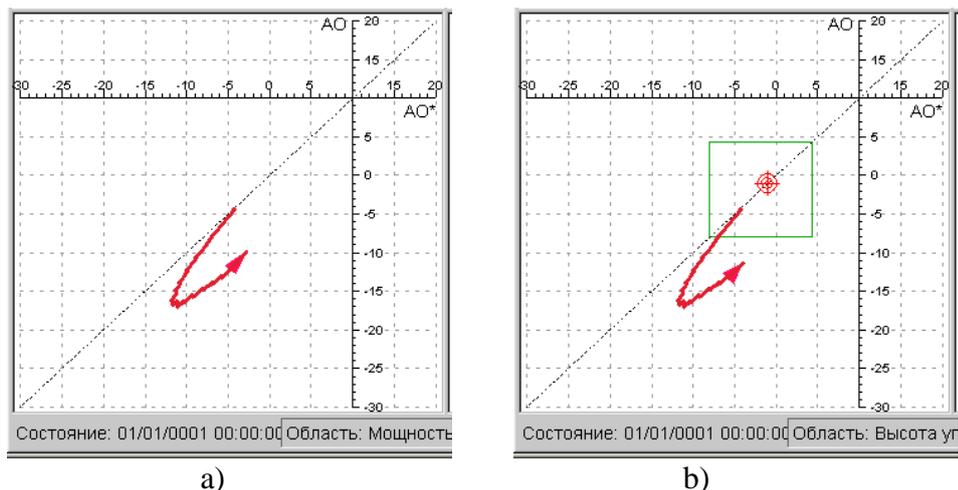


Рисунок В.22 - Офсет-офсетная фазовая диаграмма

Если за предыдущие 30 минут изменение равновесного офсета составило не более 0.5%, то на диаграмме появляется горизонтальный штрих (рис. В.23) – прогноз ближайшего максимума (или минимума) офсета в ходе свободных ксеноновых колебаний

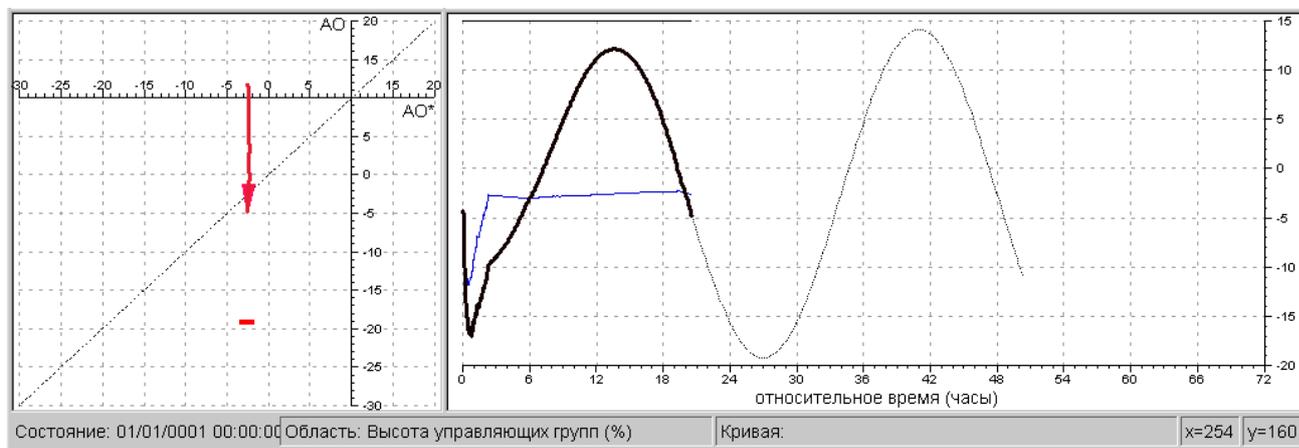


Рисунок В.23 - Офсет-офсетная фазовая диаграмма и график офсета с прогнозом свободных ксеноновых колебаний

Кq-мощностная диаграмма

Кq-мощностная диаграмма (рис. В.24) строится в осях значений Кq (максимум относительной мощности ТВС) и мощности реактора

Диаграмма содержит допустимую и недопустимую области, граница которой задана по закону $Kq_{max} = 1.35\psi_i$, где ψ_i – функции, выбираемые в зависимости от применяемых алгоритмов управления (см. п.9).

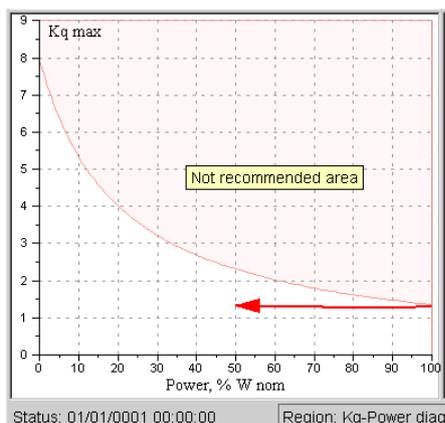


Рисунок В.24 - Кq-мощностная фазовая диаграмма

Картограммы распределения параметров состояния активной зоны

С помощью соответствующих команд пункта меню «Вывод» выводятся дополнительные окна «малой» и «большой» картограмм.

Малая картограмма

Малая картограмма (рис. В.25) дает цветное представление пространственного распределения параметров в активной зоне.

В верхней части окна расположена панель выбора представляемого картограммой параметра; справа – заданная пользователем шкала цветовой гаммы и значений параметра; справа внизу – окно выбора высотного слоя

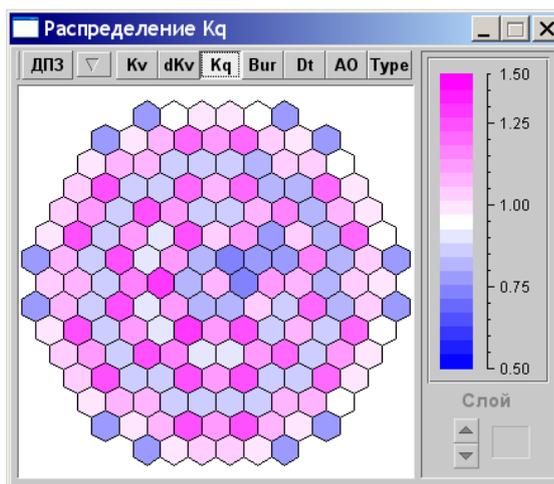


Рисунок В.25 - Малая картограмма

Пункт меню «ДПЗ» позволяет выбрать один из пяти параметров (рис. В.26), относящийся к распределению энерговыделения в местах расположения датчиков прямой зарядки (ДПЗ). Параметр «Расчетная имитация показаний ДПЗ (р)» соответствует распределению рассчитанных в ИР значений K_v в местах положений ДПЗ, которые определяются как отношение линейной мощности ТВС в местах расположения ДПЗ к средней линейной мощности (нормируется на мощность активной зоны тепловую или по ДПЗ в зависимости от значения ключа KEY_Andpz соответственно 0 или 1 в файле master.set). Параметр «Распределение показаний ДПЗ (и)» соответствует распределению измеренных в СВРК значений K_v в местах положений ДПЗ. Параметр «Отклонение от уставки ДПЗ (р)» соответствует распределению отклонения рассчитанных в ИР значений K_v в местах положений ДПЗ от соответствующих предельных значений. Параметр «Отклонение от уставки ДПЗ (и)» соответствует распределению отклонения измеренных в СВРК значений K_v в местах положений ДПЗ от соответствующих предельных значений (см. ниже). Параметр «Отклонение расчета от измерения в точках ДПЗ (р-и)» соответствует распределению отклонения расчетных от измеренных в СВРК значений K_v в местах положений ДПЗ (предел отклонения может задаваться пользователем, см. параметр dcalcSPND в Приложении Е). В программе также рассчитывается среднеквадратичное отклонение, которое выдается в файлах типа protokol.dat (Приложение К).

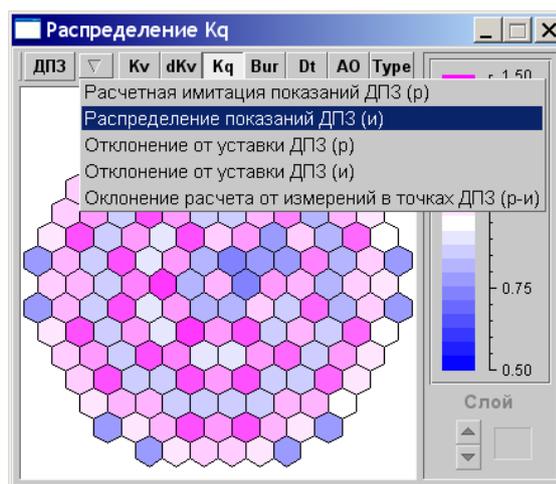


Рисунок В.26 - Малая картограмма. Список параметров распределения энерговыделения в местах расположения ДПЗ

Пункт меню «Kv» вызывает картограмму расчетных значений $K_v(i,j)$.

Пункт меню «dKv» вызывает картограмму отклонений расчетных значений $K_v(i,j)$ от соответствующих предельных значений.

Пункт меню «Kq» вызывает картограмму расчетных значений $K_q(j)$.

Пункт меню «Виг» вызывает картограмму расчетных значений глубины выгорания.

Пункт меню «Dt» вызывает картограмму расчетных значений подогрева теплоносителя.

Пункт меню «АО» вызывает картограмму расчетных значений аксиального офсета.

Пункт меню «Туре» вызывает картограмму сортов топлива. Описание сортов топлива задается пользователем в массиве SORTS (файл user.set), каждый элемент которого SORTS(i) – строка с описанием сорта типа i.

Справка по выбранной пользователем ячейке, с заданным высотным слоем и ТВС, выдается в дополнительном окошке, если установить курсор в область картограммы на выбранную ТВС.

Большая картограмма

Большая картограмма (рис. В.27) дает как численное, так и численно-цветовое представление пространственного распределения параметров в активной зоне. Включение/выключение цвета и координатной сетки обеспечивается «кнопками»  в левой части меню.

По сравнению с малой картограммой, меню большой картограммы не содержит пункт «Туре», но содержит пункты «QI» и «Hcr», которые вызывают картограммы микрополей и положений ОР СУЗ.

В правой части меню расположены две «кнопки» , которые становятся активными только для трехмерных распределений. Вторая из них (Auto) обеспечивает вызов на картограмму того высотного слоя, в котором значение предоставляемого картограммой параметра имеет наименьшее отличие от соответствующих предельных значений. Первая «кнопка»  вызывает дополнительное окно высотного распределения параметра в выбранной ТВС, а также, в случае представления значений K_v , дополнительное окно K_v -мощностной диаграммы (см. рис. В.27).

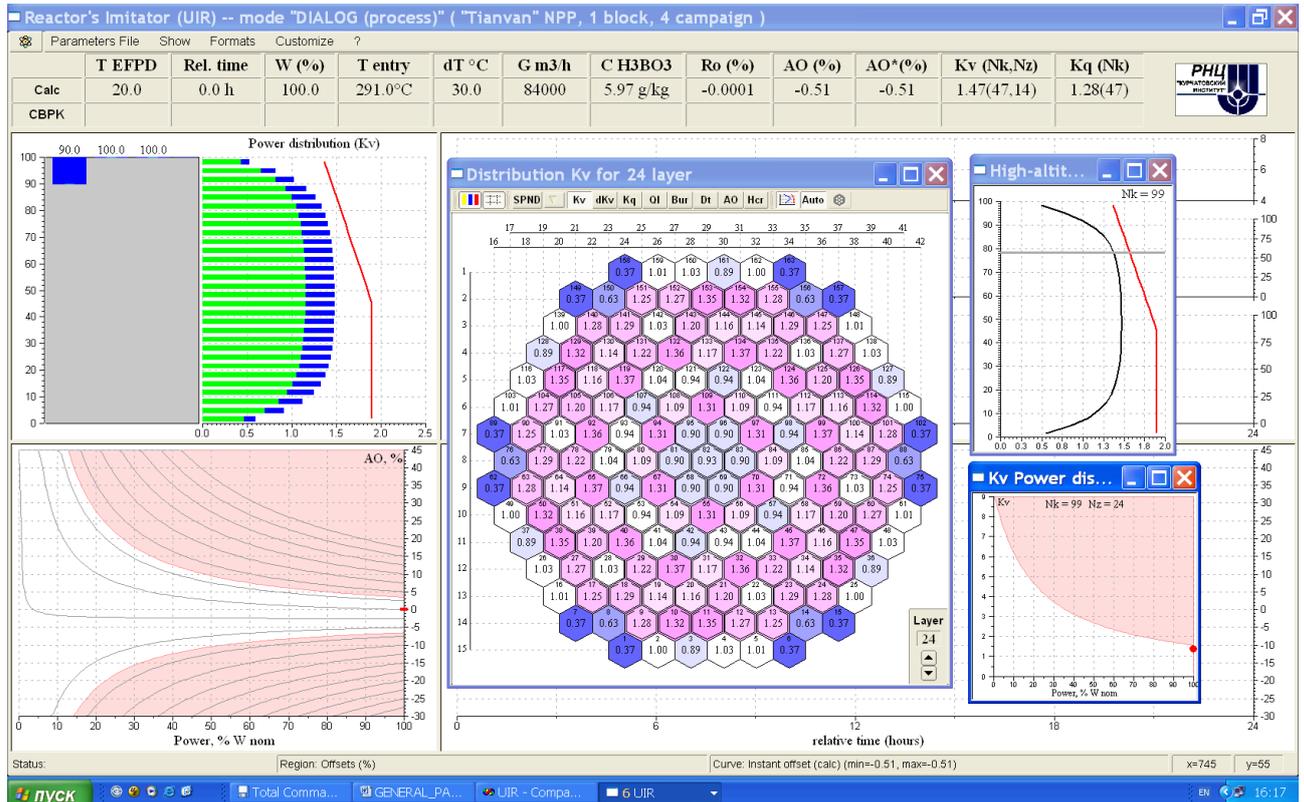


Рисунок В.27 - Основное рабочее окно с окнами большой картограммы, высотного распределения, Kv-мощностной диаграммы

Окно высотного распределения содержит: номер выбранной ТВС (Nk); вертикальную ось – по высоте активной зоны; горизонтальную ось – для представляемого параметра (масштаб может корректироваться); график высотного распределения представляемого параметра; красную горизонтальную линию – индикатор выбранного высотный слой активной зоны, красную ограничивающую линию – предельные значения для представляемого параметра.

Окно Kv-мощностной диаграммы содержит для выбранной ячейки активной зоны: номер ТВС (Nk) и номер слоя (Nz); вертикальную ось – для значений Kv; горизонтальную ось – для значений мощности; выделенную розовым цветом запрещенную область; текущую точку.

Предельные значения Kv. Граница запрещенной области на Kv-мощностной диаграмме – есть график зависимости от мощности предельных значений Kv, т.е. график функции $\lim Kv(Nz, Nk) \cdot \Psi_k$ для выбранной ячейки активной зоны.

Положение ограничивающей линии в окне высотного распределения меняется в зависимости от мощности реактора по закону, который используется для Kv-мощностной диаграммы.

Настройка шкал картограмм

Командой «Настройка/Шкалы картограмм» (рис. В.28) вызывается вспомогательная панель настройки шкал цветовой гаммы и значений представляемого параметра для картограмм (рис. В.27)

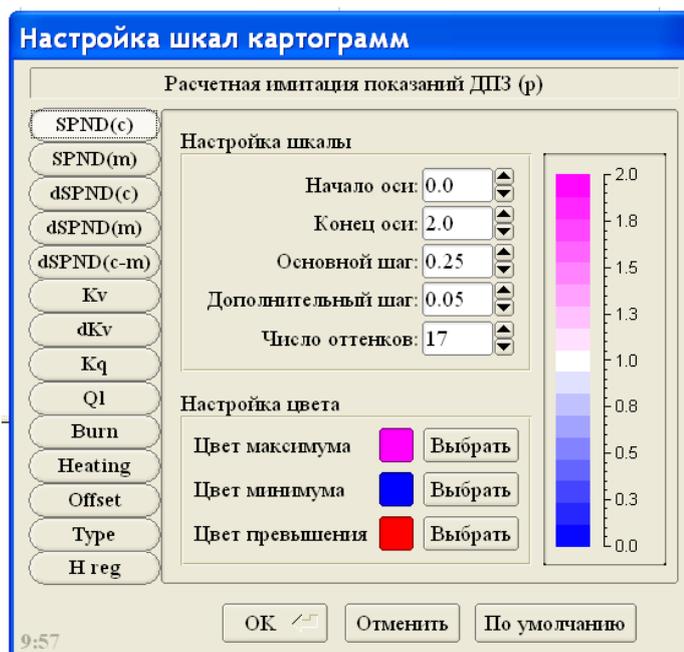


Рисунок В.28 - Панель настройки шкал картограмм

На панели слева расположены «кнопки» выбора представляемого параметра, справа – окна установки численных значений и выбора цветовой гаммы шкалы.

Цвет превышения обычно задают красный – в случае превышения предельно допустимых значений представляемого параметра соответствующая ячейка картограммы окрашивается в красный цвет. Для поля относительного энерговыделения в местах расположения ДПЗ, расчетного – SPND(c) и измеренного – SPND(m), а также в расчетных слоях – Kv, превышение определяется сравнением с предельными значениями. Для отклонения от предельного значения (dSPND(c), dSPND(m), dKv) превышение достигается, когда отклонение больше нуля (т.е. расчетное/измеренное значение больше предельного). Для отклонения расчетных значений от измерений – dSPND(c-m) величина предельного отклонения задается (в master.set) параметром dcalcSPND. Для глубины выгорания – Burn предельное значение задается (в master.set) параметром limSHLAKI. Для относительной мощности ТВС – Kq превышение определяется сравнением с предельными значениями. Превышение не задается для подогрева теплоносителя – Heating, аксиального офсета ТВС – Offset, типа ТВС – Type, положения ОР СУЗ – Hreg.

Контроль параметров распределения энерговыделения

Программа позволяет контролировать следующие параметры распределения энерговыделения в активной зоне:

- $Kq = \max Kq(j)$, где $Kq(j)$ – относительная мощность j-ой ТВС;
- $Kv(i,j)$ – относительная мощность ячейки (i,j) активной зоны, где i – высотный слой (нумерация от низа активной зоны), j – номер ТВС.
- $Q1(i,j,k)$ – в режимах ДИАЛОГ, ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) линейная тепловая нагрузка на участок топливного элемента (i,j,k), где i – высотный слой, j – номер ТВС, k – номер ячейки в ТВС.

Предельные значения (ограничения) указанных параметров определяются в Главной функции и передаются в Графическую функцию, где ограничения визуально отображаются на высотной гистограмме, большой картограмме, Kq- и Kv-мощностных диаграммах, графиках высотного распределения Kv для отдельных ТВС (см. рис. В.14, В.16, В.24, В.27), графиках высотного распределения Q1 для отдельных топливных элементов (см. рис. В.30 – В.32).

Контроль Kq

Ограничение параметра Kq зависит от текущей мощности реактора и имеет следующий вид:

$$Kq < \max Kq * \Psi_k$$

где $\max Kq$ – константа (известное максимально допустимое значение Kq при максимально допустимой мощности реактора N_{lim} , зависящей от количества работающих ГЦН), которая задается в файле master.set; Ψ_k – функция текущей мощности N, имеющая различный вид, в зависимости от применяемых алгоритмов управления.

Для реакторов ВВЭР-1000, на которых применяются усовершенствованные алгоритмы (У-алгоритмы):

$$\psi_1 = 1 / (0.17 + 0.83N / N_{lim}).$$

Для реакторов ВВЭР-1000, на которых не применяются У-алгоритмы:

$$\psi_2 = N_{lim} / N$$

или:

$$\psi_3 = 1.0 + 0.3 * (1.0 - X / NTlim)$$

Выбор функции ψ_1 , ψ_2 или ψ_3 осуществляется заданием значения соответственно 1, 2, или 3 параметра KEY_DEFINE_LIM_KQ в файле master.set.

Параметр NTlim – предельно допустимая мощность реактора, зависящая от количества работающих ГЦН. В режиме КОНТРОЛЬ значение NTlim передается из СВРК. В остальных режимах определяется по значению расхода теплоносителя через активную зону, при этом используются определяемые в master.set параметры Ras_3GCN, Ras_2GCN, NTlim_4GCN, NTlim_3GCN, NTlim_2GCN.

Контроль Kv на картограммах и Kv-мощностной диаграмме

Ограничение параметра Kv(i,j) зависит от текущей мощности реактора и имеет следующий вид:

$$Kv(i,j) < \lim Kv(i,j) * \Psi_k$$

где $\lim Kv(i,j)$ – константа (известное максимально допустимое значение Kv(i,j) при максимально допустимой мощности N_{lim}); Ψ_k – функция текущей мощности N, имеющая различный вид, в зависимости от применяемых алгоритмов управления.

Для реакторов ВВЭР-1000, на которых применяются усовершенствованные алгоритмы (У-алгоритмы):

$$\psi_1 = 1 / (0.17 + 0.83N / N_{lim}).$$

В некоторых случаях (для исследовательских целей) используется функция

$$\psi_2 = N_{lim} / N.$$

Для реакторов ВВЭР-1000, на которых не применяются У-алгоритмы:

$$\begin{array}{ll} \psi_3 = (2 - N / N_{lim}) & \text{для } N \in (0.8 \div 1) N_{lim} \\ (2.48 - 1.6N / N_{lim}) & \text{для } N \in (0.55 \div 0.8) N_{lim} \\ 1.6 & \text{для } N \in (0 \div 0.55) N_{lim} \end{array}$$

Выбор функции ψ_1 , ψ_2 или ψ_3 осуществляется соответственно заданием значения 1, 2, или 3 параметра KEY_DEFINE_LIM_KV в файле master.set.

Для режимов работы программы ДИАЛОГ, ТАБЛИЦА, КОНТРОЛЬ-2, КОНТРОЛЬ-3 – массив $\text{limKv}(i,j)$ заполняется значениями из файла SET/TBL/limkv.tab. Если этот файл отсутствует или считывается с ошибкой, то программой используются «универсальные» значения, зависящие от индекса i , т.е. от высоты положения ячейки в активной зоне, и не зависящие от номера ТВС и от момента кампании. Универсальные ограничения, как показано на рис. В.29, имеют вид двух прямых линий (АВ и ВС) в осях координат h (расстояние от низа активной зоны) и Kv , они определяются с помощью трех параметров: maxKv , minKv , H_{cross} , – которые задаются в файле master.set.

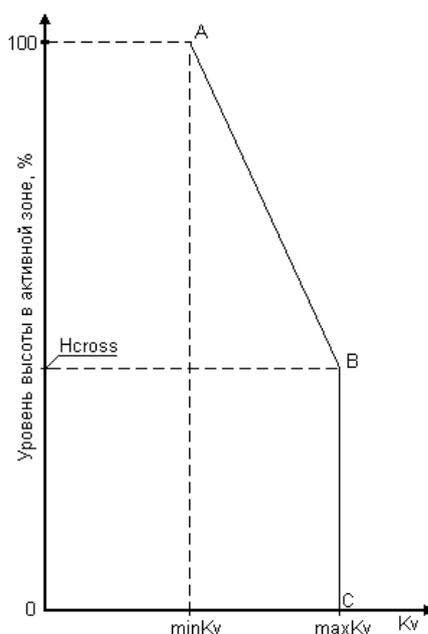


Рисунок В.29 - Ограничение на высотное распределение параметра Kv

Для режима КОНТРОЛЬ-1 массив $\text{limKv}(i,j) \cdot \Psi_k$ заполняется «текущими» значениями, зависящими как от высоты положения ячейки в активной зоне и номера ТВС, т.е. от индексов i и j , так и от момента кампании. Текущие значения $\text{limKv}(i,j)$ считываются программой из файла ir.dat, где они содержатся в виде таблицы чисел из 163 строк (соответственно индексу j) и k столбцов (или передаются в программу через общую память СКУД, в этом случае в master.set должно быть задано $\text{Key_Mode_transfer}=1$). В зависимости от значения ключа KEYKVLIM (0 или 1), задаваемого в master.set, значение k может быть равным, соответственно, количеству высотных слоев ДПЗ или количеству расчетных слоев активной зоны (см. параметр NZ в файле master.set). Один раз в сутки программа записывает массив $\text{limKv}(i,j)$ в текстовый файл RES/limkv.tab, который может переноситься пользователем в директорию SET/TBL/ для использования в других режимах.

Ограничение Kv показывается на дополнительных окнах большой картограммы: на Kv -мощностной диаграмме для указанной пользователем ячейки активной зоны и на высотном распределении Kv для выбранной ТВС (рис. В.27). Также ограничение Kv используется для картограмм dKv , показывающих отклонение Kv от предельных значений (уставок). Если ограничение Kv нарушено, то соответствующие ячейки картограмм (большой и малой) окрашиваются в «цвет превышения» – обычно красный.

Контроль Kv на высотной гистограмме (для режимов работы программы ДИАЛОГ, ТАБЛИЦА, КОНТРОЛЬ-2, КОНТРОЛЬ-3)

Если файл SET/TBL/limkv.tab отсутствует, то для режимов работы программы ДИАЛОГ, ТАБЛИЦА, КОНТРОЛЬ-2, КОНТРОЛЬ-3 ограничивающая линия на высотной гистограмме (рис. В.14) задается в соответствии с универсальными значениями (см. рис. В.29). При наличии файла SET/TBL/limkv.tab, в случае KEYKVLIM=0, ограничивающая линия задается в соответствии с универсальными значениями, увеличенными на значение

($\lim Kv(1,j^*) - \max Kv$); в случае $KEYKVLIM=1$, ограничивающая линия соответствует набору значений $\lim Kv(1,j^*)$, где j^* отвечает условию $\lim Kv(1,j^*) = \max(\lim Kv(1,j))$, для $j=1,2,\dots,163$.

Для режима КОНТРОЛЬ-1 в случае $KEYKVLIM=0$, используются универсальные значения, увеличенные на значение ($\lim Kv(1,j^*) - \max Kv$); в случае $KEYKVLIM=1$, ограничивающая линия строится по элементам массива $\lim Kv(i,j^*)$.

Контроль Q1

Для режимов работы программы ДИАЛОГ, ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) при условии $KEYMICROFIELD=1$ и наличии маскфайлов в директории SET/MSK (Приложение P) обеспечивается контроль линейной тепловой нагрузки. Для работы с микрополями в файле входных данных «user.set» необходимо задать значения элементов численного массива NTVEG(30,50), которые определяют номера ячеек с твэгами в ТВС (нумерация, принятая в ПЕРМАК-А [3]). Номер сорта ТВС – второй индекс массива, номер сорта соответствует массиву TOPL. Например, для ТВС сорта 3, 4, 6 можно задать в user.set три строки:

«NTVEG(:,3)=041, 049, 057, 170, 178, 186, 194, 202, 210,»

«NTVEG(:,4)=041, 049, 057, 170, 178, 186, 194, 202, 210,»

«NTVEG(:,5)=041, 045, 049, 053, 057, 061,»

По умолчанию в программе $NTVEG=0$ (твэги отсутствуют).

В файле входных данных «master.set» можно задать значения элементов численного массива IniLimQl(3,3), которые определяют ограничения на величину Q1 для твэлов центральной части ТВС (IniLimQl(:,1)), периферийного ряда IniLimQl(:,2), твэгов IniLimQl(:,3).

По умолчанию в программе задано:

IniLimQl(:,1) = (/450, 360, 60./)

IniLimQl(:,2) = (/410, 360, 77.9/)

IniLimQl(:,3) = (/380, 360, 88.9/)

Ограничения в нижних слоях активной зоны не зависят от высоты и определяются первыми элементами массива (по умолчанию: 450, 410, 380 Вт/см). Ограничения в верхних слоях активной зоны зависят линейно от высоты активной зоны и на высоте верхней границы активной зоны определяются вторым элементом массива (по умолчанию: 360, 360, 360 Вт/см). Высота, на которой осуществляется переход от постоянных ограничений к линейной зависимости, определяется третьим элементом массива (по умолчанию: 60, 77.9, 88.9 % от полной высоты активной зоны).

В файле входных данных «master.set» можно задать значения элементов численного массива AbsorberException(4), которые определяют номера ячеек в ТВС, не содержащих топливных элементов (твэл, твэг) и не принадлежащих к направляющим трубкам ОР СУЗ (нумерация, принятая в ПЕРМАК-А). Для ТВС, используемых на ТАЭС к таким ячейкам относятся центральная трубка (№1) и инструментальный канал (№49), соответственно в master.set следует задать строку: «AbsorberException=1,49,0,0,». По умолчанию учитывается центральная трубка (№1) и инструментальный канал (№49): «AbsorberException=1,49,0,0,».

Распределение $Q1(i,j,k)$ по высотным слоям активной зоны ($i = 1 - Nz$) показывается в виде высотной гистограммы (рисунок В.30). Гистограмма состоит из горизонтальных столбиков, каждый из которых имеет зеленый и синий участок: зеленый соответствует среднему значению Q1 в данном высотном слое, синий – максимальному значению. На гистограмме также показано ограничение на величину Q1 – для твэлов центральной части ТВС.

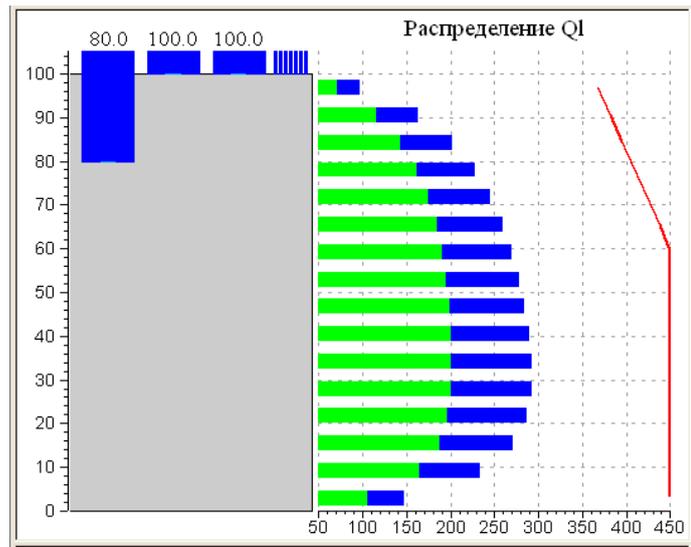


Рисунок В.30 – Гистограмма высотного распределения микрополей

Командой меню «Show/Big Cartogram» («Показать/Большую картограмму») можно вызвать картограмму распределения по ТВС максимальных значений Q_1 (рисунок В.31). На картограмме можно менять высотный слой активной зоны, вызывать картограмму распределения Q_1 по ячейкам выбранной ТВС, вызывать распределение Q_1 по высоте выбранного твэла (твэга).

Если выбрана ТВС с погруженным в нее ОР СУЗ, то на картограмме ТВС соответствующие ячейки будут частично (пропорционально глубине погружения в выбранный слой) закрашены в черный цвет (рисунок В.32)

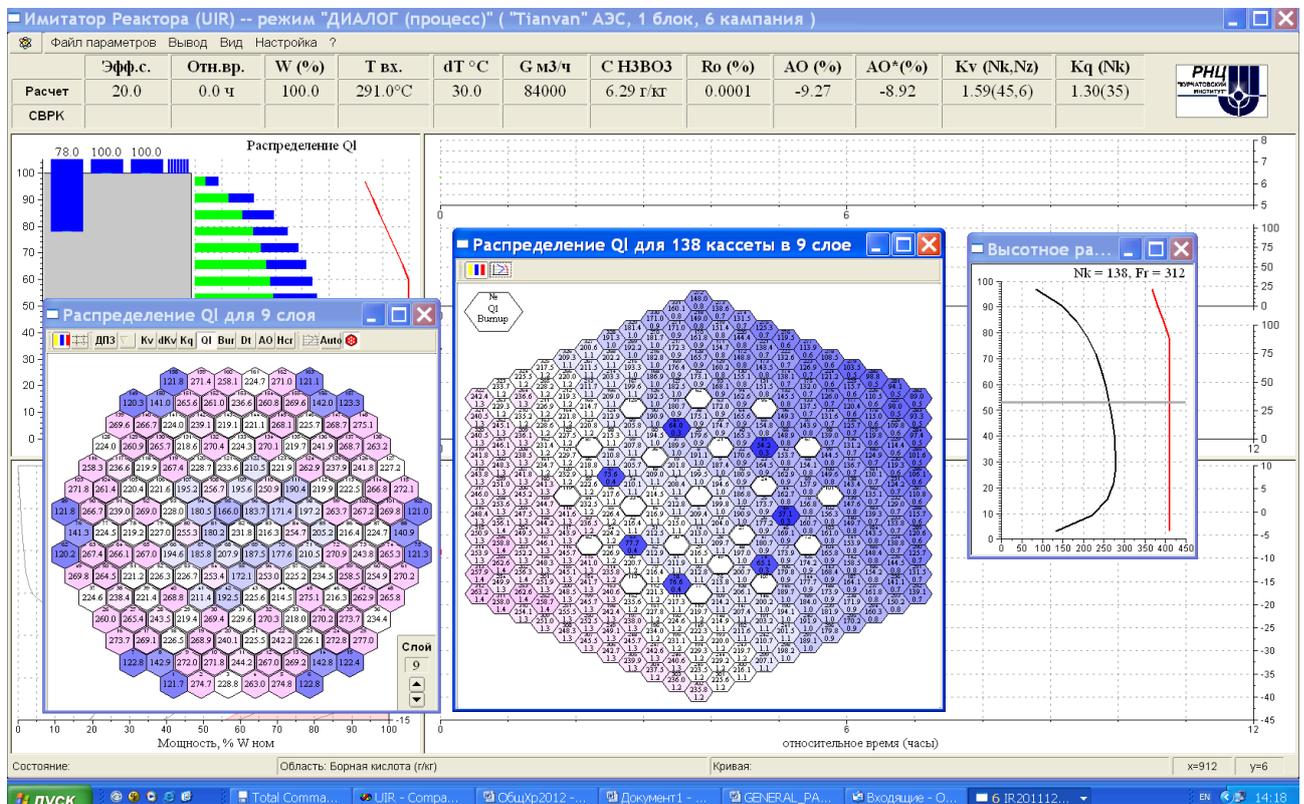


Рисунок В.31 – Возможные формы визуализации микрополей

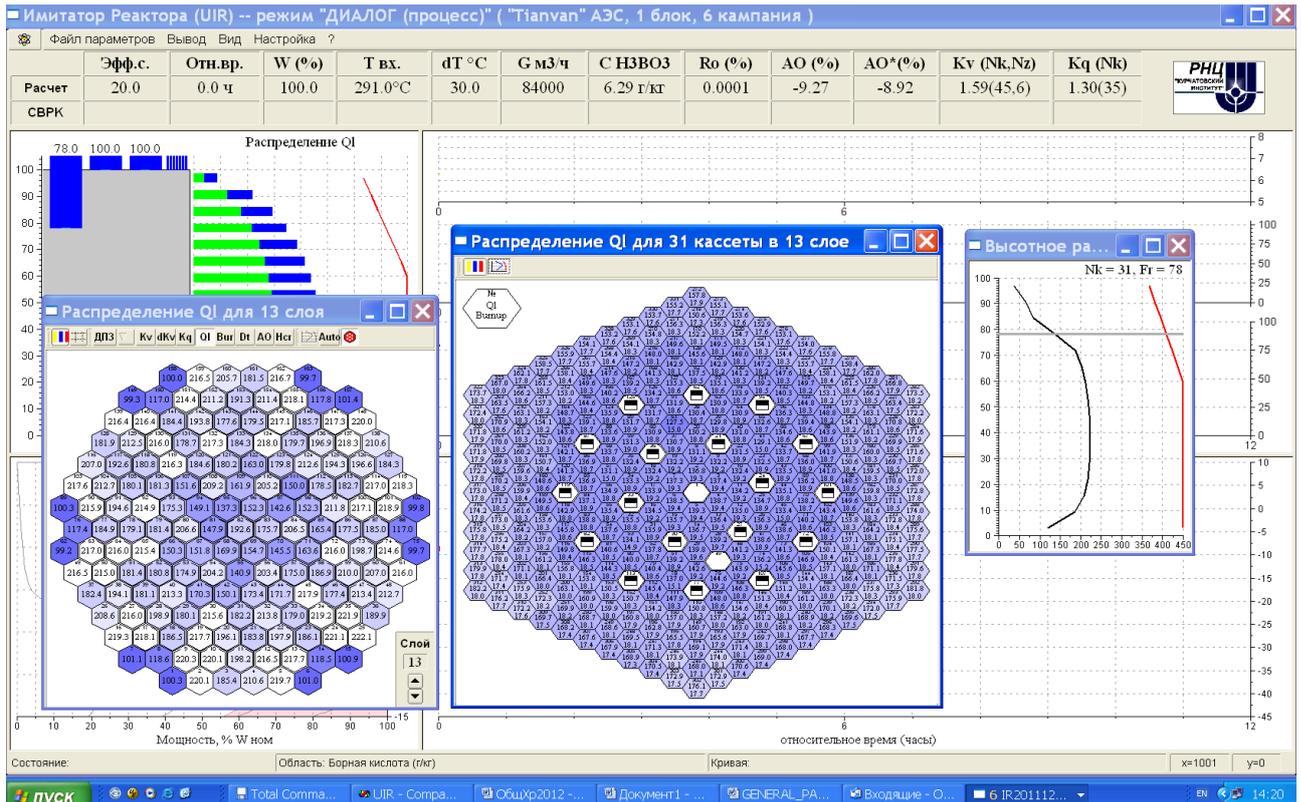
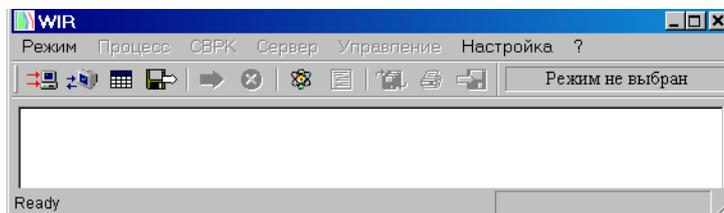


Рисунок В.32 – Визуализации микрополей в высотном слое с погруженным ОР СУЗ.

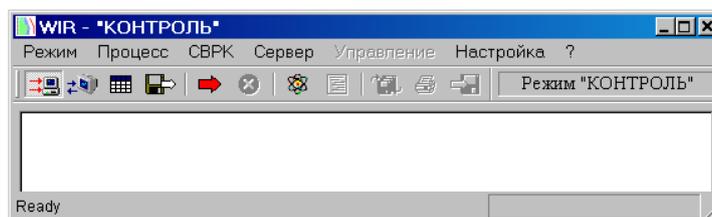
ПРИЛОЖЕНИЕ С
ИСПЫТАНИЕ ПРОГРАММЫ ИР

При начальной установке программы ИР в соответствующих директориях должны находиться файлы исходных данных, необходимые для выполнения представленной ниже процедуры испытания программы ИР.

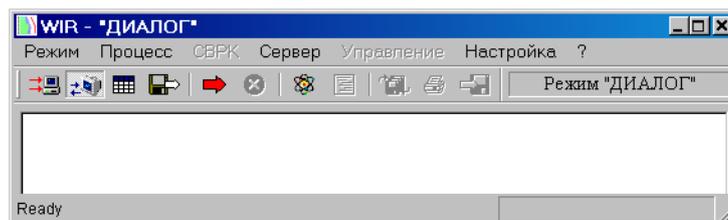
После запуска программы на экране ПК появляется окно Главной функции (рис. С.1), предназначенное для выбора и настройки режимов работы программы.



a)



b)



c)

- a) исходное состояние
- b) выбран режим «КОНТРОЛЬ»
- c) выбран режим «ДИАЛОГ»

Рисунок С.1 - Окно Главной функции

Затем ИР ждет управляющих действий пользователя. Управляющие действия выполняются через меню окна Главной функции или с помощью Инструментальной панели в виде кнопок с пиктограммами.

Графическая функция запускается кнопкой «Сервер» меню окна Главной функции или соответствующей пиктограммой (рис. С.2).



Рисунок С.2 - Окно Графической функции

Внимание! В случае ошибки при открытии окна графической функции необходимо остановить Главную функцию, удалить файл wir.ini и снова запустить программу.

Процедура испытания программы в режиме ДИАЛОГ:

- 1) Запустить программу;
- 2) Установить режим ДИАЛОГ;
- 3) Запустить Графическую функцию (Сервер);
- 4) С помощью кнопки в правом верхнем углу свернуть окно Графической функции;
- 5) С помощью кнопки в правом верхнем углу развернуть окно Графической функции;
- 6) Развернуть окно Главной функции;
- 7) Запустить процесс с помощью команды «ПРОЦЕСС – СТАРТ» через меню Главной функции (на фоне заставки и окна Главной функции должно появиться дополнительное окно ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ (ПУ) (рис. С.3));
- 8) Изучить ПУ. Опробовать различные способы задания режимов работы программы и параметров состояния реактора:
 - опробовать изменение временных параметров – «Временной шаг счета», «Время до следующего сеанса связи»;
 - опробовать изменение ключа «Параметр критичности»;
 - опробовать изменение значений параметров в окнах области «Параметры управления»;
 - задать параметр критичности «мощность», задать ненулевое значение в окне «dW/dt», нажать клавишу «Enter» – контролировать изменение параметра критичности на «ОР СУЗ»;
 - задать параметр критичности «мощность» – контролировать изменение значения в окне «dW/dt на нулевое»;
 - задать параметр критичности «Бор», задать ненулевое значение в области «Подпитка» в окне «Расход», нажать клавишу «Enter» – контролировать изменение параметра критичности на «ОР СУЗ»;

- задать параметр критичности «Бор» – контролировать изменение значения в области «Подпитка» в окне «Расход» на нулевое;
 - в области «Положение групп ОР СУЗ» опробовать переключение ключей «Ручное задание» и «Обобщенные параметры»;
 - опробовать изменение положений групп ОР СУЗ в режиме после нажатия кнопки «ОР СУЗ больше»;
 - опробовать изменение положений отдельных ОР СУЗ в режиме после нажатия кнопки «ОР СУЗ больше» и нажатия кнопки в области «Регулировка положения ОР СУЗ»;
 - опробовать «застревание» отдельных ОР СУЗ в режиме после нажатия кнопки «ОР СУЗ больше» и нажатия кнопки в области «Регулировка положения ОР СУЗ».
- 9) Остановить программу нажатием кнопки СТОП на ПУ.

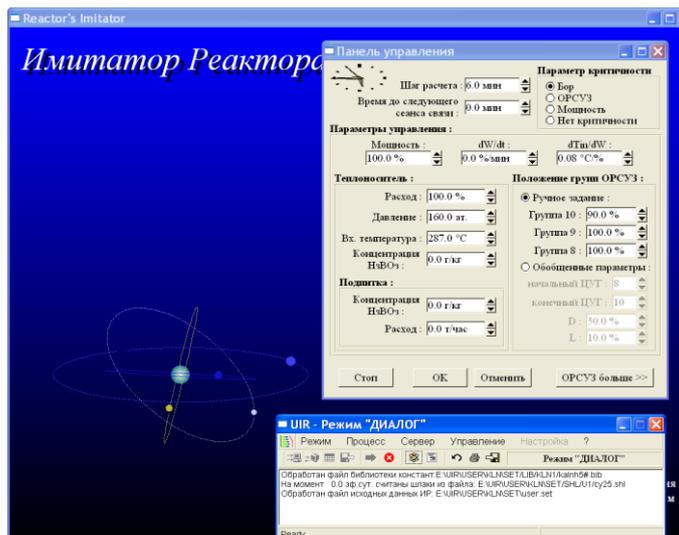


Рисунок С.3 - Окна Главного и Графического функций, и панель управления программой

Расчет реактивности и поиск критического состояния:

- 1) Запустить программу в режиме ДИАЛОГ (см. выше);
- 2) Задать в ПУ в области «Параметр критичности» режим «Нет критичности».

Задать в ПУ значение концентрации $\text{CH}_3\text{VO}_3=6$ (г/кг). Нажать кнопку ОК на ПУ (должен измениться вид окна Графической функции и снова появиться окно ПУ (рис. С.4));

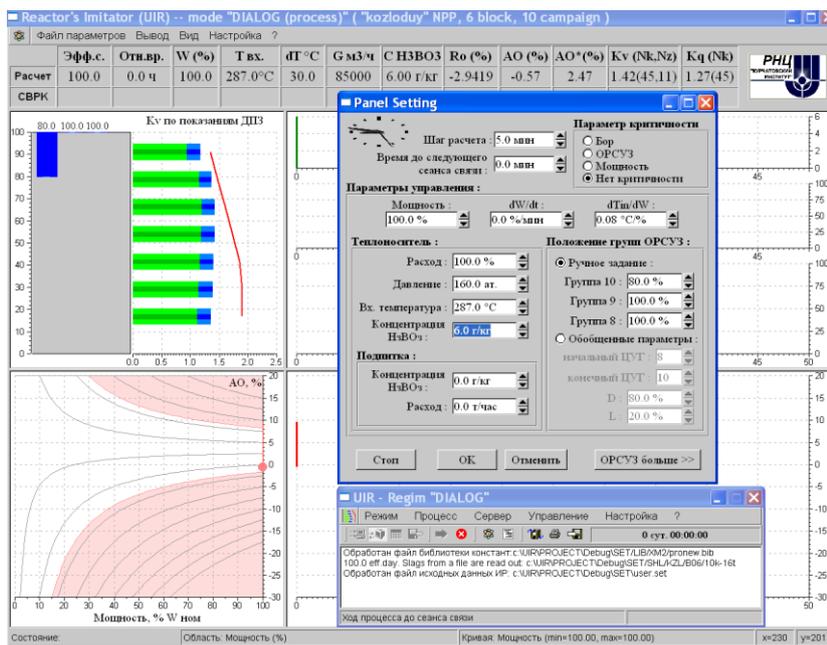


Рисунок С.4 - Вид экрана после выполнения расчета реактивности

Проконтролировать значение концентрации H_3BO_3 , (не должно измениться), свернуть окно ПУ, ознакомиться с содержимым окна Графической функции, сравнить значения концентрации борной кислоты в таблице параметров (ТП) со значением в ПУ, проконтролировать расчетное значение реактивности (должно быть отрицательное значение $\sim -3\%$);

3) Развернуть окно ПУ, изменить параметр критичности на «Бор», нажать кнопку ОК. После возвращения окна ПУ проконтролировать изменение значения концентрации H_3BO_3 , свернуть окно ПУ, в ТП проконтролировать изменение значения концентрации борной кислоты (должно уменьшиться до величины ~ 3.8 г/кг) и значение реактивности (должно быть близким к нулю).

4) Развернуть окно ПУ, задать значение мощности 50% и значение входной температуры теплоносителя 283°C , изменить параметр критичности на «ОР СУЗ», нажать кнопку ОК (здесь надо будет подождать). После возвращения окна ПУ проконтролировать изменение положения 10 группы ОР, свернуть окно ПУ, проконтролировать положение 10 и 9 групп (группы должны погрузиться до положения соответственно $\sim 0\%$ и $\sim 60\%$), значения концентрации борной кислоты (не должно измениться) и значение реактивности (должно быть близким к нулю).

5) Развернуть окно ПУ, задать положение групп 10 и 9 соответственно 50% и 100%, изменить параметр критичности на «Мощность», нажать кнопку ОК. После возвращения окна ПУ проконтролировать изменение значения мощности, свернуть окно ПУ, проконтролировать значение мощности (должна увеличиться до $\sim 85\%$), значения концентрации борной кислоты (не должно измениться) и значение реактивности (должно быть близким к нулю). Остановить программу.

Моделирование ксеноновых колебаний на постоянной мощности осуществляется следующим образом:

1) Запустить программу в режиме ДИАЛОГ. Кликнув мышкой в левом нижнем углу, вызвать офсет-офсетную диаграмму. На ПУ задать следующие значения параметров: «Временной шаг счета» – 2 мин, «Время до следующего сеанса связи» – 300 мин, параметр критичности – «Бор». Нажать кнопку ОК (должен выполняться расчет процесса работы реактора в стационарном состоянии, отвечающим заданным в ПУ параметрам; фазовая точка офсет-офсетной диаграммы должна находиться на диагонали);

2) После возвращения окна ПУ задать режим снижения мощности (DW/dt) со скоростью $-1\%/мин$, «Время до следующего сеанса связи» – 50 мин, нажав кнопку «ОК» продолжить счет (снижение мощности от 100 до 50%);

3) После возвращения окна ПУ задать режим постоянной мощности ($DW/dt=0$), «Время до следующего сеанса связи» – 1000 мин, нажав кнопку ОК продолжить счет (восходящая фаза аксиальных ксеноновых колебаний, снижение критической концентрации БК – отравление реактора); изменяется график офсета и фазовая траектория на офсет-офсетной диаграмме; на офсет-офсетной диаграмме должна появиться короткая горизонтальная линия – прогноз максимального отклонения офсета от равновесного значения, смотри рис. С.5);

4) Контролировать процесс в окне Графической функции. Вызвать окно Главной функции, опробовать различные способы вызова ПУ – через главное меню (УПРАВЛЕНИЕ), с помощью инструментальной панели (восьмая слева кнопка), с помощью функциональной клавиши «F10» (для продолжения счета использовать в ПУ кнопку «Отменить»);

5) Свернуть окно Главной функции. Через меню окна Графической функции командой «Вывод/Прогноз офсета» вызвать окно включения прогноза изменения офсета, вызвать график прогноза (рис. С.5). Опробовать вызов и снятие прогноза с помощью функциональной клавиши «F7» (при этом окно Главной функции должно быть свернуто)

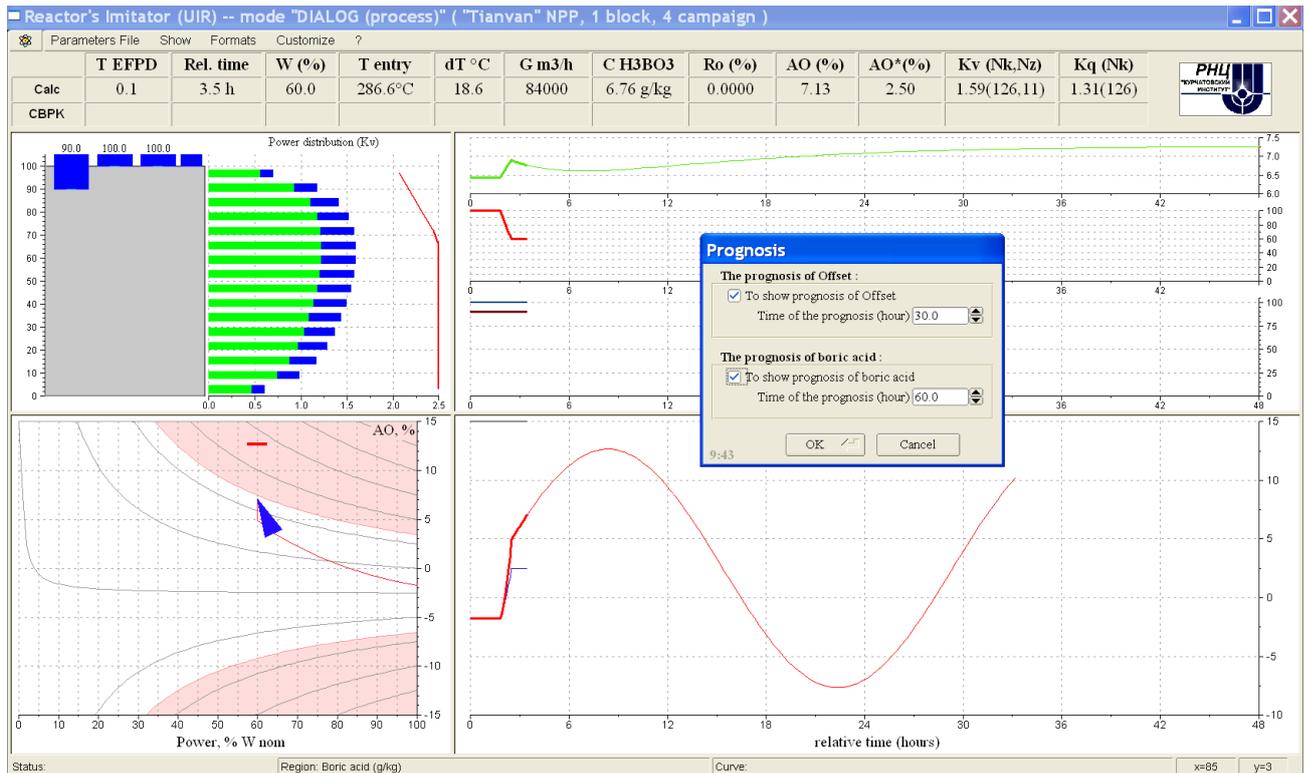


Рисунок С.5 - Вид экрана в ходе расчета аксиальных ксеноновых колебаний с вызовом функции «Прогноз офсета»

6) После возвращения окна ПУ задать время до следующего сеанса связи 900 мин и продолжить счет (нажав кнопку ОК). По графику офсета и офсет-офсетной диаграмме контролировать момент достижения нижнего экстремума офсета и начало развития восходящей фазы ксеноновых колебаний (прогноз офсета на офсет-офсетной диаграмме должен изменить свое положение с нижнего на верхний экстремум);

7) В ходе развития восходящей фазы ксеноновых колебаний вызвать окно Главной функции, через главное меню задать команду «Процесс, Пауза» (программа должна перейти в режим ожидания), с помощью команды «Процесс, старт» продолжить счет (рис. С.6). Опробовать задание режима ПАУЗА и возобновление счета с помощью инструментальной панели (кнопки 5 и 6);

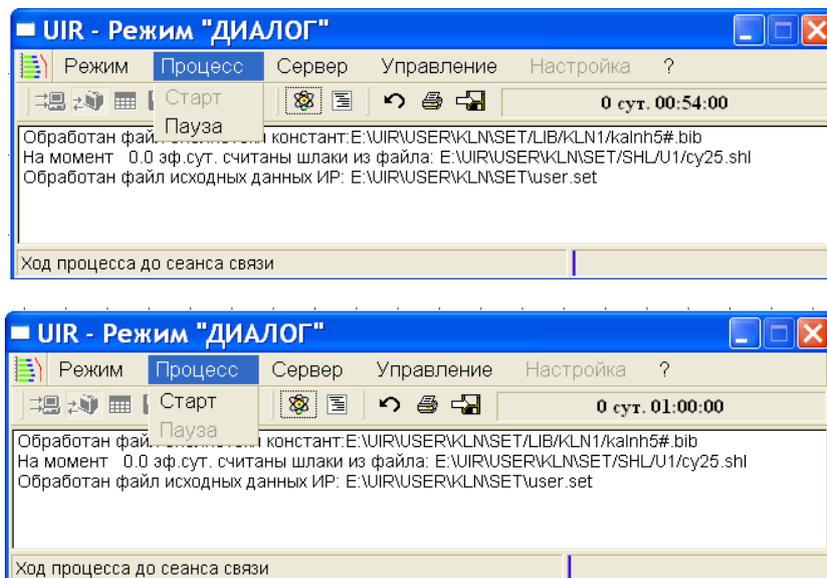


Рисунок С.6 - Задание команды Пауза и Старт

8) Задать режим ПАУЗА, свернуть окно Главной функции. Опробовать сервисные функции Графической функции:

- Перемещать курсор по области графических изображений на экране ПК и контролировать появление текстовых сообщений рядом с курсором и на нижней границе окна Графической функции (Область: ..., Кривая: ...);

- Указывая курсором области временных графиков вызывать правой клавишей мыши вспомогательное меню и опробовать изменение масштабов и оформления осей координат, изменение параметров изображения линий графиков (рис. С.7);

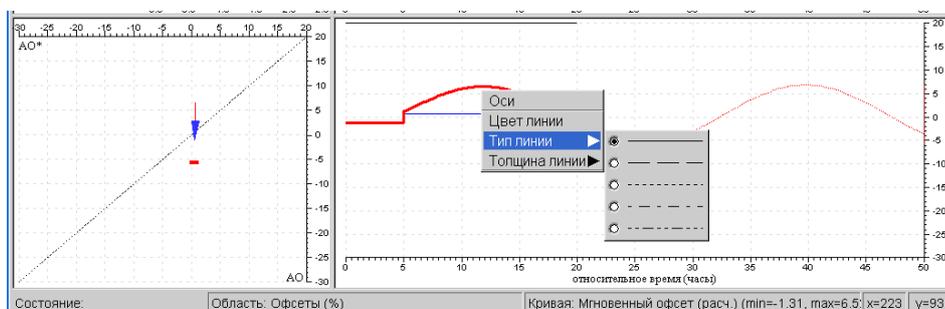
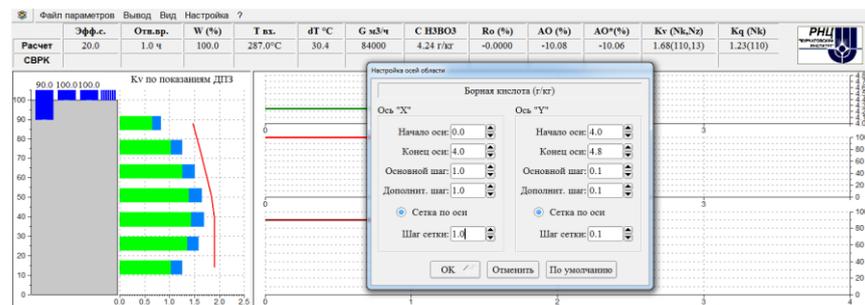


Рисунок С.7 - Вспомогательные меню изменения параметров изображения линий графиков

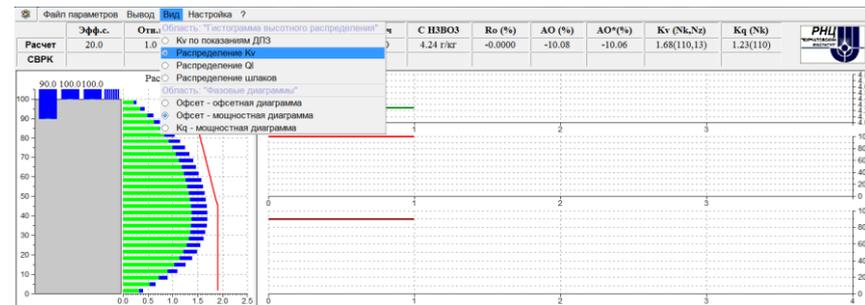
- Указав курсором область «Высотное распределение показаний ДПЗ» вызывать правой клавишей мыши вспомогательное меню и опробовать переключение высотного распределения на «Распределение Kv» и «Распределение шлаков», изменение масштабов и оформления осей координат (рис. С.8(a,b)). Опробовать клавишу «Вид» меню Графической функции (рис. С.8(c));



a)



b)



c)

Рисунок С.8 - Управление выводом гистограмм высотного распределения параметров активной зоны

- Указав курсором область «Офсет-офсетная диаграмма», вызывать правой клавишей мыши вспомогательное меню и опробовать переключение на офсет-мощностную и K_q -мощностную диаграммы, изменение масштабов и оформления осей координат (рис. С.9);

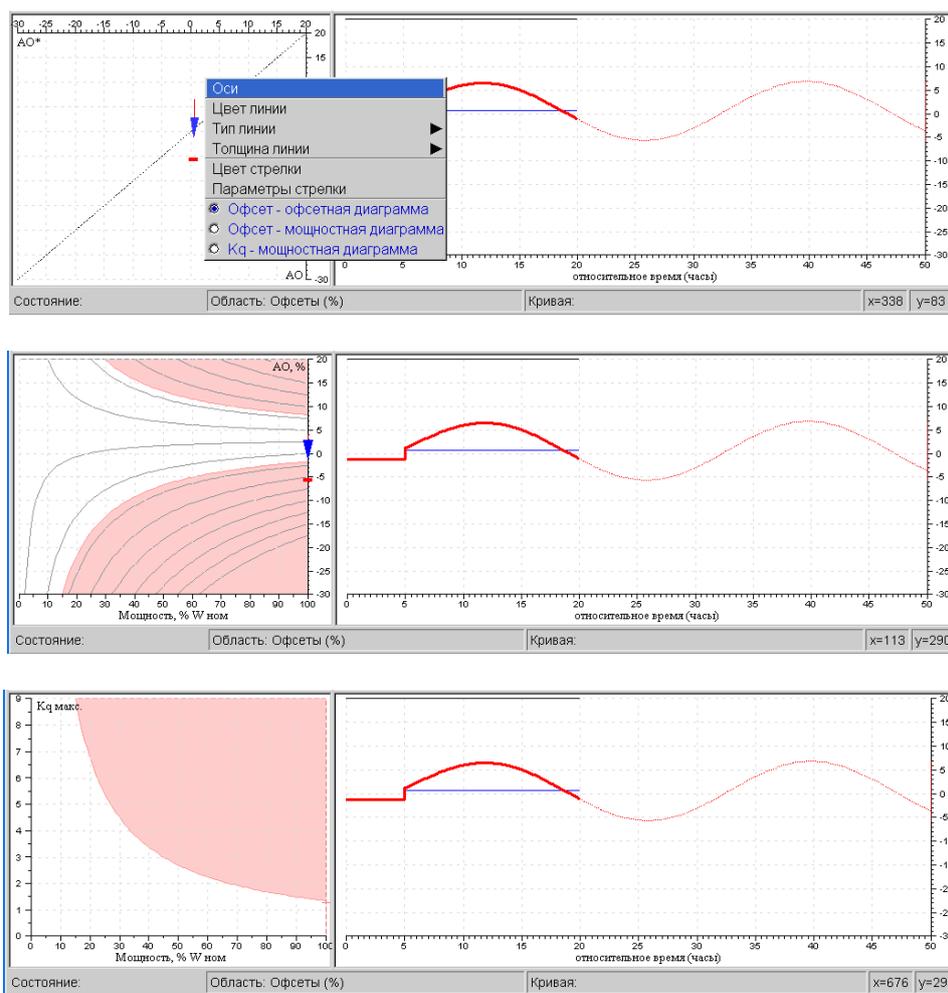
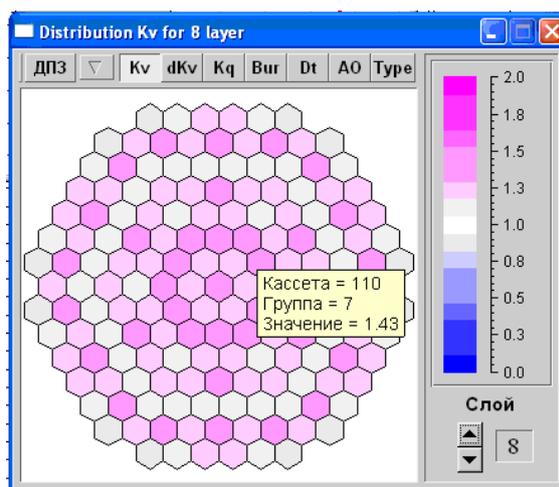


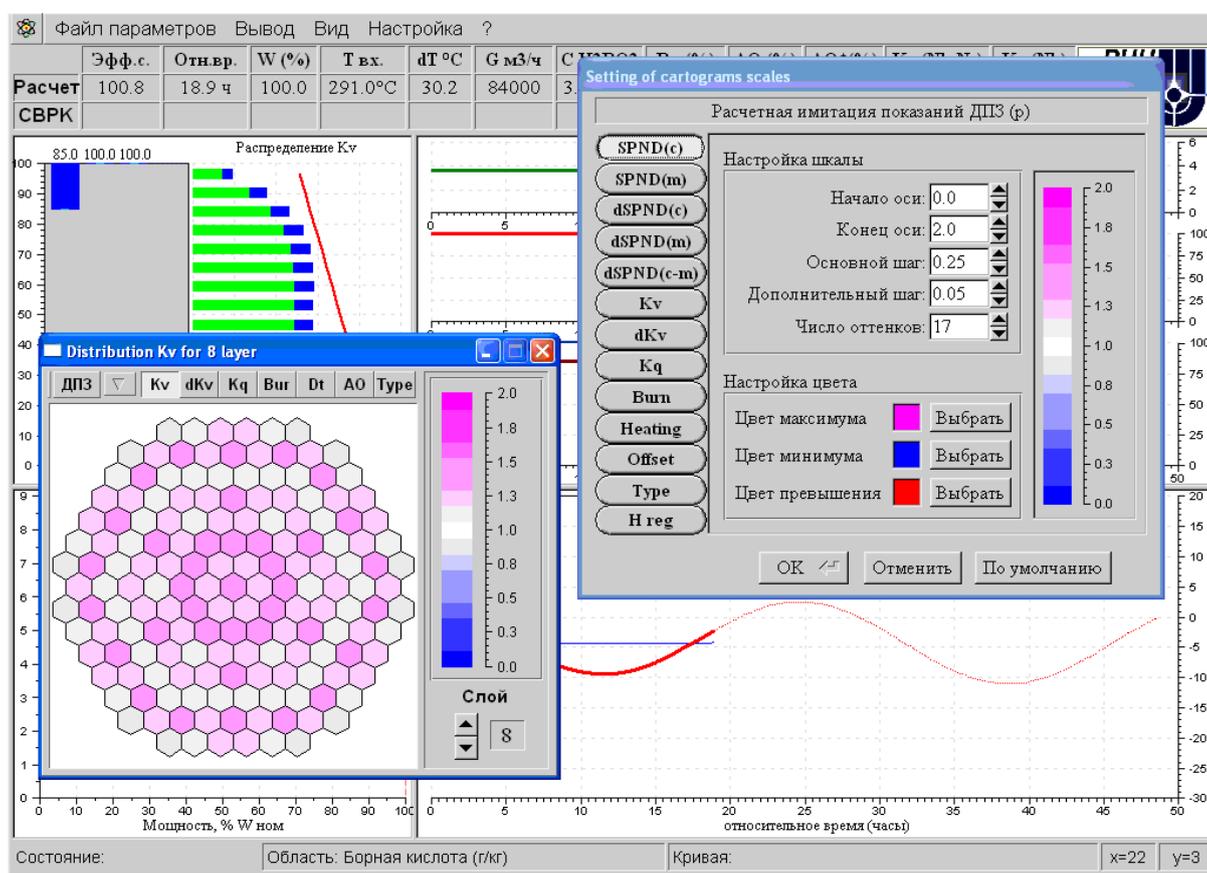
Рисунок С.9 - Управление выводом фазовых диаграмм

- Опробовать запись текущего состояния окна Графической функции в файл «test.ini» с помощью меню окна Графической функции командой «Файл параметров/Сохранить как» (убедиться, что файл создан);

- Вызвать малую картограмму с помощью команд «Вывод, Малая картограмма» в меню окна Графической функции (рис. С.10). Опробовать вызов на картограмму различных характеристик – DPZ, Kv, dKv, Kq, Bur, Dt, AO, Тур. Раскрыть дополнительное окно DPZ и опробовать вызов на картограмму дополнительных характеристик – DPZ(p), DPZ(и), dDPZ(p), dDPZ(и), dDPZ(и-p). Перемещая курсор по ячейкам картограммы проконтролировать изменение текстовой информации в окне, появляющейся рядом с курсором. Закрыть окно малой картограммы;



а)



б)

Рисунок С.10 - Малая картограмма активной зоны

- Вызвать малую картограмму с помощью функциональной клавиши «F4». Опробовать функцию настройки картограммы с помощью меню окна Графической функции, командой «Настройка/Шкалы картограмм» (рис. С.10);

- Вызвать большую картограмму с помощью команды «Вывод, Большая картограмма» в меню окна Графической функции (рис. С.11). Раскрасить картограмму (первая слева кнопка), задать координатную сетку (вторая слева кнопка). Опробовать вызов на картограмму различных характеристик – DPZ, Kv, dKv, Kq, Bur, Dt, AO, Nor. Раскрыть дополнительное окно DPZ и опробовать вызов на картограмму дополнительных характеристик – DPZ(p), DPZ(i), dDPZ(p), dDPZ(i), dDPZ(i-p). Нажать кнопку «Auto», проконтролировать переключение картограммы на максимально напряженный слой (содержащий значение Kv, ближайшее к предельному). Включить окна высотного распределения и Kv-мощностной диаграммы (кнопка с рисунком). Перемещая указатель по

ячейкам картограммы и щелкая левой клавишей, проконтролировать изменение высотного распределения и соответствующей K_v -мощностной диаграммы. Закрыть окно большой картограммы;

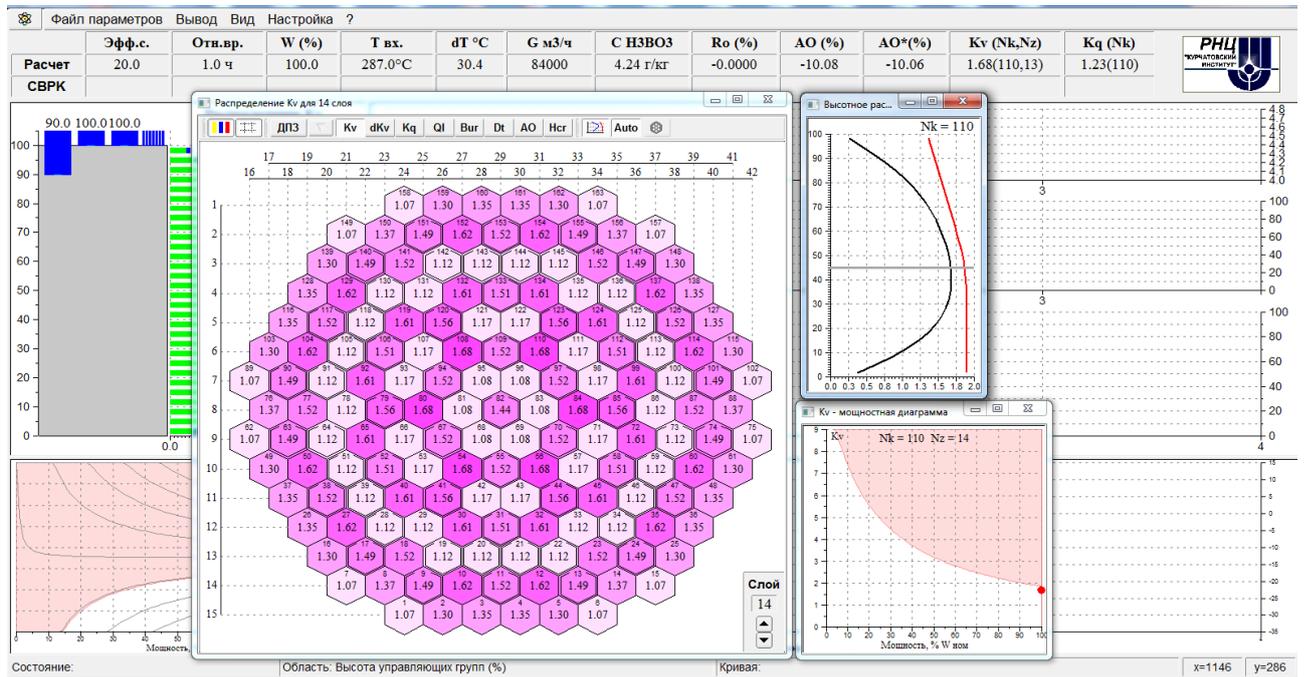


Рисунок С.11 - Большая картограмма активной зоны

- Опробовать команду меню окна Графической функции «Настройка, размера окон», перемещением курсора изменяя размеры окон и фиксируя изменение щелчком левой клавиши мыши.

9) Продолжить счет – снять ПАУЗУ нажатием пятой кнопки (СТАРТ) на Инструментальной панели Главной функции. Контролировать развитие восходящей фазы колебаний, достижение верхнего экстремума офсета, изменение прогноза офсета на офсет-офсетной диаграмме. Контролировать достижение максимума на графике офсета и начало развития нисходящей фазы колебаний. По достижении текущей фазовой точкой диагонали офсет-офсетной диаграммы вызвать окно Главной функции, командой главного меню «Управление /Вызов панели управления» вызвать ПУ. Задать положение 10 группы 90%, продолжить счет. Контролировать дальнейший ход колебаний (рис. С.12). По достижении линией графика правой границы окна Графической функции расширить область определения графика путем изменения оси времени (щелкнуть правой клавишей в области графиков и выбрать пункт «Оси» на появившемся окне). Опробовать функции изменения типа, толщины и цвета линий графиков.

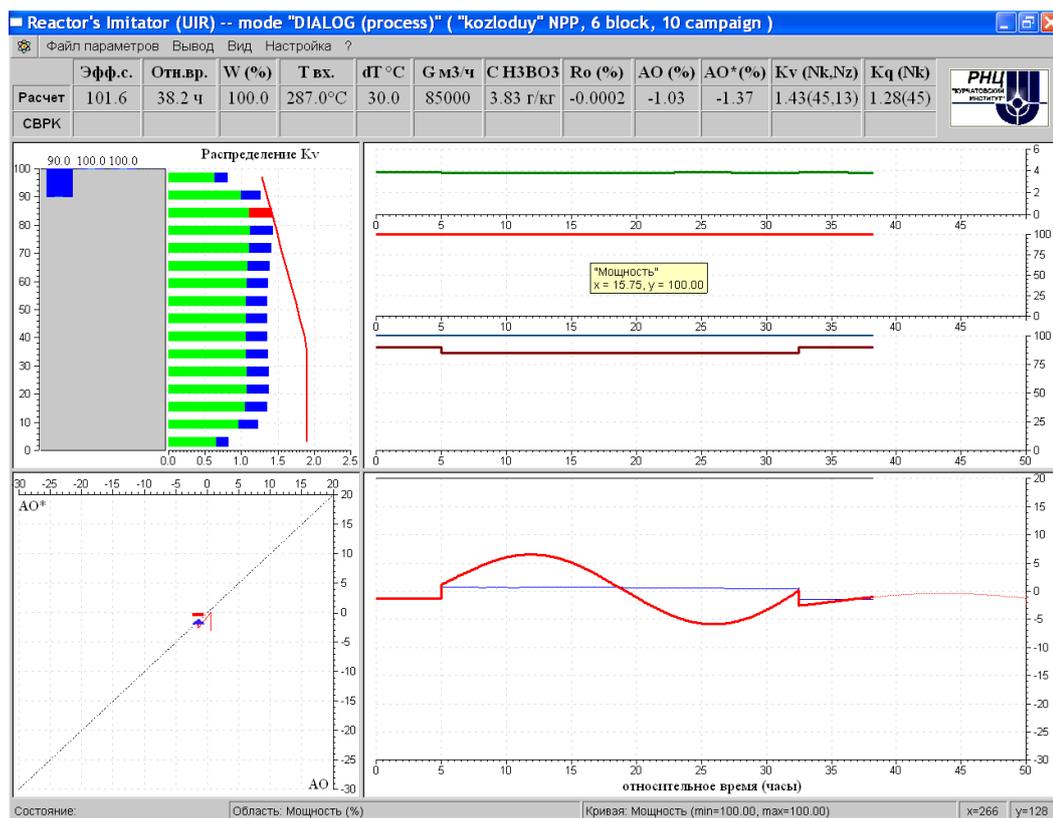


Рисунок С.12 - Процесс возбуждения, развития и подавления аксиальных ксеновых колебаний

10) Остановить программу. Изучить содержимое текстового файла ./RES/protokol.dat.

Моделирование процессов с использованием борного регулирования:

1) Выполнить расчет одного исходного состояния в режиме ДИАЛОГ (см. выше). На ПУ задать временной шаг счета 5 мин, время до следующего сеанса связи 300 мин. В области «Подпитка» задать расход 40 т/ч, проконтролировать изменение параметра критичности с «Бор» на «ОР СУЗ». Запустить счет (будет моделироваться ввод дистиллята);

2) Контролировать погружение групп ОР с передачей движения на высоте 50%. Контролировать, используя режим «ПАУЗА», изменение распределения энерговыделения в активной зоне по высотной гистограмме и по малой и большой картограммам Kv, изменение положений ОР СУЗ по большой картограмме Ног. По достижении 9 группой положения ниже 70% вызвать ПУ;

3) Задать временной шаг счета 0.5 мин, в области «Подпитка» задать концентрацию борной кислоты 16 г/кг, расход 10 т/ч. Запустить счет (будет моделироваться ввод концентрата);

4) Контролировать извлечение групп ОР с передачей движения на высоте 100%. По достижении 10 группой положения выше 70% остановить программу. Изучить содержимое текстового файла ./RES/protokol.dat.

Моделирование процессов с изменением мощности:

1) Выполнить расчет одного исходного состояния в режиме ДИАЛОГ. В области временных графиков изменить масштаб оси X (задать: начало оси 0, конец оси 5, основной шаг 1, шаг доп. деления 0,5, шаг сетки 1), изменить масштаб оси ординат для графика концентрации борной кислоты (задать: начало оси 3,8, конец оси 4,2, основной шаг 0,1, шаг доп. деления 0,1, шаг сетки 0,1). На ПУ задать временной шаг счета 1 мин, время до следующего сеанса связи 20 мин. Задать параметр $dW/dt = -3$ %/мин. В области «Подпитка» задать концентрацию борной кислоты 40 г/кг, расход 5 т/ч, проконтролировать изменение параметра критичности с «Бор» на «ОР СУЗ». Запустить счет (будет моделироваться

разгрузка блока турбиной в автоматическом режиме);

2) Контролировать уменьшение мощности, увеличение концентрации борной кислоты и погружение 10 группы ОР СУЗ. Опробовать вызов офсет-мощностной и Кq-мощностной фазовых диаграмм (по команде «Вид» меню Графической функции или по щелчку правой клавиши мыши при положении курсора в области фазовых диаграмм);

3) После достижения времени сеанса связи (мощность 40%) задать временной шаг счета 1 мин, время до следующего сеанса связи 180 мин. Задать параметр $dW/dt = 0$. В области «Подпитка» задать расход 0. Запустить счет;

4) Контролировать извлечение 10 группы ОР СУЗ (моделируется действие отравления ксеноном). Контролировать вид офсет-мощностной и Кq-мощностной фазовых диаграмм. Остановить программу после достижения 10 группой положения выше 80% (рис. С.13). Изучить содержимое текстового файла ./RES/protokol.dat;

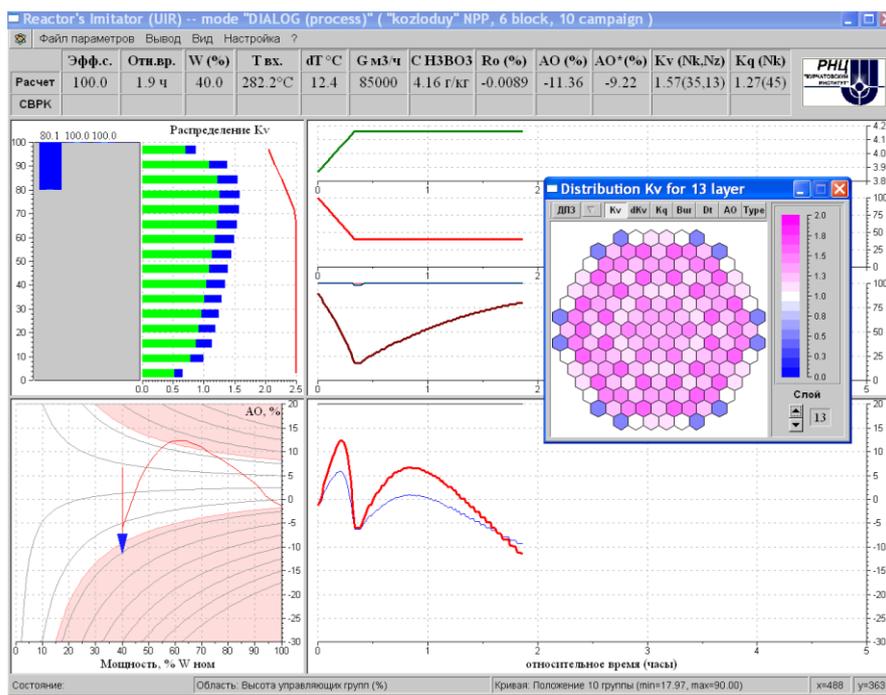


Рисунок С.13 - Процесс снижения мощности реактора до 40%

Испытание программы в режиме ТАБЛИЦА:

1) В директории ./SET/TBL/ скопировать файл xe.tab в файл user.tab. Задать в user.set эффективные сутки $T=60$. Запустить программу в режиме ТАБЛИЦА (должен произойти автоматический расчет процесса возбуждения ксеноновых колебаний, рис. П С.14). Изучить содержимое текстового файла ./RES/protokol.dat;

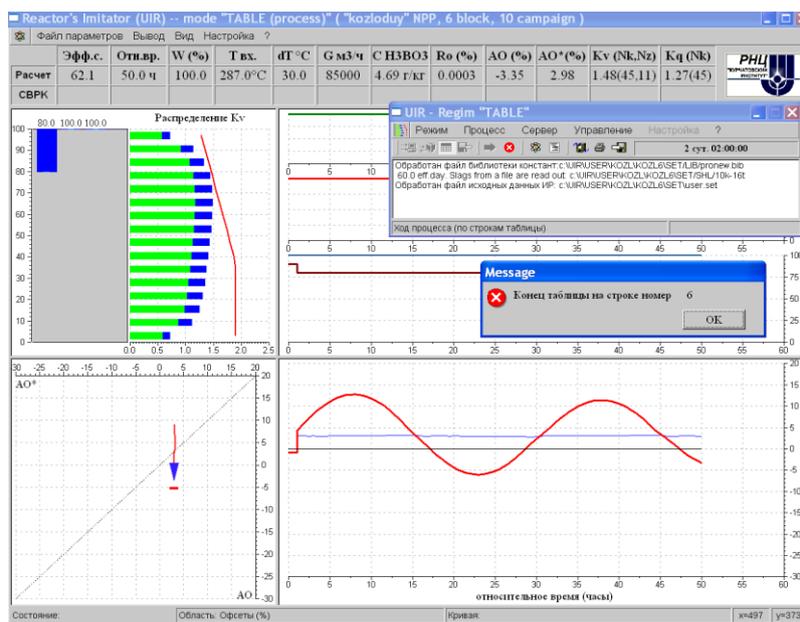


Рисунок С.14 - Процесс возбуждения и развития аксиальных ксеноновых колебаний (режим ТАБЛИЦА)

2) В директории `./SET/TBL/` скопировать файл `bu.tab` в файл `user.tab`. Задать в `user.set` эффективные сутки $T=0.0$. Запустить программу в режиме ТАБЛИЦА (должен произойти автоматический расчет процесса выгорания текущей загрузки, в директории `./SET/RES/` должен образоваться файл шлаков `SHLNEW`). В конце кампании, отвечая на задаваемые программой вопросы, выполнить режим выгорания на мощностном эффекте с непрерывным изменением мощности (рис. С.15-17). Изучить содержимое текстовых файлов `./RES/protokol.dat` и `./RES/SHLNEW`.

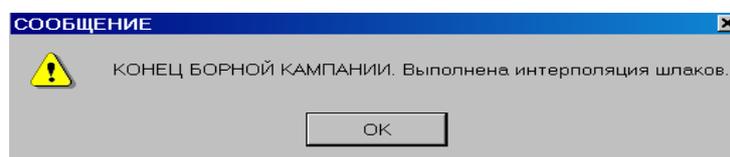


Рисунок С.15 - Выгорание. Сообщение в конце борной кампании (режим ТАБЛИЦА)

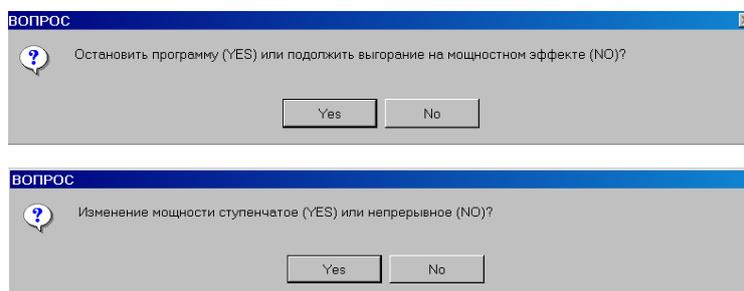


Рисунок С.16 - Диалог – управление выгоранием на мощностном эффекте (режим ТАБЛИЦА)

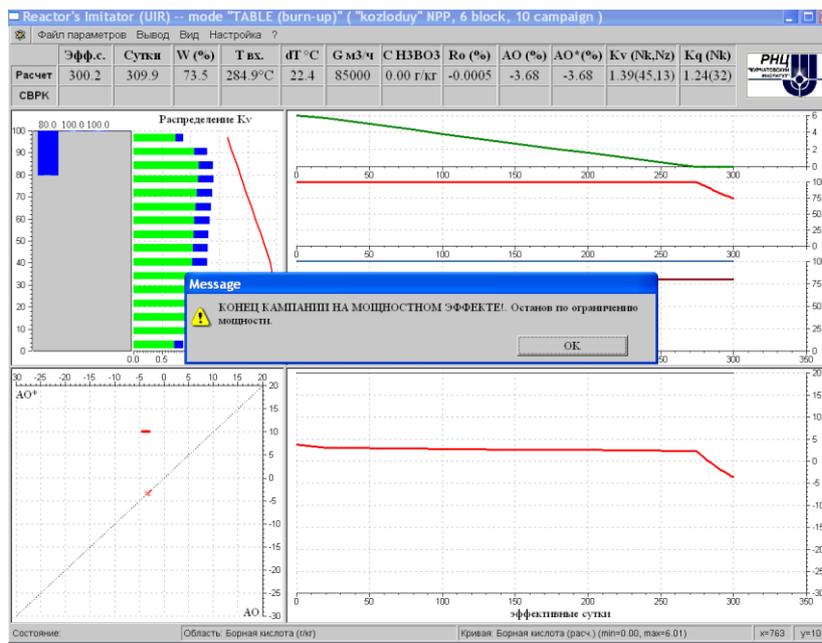


Рисунок С.17 - Процесс выгорания загрузки (режим ТАБЛИЦА)

ПРИЛОЖЕНИЕ D
ФАЙЛ ВХОДНЫХ ДАННЫХ – USER.SET

Таблица D.1 Файл входных данных user.set

| Имя | Значения по умолчанию | Комментарий |
|---------------|---|--|
| NAME_SHL | «. \SET\SHL\test.shl» | Имя файла шлаков в активной зоне |
| NAME_SHL_POOL | «. \SET\SHL\pool.shl» | Имя файла шлаков в бассейне выдержки |
| NAME_LIB | «. \SET\SHL\test.lib» | Имя файла библиотеки констант аппроксимации нейтронно-физических параметров ТВС |
| Name_NPP | «test_NPP» | Название АЭС |
| Nom_BLOCK | 7 | Номер блока АЭС |
| Nom_CYCLE | 3 | Номер кампании блока АЭС |
| T | 0.0 | Эффективные сутки |
| NNRG | 10 | Номер последней управляющей (рабочей) группы ОР СУЗ |
| NNRG_ | 1 | Номер младшей управляющей группы |
| DT_Screen | 1 | Шаг времени посылки на экран (мин) |
| DT_Prot | 5 | Шаг времени печати в Protokol.dat (мин) |
| DT_Print | 5 | Интервал времени расширенной печати в файл xxxxxxxx.prt (мин) |
| DT_Arc | 360 | >0 – шаг времени обновления архива (мин): закрывается старый архив, открывается новый ≤0 – отказ от создания архивов |
| TOPL(350) | 0 | Шифры ТВС, упорядоченные по положению в расчетном угле симметрии (могут иметь значения от 1 до 20) |
| КТОР(20,11) | 0 | Массив описания сортов ТВС. Первый индекс соответствует номеру сорта ТВС. КТОР(:,1÷5) – номера записи в БК для ячеек основного сорта: КТОР(:,1) – без ОР КТОР(:,2) – с борной частью ОР 1-го типа КТОР(:,3) – с диспрозиевой частью ОР 1-го типа КТОР(:,4) – с борной частью ОР 2-го типа КТОР(:,5) – с диспрозиевой частью ОР 2-го типа КТОР(:,5÷10) – номера записи в БК для ячеек дополнительного сорта (для профилирования): КТОР(:,6) – без ОР КТОР(:,7) – с борной частью ОР 1-го типа КТОР(:,8) – с диспрозиевой частью ОР 1-го типа КТОР(:,9) – с борной частью ОР 2-го типа КТОР(:,10) – с диспрозиевой частью ОР 2-го типа КТОР(:,11) – признак способа высотного профилирования ТВС (может иметь значение от 0 до 5) |
| HPROFIL(2,5) | HPROFIL(1,:)= 0,37,0,0,0 HPROFIL(2,:)= 0,75,50,0,0 | Высота участка профилирования топлива для 5-ти способов профилирования, см HPROFIL(1,:) – нижняя зона профилирования HPROFIL(2,:) – верхняя зона профилирования |

| | | |
|--|-----------------------|---|
| AK | 1.0 | Коэффициент пропорциональности между скоростью деления и энерговыработкой |
| PC3(20,10) | 3.9685E-04 | Массив поправочных множителей к АК (аналогично КТОР) |
| D1(20,10) | 0.0 | Поправка к K_{∞} (аналогично КТОР) |
| PK8(20,10) | 1.0 | Множитель для коррекции зависимостей размножающих свойств топлива от глубины выгорания (аналогично КТОР) |
| KSORT | 5 | Количество сортов топлива в текущей загрузке |
| SORTS(15) | 15* | Массив строк (длиной 64 символа) с описанием сортов топлива (соответственно массиву ТОРЛ). Для разделения подстрок в строке описания используется символ «@». |
| M_RELOAD (1-163) | 1,2,3,4,5,...,162,163 | Массив перегрузки. Для ТВС не первого года – номер ячейки, откуда перегружается ТВС. Для ТВС из бассейна выдержки – отрицательное число «-NMMM», где N – шифр топлива, MMM – номер ТВС в прежней загрузке (в бассейне), которая для свежих ТВС - число 100N, где N – соответствующий элемент массива ТОРЛ (шифр топлива). |
| SHIFR_SVP(18) | 18*0 | SHIFR_SVP (2i-1) – шифр топлива (из массива ТОРЛ) без СВП, SHIFR(2i) – шифр топлива с СВП; где $i=1,2,3,\dots$ |
| RESULTNEW(7) | 0 | =1 – печать картограммы средних по ТВС значений глубины выгорания, энерговыделения, подогрева |
| RESULTNEW (8) | 0 | =1 – 3м-печать плотность потока нейтронов |
| RESULTNEW (9) | 0 | =1 – 3м-печать K_v =2 – 3м-печать K_{∞} и K_v |
| RESULTNEW (10) | 0 | =1 – 3м-печать Pm, Sm, Xe =2 – 3м-печать Xe |
| RESULTNEW (11) | 0 | =1 – 3м-печать шлаков |
| Tstep_ext Tfin_ext Pstep_ext Pfin_ext | 2 30 5 80 | Выгорание на мощностном эффекте: Временной шаг (эфф.сут) Продление кампании (эфф.сут) Шаг мощности (%) Конечная мощность (%) |
| StationaryOffset (100) | -3.0 | Стационарный офсет (АО*) при мощн.100%, $H_{10}=90\%$, $T_{эфф}=0, 20, 40, \dots$ эфф. сут (для АО-W диаграммы) |
| IVERC | 0 | Признак типа библиотеки констант: 0 – старые, 1 – новые аппроксимации констант |
| NTVEG(30,50) | 0 | Номера ячеек ТВС с твэгами (индексы: первый – номер твэга, второй – сорт ТВС, см. ТОРЛ , нумерация ПЕРМАК-А) |

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
ФАЙЛ ВХОДНЫХ ДАННЫХ – MASTER.SET

Таблица Е.1 Файл входных данных master.set

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|------------------------|-----------------------|--|
| KEY_DEFINE_SIGN_AO | 1 | Признак способа определения офсета: 1 -из мощности верхней половины активной зоны вычитается мощность нижней половины; -1 -из мощности нижней половины активной зоны вычитается мощность верхней половины. |
| KEY_DEFINE_LIM_KV | 1 | Признак выбора функции $\psi(N)$, определяющей зависимость ограничения Kv от мощности для Kv-мощностной диаграммы: 1 - $\psi=1/(0.83(N/N_{\text{доп}})+0.17)$ 2 - $\psi=N_{\text{доп}}/N$ 3- $\psi=(2-N/N_{\text{доп}})$ для $N \in (0.8 \div 1)N_{\text{доп}}$ $\psi=(2.48-1.6N/N_{\text{доп}})$ для $N \in (0.55 \div 0.8)N_{\text{доп}}$ $\psi=1.6$ для $N \in (0.0 \div 0.55)N_{\text{доп}}$ |
| KEY_DEFINE_LIM_KQ | 1 | Признак выбора функции $\psi(N)$, определяющей зависимость ограничения Kq от мощности для Kq-мощностной диаграммы: 1 - $\psi=1/(0.83(N/N_{\text{доп}})+0.17)$ 2 - $\psi= N_{\text{доп}} / N$ 3 - $\psi=1.35(1+0.3(1-N/N_{\text{доп}}))$ |
| Key_AO_Nastr_CBPK | 0 | Ключ выбора типа офсета для настройки по офсету 0 – настройка по AOFED (офсет по ДПЗ) 1 – настройка по AOFST (офсет по восстановленному полю) |
| H_UP_OVERLAP | 100 | Положение верхнего промежуточного выключателя движения групп ОР СУЗ, % |
| H_DW_OVERLAP | 50 | Положение нижнего промежуточного выключателя движения групп ОР СУЗ, % |
| KEY_OVERLAP | 0 | 0 – передача движения групп по положению всех предыдущих/ последующих групп; 1 – передача движения групп по положению одной предыдущей /последующей группы; |
| KEY_UNDER_START | 1 | 1/0 – есть/нет расчет пусковой концентрации борной кислоты |
| DEPTH_UNDER_START | 0.0 | заданная глубина подкритичности при расчете пусковой концентрации борной кислоты, % |
| ADD_CH3BO3_UNDER_START | 0.0 | заданная добавка при расчете пусковой концентрации борной кислоты, г/кг |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|------------------|--|--|
| HGR_UNDER_START | 60.0 | положение 10-ой группы при расчете пусковой концентрации борной кислоты, % |
| TIN_UNDER_START | 280.0 | входная температура воды при расчете пусковой концентрации борной кислоты, °С |
| DHORSUZ | 6 | Предельно допустимое рассогласование ОР в группе, см |
| DHEFF | 0 | Эффективная правка положения ОР, % |
| DHNGU | 7.25 | Расстояние от поглотителя до нижней границы активной зоны при положении ОР на НЖУ, см |
| DHSTEP | 2.0 | Первый шаг группы при поиске критичности, %Н |
| DHKB | 369.25 | Положение ВКВ относительно низа активной зоны, см |
| DHKN | 17.25 | Положение НКВ относительно низа активной зоны, см |
| KDPZ | 64 | количество КНИ |
| KSDPZ | 7 | количество слоев ДПЗ |
| HDPZZ(30) | 41.03,085.78,128.53,172.28,216.03, 259.78,303.53, 23*0 | высота слоев ДПЗ, см |
| NOMDPZ(163) | 83,81,80,54,131,33,146,77,23,88, 150,8,98,93,43,71,134,65,45,124,92, 32,163,6,154,50,35,137,104,12,162, 3,96,69,84,108,135,29,87,141,18, 156,76,14,122,66,57,111,99,119,30, 132,40,72,1,158,114,129,10,152,27, 60,159,4,99*0 | номера ТВС с ДПЗ |
| DHDPZ(163) | 163*0 | смещение вверх гирлянд ДПЗ, мм |
| LimDPZnom(7) | 1.9,1.9,1.9,1.85,1.7,1.54,1.39 | Универсальные для всех ТВС ограничения Kv |
| DTin_dNt | 0.08 | Коэф. зависимости Tin от мощности, °С/% |
| IRGM(4) | 0 | офсет: 0- по расчетным слоям, 1- по слоям с ДПЗ, 2- по слоям с ДПЗ без центрального слоя |
| IRGM(5) | 0 | 1/0 - есть/нет потвэльный расчет |
| IRGM(7) | 1 | 1/0 - есть/нет интерполяция констант по плотности воды |
| LIM_CORRECT_CBPK | 10.0 | значение мощности, ниже которой не выполняется настройка ИР по офсету, % Wном |
| dAOmg | 1 | Точность настройки по мгновенному офсету, % |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|-------------------------------|--|---|
| Pnastr, Dpnastr0 Tnastr | 0.0 0.1 10.0 | начальные значение и шаг изменения параметра настройки для режима настройки торцевыми граничными условиями масштабный множитель для настройки температурой воды |
| SIM | 1 | число углов симметрии |
| NK | 163 | число ТВС в углу симметрии |
| NZ | 16 | Количество расчетных точек по высоте |
| NR | 15 | число рядов ТВС |
| NJ(23) | 6,9,10,11,12,13,14,13,14,13,12,11, 10,9,6, 8*0 | число ТВС по рядам |
| HR | 23.6 | размер ТВС "под ключ (см) |
| H | 355 | высота активной зоны (см) |
| VKONT1 | 280 | Объем 1-го контура, м ³ |
| G | 84000 | расход теплоносителя, м ³ /час |
| TIN | 287 | температура на входе в активную зону, °С |
| PAP | 160 | давление в реакторе, атм. |
| KBT | 3.0E+06 | номинальная мощность активной зоны, КВт |
| XKBT | 3.0E+06 | текущая мощность активной зоны, КВт |
| NRST(12,20) | 55,94,97, 9*0, 21, 39, 59,105,125,143,6*0, 20, 46, 51,113,118,144, 6*0, 22, 28, 73, 91,136,142, 6*0, 19, 34, 64,100,130,145, 6*0, 11, 38, 47,117,126,153, 6*0, 41, 44, 79, 85,120,123, 0, 13, 17, 67, 70, 74, 90,109,147,151, 3*0, 9, 24, 63, 82,101,140,155,5*0 31, 52, 58,106,112,133, 6*0, | Распределение групп ОР СУЗ |
| HST(20) | 20*355.0 | высота положения групп ОР СУЗ, см |
| TST(20) | 20*355 | длина поглощающей части ОР СУЗ, см |
| DH | 50 | Штатная величина дистанции групп ОР СУЗ в режиме ЦУГа, % |
| RPOL(1) | 0 | -1/0/1/2- нет печати/короткая/ длинная/ длинная + печать библиотеки констант (БКА) |
| NS | 10 | число сортов топлива (используется только для печати БКА, задается |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|--------------------------|---|---|
| | | кратным 5) |
| VAR(120) | 5.,8.,0.,50.,100.,150.,200.,250., 300.,350.,575.,756.,924.,1084., 1236.,1379.,1511.,1627.,... | массив данных, определяющий зависимость температуры топлива от мощности (VAR(1) -степень полинома, VAR(2)-число точек аппроксимации, VAR(3-10) -Значение удельной мощности (кВт/л), VAR(11-18) -Значение температуры топлива (⁰ K)) |
| POCB1 POCB2 | 1.0 0.0 | борные коэффициенты правки БКА |
| KTSR | 8 | количество сортов граней на радиальном отражателе |
| DDR(151) | 2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,8.,7.,6.,5.,4.,3.,2., 1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,8.,7.,6.,5.,4.,3., 2.,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,8.,7.,6.,5.,4., 3.,2.,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,8.,7.,6.,5., 4.,3.,2.,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,8.,7.,6., 5.,4.,3.,2.,1.,2.,3.,4.,5.,6.,7.,8.,8.,7., 6.,5.,4.,3.,2.,1.,2., | массив типов граней на радиальном отражателе |
| DGOR, DGOZH, DGOZB | -9.1 -8.7 -9.5 | производные эффективных длин линейной экстраполяции по плотности замедлителя на радиальном, нижнем и верхнем торцевых отражателях соответственно |
| DR | 25.5 | эффективные граничные условия на радиальном отражателе |
| DR2 | 11.2 | граничные условия на радиальном отражателе для тепловой группы нейтронов |
| PDR(150), PDR2(150) | 1.11,1.34,0.80,1.05,0.90,0.93,0.93,0.93, 142*1.0 0.87,0.94,0.73,1.00,1.14,1.16,1.08,1.08, 142*1.0 | поправочные коэффициенты к DR и DR2 для различных типов граней радиального отражателя |
| P1 P2 | -0.31 0.0 | коэффициенты аппроксимации зависимости длины линейной экстраполяции на радиальном отражателе от концентрации бора |
| DZ | 17.5 | эффективные граничные условия на торцевых отражателях, см |
| P1DZ P2DZ | 0.95 1.05 | поправочные коэффициенты к DZ для верхнего и нижнего торцевых отражателей |
| DZLOWR DZUPPR | -13 -12 | граничные условия на нижнем и верхнем торцевых отражателях для тепловой группы нейтронов |
| TTN | 5 | количество реперных точек по состоянию воды для интерполяции |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|--------------------|--|--|
| | | констант по плотности воды |
| TRHRO(5) | 302.,280.,200.0,120.0,27.0 | массив значений температуры воды в реперных точках |
| TGAMMA(5) | 724, 766, 875, 951, 1003.5 | массив значений плотности воды в реперных точках |
| TDGOR(5) | -9.1, -8.4, -6.5, -5.6, -5.0 | массивы значений констант граничных условий, описанные в реперных точках |
| TDGOZB(5) | -9.5, -7.5, -5.9, -4.9, -4.4 | |
| TDGOZH(5) | -8.7, -7.9, -6.1, -5.2, -4.6 | |
| TDR(5) | 25.5, 24.5, 23.0, 22.2, 21.6 | |
| TDR2(5) | 11.2, 10.8, 9.7, 9.1, 8.6 | |
| TDTOR(5) | -0.0006,-0.0006,-0.0006,-0.00062,- | |
| TDTOZB(5) | 0.0008 | |
| TDTOZH(5) | 0.0032, 0.0032, 0.0032, 0.0032, 0.0036 | |
| TDZ(5) | 0.0001, 0.0001, 0.00016, 0.00025, | |
| TDZLOR(5) | 0.0004 | |
| TDZUPR(5) | 17.5, 16.5, 15.2, 14.4, 13.9 | |
| TP1(5) | -13.0, -13.0, -12.0, -11.0, -9.2 -12.0, -14.0, -12.6, -11.6, -10.0 -0.31,-0.31,-0.31,-0.31,-0.31 | |
| TP1DZ(5) | 5*0.95 | |
| TP2(5) | 5*0.0 | |
| TP2DZ(5) | 5*1.05 | |
| ALJOD | 2.9306E-05 | постоянная распада йода |
| ALPM | 3.6274E-06 | постоянная распада прометия |
| ALXE | 2.1193E-05 | постоянная распада ксенона |
| TUS1 | -0.01653 | коэффициенты зависимости температуры топлива от выгорания |
| TUS2 | +0.000308 | |
| TUS3 | -1.3-07 | |
| Screen_Gate_N | 2.0 | Уставка выдачи на экран для мощности, % Wном |
| Screen_Gate_T | 1.0 | Уставка выдачи на экран для входной температуры, °C |
| Screen_Gate_P | 1.0 | Уставка выдачи на экран для давления, атм. |
| Screen_Gate_G | 2.0 | Уставка выдачи на экран для расхода, тысяч м ³ |
| Screen_Gate_H | 2.0 | Уставка выдачи на экран для положения ОР СУЗ, % |
| Time_break_refresh | 0 (целое число) | Задержка времени обновления экрана, сотые доли сек. (0-99) |
| FTC | 0.97 | Доля потока теплоносителя через активную зону |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|--------------------------|-----------------------|--|
| KEY_ADMISSION | 0 | Ключ разрешения на режим работы: -1 – запрещены все режимы; 0 – разрешены все режимы; 1 – разрешен только режимы КОНТРОЛЬ и АРХИВ; 2 – разрешены только режимы ДИАЛОГ и АРХИВ |
| KEYKVLIM | 0 | Ключ. Размерность массива ограничений Kv совпадает: 0 – с количеством слоев ДПЗ (KSDPZ); 1 – с количеством расчетных точек по высоте (NZ) |
| maxKq | 1.35 | Максимально допустимое значение Kq |
| maxKv minKv Hcross | 1.9 1.248 37.8 | Параметры двух прямых линий, ограничивающих величину Kv: ограничение в нижней части активной зоны ограничение на верхней границе активной зоны точка пересечения линий, % от высоты активной зоны |
| KEY_ANDpz | 1 | Ключ. При расчете Kv по ДПЗ линейная мощность нормируется: 0 – на мощность реактора тепловую; 1 – на мощность реактора по ДПЗ |
| KEY_NGU | 0 | Ключ. В данных СВРК и в ir_history.dat положение группы дано относительно: 0 – НЖУ; 1 – низа активной зоны -1 – см. п.9.2 |
| ErrorNT | 0.0 | ширина диапазона нечувствительности для значений мощности в режиме КОНТРОЛЬ, %Wном |
| ErrorTINT | 0.0 | ширина диапазона нечувствительности для значений входной температуры воды в режиме КОНТРОЛЬ-1, °C. |
| ErrorOP | 0.0 | ширина диапазона нечувствительности для положения ОР, %. |
| ErrorG | 0.0 | ширина диапазона нечувствительности для значений расхода воды через реактор в режиме КОНТРОЛЬ-1, м ³ . |
| ErrCH3BO3 | 999.0 | В режиме КОНТРОЛЬ-3 ДИАЛОГ, при ErrCH3BO3≤40 выполняется расчет жидких отходов – количество жидких отходов (т) и расхода подпитки (т/ч), при этом к расчетной концентрации борной кислоты добавляется ErrCH3BO3, результаты записываются в файл \RES\Gwaste.dat. |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|-----------------------|-----------------------|---|
| Concentrate | 40.0 | Концентрация борной кислоты в подпитке при вводе концентрата, г/кг |
| Distillate | 0.0 | Концентрация борной кислоты в подпитке при вводе дистиллята, г/кг |
| KEYFLOWRATE | 0 | Размерность расхода подпитки в режиме КОНТРОЛЬ в файлах типа protokol.dat: 0 – т/ч 1 – кг/сек |
| PSIGXE | 1.0 | Множитель (>0) – правка сечения поглощения ксенона |
| PGAMI | 1.0 | Множитель (>0) – правка выхода йода |
| KEYGWASTENULL | 0 | При продолжении счета (используется файл start.ixе) в режиме ДИАЛОГ количество жидких отходов: 0 – зануляется 1 – принимает значение, считанное из файла start.ixе |
| DTIME_FOR_WST | 5 | Шаг заполнения стека значений критической концентрации БК для расчета накопления жидких отходов и расхода подпитки в режиме КОНТРОЛЬ, мин |
| DELTA_TIME_FOR_WST | 30 | Если >0, то шаг времени для определения производной изменения концентрации БК для расчета накопления жидких отходов и расхода подпитки в режиме КОНТРОЛЬ, мин Если ≤0, то шаг равен времени расчета текущего состояния |
| KEY_CENTR_AO | 1 | автоматическая настройка на центр рекомендуемой области офсет-мощностной диаграммы ≥1 – выполняется 0 – не выполняется (используется массив StationaryOffset) |
| DT_CENTRAO | 1 | шаг времени изменения границ рекомендуемой области офсет-мощностной диаграммы, эфф. ч. |
| LENGTH_CENTRAO_STACK1 | 280 (не более 300) | длина стека 1-го уровня автоматической настройки на центр рекомендуемой области офсет-мощностной диаграммы |
| LENGTH_CENTRAO_STACK2 | 10 (не более 30) | длина стека 2-го уровня автоматической настройки на центр рекомендуемой области офсет-мощностной диаграммы |
| dcalcSPND | 0.1 | отклонение расчетного от измеренного значений K_v , вызывающее сигнализацию (цвет) превышения на большой картограмме |
| DT_CONTROL1 | 0 | ограничение снизу на шаг времени процесса в режиме КОНТРОЛЬ-1, |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|--|---|---|
| | | сек (максимальное значение – 300) |
| LimSHLAKI | 80 | предельное значение глубины выгорания, МВт*Сут/кгU |
| Key_Mode_transfer | 1 | 0 – данные СВРК считываются из текстового файла ir.dat 1 – данные СВРК передаются через общую память СКУД |
| LimDeltaTime | 1 | минимальный шаг времени для накопления Тэфф и шлаков, мин |
| KEYBACKSPACE | 1 | 1/0 – есть/нет режим BACKSPACE (в режиме ДИАЛОГ) |
| DWINTERPOLATE | 5.0 | шаг мощности для интерполяции констант, % |
| EPS(5) | 10 ⁻⁵ | точность поиска критичности по концентрации борной кислоты |
| EPS(9) | 10 ⁻⁴ | точность поиска критичности по положению групп ОР СУЗ |
| EPS(10) | 10 ⁻⁵ | точность поиска критичности по мощности реактора |
| DT_Prognos_adjusting | 30 | Шаг времени для определения производной в прогнозе концентрации борной кислоты и офсета, мин |
| Ras_3GCN, Ras_2GCN | 80 60 | Расход теплоносителя при трех ГЦН, % Расход теплоносителя при двух ГЦН, % |
| NTlim_4GCN, NTlim_3GCN, NTlim_2GCN | 100 67 50 | Предельная мощность реактора при четырех ГЦН, % Предельная мощность реактора при трех ГЦН, % Предельная мощность реактора при двух ГЦН, % |
| DKFF_MAX DKFF_TKK DKFF_MAX_T | 0.0 300.0 100.0 | Коэффициенты функции эффективной правки коэффициента размножения |
| BurBor1 BurBor2 BurBor3 | 0.0 0.0005 120.0 | Коэффициенты функции эффективной правки концентрации бора в борной кислоте |
| PSm | 1.0 | Параметр эффективного учета самария в расчете состояния реактора – доля от полной концентрации самария ($0 \leq PSm \leq 1$) |
| SmT1, SmT2, SmT3, SmT4, SmP1, SmP2 | 0, 60, 180, 250, 1, 1 | Параметры кусочно-линейной функции – эффективной доли самария в расчете состояния реактора |
| KEYMICROFIELD | 0 | 1/0 – есть/нет расчет микрополей |
| KEYMICROFIELD_F9 | 0 | 1/0 – есть/нет запись микрополей в файлы «MICRO.F9» |
| IniLimQl(3,3) | IniLimQl(:,1) = (/450.,360.,60./) IniLimQl(:,2) = (/410.,360.,77.9/) IniLimQl(:,3) = (/380.,360.,88.9/) | Предельные значения линейной тепловой нагрузки, Вт/см. IniLimQl(:,1) для центр. твэл; (:,2) - для периф. твэл; (:,3) - для твэг |
| micro_KSST | 8 | Количество комбинаций положений групп (для расчета масок) |

| Имя | Значение по умолчанию | Комментарий |
|----------------------|-----------------------|---|
| micro_KTWL | 331 | Количество ячеек в ТВС (для расчета масок) |
| micro_NUPZ | 4 | Номер группы УПЗ (для расчета масок) |
| micro_NGR | 3 | Количество управляющих групп (для расчета масок) |
| AbsorberException(4) | 1,49,0,0 | номера ячеек в ТВС, не содержащих топливных элементов и не принадлежащих к направляющим трубкам ОР СУЗ (нумерация ПЕРМАК-А) |
| KLSTRTYPE2_(60) | 0 | Номера ячеек активной зоны с ОР 2-го типа |
| KEY_BU | 1 | 1/0 – учет/неучет выгорания в расчете ксенонового процесса |

ПРИЛОЖЕНИЕ F
ФАЙЛ ШЛАКОВ

Пример текстового файла (shl.dat), содержащего таблицы трехмерного распределения в активной зоне концентрации шлаков, самария и прометия:

```

&BURNF Record number=001
TEF= 0.00,
SIMSHL= 1.,
NZSHL= 16,
SHLAKI=
26.109,38.703,42.330,43.009,42.937,42.730,42.524,42.336,42.163,41.991,
41.763,41.381,40.415,38.188,33.467,21.557, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
. . .
. . .
. . .
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000,26.119,38.704,42.315,42.986,42.913,42.708,42.505,42.322,
42.155,41.986,41.764,41.376,40.389,38.134,33.410,21.526,
SM=
0.265, 0.264, 0.259, 0.256, 0.256, 0.257, 0.258, 0.258, 0.259, 0.261,
0.263, 0.265, 0.269, 0.272, 0.275, 0.267, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
. . .
. . .
. . .
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.265, 0.263, 0.259, 0.256, 0.256, 0.257, 0.258, 0.258,
0.259, 0.260, 0.262, 0.265, 0.269, 0.272, 0.275, 0.267,
PM=
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
. . .
. . .
. . .
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000,
&BURNF Record number= 2
TEF= 20.00,
SIMSHL= 1.,
NZSHL= 16,
SHLAKI=
26.323,39.026,42.704,43.410,43.354,43.156,42.953,42.764,42.586,42.406,
42.167,41.770,40.785,38.530,33.758,21.739, 0.363, 0.618, 0.750, 0.812,
и т.д.

```

где

TEF - эффективные сутки, на которые рассчитаны шлаки
SIMSHL - расчетная симметрия 360° (всего 163 ТВС)
NZSHL - количество расчетных слоев
SHLAKI - массив размерностью 163x16 записан по формату Format(10(1x,F6.3))
SM - массив размерностью 163x16 записан по формату Format(10(1x,F6.3))
PM - массив размерностью 163x16 записан по формату Format(10(1x,F6.3))

Данные должны быть записаны с шагом не более 20 эфф.сут

Нумерация слоев активной зоны – от низа активной зоны.

Концентрация шлаков дается в единицах: МВт Сут/т_У

Концентрация самария и прометия дается в единицах: ядер/см³(*10⁻¹⁷)

ПРИЛОЖЕНИЕ G
ФАЙЛ ПРЕДЫСТОРИИ – IR_HISTORY.DAT

ПРИЛОЖЕНИЕ Н
ФАЙЛ ОПИСАНИЯ СТРУКТУРЫ АРХИВА – AR_UPR_0

Файл `ar_urg_0` используется программой при архивации данных. Файл содержит список архивируемых параметров и уставки (апертуры), задающие условие записи в архив – запись происходит, когда значение параметра выходит за границы апертуры, установленные относительно предыдущего записанного в архив значения параметра. Пользователь может менять только значения уставок и комментарии, не изменяя при этом формата редактируемой строки.

Пример файла `ar_urg_0`:

```

*****
Fname:                               Имя архивного набора данных
*****
Date:                                 Дата и время начала архива
*****
Comment:  Тестовая АЭС, блок 1, кампания 1
Comment:
Comment:  ....+....1....+....2....+....3....+....4....+....5....+....6

*****
*      Блок описания переменных
*****
*      Идентификатор      Размер Произвольный комментарий(не обрабатывается)
*      +-----+ +----+ +-----+
Vars: Teff                1 Эффективные сутки                               1
Vars: Date                1 Текущая дата                               2
Vars: Time                1 Относительное время в сутках              3
Vars: Nt                  1 Мощность тепловая, %                               4
Vars: Nt_Lim              1 Мощность тепловая допустимая, %                       5
Vars: Ne                  1 Мощность электрическая, %                               6
Vars: Tinto               1 Температура воды на входе, гр.С                          7
Vars: Tout                1 Температура воды на выходе, гр.С                        8
Vars: Heating             1 Подогрев, гр.С                                           9
Vars: Cbor                1 Концентрация бора                                         10
Vars: P_az                1 Давление в 1 контуре, кг/см2                             11
Vars: Grash               1 Расход теплоносителя                                       12
Vars: P_pair              1 Давление в пара, кг/см2                                  13
Vars: Hgr                 10 Положение групп по положению ОР СУЗ, % 14
Vars: Hgr_CBPK            10 Положение групп из СВРК, %                             15
Vars: HSUZ                163 Положение ОР СУЗ                                       16
Vars: QED                 512 Энерговыведение по ДПЗ, МВт/м                          17
Vars: Kq                  1 Коэффициент неравномерности по ТВС                       18
Vars: KqN                 1 Номер ТВС с макс.Кq                                       19
Vars: Kv                  1 Коэффициент неравномерности по объему                    20
Vars: KvN                 1 Номер ТВС с макс.Кv                                       21
Vars: KvM                 1 Номер слоя с макс.Кv                                       22
Vars: AOFED               1 Офсет по ДПЗ с ц.слоем, %                               23
Vars: AOFST               1 Офсет по восст. полю из СВРК, %                          24
Vars: Kq_calc             1 Расч.Коэфф. неравномерности по ТВС                      25
Vars: KqN_calc            1 Расч.Номер ТВС с макс.Кq                                       26
Vars: Kv_calc             1 Расч.Коэфф. неравномерности по объему                    27
Vars: KvN_calc            1 Расч.Номер ТВС с макс.Кv                                       28
Vars: KvM_calc            1 Расч.Номер слоя с макс.Кv                                       29
Vars: AOFED_calc          1 Расч.Офсет по ДПЗ с ц.слоем, %                          30
Vars: AOFST_calc          1 Расч.Офсет по восст. полю из СВРК, %                      31
Vars: Cbor_calc           1 Концентрация бора расчетная                             32
*      +-----+ +----+ +-----+
*      От 1 до 16      1-4
*****
*      Массив уставок по кол-ву переменных хранения * 2
*****
Range:  -0.2:0.2          * Teff      1 Эффективные сутки                               1
Range:  -0.000:0.000      * Date      1 Текущая дата                               2
Range:  -00.0:00.0        * Time      1 Относительное время в сутках              3
Range:  -0.5:0.5          * Nt        1 Мощность тепловая, %                               4
Range:  -1.0:1.0          * Nt        1 Мощность тепловая допустимая, %           5
Range:  -1.0:1.0          * Nt        1 Мощность электрическая, %                6
Range:  -0.5:0.5          * Tinto     1 Температура воды на входе, гр.С          7
Range:  -0.5:0.5          * Tout      1 Температура воды на выходе, гр.С        8
Range:  -0.5:0.5          * Heating   1 Подогрев, гр.С                             9
Range:  -0.10:0.10        * Cbor      1 Концентрация бора                          10
Range:  -1.0:1.0          * P_az      1 Давление в 1 контуре, кг/см2             11
Range:  -5.0:5.0          * Grash     1 Расход теплоносителя                       12
Range:  -1.0:1.0          * P_pair    1 Давление пара, кг/см2                     13
Range:  10*(-1.0):10*(1.0) * Hgr       10 Положение гр. по полож.ОР СУЗ, %       14
Range:  10*(-1.0):10*(1.0) * Hgr_CBPK  10 Положение групп из СВРК, %             15
Range:  163*(-2.0):163*(2.0) * HSUZ      163 Положение ОР СУЗ                       16

```

| | | | | |
|-----------------------------|---------------|--------|---|----|
| Range: 512*(-0.3):512*(0.3) | * QED | 512 | Энерговыделение по ДПЗ, МВт/м | 17 |
| Range: -0.05:0.05 | * Kq | 1 | Коэффициент неравн. по ТВС | 18 |
| Range: -0.1:0.1 | * KqN | 1 | Номер ТВС с макс.Kq | 19 |
| Range: -0.05:0.05 | * Kv | 1 | Коэф. неравномерности по объему | 20 |
| Range: -0.1:0.1 | * KvN | 1 | Номер ТВС с макс.Kv | 21 |
| Range: -0.1:0.1 | * KvM | 1 | Номер слоя с макс.Kv | 22 |
| Range: -0.1:0.1 | * AOFED | 1 | Офсет по ДПЗ с ц.слоем, % | 23 |
| Range: -0.1:0.1 | * AOFED | 1 | Офсет по восст. полю из СВРК, % | 24 |
| Range: -0.05:0.05 | * Kq_calc | 1 | Коэффициент неравн. по ТВС | 25 |
| Range: -0.1:0.1 | * KqN_calc | 1 | Номер ТВС с макс.Kq | 26 |
| Range: -0.05:0.05 | * Kv_calc | 1 | Коэф. неравномерности по объему | 27 |
| Range: -0.1:0.1 | * KvN_calc | 1 | Номер ТВС с макс.Kv | 28 |
| Range: -0.1:0.1 | * KvM_calc | 1 | Номер слоя с макс.Kv | 29 |
| Range: -0.1:0.1 | * AOFED_calcl | 1 | Офсет по ДПЗ с ц.слоем, % | 30 |
| Range: -0.1:0.1 | * AOFED_calcl | 1 | Офсет по восст. полю из СВРК, % | 31 |
| Range: -0.05:0.05 | * Cbor_calc | 1 | Концентрация бора | 32 |
| * | | | | |
| | | L----- | Признак начала комментария | |
| * | L----- | | Разделитель границы уставок | |
| ***** | | | | |
| End of File: | | | Признак конца управляющего файла | |
| | | | Информация за концом управляющего файла не анализируется !!!! | |

ПРИЛОЖЕНИЕ I
ФАЙЛ ТАБЛИЦЫ СОСТОЯНИЙ – USER.TAB

Файл user.tab представляет собой таблицу, содержащую не более 29 колонок (столбцов) и произвольное количество строк. Каждая колонка имеет заголовок, однозначно определяющий тип параметра или ключа, задаваемого в данной колонке. Колонки могут быть расположены в произвольном порядке.

Если в таблице отсутствует колонка, то значение соответствующего параметра или ключа задается по умолчанию.

Строки таблицы могут быть следующих четырех типов: «комментарий», «шапка таблицы», «строка состояния», «конец таблицы».

Комментарий. Если строка содержит символ «#», то она является комментарием и может представлять собой любой текст. Комментарий может находиться в любом месте таблицы, его содержимое не влияет на работу программы.

Шапка таблицы состоит из ключевых слов, разделенных, по меньшей мере, одним пробелом. Каждое ключевое слово является заголовком расположенной ниже колонки чисел, представляющих один из параметров состояния реактора, или ключевых символов управления программой.

Строка состояния состоит из символов и чисел, представляющих собой ключи управления программой или параметры текущего (заданного данной строкой) состояния реактора, разделенных, по меньшей мере, одним пробелом. Строка состояния должна находиться ниже шапки таблицы. Порядок расположения ключей и значений параметров должны соответствовать шапке таблицы.

Если строка содержит символ «=», то ее содержание и содержание всех последующих строк не влияет на работу программы, в результате, программа завершает работу. Если в таблице символ «=» отсутствует, тогда программа завершает работу по достижении конца файла user.tab, т.е. после считывания последней строки и, если она не является комментарием, расчета соответствующего состояния.

Внимание:

- 1) Числа или символы одной колонки должны располагаться в строке в поле, расположенном от начальной позиции соответствующего заголовка до позиции, предшествующей следующему заголовку (т.е. до начала следующей колонки);
- 2) Содержимое соседних колонок должно разделяться, по крайней мере, одним пробелом, т.е. начиная со второй колонки, предшествующая колонке позиция должна быть занята пробелом;
- 3) Для Unix (Linux) -версии программы, после числа или символа последней (крайней справа) колонки должен находиться пробел.

Ниже в табл. I.1 перечислены все допустимые в шапке таблицы заголовки и даны характеристики параметров и ключей для соответствующих колонок таблицы.

Таблица I.1 Содержимое файла user.tab

| № | Заголовок | Характеристика параметра (ключа) колонки | Значение по умолчанию |
|---|-----------|--|-----------------------|
| 1 | NOTE-Ki | Символ «i» определяет подрежим следующим образом: «NOTE-K1» – ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ), «NOTE-K2» – ТАБЛИЦА (СОСТОЯНИЯ), «NOTE-K3» – ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС). Наличие в колонке символа «*» иницирует запись шлаков в режиме ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ) или состояния в режимах ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) и ТАБЛИЦА (СОСТОЯНИЯ). | нет* |
| 2 | EFFDAY | Эффективные сутки (режим ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ)) | user.set** |
| 3 | TIME-R | Относительное время счета (режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)). Либо часы (например 21.92), либо час:мин:сек (например 021:55:12) | нет* |
| 4 | N-STEP | Количество интервалов в промежутке времени | 1 |

| | | | |
|-----|--------|---|---------------|
| 5 | KEY-CR | Признак способа поиска критичности: 0 – нет критичности, 1 – бором, 2 – группами, 3 – мощностью | 1 |
| 6 | KEY-XE | Признак расчета ксенона, может иметь значения: -1 – ксенон из предыдущего состояния; 0 – нет ксенона; 1 – равновесный ксенон. | 1 |
| 7 | KEY-SM | Признак расчета самария, может иметь значения: -1 – самарий из предыдущего состояния 0 – нет самария; 1 – равновесный самарий; 2 – самарий из файла шлаков. | 2 |
| 8 | KEY-WR | Признак записи в файл Virg.rez, может иметь значения: 0 – короткая печать; ≥ 1 – расширенная печать 1 – расширенная печать без микрополей 2 – только микрополя (максимальный профиль) 3 – расширенная печать с микрополями | 0 |
| 9 | POWER% | Мощность, %Nном | 100 |
| 10 | TWATER | Температура воды на входе в реактор, °C | 287 |
| 11 | CH3BO3 | Концентрация борной кислоты в воде 1 контура, г/кг | 0 |
| 12 | HGR01% | Положение группы 1, % | 100 |
| ... | ... | ... | ... |
| 21 | HGR10% | Положение группы 10, % | 90 |
| ... | ... | ... | ... |
| 25 | HGR14% | Положение группы 14, % | 100 |
| 26 | PWATER | Давление воды над активной зоной, атм | 160 |
| 27 | GWATER | Расход воды через активную зону, % | master.set*** |
| 28 | C-FEED | Концентрация борной кислоты в подпитке, г/кг | 0 |
| 29 | G-FEED | Расход подпитки, т/ч | 0 |
| 30 | KEY-BU | Признак учета выгорания: 0 – выгорание не учитывается 1 – выгорание учитывается | 1 |
| 31 | KEY-ZM | 0 – нет действия; 1 – выполняется «заморозка полей»; -1 – расчет с «замороженными полями» | 0 |
| 32 | KEY-AZ | 0 – нет действия; -1 – расчет с ОР СУЗ на НЖУ; n > 0 – расчет с ОР СУЗ на НЖУ, исключая ОР СУЗ в ТВС с номером «n» | 0 |

* колонка должна присутствовать в таблице для соответствующего режима

** данные по умолчанию задаются в файле user.set

*** данные по умолчанию задаются в файле master.set

Ниже в табл. I.2-I.15 представлены примеры таблиц для режима работы программы
ТАБЛИЦА.

Примеры таблиц для режима ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ) показаны в табл. I.2, I.3

Таблица I.2

| #Режим ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ) #Выгорание при номинальных #параметрах | |
|---|--------|
| NOTE-K1 | EFFDAY |
| * | 0 |
| * | 5 |
| * | 10 |
| * | 15 |
| * | 20 |
| * | 30 |
| * | 40 |
| * | 60 |
| * | 80 |
| * | 100 |
| * | 120 |
| * | 140 |
| * | 160 |
| * | 180 |
| * | 200 |
| * | 220 |
| * | 240 |
| * | 260 |
| * | 280 |
| * | 300 |
| * | 320 |
| * | 340 |
| * | 360 |
| * | 380 |
| * | 400 |
| * | 420 |
| * | 440 |
| * | 460 |
| * | 480 |
| * | 500 |

Таблица I.3

| # Режим ТАБЛИЦА (ВЫГОРАНИЕ) | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| # Продолжение выгорания загрузки начиная с 95.9 эфф.сут. | | | | |
| NOTE-K1 | EFFDAY | POWER% | CHЗВОЗ | HGR10% |
| * | 95.9 | 90. | 6.347 | 70 |
| * | 100 | 90. | -6.347 | 70 |
| | 105 | 90. | -6.347 | 70 |
| | 110 | 95. | -6.347 | 80 |
| | 115 | 95. | -6.347 | 80 |
| * | 120 | 100. | -6.347 | 90 |
| | 125 | 100. | -6.347 | 90 |
| | 130 | 100. | -6.347 | 90 |
| | 135 | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 1.4e2 | 100. | -6.347 | 90.0 |
| * | 160.0 | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 18e1 | 100. | -6.347 | 9e1 |
| * | 200. | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 220. | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 240. | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 260. | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 280. | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 300. | 100. | -6.347 | 90 |
| * | 320. | 100. | -6.347 | 90 |

Примеры таблиц для режима ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) показаны в табл. I.4-I.11

Таблица I.4

| NOTE-K3 | TIME-R | HGR10% |
|---------|--------|--------|
| | 0.1 | 90 |
| | 0.3 | 80 |
| | 0.5 | 80 |
| | 1.0 | 80 |
| | 1.5 | 80 |
| | 2 | 80 |
| | 3 | 80 |
| | 4 | 80 |
| | 5 | 80 |
| | 6 | 80 |
| | 7 | 80 |
| | 8 | 80 |
| | 9 | 80 |
| | 10 | 80 |
| | 11 | 80 |
| | 12 | 80 |
| | 13 | 80 |
| | 14 | 80 |
| | 15 | 80 |
| | 16 | 80 |
| | 17 | 80 |
| | 18 | 80 |
| | 19 | 80 |
| | 21 | 80 |
| | 22 | 80 |
| | 23 | 80 |
| | 24 | 80 |
| | 25 | 80 |
| | 26 | 80 |
| | 27 | 80 |
| | 28 | 80 |
| | 29 | 80 |
| | 30 | 80 |
| | 31 | 80 |
| | 32 | 80 |
| | 33 | 80 |

Таблица I.5

```

# Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)
# Процесс ксеноновых аксиальных колебаний,
# возбужденных погружением 10-ой группы 90-80%
# на постоянном уровне мощности 100%
# Мощность и другие параметры заданы по умолчанию
NOTE-K3 TIME-R HGR10% N-STEP
      0.0      90      1
      0.0      80      1
      25      -1      25
= знак равенства означает конец таблицы
  дальше может находиться любой текст.
  В этой таблице используется дробление шага
  времени. В колонке N-STEP значение 25 означает
  дробление одного шага 25 часов на 25 частей,
  следовательно, процесс будет идти с шагом 1 час

```

Таблица I.6

```

# Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)
# Продолжение ксенонового процесса от ранее
# записанного состояния
# Два этапа по 15 часов с шагом 1 час
# После первого этапа группа 10 переводится
# в положение 90%
NOTE-K3 TIME-R HGR10% N-STEP
      15      -1      1
      15      90      1
      30      90      15
= конец таблицы

```

Таблица I.7

```

# Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)
# Разгрузка реактора: изменение мощности до 30% с компенсирующим погружением групп и последующим
# их извлечением за счет процесса отравления ксеноном при работе на мощности 30%,
# затем работа на мощности 30% в течение 10 при постоянном положении групп
NOTE-K3 TIME-R POWER% HGR10% N-STEP KEY-CR CNЗВОЗ
000:00:00 100      90      1      1      3.0 - стационарное сост. на мощности 100%
000:01:00 90      80      1      2      -1 - снижение
000:02:00 80      -1      1      2      -1 мощности
000:03:00 70      -1      1      2      -1 за счет
000:04:00 60      -1      1      2      -1 погружения
000:05:00 50      -1      1      2      -1 групп
000:06:00 40      -1      1      2      -1 ОР
000:07:00 30      -1      1      2      -1 СУЗ
001:07:00 -1      -1      30     2      -1 - работа на мощ.30% (критика группами)
011:07:00 -1      -1      100    1      -1 - работа на мощ.30% (критика бором)
= конец таблицы
в предпоследней строке интервал 1 час делится на 30 шагов, т.е. шаг времени 3 минуты
в последней строке интервал 10 час делится на 100 шагов, т.е. шаг времени 6 минут

```

Таблица I.8

| NOTE-K3 | TIME-R | POWER% | HGR10% | HGR09% | HGR08% | N-STEP | KEY-CR | CH3BO3 | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|
| # Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) | | | | | | | | | |
| # Разгрузка реактора: погружение групп с компенсирующим изменением мощности до 30% и последующим | | | | | | | | | |
| # извлечением групп за счет процесса отравления ксеноном при работе на мощности 30%, | | | | | | | | | |
| # затем работа на мощности 30% в течение 10 при постоянном положении групп | | | | | | | | | |
| 000:00:00 | 100 | 90 | 100 | 100 | 1 | 1 | 3.0 | | - сост. на мощн. 100% |
| 000:01:00 | -1 | 60 | 100 | 100 | 1 | 3 | -1 | | - снижение |
| 000:02:00 | -1 | 30 | 80 | 100 | 1 | 3 | -1 | | мощности |
| 000:03:00 | -1 | 0 | 50 | 100 | 1 | 3 | -1 | | компенсирующее |
| 000:04:00 | -1 | -1 | 40 | 90 | 1 | 3 | -1 | | погружение |
| 000:05:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 2 | -1 | | групп ОР СУЗ |
| 001:07:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 30 | 2 | -1 | | -мощ.30% (крит. группами) |
| 011:07:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 100 | 1 | -1 | | - мощ.30% (крит. бором) |
| = конец таблицы | | | | | | | | | |

Таблица I.9

| NOTE-K3 | TIME-R | N-STEP | KEY-CR | G-FEED | CH3BO3 | HGR10% | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------|
| # Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) | | | | | | | |
| # Ввод дистиллята (10т/ч) и компенсирующее погружение 10 группы | | | | | | | |
| # Работа 2 часов при достигнутом положении группы | | | | | | | |
| # Мощность и другие параметры - номинальные | | | | | | | |
| 000:00:00 | 1 | 1 | 0 | 3 | 90 | | - исх. Состояние на 100% |
| 000:20:00 | 10 | 2 | 10 | -1 | -1 | | - ввод дистиллята, погружение группы |
| 010:20:00 | 110 | 1 | 0 | -1 | -1 | | - 10 часов критика бором |
| = конец таблицы | | | | | | | |

Таблица I.10

| NOTE-K3 | TIME-R | N-STEP | KEY-CR | C-FEED | G-FEED | CH3BO3 | HGR10% | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------------|
| # Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) | | | | | | | | |
| # Ввод дистиллята (10т/ч) и компенсирующее погружение 10 группы | | | | | | | | |
| # Работа 2 часа при достигнутом положении группы | | | | | | | | |
| # Ввод концентрата (4т/ч) и компенсирующее извлечение 10 группы | | | | | | | | |
| # Работа 20 часов при достигнутом положении группы | | | | | | | | |
| # Мощность и другие параметры - номинальные10 | | | | | | | | |
| 000:00:00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 90 | | - исх. состояние на 100% |
| 000:20:00 | 20 | 2 | 0 | 17 | -1 | -1 | | - ввод дист., погружение группы |
| 002:20:00 | 20 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 | | - 2 часа критика бором |
| 002:25:00 | 5 | 2 | 40 | 4 | -1 | -1 | | - ввод конц., извлечение группы |
| 022:25:00 | 100 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 | | - 20 часа критика бором |
| = конец таблицы | | | | | | | | |

Таблица I.11

| NOTE-K3 | TIME-R | N-STEP | KEY-CR | C-FEED | G-FEED | CH3BO3 | POWER% | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| # Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) | | | | | | | | |
| # Ввод концентрата (4т/ч) и компенсирующее снижение мощности | | | | | | | | |
| # Работа 2 часа на достигнутом уровне мощности | | | | | | | | |
| # Положение ОР постоянное | | | | | | | | |
| 000:00:00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 100 | | - исх. состояние на 100% |
| 000:10:00 | 10 | 3 | 40 | 4 | -1 | -1 | | - ввод конц., разгрузка |
| 020:10:00 | 200 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 | | - 2 часа критика бором |
| = конец таблицы | | | | | | | | |

Таблица I.12

| NOTE-K3 | TIME-R | POWER% | TWATER | CH3BO3 | HGR10% | HGR09% | KEY-CR | KEY-WR |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| # Режим ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС) | | | | | | | | |
| # Разгрузка погружением групп с выводом микрополей в bipr.rez | | | | | | | | |
| 96.0061 | 100.00 | 295.67 | 7.282 | 80.00 | 100.00 | 0 | 1 | |
| 96.0061 | 100.00 | 295.67 | 7.282 | 80.00 | 100.00 | 0 | 2 | |
| 96.0085 | 98.50 | 295.41 | 7.282 | 76.00 | 100.00 | 0 | 0 | |
| 96.0168 | 97.00 | 295.15 | 7.282 | 74.00 | 100.00 | 0 | 0 | |
| 96.0251 | 95.50 | 294.89 | 7.282 | 72.00 | 100.00 | 0 | 0 | |
| 96.0334 | 94.00 | 294.63 | 7.282 | 70.00 | 100.00 | 0 | 0 | |
| 96.0418 | 92.50 | 294.38 | 7.282 | 68.00 | 98.00 | 0 | 0 | |
| 96.0501 | 91.00 | 294.12 | 7.282 | 66.00 | 96.00 | 0 | 0 | |
| 96.0584 | 89.50 | 293.86 | 7.282 | 63.00 | 93.00 | 0 | 0 | |
| 96.0668 | 88.00 | 293.60 | 7.282 | 61.00 | 91.00 | 0 | 3 | |
| 96.0751 | 86.50 | 293.34 | 7.282 | 60.00 | 90.00 | 0 | 0 | |
| 96.0834 | 85.00 | 293.09 | 7.282 | 58.00 | 88.00 | 0 | 0 | |
| 96.0918 | 83.50 | 292.83 | 7.282 | 56.00 | 86.00 | 0 | 0 | |
| 96.1001 | 82.00 | 292.57 | 7.282 | 54.00 | 84.00 | 0 | 0 | |
| 96.1084 | 80.50 | 292.31 | 7.282 | 53.00 | 83.00 | 0 | 0 | |
| 96.1168 | 79.00 | 292.05 | 7.282 | 51.00 | 81.00 | 0 | 0 | |
| 96.1251 | 77.50 | 291.80 | 7.282 | 49.00 | 79.00 | 0 | 0 | |
| 96.1334 | 76.00 | 291.54 | 7.282 | 48.00 | 78.00 | 0 | 0 | |
| 96.1390 | 75.00 | 291.37 | 7.282 | 47.06 | 76.00 | 0 | 2 | |

Примеры таблиц для режима ТАБЛИЦА (СОСТОЯНИЕ) показаны в табл. I.13–I.16

Таблица I.13

| NOTE-K2 | KEY-CR | HGR10% | CH3BO3 | POWER% | TWATER | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 1 | | 100 | 3 | 000 | 280 | - сост. на МКУ мощн (расчет кр. конц. бора) |
| 0 | | 95 | -1 | -1 | -1 | - погружение 10 группы (расчет реактивн) |
| 0 | | 90 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 85 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 80 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 75 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 70 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 65 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 60 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 55 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 50 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 45 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 40 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 35 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 30 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 25 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 20 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 15 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 10 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 05 | -1 | -1 | -1 | |
| 0 | | 00 | -1 | -1 | -1 | |

= конец таблицы

Таблица I.14

| NOTE-K2 | KEY-CR | KEY-XE | HGR10% | CH3BO3 | POWER% | TWATER | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------------|
| 1 | 1 | | 100 | 3 | 100 | 287 | - крит. бор на мощности 100% |
| 0 | -1 | | 100 | -1 | 75 | 285 | - эффект сниж. мощн. 100-75% |
| 0 | -1 | | 100 | -1 | 50 | 283 | - эффект сниж. мощн. 75-50% |
| 0 | -1 | | 100 | -1 | 25 | 281 | - эффект сниж. мощн. 50-25% |
| 0 | -1 | | 100 | -1 | 00 | 279 | - эффект сниж. мощн. 25-00% |
| 0 | 0 | | 100 | -1 | 00 | 279 | - эффект разотравления |
| 0 | 0 | | 100 | -1 | 00 | 20 | - эффект расхолаживания |

= конец таблицы

Таблица I.15

| NOTE-K2 | KEY-CR | KEY-XE | KEY-ZM | KEY-AZ | HGR10% | CH3BO3 | POWER% | TWATER | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| 1 | 0 | | 1 | 0 | 40 | 3 | 0 | 280 | - крит. бор на мощн. 0% |
| 0 | 0 | | -1 | -1 | 100 | -1 | 0 | 285 | - эффективность AZ |

= конец таблицы

Таблица I.16

| NOTE-K2 | KEY-CR | KEY-XE | KEY-ZM | KEY-AZ | HGR10% | CH3BO3 | POWER% | TWATER | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| 1 | 0 | | 1 | 0 | 40 | 3 | 0 | 280 | - крит. бор на мощн. 0% |
| 0 | 0 | | -1 | 31 | 100 | -1 | 0 | 285 | - эффективность AZ |

= конец таблицы

**ПРИЛОЖЕНИЕ К
ФАЙЛ РЕЗУЛЬТАТОВ – PROTOCOL.DAT**

Пример файла типа *.pro в режиме КОНТРОЛЬ:

```
2011-10-11; 00:00:30;8.984419 eff.days (IR: 5.66 eff.days; 1141.89 relative time hours) Cycle 1; Unit 1; Station: Bushehr
Not equilibrium state. New Archive was created: ./RES/ARC/201110110000.bar
Nn Hour Rg Xe Sm Pr Pe Nt Tin P_AkZ Rash CH3BO3 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Kq tvs Kv sl tvs AO AO* Ro Cpusk Cpodp Mwst_t G_t/h Pnast
ANT ATin AP_AkZ ARash ABor1 ABor2 ABor3 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 AKq tvs AKv sl tvs AOFED AOFST CKO
429 23.9242 1 -2 -1 1 0 0.00 274.62 146.27 47.88 2.316 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 1.436 26 2.013 8 26 -6.72 -8.14 -22.2133 6.85 0.0 31.480 17.864 0.367 0.00
274.62 146.27 40.22 15.865 15.514 18.528 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 1.518 36 2.633 3 5 41.84 -17.13 0.380
430 23.9319 1 -2 -1 1 0 0.00 274.68 145.87 47.74 2.313 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 1.435 26 2.013 8 26 -6.73 -8.14 -22.1907 6.85 0.0 31.488 17.862 0.367 0.00
274.68 145.87 40.10 15.845 15.514 18.528 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 1.518 36 2.633 3 5 47.93 -17.13 0.380
431 23.9475 1 -2 -1 1 0 0.00 274.82 144.94 47.73 2.306 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 1.434 26 2.011 8 26 -6.75 -8.16 -22.1940 6.85 0.0 31.504 17.857 0.367 0.00
274.82 144.94 40.09 15.838 15.610 18.528 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 1.518 36 2.633 3 5 41.68 -17.13 0.380
432 23.9550 1 -2 -1 1 0 0.00 274.85 144.76 48.03 2.305 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 4.86 1.434 26 2.011 8 26 -6.75 -8.16 -22.2249 6.85 0.0 31.511 17.856 0.367 0.00
274.85 144.76 40.34 15.858 15.610 18.528 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 2.82 1.518 36 2.633 3 5 28.88 -17.13 0.380
```

В конце файла выдается описание основных исходных данных аналогично файлу Virg.rez (приложение L)

Пример файла protokol.dat в режиме ДИАЛОГ:

```
OK reading constant library file: D:\IR\vver1000\IRAN\SET\LIB\chi3gd.tvs
Eff.days= 40.00 OK reading shlaki from file: D:\IR\vver1000\IRAN\SET\SHL\1CY299.shl
OK used file of input data: D:\IR\vver1000\IRAN\SET\user.set
OK used file of input data: D:\IR\vver1000\IRAN\SET\master.set
Regim "DIALOG"
Ограничения Kv не зависят от места в активной зоне
Nn Hour Rg Xe Sm Pr Pe Nt Tin P_AkZ Rash CH3BO3 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Kq tvs Kv sl tvs AO AO* Ro dRo Wst dWstdt Cpodp Rpodp
0 0.0000 1 -2 2 0 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.610 7 82 -9.10 -9.10 -0.000048 -0.000048 0.00 0.000 0.00 0.00
1 0.0000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.610 7 82 -9.09 -9.10 -0.000006 -0.000048 0.00 999.000 40.00 0.00
2 0.1000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.610 7 82 -9.09 -9.10 0.000012 0.000018 0.00 0.006 0.00 0.00
3 0.2000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.610 7 82 -9.09 -9.10 0.000024 0.000012 0.00 0.012 0.00 0.00
4 0.3000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.09 -9.10 0.000012 -0.000012 0.00 0.005 0.00 0.00
5 0.4000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.09 -9.10 0.000024 0.000012 0.00 0.011 0.00 0.00
6 0.5000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.09 -9.10 0.000012 -0.000012 0.00 0.005 0.00 0.00
7 0.6000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.09 -9.10 0.000024 0.000012 0.01 0.011 0.00 0.00
8 0.7000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.09 -9.10 0.000012 -0.000012 0.01 0.006 0.00 0.00
9 0.8000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.08 -9.10 0.000024 0.000012 0.01 0.012 0.00 0.00
10 0.9000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.08 -9.10 0.000012 -0.000012 0.01 0.005 0.00 0.00
11 1.0000 1 -2 -1 1 0 100.00 291.00 160.00 100.00 4.921 90.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 100.00 1.220 82 1.609 7 82 -9.08 -9.10 0.000024 0.000012 0.01 0.012 0.00 0.00
```

Описание параметров таблицы состояний реактора в файлах типа protokol.dat:

Nn - порядковый номер строки (в режиме КОНТРОЛЬ нумерация в пределах текущих суток)

Hour - время суток в режиме КОНТРОЛЬ; относительное время счета программы (час)

Rg - режим поиска критичности (1 - изменение концентрации бора в воде, 2 - движение групп ОР, 3 - изменение мощности, 0 - нет критичности)

Xe - режим расчета ксенона (0 - нет ксенона, 1 - стационарный, -1 - из предыдущего состояния, -2 - нестационарный ксеноновый процесс)

Sm - режим расчета самария (0 - нет самария, 1 - стационарный, -1 - из предыдущего состояния, 2 - из файла шлаков)

Pr - режим печати в файл Virg.rez (0 - короткая, 1 - расширенная)

Pe - режим печати потвэльного энерговыделения (не используется в данной версии программы)

Nt / ANt - мощность реактора в программе / в СВРК (% от номинальной мощности 3000 МВт)

Tin / Atin - температура воды на входе в реактор в программе / в СВРК (град. С)

P_AkZ / AP_AkZ - давление воды над активной зоной в программе / в СВРК (атм)

Rash / ARash - расход воды через активную зону в программе / через реактор в СВРК (% от номинального значения)

CH3BO3 - концентрация борной кислоты в программе (г/кг)

10 9 ... - положение групп ОР: 10-ой, 9-ой и т.д. (% от высоты акт. зоны); в расчете - от низа акт. зоны, в данных СВРК - от НЖУ

Kq / AKq - коэффициент неравномерности распределения мощности по ТВС в программе / в СВРК

K_v / AK_v – объемный коэффициент неравномерности распределения мощности в программе / в СВРК

sl – номер высотного слоя для K_v / AK_v

tvS – номер ТВС для K_q / AK_q и K_v / AK_v

AO – мгновенный расчетный офсет, %

AO* – равновесный расчетный офсет, %

Ro – реактивность, %

dRo – изменение реактивности относительно предыдущего состояния, %

Wst – расчетное количество жидких отходов, т

G_kg/s – расчетная скорость водообмена (кг/сек), при KEYFLOWRATE=1 – G_t/h (т/ч)

СrodP – заданная в программе концентрация борной кислоты в подпитке, г/кг

Сrusk – расчетная пусковая концентрация борной кислоты для состояния реактора с нулевой мощностью, для других состояний – 99.9999, г/кг

Pnast – параметр настройки программы на текущее состояние реактора по офсету

AOFED – офсет СВРК по показаниям ДПЗ, %

AOFST – офсет СВРК по восстановленному полю ДПЗ, %

Abor1, Abor2 – концентрация борной кислоты в реакторе по показанием бормера-1, аналоговые и цифровые данные, г/кг

Abor3 – концентрация борной кислоты в реакторе по показанием бормера-2, цифровые данные, г/кг

Abor4 – концентрация борной кислоты по показанием бормера-3 на линии подпитки, г/кг

СКО – среднеквадратичное отклонение расчетных значений K_v от значений K_v по показаниям ДПЗ (недостовверные показания ДПЗ исключаются)

ПРИЛОЖЕНИЕ L
ФАЙЛ РЕЗУЛЬТАТОВ – VIPR.REZ

Пример файла birg.rez, создаваемый при работе программы ИР:

*** B_I_P_R-7 S T A R T I N G ***
 (VERSION 1.7 (Dec-94))

```
-----
MODERATOR TEMPERATURE   579.0  560.0  473.0  393.0  300.0
DENSITY                   716.1  753.8  875.6  951.0 1003.6
-----
```

```
-----
|  SORT      |      Inrichment      |      K      |      SBA      |      PC3      |      D1 /      |
| Fuel/Cons  |      ( Prof. )      |      |      |      |      PK8 |
-----
|  2(B) - 1  | U  1.6\ 0.0\ 0.0\\ 1.6 |      -      |      -      |      |      |
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|  3(C) - 3  | U  2.4\ 0.0\ 0.0\\ 2.4 |      -      |      -      |      |      |
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|  4(D) - 18 | U  2.4\ 0.0\ 0.0\\ 2.4 |      -      |      -      |      |      |
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|  5(E) - 17 | U  2.4\ 0.0\ 0.0\\ 2.4 |      -      |      -      |      |      |
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|  7(G) - 9  | U  3.7\ 0.0\ 0.0\\ 3.7 |      -      |      -      |      |      |
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
|  8(H) - 19 | U  3.7\ 0.0\ 0.0\\ 3.7 |      -      |      -      |      |      |
|            | Pu 0.0\ 0.0\ 0.0\\ 0.0 |      |      |      | 0.000 |
-----
```

TM=0.5794E+03 N=0.3000E+07 GAMMA=0.7156E+03

2, 3, 2, 3, 2, 5, 2, 8, 7, 3, 2, 5, 2, 4, 2, 2, 4, 2, 5, 2, 3, 7, 7, 5, 2,
 3, 2, 3, 4, 3, 2, 3, 2, 5, 7, 7, 3, 2, 5, 2,
 2, 2, 2, 5, 2, 3, 7, 7, 5, 2, 5, 5, 3, 5, 5, 2, 5, 7, 7, 3, 2, 2, 2, 2, 2,
 2, 3, 7, 7, 8, 3, 5, 3, 5, 3, 8, 7, 7, 7, 7,
 7, 7, 7,

DT_Print= 0.0 DT_Prot= 5.0 DT_ARC=720.0
 StationaryOffset = -7.0, -7.0, -7.0, -7.0, -5.6, -4.5, -3.7, -3.2, -2.9, -2.6, -2.6, -2.5, -2.4, -
 2.5, -2.6, -2.6, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0, -3.0,
 Input data from file MASTER.SET:
 PSm= 1.0 SmT1= 0.0 SmT2= 30.0 SmT3=160.0 SmT4=250.0 SmP1= 1.0 SmP2= 0.2
 BurBor1= 0.00000 BurBor2= 0.00050 BurBor3= 120.0
 Key_Mode_transfer= 1 KEY_DEFINE_SIGN_AO= 1 KEY_DEFINE_LIM_KV= 1 KEY_DEFINE_LIM_KQ= 1
 KEYKVLIM= 1 KEY_ANdpz= 1 KEY_NGU= 1 KEYFLOWRATE= 0
 KEYGWASTENULL= 0
 ErrCH3BO3= 0.000E+00 ErrorNT= 0.000E+00 ErrorTINT= 0.000E+00 ErrorOP= 0.000E+00
 ErrorG= 0.000E+00
 Concentrate=40.0 Distillate= 0.0
 Tnastr=10.000 DPnastr0= 0.100 Pnastr= 0.000
 KEY_UNDER_START= 1 ADD_CH3BO3_UNDER_START= 0.3 DEPTH_UNDER_START= 0.0
 HGR_UNDER_START= 60.0 TIN_UNDER_START=280.0
 LIM_CORRECT_CBPK=10.0 dcalcSPND=0.10 KSDPZ= 7 KDPZ=54 HDPZZ= 25.40,
 76.10,126.80,177.50,228.20,278.90,329.60,

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | | | | |
| NOMDPZ= | 158 | 163 | 133 | 93 | 97 | 76 | 75 | 54 | 34 | 16 | 5 | 117 | 127 | 150 | 145 | 148 | 132 | 106 | |
| 112 | 101 | 78 | 68 | 71 | 33 | 2 | 39 | 30 | 147 | 141 | 118 | 123 | 90 | 94 | 99 | 50 | 52 | 44 | 47 |
| 10 | 14 | 153 | 160 | 139 | 131 | 136 | 109 | 70 | 59 | 31 | 18 | 12 | 15 | 114 | 79 | | | | |
| DHDPZ= | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., |
| 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., |
| 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., | 0., |

 DHNGU= 7.25 DHKH= 17.25 DHKB=369.25
 DT_CONTROL1= 0 Screen_Gate_N= 2.00 Screen_Gate_T= 1.00 Screen_Gate_P= 1.00
 Screen_Gate_G= 2.00 Screen_Gate_H= 2.00
 NZ= 16 DH= 50.00 DHORSUZ= 0.00 DHEFF= 0.00 VKONT1=300.00
 #####
 #####
 #####
 #####
 #####

Regim "DIALOG"

Constant reinterpolation by change POWER
 Constant reinterpolation by change TEMPERATURE
 Constant reinterpolation by change PRESURE
 Constant reinterpolation by change FLOAT

Maximal microQl in a present situation and on background:

| h,% | t v e l s | | t v e g s | |
|------|-----------|-------|-----------|-------|
| | pres. | back. | pres. | back. |
| 3.1 | 147.6 | 160.8 | 105.4 | 115.6 |
| 9.4 | 230.5 | 251.9 | 169.6 | 186.3 |
| 15.6 | 265.9 | 287.4 | 196.8 | 213.2 |
| 21.9 | 279.1 | 296.4 | 206.1 | 219.4 |
| 28.1 | 283.2 | 297.4 | 209.8 | 220.3 |
| 34.4 | 283.0 | 300.8 | 210.7 | 224.0 |
| 40.6 | 280.6 | 301.5 | 210.1 | 225.8 |
| 46.9 | 277.5 | 300.5 | 208.2 | 225.6 |
| 53.1 | 275.2 | 298.9 | 207.2 | 225.3 |
| 59.4 | 275.0 | 295.6 | 207.8 | 223.6 |
| 65.6 | 277.7 | 290.3 | 210.7 | 220.2 |
| 71.9 | 283.5 | 283.5 | 216.1 | 216.1 |
| 78.1 | 291.2 | 291.2 | 222.6 | 222.6 |
| 84.4 | 296.8 | 296.8 | 227.3 | 227.3 |
| 90.6 | 275.6 | 275.6 | 218.3 | 218.3 |
| 96.9 | 183.2 | 183.2 | 144.8 | 144.8 |

ПРИЛОЖЕНИЕ М
ФАЙЛ РЕЗУЛЬТАТОВ – TEMPORAL_1.DAT

Пример файла temporal_1.dat, создаваемый при работе программы ИР:

EFF. DAY= 40.042; TIME OF PROCESS= 1.000hours; POWER=3000000.00KW; TIN=291.00grad.

AVERAGE BURNUP IN ASSEMBLYS (MWT*D/T U)
RELATIVE POWER-KQN (OTH. Ed.)
ПОДОГРЕВА-DTN (DEGREE C)

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | | | | | | | | |
| 1.53 | 1.89 | 1.98 | 1.98 | 1.89 | 1.53 | | | | | | | | |
| 0.815 | 1.008 | 1.054 | 1.054 | 1.008 | 0.815 | | | | | | | | |
| 25.1 | 30.5 | 31.7 | 31.7 | 30.5 | 25.1 | | | | | | | | |
| 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | | | | | |
| 1.53 | 1.89 | 2.04 | 1.84 | 2.13 | 1.84 | 2.04 | 1.89 | 1.53 | | | | | |
| 0.815 | 1.031 | 1.124 | 1.043 | 1.185 | 1.043 | 1.124 | 1.031 | 0.815 | | | | | |
| 25.1 | 31.1 | 33.6 | 31.4 | 35.2 | 31.4 | 33.6 | 31.1 | 25.1 | | | | | |
| 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | | | | |
| 1.89 | 2.04 | 1.55 | 1.49 | 1.53 | 1.53 | 1.49 | 1.55 | 2.04 | 1.89 | | | | |
| 1.008 | 1.124 | 0.906 | 0.893 | 0.926 | 0.926 | 0.893 | 0.906 | 1.124 | 1.008 | | | | |
| 30.5 | 33.6 | 27.6 | 27.3 | 28.2 | 28.2 | 27.3 | 27.6 | 33.6 | 30.5 | | | | |
| 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | | | |
| 1.98 | 1.84 | 1.49 | 1.52 | 1.55 | 1.78 | 1.55 | 1.52 | 1.49 | 1.84 | 1.98 | | | |
| 1.054 | 1.043 | 0.893 | 0.946 | 0.977 | 1.127 | 0.977 | 0.946 | 0.893 | 1.043 | 1.054 | | | |
| 31.7 | 31.4 | 27.3 | 28.8 | 29.6 | 33.7 | 29.6 | 28.8 | 27.3 | 31.4 | 31.7 | | | |
| 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | | |
| 1.98 | 2.13 | 1.53 | 1.55 | 1.38 | 1.44 | 1.44 | 1.38 | 1.55 | 1.53 | 2.13 | 1.98 | | |
| 1.054 | 1.185 | 0.926 | 0.977 | 0.895 | 0.939 | 0.939 | 0.895 | 0.977 | 0.926 | 1.185 | 1.054 | | |
| 31.7 | 35.2 | 28.2 | 29.6 | 27.3 | 28.5 | 28.5 | 27.3 | 29.6 | 28.2 | 35.2 | 31.7 | | |
| 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | |
| 1.89 | 1.84 | 1.53 | 1.78 | 1.44 | 1.88 | 1.71 | 1.88 | 1.44 | 1.78 | 1.53 | 1.84 | 1.89 | |
| 1.008 | 1.043 | 0.926 | 1.127 | 0.939 | 1.202 | 1.114 | 1.202 | 0.939 | 1.127 | 0.926 | 1.043 | 1.008 | |
| 30.5 | 31.4 | 28.2 | 33.7 | 28.5 | 35.7 | 33.3 | 35.7 | 28.5 | 33.7 | 28.2 | 31.4 | 30.5 | |
| 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 |
| 1.53 | 2.04 | 1.49 | 1.55 | 1.44 | 1.71 | 1.51 | 1.51 | 1.71 | 1.44 | 1.55 | 1.49 | 2.04 | 1.53 |
| 0.815 | 1.124 | 0.893 | 0.977 | 0.939 | 1.114 | 0.997 | 0.997 | 1.114 | 0.939 | 0.977 | 0.893 | 1.124 | 0.815 |
| 25.1 | 33.6 | 27.3 | 29.6 | 28.5 | 33.3 | 30.2 | 30.2 | 33.3 | 28.5 | 29.6 | 27.3 | 33.6 | 25.1 |
| 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | |
| 1.89 | 1.55 | 1.52 | 1.38 | 1.88 | 1.51 | 1.89 | 1.51 | 1.88 | 1.38 | 1.52 | 1.55 | 1.89 | |
| 1.032 | 0.906 | 0.946 | 0.895 | 1.202 | 0.997 | 1.220 | 0.997 | 1.202 | 0.895 | 0.946 | 0.906 | 1.031 | |
| 31.1 | 27.6 | 28.8 | 27.3 | 35.7 | 30.2 | 36.1 | 30.2 | 35.7 | 27.3 | 28.8 | 27.6 | 31.1 | |
| 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
| 1.53 | 2.04 | 1.49 | 1.55 | 1.44 | 1.71 | 1.51 | 1.51 | 1.71 | 1.44 | 1.55 | 1.49 | 2.04 | 1.53 |
| 0.815 | 1.124 | 0.893 | 0.977 | 0.939 | 1.114 | 0.997 | 0.997 | 1.114 | 0.939 | 0.977 | 0.893 | 1.124 | 0.815 |
| 25.1 | 33.6 | 27.3 | 29.6 | 28.5 | 33.3 | 30.2 | 30.2 | 33.3 | 28.5 | 29.6 | 27.3 | 33.6 | 25.1 |
| 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | |
| 1.89 | 1.84 | 1.53 | 1.78 | 1.44 | 1.88 | 1.71 | 1.88 | 1.44 | 1.78 | 1.53 | 1.84 | 1.89 | |
| 1.008 | 1.044 | 0.926 | 1.127 | 0.939 | 1.202 | 1.114 | 1.202 | 0.939 | 1.127 | 0.926 | 1.043 | 1.008 | |
| 30.5 | 31.4 | 28.2 | 33.7 | 28.5 | 35.7 | 33.3 | 35.7 | 28.5 | 33.7 | 28.2 | 31.4 | 30.5 | |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | | |
| 1.98 | 2.13 | 1.53 | 1.55 | 1.38 | 1.44 | 1.44 | 1.38 | 1.55 | 1.53 | 2.13 | 1.98 | | |
| 1.054 | 1.186 | 0.926 | 0.977 | 0.895 | 0.939 | 0.939 | 0.895 | 0.977 | 0.926 | 1.185 | 1.054 | | |
| 31.7 | 35.2 | 28.2 | 29.6 | 27.3 | 28.5 | 28.5 | 27.3 | 29.6 | 28.2 | 35.2 | 31.7 | | |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | | | |
| 1.98 | 1.84 | 1.49 | 1.52 | 1.55 | 1.78 | 1.55 | 1.52 | 1.49 | 1.84 | 1.98 | | | |
| 1.054 | 1.044 | 0.893 | 0.947 | 0.977 | 1.127 | 0.977 | 0.946 | 0.893 | 1.043 | 1.054 | | | |
| 31.7 | 31.4 | 27.3 | 28.8 | 29.6 | 33.7 | 29.6 | 28.8 | 27.3 | 31.4 | 31.7 | | | |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | | | |
| 1.89 | 2.04 | 1.55 | 1.49 | 1.53 | 1.53 | 1.49 | 1.55 | 2.04 | 1.89 | | | | |
| 1.008 | 1.124 | 0.906 | 0.893 | 0.926 | 0.926 | 0.893 | 0.906 | 1.124 | 1.008 | | | | |
| 30.5 | 33.6 | 27.6 | 27.3 | 28.2 | 28.2 | 27.3 | 27.6 | 33.6 | 30.5 | | | | |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | | | | |
| 1.53 | 1.89 | 2.04 | 1.84 | 2.13 | 1.84 | 2.04 | 1.89 | 1.53 | | | | | |
| 0.815 | 1.032 | 1.124 | 1.044 | 1.186 | 1.044 | 1.124 | 1.032 | 0.815 | | | | | |
| 25.1 | 31.1 | 33.6 | 31.4 | 35.2 | 31.4 | 33.6 | 31.1 | 25.1 | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | |
| 1.53 | 1.89 | 1.98 | 1.98 | 1.89 | 1.53 | | | | | | | | |
| 0.815 | 1.008 | 1.054 | 1.054 | 1.008 | 0.815 | | | | | | | | |
| 25.1 | 30.5 | 31.7 | 31.7 | 30.5 | 25.1 | | | | | | | | |

Average burn of fuel = 1.702

ПРИЛОЖЕНИЕ N
ФАЙЛ РЕЗУЛЬТАТОВ – TEMPORAL_2.DAT

Пример файла temporal_2.dat:

```

Nn   Hour   Rg Xe Sm Pr Pe      Nt      Tin  P_AkZ   Rash CH3BO3      10      9      8      7      6      5      . . .
795  6.3556  1 -2 -1  1  0  92.00 285.73 159.36  98.38  3.267  84.26 100.38 100.34 100.39 100.46 100.43  . . .
Extended printing. Eff. day =      9.259  Relative time (hour) =      1.292
Kv - Relative power:
Kv  1  0.305  0.432  0.468  0.474  0.471  0.464  0.457  0.450  0.444  0.440  0.436  0.432  0.427  0.414  0.368  0.239
Kv  2  0.537  0.854  0.969  0.991  0.980  0.960  0.939  0.920  0.903  0.888  0.874  0.859  0.835  0.782  0.654  0.380
. . .
. . .
Kv162 0.539 0.857 0.972 0.994 0.983 0.962 0.941 0.921 0.903 0.887 0.873 0.856 0.831 0.778 0.650 0.377
Kv163 0.306 0.433 0.470 0.476 0.472 0.465 0.458 0.451 0.445 0.439 0.435 0.431 0.426 0.412 0.366 0.237
Average and maximum values
      PsiAvr  PsiMax  tvs ShAvr  ShMax  tvs
16    0.522   0.640/  68 11.764 46.680/ 46
15    0.825   1.018/ 10 11.894 46.817/ 46
. . .
. . .
  2    1.079   1.387/  92 12.691 46.184/ 16
  1    0.755   0.943/  92 12.694 46.263/ 23
Ql: The average linear power of twel [W/cm]
Ql  1  46.8  66.2  71.7  72.7  72.1  71.1  70.0  69.0  68.1  67.4  66.8  66.3  65.5  63.4  56.5  36.6
Ql  2  82.4 131.0 148.6 151.9 150.2 147.2 144.0 141.0 138.4 136.1 134.0 131.7 128.0 119.9 100.3  58.2
. . .
. . .
Ql162 82.7 131.4 149.1 152.4 150.7 147.5 144.2 141.2 138.5 136.1 133.8 131.3 127.4 119.2  99.6  57.8
Ql163 47.0  66.4  72.0  73.0  72.4  71.3  70.2  69.1  68.2  67.4  66.7  66.1  65.3  63.1  56.2  36.4
Qm: The average linear power of FA in points of DPZ [MW/m]
Qm  1  2.24  2.24  2.17  2.11  2.08  2.07  1.72
. . .
Qm 64  2.25  2.24  2.18  2.12  2.08  2.03  1.65
AXIAL BAKLING:
No=      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10     11     12     13     14     15     16
1  0.00044528 0.00027033 0.00017119 0.00011511 0.00008086 0.00005914 0.00004541 0.00003845 0.00003535 0.00003815 0.00004563 0.00005944 0.00008278 0.00012210 0.00019779 0.00032991
163 0.00044531 0.00027041 0.00017125 0.00011517 0.00008087 0.00005904 0.00004555 0.00003822 0.00003555 0.00003807 0.00004570 0.00005950 0.00008276 0.00012187 0.00019758 0.00033038
Kdpz= 0.000

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Р
РАСЧЕТ МИКРОПОЛЕЙ

Программа ИР обладает возможностью расчетной оценки потвэльного распределения мощности энерговыделения активной зоны (микрополей) при моделировании работы реактора, включая режимы с изменением мощности и сопутствующими переходными процессами. Для расчета микрополей программа ИР использует подготовленный заранее набор исходных данных, за счет этого микрополя практически не влияют на быстродействие программы.

В настоящее время программа ИР может рассчитывать микрополя только в режиме off-line (ДИАЛОГ, ТАБЛИЦА (ПРОЦЕСС)), в дальнейшем предполагается распространить расчет микрополей на режим on-line (КОНТРОЛЬ).

Методика расчета

Далее используются следующие обозначения:

W – текущая тепловая мощность активной зоны реактора, Вт;

H – высота активной зоны (топливного столба), см;

H_n – положение группы ОР СУЗ с номером n , % от высоты активной зоны;

N_k – количество ТВС;

N_z – количество высотных слоев;

N_t – количество твэл/твэг в ТВС;

Q_l – средняя линейная тепловая нагрузка на твэл, Вт/см;

i – индекс (номер) высотного слоя ТВС ($1 \div N_z$);

j – индекс (номер) ТВС ($1 \div N_k$);

k – индекс (номер) твэла в ТВС ($1 \div N_t$);

m – индекс (номер) записи в файле масок;

$K_v(i,j)$ – относительная мощность ячеек активной зоны (макрораспределение);

$K_k(i,j,k)$ – относительная мощность твэл в ТВС (микрораспределение);

$Q_l(i,j,k)$ – линейная тепловая нагрузка на твэл (микрополя), Вт/см.

$Sh(i,j,k)$ – концентрация шлаков в твэле, МВт*сут/кгU.

По определению:

$$Q_l = W / (H * N_k * N_t)$$

$$Q_l(i,j,k) = Q_l * K_v(i,j) * K_k(i,j,k) \quad (1)$$

Методика расчета массива $Q_l(i,j,k)$ основана на предположении, что распределение мощности энерговыделения по твэлам внутри ячейки (i,j) не зависит от интегральной мощности ячейки, а зависит от выгорания топлива и от положения поглощающих стержней ОР СУЗ. Исходя из этого, значения $K_k(i,j,k)$ определяются автономно (с помощью программ БИПР-7А и ПЕРМАК-А) и считываются программой ИР как входные данные. В программе ИР значения Q_l и $K_v(i,j)$ рассчитываются с учетом данных о предыстории и текущем состоянии реактора, затем по формуле (1) вычисляется $Q_l(i,j,k)$.

Подготовка массивов $K_k(i,j,k)$ выполняется следующим образом: по программам БИПР-7А и ПЕРМАК-А для текущего момента кампании рассчитывается несколько состояний реактора, соответствующих различным комбинациям погружения в активную зону управляющих групп ОР СУЗ. Расчеты выполняются при номинальной мощности реактора и соответствующих номинальных значениях параметров теплоносителя. Погруженные группы ОР СУЗ находятся в нижнем предельном положении, остальные полностью извлечены. Для каждого состояния определяется массив $K_k(i,j,k)$. Таким образом, создается набор численных массивов $K_{k_m}(i,j,k)$, которые называются «масками». Каждая маска соответствует определенной комбинации погруженных в активную зону групп ОР СУЗ.

Полный набор этих комбинаций определяется следующим образом: в соответствии с регламентом, при работе реактора на мощности в активную зону могут погружаться группы с номерами 10, 9, 8. При этом их положение должно отвечать условию: $H_8 > H_9 > H_{10}$. Кроме того в активной зоне может находиться группа ускоренной предупредительной защиты (УПЗ). Минимальный набор из восьми комбинаций групп ОР СУЗ, которые могут быть

погружены в любой из высотных слоев активной зоны, представлен ниже в таблице Р.1, где приняты следующие обозначения: «0» – группа извлечена, «1» – группа погружена.

Таблица Р.1 -Комбинации возможных положений групп ОР СУЗ в расчетном слое активной зоны реактора

| m | Группа 10 | Группа 9 | Группа 8 | Группа УПЗ |
|---|-----------|----------|----------|------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 |

В приведенной таблице маска 1 соответствует отсутствию ОР СУЗ в заданном высотном слое активной зоны, маска 2 описывает высотный слой с погруженными в него ОР СУЗ группы 10, маска 3 описывает высотный слой с погруженными в него ОР СУЗ групп 9 и 10 и т. д.

Расчет массива $Ql(i,j,k)$ в программе ИР выполняется следующим образом: для текущего состояния реактора выполняется расчет Ql и $Kv(i,j)$. Для каждого расчетного высотного слоя активной зоны определяется положение ОР СУЗ в этом слое и выбирается соответствующая маска (например, если в слое отсутствуют ОР СУЗ, то выбирается маска 1; если в слой полностью погружены ОР СУЗ группы 10, то выбирается маска 2), т.е. устанавливается соответствие между номером высотного слоя i и номером маски $m(i)$. Затем выполняется расчет микрополей по формуле:

$$Ql(i,j,k) = Ql * Kv(i,j) * Kk_{m(i)}(i,j,k) \quad (2)$$

Если ОР СУЗ не полностью погружаются в расчетный слой, то значения $Kk_{m(i)}(i,j,k)$ задаются с помощью специальной процедуры интерполяции масок.

Файлы входных данных

Необходимые для расчета микрополей маски $Kk_1(i,j,k)$, $Kk_2(i,j,k)$, ..., $Kk_8(i,j,k)$ формируются, с помощью программ БИПР-7А и ПЕРМАК-А, в результате проведения следующей расчетной процедуры.

1) По программе БИПР-7А, в режиме расчета отдельных состояний, на заданный момент кампании, выполняется расчет восьми состояний реактора при различных положениях групп ОР СУЗ в соответствии с приведенной выше таблицей Р.1. Для каждого состояния задается номинальное значение мощности реактора и соответствующие номинальные значения параметров теплоносителя (расход через реактор, температура на входе в реактор, давление над активной зоной), устанавливается режим поиска критичности с помощью изменения концентрации бора в теплоносителе.

В варианте задания данных для БИПР-7А в панели «Дополнительный вывод» отмечается «√»:

- Все для расчета отдельных состояний по программе ПЕРМАКА;
- Трехмерный массив распределения выгорания;
- Трехмерный массив распределения энерговыделения;
- Температура теплоносителя.

Указывается произвольное имя для формирования выходного файла – результатов счета (например, имя «МАСКА»), в панели «Вывод полей» задаются $PSI=1$ и $PSIPER=1$ для всех восьми состояний;

2) Выполняется расчет по программе ПЕРМАК-А, в режиме расчета отдельных

состояний, с использованием результатов предыдущего расчета по программе БИПР-7А. В варианте задания данных для ПЕРМАК-А панели «Дополнительный вывод» указывается имя выходного файла программы БИПР-7А (в соответствии с приведенным выше примером – это имя «МАСКА»), в панели «Моменты кампаний расчета отдельных состояний» указывается заданный момент кампании, в панели «Признаки печати и управления выводом» отмечается «√»: создание файла типа PSIPER.SXX.

Результаты расчета программы ПЕРМАК-А будут записаны в директорию текущей кампании в виде восьми файлов с именами «MASKA.S01», «MASKA.S02», ..., «MASKA.S08». Эти файлы называются «маскфайлами», они содержат в бинарном виде маски – соответственно $Kk_1(i, j, k)$, $Kk_2(i, j, k)$, ..., $Kk_8(i, j, k)$.

Маскфайлы являются входными данными для программы ИР, они должны быть скопированы в директорию /SET/MSK/ до начала работы ИР.

Дополнительные входные данные

Дополнительно, в файле входных данных «user.set» необходимо задать значения элементов численного массива NTVEG(30,50), которые определяют номера ячеек с твэгами в ТВС (нумерация, принятая в ПЕРМАК-А). Номер сорта ТВС – второй индекс массива, номер сорта соответствует массиву TOPL. Например, для ТВС сорта 3, 4, 5 можно задать в user.set три строки:

«NTVEG(:,3)=041, 049, 057, 170, 178, 186, 194, 202, 210,»

«NTVEG(:,4)=041, 049, 057, 170, 178, 186, 194, 202, 210,»

«NTVEG(:,5)=041, 045, 049, 053, 057, 061,»

По умолчанию в программе NTVEG=0.

В файле входных данных «master.set» можно задать значения элементов численного массива IniLimQl(3,3), которые определяют ограничения на величину Ql для твэлов центральной части ТВС (IniLimQl(:,1)), периферийного ряда IniLimQl(:,2), твэгов IniLimQl(:,3).

По умолчанию в программе задано:

IniLimQl(:,1) = (/450, 360, 60./)

IniLimQl(:,2) = (/410, 360, 77.9/)

IniLimQl(:,3) = (/380, 360, 88.9/)

Ограничения в нижних слоях активной зоны не зависят от высоты и определяются первыми элементами массива (по умолчанию: 450, 410, 380 Вт/см). Ограничения в верхних слоях активной зоны зависят линейно от высоты активной зоны и на высоте верхней границы активной зоны определяются вторым элементом массива (по умолчанию: 360, 360, 360 Вт/см). Высота, на которой осуществляется переход от постоянных ограничений к линейной зависимости, определяется третьим элементом массива (по умолчанию: 60, 77.9, 88.9 % от полной высоты активной зоны).

В файле входных данных «master.set» можно задать значения элементов численного массива AbsorberException(4), которые определяют номера ячеек в ТВС, не содержащих топливных элементов (твэл, твэг) и не принадлежащих к направляющим трубкам ОР СУЗ (нумерация, принятая в ПЕРМАК-А). Для ТВС, используемых на ТАЭС к таким ячейкам относятся центральная трубка (№1) и инструментальный канал (№49), соответственно в master.set следует задать строку: «AbsorberException=1,49,0,0,». По умолчанию учитывается только центральная трубка: «AbsorberException=1,0,0,0,».

Визуализация микрополей осуществляется следующим образом:

В момент старта программы происходит считывание маскфайлов, при этом в окне Главной функции выдается сообщение «Wait! Processing the files MASKA is executed» (Подождите! Идет обработка файлов MASKA), после завершения считывания – сообщение «Processing the files MASKA is finished» (Закончена обработка файлов MASKA), после чего выдается панель управления программой.

Распределение $Ql(i,j,k)$ по высотным слоям активной зоны ($i = 1 - Nz$) показывается в виде высотной гистограммы (рисунки Р.1). Гистограмма состоит из горизонтальных

столбиков, каждый из которых имеет зеленый и синий участок: зеленый соответствует среднему значению QI в данном высотном слое, синий – максимальному значению. На гистограмме также показано ограничение на величину QI – для ТВЭЛов центральной части ТВС.

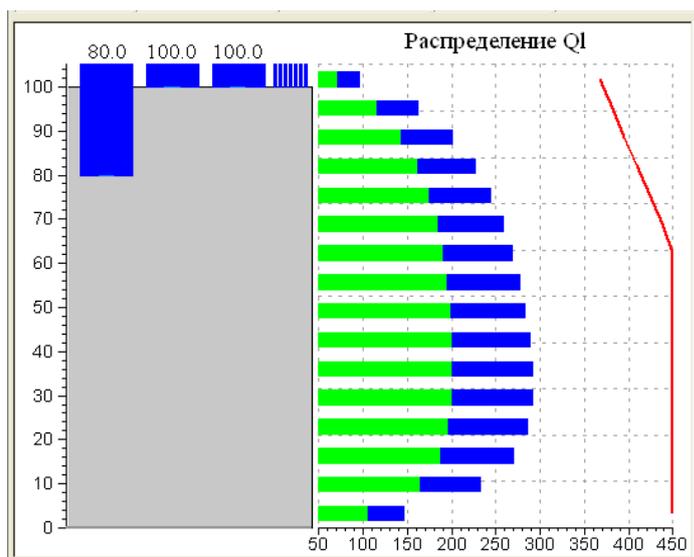


Рисунок P.1 – Гистограмма высотного распределения микроканалов

Командой меню «Show/Big Cartogram» («Показать/Большую картограмму») можно вызвать картограмму распределения по ТВС максимальных значений QI (рисунок P.2). На картограмме можно менять высотный слой активной зоны, вызвать картограмму распределения QI по ячейкам выбранной ТВС, вызвать распределение QI по высоте выбранного ТВЭЛ (ТВЭЛга).

Если выбрана ТВС с погруженным в нее ОР СУЗ, то на картограмме ТВС соответствующие ячейки будут частично (пропорционально глубине погружения в выбранный слой) закрашены в черный цвет (рисунок P.3).

Вывод микроканалов в файл Protokol.dat

По списку, заданному в файле входных данных print.set программа выводит в файл protokol.dat значения линейной тепловой нагрузки (Вт/см) на указанные в списке топливные элементы (ТВЭЛы/ТВЭЛги).

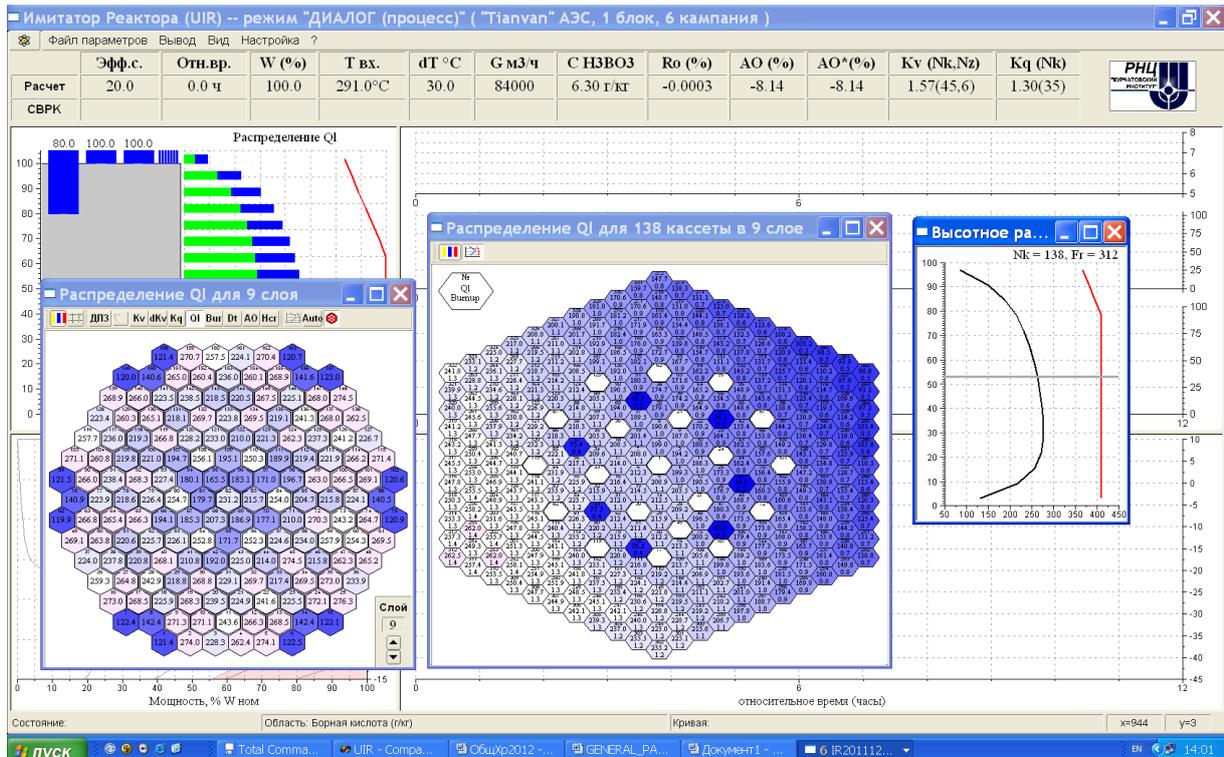


Рисунок Р.2 – Допустимые формы визуализации микрополей

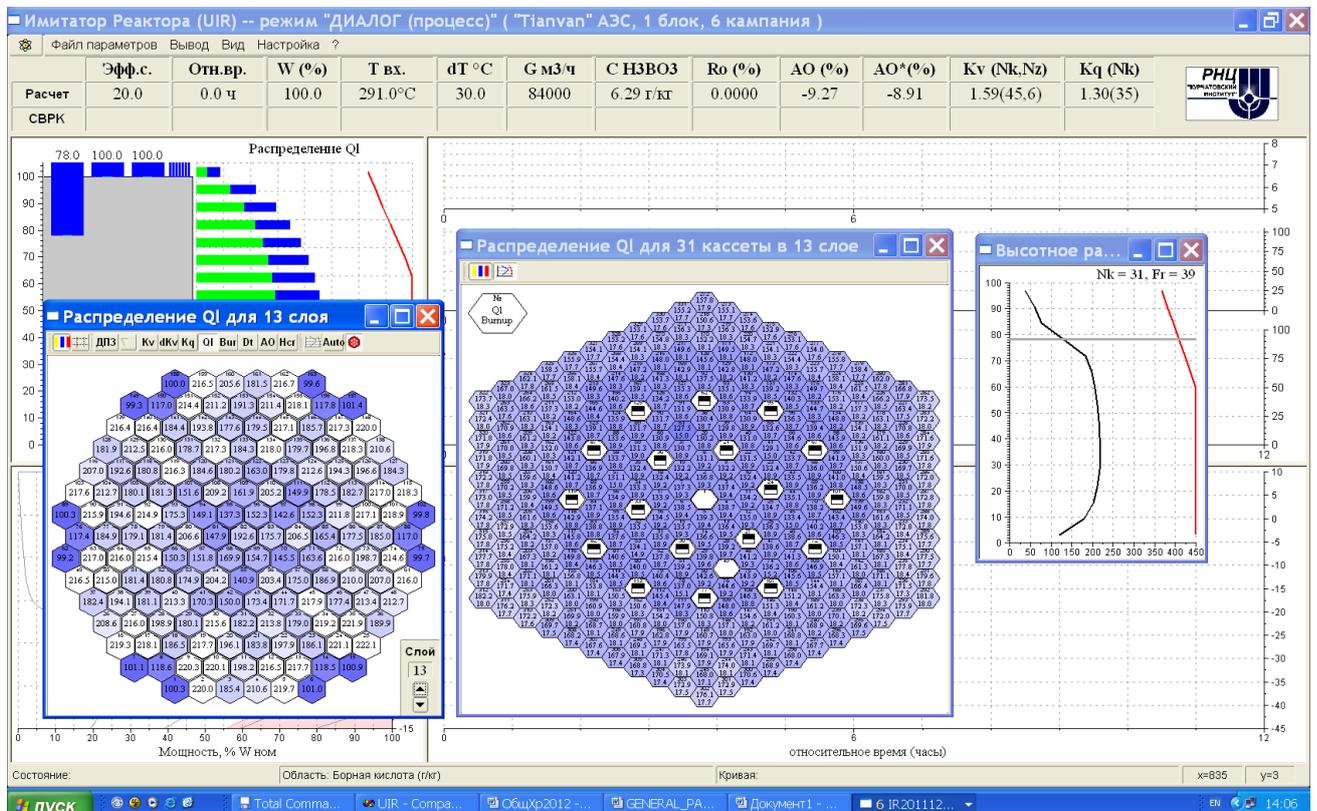


Рисунок Р.3 – Визуализации микрополей в высотном слое с погруженным ОР СУЗ.

ПРИЛОЖЕНИЕ Q
ФАЙЛЫ ДАННЫХ СВРК - NEW_IR.DAT, LAST_IR.DAT

Структура файлов new_ir.dat и last_ir.dat:

| | | |
|------------|----------|---|
| 2005-11-01 | | date |
| 18:11:52 | | time |
| 134.04 | 0 | Eff.day |
| 2638.98 | 0 3060.0 | Thermal power, MW |
| 86.37 | 0 | Electric power, MW |
| 158.01 | 3 | Pressure of water in a reactor, kg/cm2 |
| 62.61 | 0 | Pressure pair in front of the turbine, kg/cm2 |
| 285.8 | 0 | Temperature on an input in core, C |
| 26.6 | 0 | Heating, C |
| 312.4 | 0 | Temperature on an output in core, C |
| 87789.56 | 0 | charge reactor, m3/h |
| 13.54 | 0 | charge p/p, m3/h |
| 3.17 | 0 | C H3BO3, g/kg (SVRK) |
| 3.5926 | 0 | C H3BO3, g/kg (SVBU-1) |
| 3.09 | 0 | C H3BO3, g/kg (SVBU-2) |
| 3.76 | 0 | C H3BO3, g/kg (p/p) |
| -5.68 | 0 | Offset, % |
| 100.0 | 0 | H(1), % |
| 100.0 | 0 | H(2), % |
| 100.0 | 0 | H(3), % |
| 100.0 | 0 | H(4), % |
| 100.0 | 0 | H(5), % |
| 100.0 | 0 | H(6), % |
| 100.0 | 0 | H(7), % |
| 100.0 | 0 | H(8), % |
| 100.0 | 0 | H(9), % |
| 85.1 | 0 | H(10), % |
| 009 | 362.0 0 | HOP(1), cm |
| 011 | 362.0 0 | HOP(2), cm |
| 013 | 362.0 0 | HOP(3), cm |
| 017 | 362.0 0 | HOP(4), cm |
| 019 | 362.0 0 | HOP(5), cm |
| 020 | 362.0 0 | HOP(6), cm |
| 021 | 362.0 0 | HOP(7), cm |
| 022 | 362.0 0 | HOP(8), cm |
| 024 | 362.0 0 | HOP(9), cm |
| 028 | 362.0 0 | HOP(10), cm |
| 031 | 308.0 0 | HOP(11), cm |
| 034 | 362.0 0 | HOP(12), cm |
| 038 | 362.0 0 | HOP(13), cm |
| 039 | 362.0 0 | HOP(14), cm |
| 041 | 362.0 0 | HOP(15), cm |
| 044 | 362.0 0 | HOP(16), cm |
| 046 | 362.0 0 | HOP(17), cm |
| 047 | 362.0 0 | HOP(18), cm |
| 051 | 362.0 0 | HOP(19), cm |
| 052 | 308.0 0 | HOP(20), cm |
| 055 | 362.0 0 | HOP(21), cm |
| 058 | 308.0 0 | HOP(22), cm |
| 059 | 362.0 0 | HOP(23), cm |
| 063 | 362.0 0 | HOP(24), cm |
| 064 | 362.0 0 | HOP(25), cm |
| 067 | 362.0 0 | HOP(26), cm |
| 070 | 362.0 0 | HOP(27), cm |
| 073 | 362.0 0 | HOP(28), cm |
| 074 | 362.0 0 | HOP(29), cm |
| 079 | 362.0 0 | HOP(30), cm |
| 082 | 362.0 0 | HOP(31), cm |
| 085 | 362.0 0 | HOP(32), cm |
| 090 | 362.0 0 | HOP(33), cm |
| 091 | 362.0 0 | HOP(34), cm |
| 094 | 362.0 0 | HOP(35), cm |
| 097 | 362.0 0 | HOP(36), cm |
| 100 | 362.0 0 | HOP(37), cm |
| 101 | 362.0 0 | HOP(38), cm |
| 105 | 362.0 0 | HOP(39), cm |
| 106 | 308.0 0 | HOP(40), cm |
| 109 | 362.0 0 | HOP(41), cm |
| 112 | 308.0 0 | HOP(42), cm |
| 113 | 362.0 0 | HOP(43), cm |
| 117 | 362.0 0 | HOP(44), cm |
| 118 | 362.0 0 | HOP(45), cm |
| 120 | 362.0 0 | HOP(46), cm |
| 123 | 362.0 0 | HOP(47), cm |
| 125 | 362.0 0 | HOP(48), cm |
| 126 | 362.0 0 | HOP(49), cm |

Структура файлов new_ir.dat и last_ir.dat (продолжение)

130 362.0 0 HOP(50), cm
133 308.0 0 HOP(51), cm
136 362.0 0 HOP(52), cm
140 362.0 0 HOP(53), cm
142 362.0 0 HOP(54), cm
143 362.0 0 HOP(55), cm
144 362.0 0 HOP(56), cm
145 362.0 0 HOP(57), cm
147 362.0 0 HOP(58), cm
151 362.0 0 HOP(59), cm
153 362.0 0 HOP(60), cm
155 362.0 0 HOP(61), cm

Fictitious line 1 #

Fictitious line 2 #

Fictitious line 3 #

Fictitious line 4 #

Fictitious line 5 #

Fictitious line 6 #

Fictitious line 7 #

Fictitious line 8 #

Fictitious line 9 #

Fictitious line 10 #

Fictitious line 11 #

Fictitious line 12 #

Fictitious line 13 #

Fictitious line 14 #

Fictitious line 15 #

Fictitious line 16 #

Fictitious line 17 #

Fictitious line 18 #

Fictitious line 19 #

Fictitious line 20 #

Fictitious line 21 #

Fictitious line 22 #

Fictitious line 23 #

Fictitious line 24 #

Fictitious line 25 #

Fictitious line 26 #

Fictitious line 27 #

Fictitious line 28 #

Fictitious line 29 #

Fictitious line 30 #

Fictitious line 31 #

Fictitious line 32 #

Fictitious line 33 #

Fictitious line 34 #

Fictitious line 35 #

Fictitious line 36 #

Fictitious line 37 #

Fictitious line 38 #

Fictitious line 39 #

Fictitious line 40 #

Fictitious line 41 #

Fictitious line 42 #

Fictitious line 43 #

Fictitious line 44 #

Fictitious line 45 #

Fictitious line 46 #

Fictitious line 47 #

Fictitious line 48 #

Fictitious line 49 #

Fictitious line 50 #

Fictitious line 51 #

Fictitious line 52 #

Fictitious line 53 #

Fictitious line 54 #

Fictitious line 55 #

Fictitious line 56 #

Fictitious line 57 #

Fictitious line 58 #

Fictitious line 59 #

Fictitious line 60 #

1.26 0 Kq_max

1056.0 0 TVS_Kq_max

1.54 0 Kv_max

5056.0 0 TVS_Kv_max

3.851 4.292 4.189 4.000 3.834 3.385 2.211 A_Qdpz(1)

Структура файлов new_ir.dat и last_ir.dat (продолжение)

3.818 4.257 4.150 3.951 3.783 3.316 2.221 A_Qdpz(2)

4.334 4.734 4.676 4.592 4.509 4.062 2.863 A_Qdpz(3)

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 6.461 | 6.878 | 6.647 | 6.417 | 6.098 | 5.512 | 3.606 | A_Qdpz(4) |
| 6.228 | 6.606 | 6.442 | 6.269 | 6.157 | 5.512 | 3.439 | A_Qdpz(5) |
| 4.186 | 4.610 | 4.422 | 4.361 | 4.296 | 4.075 | 2.914 | A_Qdpz(6) |
| 4.847 | 5.402 | 5.267 | 5.109 | 5.085 | 4.394 | 3.016 | A_Qdpz(7) |
| 4.337 | 4.941 | 4.640 | 4.597 | 4.650 | 4.256 | 2.910 | A_Qdpz(8) |
| 6.391 | 6.868 | 6.622 | 6.327 | 6.161 | 5.452 | 3.603 | A_Qdpz(9) |
| 4.322 | 4.714 | 4.606 | 4.549 | 4.414 | 4.125 | 2.888 | A_Qdpz(10) |
| 5.118 | 5.691 | 5.573 | 5.334 | 5.209 | 4.859 | 3.615 | A_Qdpz(11) |
| 6.112 | 6.922 | 6.636 | 6.250 | 6.185 | 5.697 | 3.967 | A_Qdpz(12) |
| 5.120 | 5.722 | 5.532 | 5.348 | 5.159 | 4.966 | 3.611 | A_Qdpz(13) |
| 6.543 | 6.885 | 6.665 | 6.324 | 6.192 | 5.547 | 3.549 | A_Qdpz(14) |
| 6.042 | 6.593 | 6.385 | 6.286 | 6.143 | 5.572 | 3.549 | A_Qdpz(15) |
| 4.505 | 4.856 | 4.739 | 4.613 | 4.520 | 4.325 | 2.728 | A_Qdpz(16) |
| 4.042 | 4.412 | 4.312 | 4.189 | 4.164 | 3.842 | 2.554 | A_Qdpz(17) |
| 6.429 | 6.753 | 6.566 | 6.316 | 6.289 | 5.690 | 3.588 | A_Qdpz(18) |
| 4.466 | 4.743 | 4.612 | 4.501 | 4.482 | 4.125 | 2.603 | A_Qdpz(19) |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | A_Qdpz(20) |
| 4.820 | 5.321 | 5.188 | 5.079 | 4.858 | 4.382 | 2.970 | A_Qdpz(21) |
| 4.843 | 5.373 | 5.248 | 5.054 | 4.929 | 4.331 | 3.053 | A_Qdpz(22) |
| 4.838 | 5.314 | 5.182 | 4.979 | 4.787 | 4.284 | 3.040 | A_Qdpz(23) |
| 4.782 | 5.286 | 5.193 | 5.026 | 4.834 | 4.453 | 2.989 | A_Qdpz(24) |
| 6.255 | 6.770 | 6.490 | 6.301 | 6.210 | 5.702 | 3.597 | A_Qdpz(25) |
| 6.332 | 6.666 | 6.540 | 6.345 | 6.109 | 5.684 | 3.555 | A_Qdpz(26) |
| 4.253 | 4.610 | 4.522 | 4.414 | 4.319 | 3.999 | 2.549 | A_Qdpz(27) |
| 4.229 | 4.589 | 4.531 | 4.401 | 4.295 | 3.998 | 2.705 | A_Qdpz(28) |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | A_Qdpz(29) |
| 6.359 | 6.824 | 6.641 | 6.390 | 6.148 | 5.583 | 3.557 | A_Qdpz(30) |
| 6.438 | 6.769 | 6.526 | 6.377 | 6.239 | 5.713 | 3.556 | A_Qdpz(31) |
| 5.135 | 5.666 | 5.537 | 5.325 | 5.108 | 4.651 | 3.214 | A_Qdpz(32) |
| 4.915 | 5.430 | 5.334 | 5.051 | 4.855 | 4.371 | 2.955 | A_Qdpz(33) |
| 4.214 | 4.592 | 4.625 | 4.423 | 4.299 | 4.105 | 2.921 | A_Qdpz(34) |
| 6.332 | 6.696 | 6.597 | 6.337 | 6.211 | 5.680 | 3.535 | A_Qdpz(35) |
| 6.190 | 6.755 | 6.556 | 6.410 | 6.308 | 5.811 | 4.216 | A_Qdpz(36) |
| 5.837 | 6.579 | 6.398 | 6.106 | 6.155 | 5.667 | 4.008 | A_Qdpz(37) |
| 5.066 | 5.579 | 5.504 | 5.363 | 5.236 | 4.867 | 3.706 | A_Qdpz(38) |
| 6.378 | 6.858 | 6.645 | 6.432 | 6.188 | 5.578 | 3.642 | A_Qdpz(39) |
| 6.247 | 6.849 | 6.595 | 6.376 | 6.352 | 5.959 | 4.363 | A_Qdpz(40) |
| 4.244 | 4.729 | 4.601 | 4.479 | 0.000 | 4.117 | 0.000 | A_Qdpz(41) |
| 6.076 | 6.860 | 6.617 | 6.379 | 6.202 | 5.656 | 4.033 | A_Qdpz(42) |
| 6.050 | 6.824 | 6.711 | 6.408 | 6.127 | 5.685 | 3.930 | A_Qdpz(43) |
| 5.050 | 5.630 | 5.461 | 5.310 | 5.225 | 4.829 | 3.638 | A_Qdpz(44) |
| 4.193 | 4.680 | 4.581 | 4.488 | 4.413 | 4.052 | 2.797 | A_Qdpz(45) |
| 6.352 | 6.793 | 6.585 | 6.233 | 6.120 | 5.552 | 3.627 | A_Qdpz(46) |
| 4.892 | 5.398 | 5.179 | 5.009 | 4.832 | 4.472 | 3.028 | A_Qdpz(47) |
| 4.617 | 4.876 | 4.735 | 4.638 | 4.553 | 4.238 | 2.779 | A_Qdpz(48) |
| 6.201 | 6.734 | 6.467 | 6.256 | 6.120 | 5.659 | 3.574 | A_Qdpz(49) |
| 6.311 | 6.683 | 6.515 | 6.404 | 6.200 | 5.644 | 3.530 | A_Qdpz(50) |
| 5.223 | 5.634 | 5.497 | 5.396 | 5.248 | 4.922 | 3.697 | A_Qdpz(51) |
| 5.216 | 5.677 | 5.551 | 5.455 | 5.102 | 4.578 | 3.102 | A_Qdpz(52) |
| 3.896 | 4.203 | 4.064 | 3.909 | 3.808 | 3.352 | 2.324 | A_Qdpz(53) |
| 4.828 | 5.458 | 5.301 | 5.091 | 4.870 | 4.396 | 3.002 | A_Qdpz(54) |
| 4.265 | 4.683 | 4.595 | 4.391 | 4.413 | 4.064 | 2.816 | A_Qdpz(55) |
| 6.272 | 6.779 | 6.432 | 6.312 | 6.221 | 5.679 | 3.561 | A_Qdpz(56) |
| 6.345 | 6.746 | 6.548 | 6.448 | 6.233 | 5.477 | 0.000 | A_Qdpz(57) |
| 5.111 | 5.571 | 5.631 | 5.314 | 5.234 | 0.000 | 3.652 | A_Qdpz(58) |
| 6.322 | 6.852 | 6.678 | 6.362 | 0.000 | 6.004 | 4.279 | A_Qdpz(59) |
| 3.969 | 4.422 | 4.445 | 4.284 | 4.200 | 3.894 | 2.762 | A_Qdpz(60) |
| 6.338 | 6.677 | 6.472 | 6.296 | 6.078 | 5.679 | 3.665 | A_Qdpz(61) |
| 6.339 | 6.757 | 6.596 | 6.346 | 6.208 | 5.606 | 3.553 | A_Qdpz(62) |
| 6.091 | 6.874 | 6.583 | 6.398 | 6.201 | 5.631 | 3.938 | A_Qdpz(63) |
| 3.781 | 4.173 | 4.173 | 4.041 | 3.841 | 3.454 | 2.271 | A_Qdpz(64) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,1) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,2) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,3) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,4) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,5) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,6) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,7) |
| 1.83 | 1.87 | 1.88 | 1.82 | 1.66 | 1.48 | 1.30 | Limit_Kv(1-7,8) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,9) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,10) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,11) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,12) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,13) |
| 1.83 | 1.87 | 1.88 | 1.82 | 1.66 | 1.48 | 1.30 | Limit_Kv(1-7,14) |

Структура файлов new_ir.dat и last_ir.dat (продолжение)

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,15) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,16) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,17) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,18) |

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,19) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,20) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,21) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,22) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,23) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,24) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,25) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,26) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,27) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,28) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,29) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.48 | Limit_Kv(1-7,30) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,31) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.47 | Limit_Kv(1-7,32) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,33) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,34) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,35) |
| 1.71 | 1.73 | 1.73 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,36) |
| 1.71 | 1.73 | 1.73 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,37) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,38) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,39) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.48 | Limit_Kv(1-7,40) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,41) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,42) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,43) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,44) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.47 | Limit_Kv(1-7,45) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,46) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,47) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,48) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,49) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,50) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,51) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,52) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,53) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.51 | Limit_Kv(1-7,54) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,55) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.51 | Limit_Kv(1-7,56) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,57) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,58) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,59) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,60) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,61) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,62) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,63) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,64) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.47 | Limit_Kv(1-7,65) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,66) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,67) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,68) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,69) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,70) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,71) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.48 | Limit_Kv(1-7,72) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,73) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,74) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,75) |
| 1.83 | 1.87 | 1.88 | 1.82 | 1.66 | 1.48 | 1.30 | Limit_Kv(1-7,76) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,77) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,78) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,79) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.51 | Limit_Kv(1-7,80) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,81) |
| 2.09 | 2.11 | 2.11 | 2.04 | 1.89 | 1.69 | 1.46 | Limit_Kv(1-7,82) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,83) |
| 2.06 | 2.08 | 2.09 | 2.01 | 1.87 | 1.66 | 1.43 | Limit_Kv(1-7,84) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,85) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,86) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,87) |
| 1.83 | 1.87 | 1.88 | 1.82 | 1.66 | 1.48 | 1.30 | Limit_Kv(1-7,88) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,89) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,90) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,91) |

Структура файлов new_ir.dat и last_ir.dat (продолжение)

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.47 | Limit_Kv(1-7,92) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,93) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,94) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,95) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,96) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,97) |

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,98) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.48 | Limit_Kv(1-7,99) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,100) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,101) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,102) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,103) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,104) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,105) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,106) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,107) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.51 | Limit_Kv(1-7,108) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,109) |
| 2.06 | 2.08 | 2.09 | 2.01 | 1.87 | 1.66 | 1.43 | Limit_Kv(1-7,110) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,111) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,112) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,113) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,114) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,115) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,116) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,117) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,118) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.48 | Limit_Kv(1-7,119) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,120) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,121) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,122) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,123) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.47 | Limit_Kv(1-7,124) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,125) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,126) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,127) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,128) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,129) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,130) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,131) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.48 | Limit_Kv(1-7,132) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,133) |
| 2.07 | 2.10 | 2.11 | 2.06 | 1.87 | 1.68 | 1.47 | Limit_Kv(1-7,134) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,135) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,136) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,137) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,138) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,139) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,140) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,141) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,142) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,143) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,144) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,145) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,146) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,147) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,148) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,149) |
| 1.83 | 1.87 | 1.88 | 1.82 | 1.66 | 1.48 | 1.30 | Limit_Kv(1-7,150) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,151) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,152) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.71 | 1.54 | Limit_Kv(1-7,153) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.89 | 1.69 | 1.49 | Limit_Kv(1-7,154) |
| 2.11 | 2.11 | 2.11 | 2.06 | 1.88 | 1.70 | 1.52 | Limit_Kv(1-7,155) |
| 1.83 | 1.87 | 1.88 | 1.82 | 1.66 | 1.48 | 1.30 | Limit_Kv(1-7,156) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,157) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,158) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,159) |
| 1.71 | 1.73 | 1.74 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,160) |
| 1.71 | 1.73 | 1.73 | 1.69 | 1.54 | 1.39 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,161) |
| 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.68 | 1.53 | 1.38 | 1.22 | Limit_Kv(1-7,162) |
| 1.50 | 1.52 | 1.53 | 1.49 | 1.36 | 1.22 | 1.08 | Limit_Kv(1-7,163) |

ПРИЛОЖЕНИЕ R
ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА БЩУ АЭС

Программа ИР (Имитатор реактора) в составе СВРК обеспечивает информационную поддержку оператора-технолога на РМОТ1 и РМОТ2 при управлении полем энерговыделения активной зоны реактора.

Управление ИР выполняется с помощью клавиатуры и манипулятора типа «мышь», который имеет манипулятор управления курсором (МУК), правую (ПК) и левую (ЛК) клавиши. В целом поддерживаются правила управления, принятые в среде Windows.

Программа ИР на РМОТ1 и РМОТ2 должна работать непрерывно, исключая период перегрузки реактора. Выключение программы на длительный срок, а также включение ее без продолжения счета или настройки по предыстории ведет к снижению точности расчета. При остановленном реакторе программа продолжает моделировать ксеноновые процессы (отравление/разотравление), обеспечивая контроль подкритичности – выполняя расчет текущего значения реактивности (глубины подкритичности), пусковой концентрации борной кислоты.

Запуск программы

Запуск программы осуществляет программист. В момент запуска на мониторе оператора реактора появится окно Главной функции программы (смотри рисунок R.1).

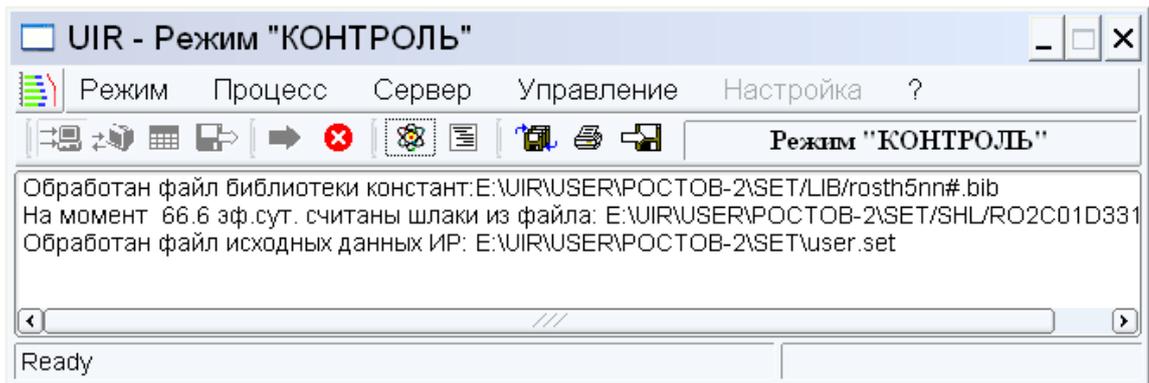


Рисунок R.1 - Окно Главной функции

После того, как будет выполнен расчет первого состояния (через 30-40 с), на мониторе оператора реактора появится окно Графичекой функции программы (смотри рисунок R.2).

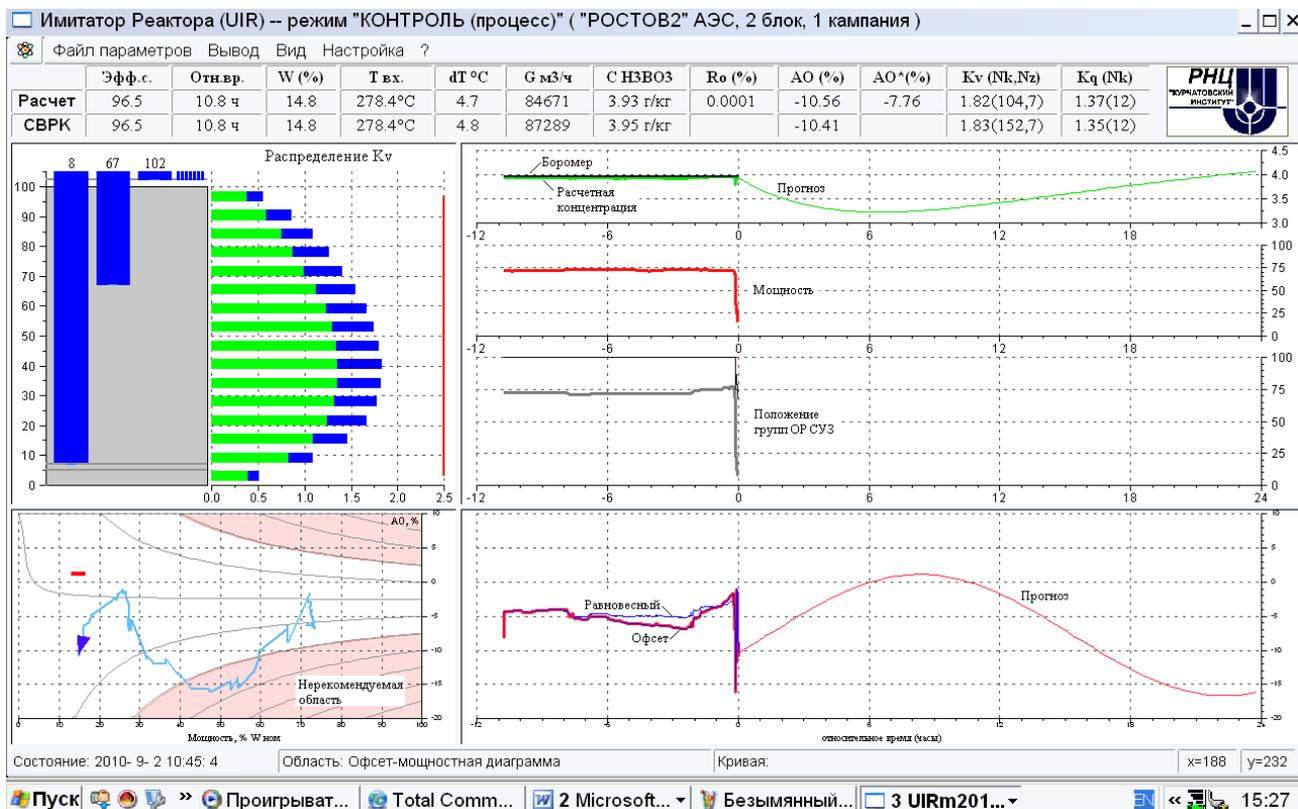


Рисунок R.2 - Окно Графической функции

Окна Главной и Графической функций могут быть свернуты в пиктограммы. Установив курсор на пиктограмме и щелкнув левой кнопкой «мыши», можно снова развернуть окно.

Если окно Графической функции не появляется в течение 5 мин, вызвать программиста, который должен устранить неисправность и перезапустить ИР.

Остановка программы

Остановку программы выполняет программист.

В верхней части экрана (рис. R.2) находятся меню окна Графической функции и таблица основных параметров текущего состояния реактора, ниже экран делится на четыре зоны (табл. R1). Зона 1 содержит графики изменения мгновенного и равновесного офсета. Зона 2 содержит графики (снизу-вверх) положения групп ОР СУЗ, средней мощности реактора, график расчетной критической концентрации борной кислоты (можно вызвать еще 4 графика – расчетная пусковая концентрация, показание двух боромеров в реакторе, показания боромера на линии подпитки). Зона 3 содержит гистограммы положения групп ОР СУЗ и высотного распределения энерговыделения (K_v). Зона 4 содержит офсет-мощностную фазовую диаграмму (здесь можно вызвать еще офсет-офсетную или K_q -мощностные диаграммы). Относительные размеры зон можно изменить командой меню окна Графической функции «Настройка/Размера окон».

Таблица R.1 – Структура основного формата Графической функции

| | |
|--|---|
| Меню окна Графической функции | |
| Расчетные значения параметров текущего состояния реактора | |
| Измеренные значения параметров текущего состояния реактора | |
| <p>ЗОНА 3 Гистограммы положения групп ОР СУЗ и высотного распределения энерговыделения</p> | <p>ЗОНА 2 Графики борной кислоты График мощности Графики положения групп ОР СУЗ</p> |
| <p>ЗОНА 4 Офсет-мощностная, офсет-офсетная, Кq-мощностная фазовые диаграммы</p> | <p>ЗОНА 1 Графики офсета</p> |

Ось времени (зоны 1 и 2) содержит нулевую координату, которая соответствует текущему моменту времени. Предыстория работы реактора отображается в отрицательной области, прогноз – в положительной.

В области высотной гистограммы (зона 3) можно вызвать три гистограммы – расчетное K_v , K_v в местах положения ДПЗ, глубина выгорания. Столбики высотных гистограмм (зона 3) имеют зеленую и синюю составляющие, соответствующие среднему и максимальному значениям отображаемого параметра в данном высотном слое активной зоны. Столбики высотной гистограммы K_v по ДПЗ имеют узкую и широкую составляющие, соответственно расчетному и измеренному значениям параметра.

Обновление окна Графической функции может происходить реже, чем изменение времени счета в окне Главной функции. Временной шаг обновления окна Графической функции можно изменить командой меню Графической функции «Настройка/Шага графики».

Изменить формат окна Графической функции можно следующим образом:

- 1) Установив курсор в область выбранного графика в зоне 1 или 2, и щелкнув ПК, можно вызвать меню изменения параметров цвета, толщины и типа линии, масштабирования осей;
- 2) Командой меню окна Графической функции «Настройка/Цвета линии сетки» можно изменить цвет и яркость линий координатной сетки;
- 3) Командой меню окна Графической функции «Настройка/Вывода групп ОР СУЗ» можно изменить количество графиков положения групп ОР СУЗ;
- 4) Командой меню окна Графической функции «Вывод->Прогноз» можно вызвать или скрыть графики обусловленного ксеноновыми процессами изменения офсета и критической концентрации борной кислоты (рис. R.2). Графики прогноза отображаются в положительной области оси времени. Ближайший прогнозируемый максимум/минимум офсета показывается на офсет-мощностной и офсет-офсетной диаграмме в виде красного горизонтального штриха. Командой меню окна Графической функции «Вывод->Дополнительная информация» можно вызвать окно (рис. R.3), на котором дана расчетная информация о необходимой в текущий момент подпитке первого контура дистиллятом (или концентратом борной кислоты) для компенсации процесса отравления реактора ксеноном (или разотравления). На рисунке R.3 показано, что нужно водить дистиллят расходом 15,82 т/ч;

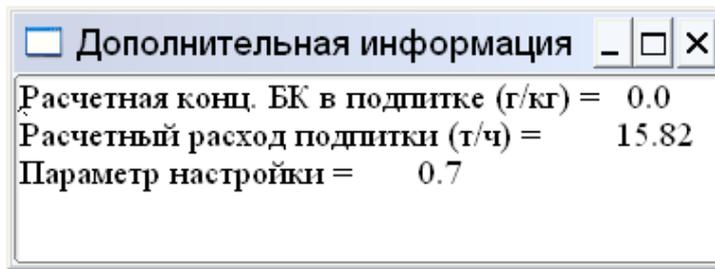


Рисунок Р.3 - Окно с параметрами подпитки

Если расчетный расход подпитки (Y) меньше реального (Z) т.е. $Y < Z$, то водобмен должен производиться дискретными порциями по t минут (время водообмена), через каждые T минут (период водообмена). При этом t или T можно оценить из соотношения

$$t \cdot Z = T \cdot Y.$$

Например: 1) если дистиллят вводить расходом 20 т через каждые 30 мин, то $t = 30 \cdot Y / 20$ или $t = 1.5 \cdot Y$; 2) если концентрат бора вводить расходом 7 т через каждые 30 мин, то $t = 30 \cdot Y / 7$ или $t = 4.5 \cdot Y$.

В случае $Y \geq Z$ подпитку следует производить непрерывно.

5) Командой меню окна Графической функции «Вывод/Борная кислота» можно вызвать или скрыть графики концентрации борной кислоты по показаниям боромеров: Бормер 1 – на входе в реактор, Бормер 2 – на выходе из реактора, Бормер 3 – на линии подпитки. А также, в случае остановки реактора, график расчетной верхней границы пускового диапазона $C_{\text{ПД}} = C + 0.3$, где C – концентрация борной кислоты, которая обеспечивает критичность реактора при положении 10-ой группы 40% (остальные группы извлечены), при температуре теплоносителя 280°C и при текущих значениях остальных параметров состояния реактора (упомянутые выше константы могут иметь другие значения, которые вводит программист перед пуском программы). Расчет границы ПД выполняется при нулевом значении мощности реактора, иначе этому параметру присваивается значение 99.9;

6) Установив курсор в зону 3, и щелкнув ПК, можно вызвать меню изменения параметров масштабирования осей высотной гистограммы, а также переключения на гистограмму K_v по показаниям ДПЗ или гистограмму распределения глубины выгорания;

7) Установив курсор в зону 4, и щелкнув ПК, можно вызвать меню изменения параметров масштабирования осей офсет-мощностной диаграммы, изменения параметров фазовой траектории, а также переключения на офсет-офсетную и K_q -мощностную диаграммы (рис. R.4);

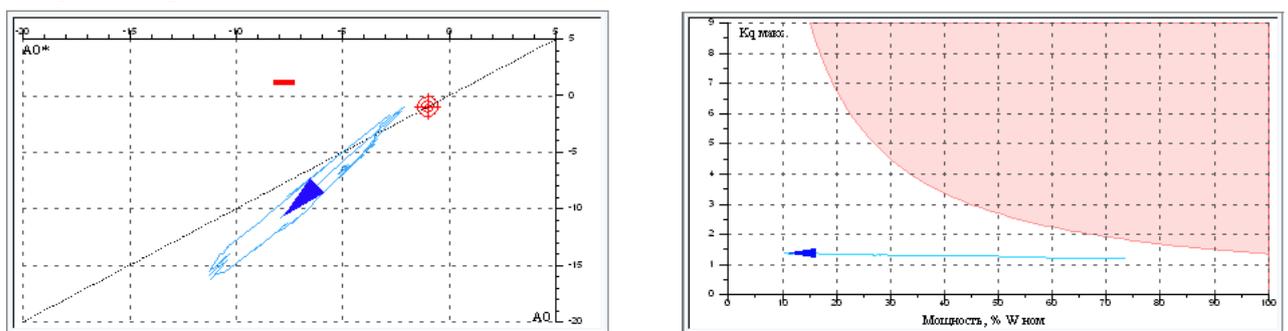


Рисунок R.4 - Офсет-мощностная (слева) и K_q -мощностная (справа) фазовые диаграммы

8) Способы переключения гистограмм и фазовых диаграмм с помощью ПК дублируются командами «Вид/...» меню окна Графической функции;

9) Командой меню окна Графической функции «Вывод/Малая картограмма»

можно вызвать цветовую картограмму распределения параметров активной зоны. Для трехмерных распределений обеспечивается возможность переключения высотных слоев;

10) Командой меню окна Графической функции «Вывод/Большая картограмма» можно вызвать цифровую картограмму распределения параметров активной зоны (рис. R.5). Обеспечивается возможность раскраски картограммы и задания координатной сетки. Для трехмерных распределений обеспечивается возможность переключения высотных слоев и вывод (вторая справа пиктограмма) высотного распределения для отдельных ТВС с соответствующей уставкой. Для распределения K_v вместе с высотным распределением по выбранной ТВС выдается K_v -мощностная диаграмма для выбранной ячейки активной зоны, а также обеспечивается возможность автоматического переключения (первая справа пиктограмма) на ячейку с минимальным запасом до предельно допустимого значения K_v ;

11) Командой меню окна Графической функции «Настройка/Шкалы картограмм» можно вызвать меню настройки шкалы и цветовой палитры картограмм;

12) Командой меню окна Графической функции «Вывод/маркировка офсет-офсетной диаграммы» можно вызвать рекомендуемую область диаграммы (зеленый квадрат, размер стороны которого соответствует ширине рекомендуемой области офсет-мощностной диаграммы) и/или поставить метку на диагонали диаграммы;

13) Командой меню окна Графической функции «Настройка/шага графики» можно задать временной шаг выдачи расчетных данных на экран (расчет состояний выполняется со скоростью поступления данных из СВРК, но на экран выдаются состояния через заданный шаг времени).

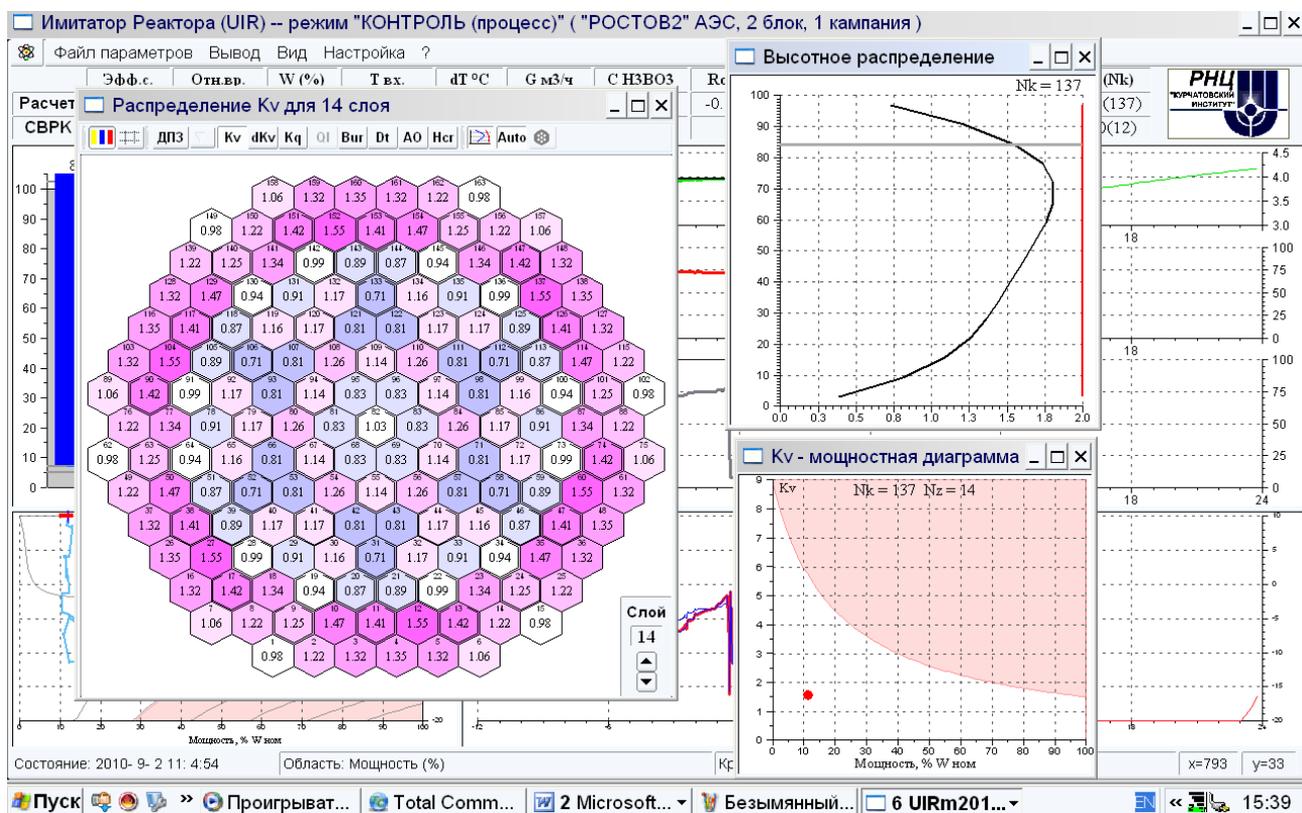


Рисунок R.5 - Трехмерное распределение энерговыделения активной зоны