

ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ "АТЛАС АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ АЭС"

В.Н. Антропов, Е.В. Соколов, Б.В. Зайчиков (НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России)

В НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России разработана электронная база данных "Атлас аварийных режимов АЭС". Необходимость такой базы данных определяется следующим. В ходе экспертизы обоснований безопасности энергоблоков АЭС во многих случаях требуется сравнивать результаты расчетных анализов аварий, представленных Заявителем, с результатами независимых расчетов тех же или аналогичных аварийных режимов. Причем, как правило, невозможно выполнять подобные расчеты в процессе экспертизы, отвечая на возникающие в ходе ее вопросы. Время, требуемое на выполнение одного расчетного анализа аварии (подготовка исходных данных, составление файла входных данных, выполнение расчетов, анализ и описание полученных результатов), обычно значительно превышает время, отведенное на экспертизу.

Ситуация упрощается тем, что имеются весьма схожие между собой энергоблоки АЭС и для их лицензирования эксплуатирующая организация представляет похожие обосновывающие материалы. Соответственно даже независимые расчеты, выполненные после завершения экспертизы, оказываются полезными при проведении последующих экспертиз аналогичных энергоблоков АЭС и при повторной экспертизе данного энергоблока. Для облегчения использования таких заранее выполненных независимых расчетов их результаты должны быть систематически собраны в соответствующий справочный документ.

Исходя из изложенного, в НТЦ ЯРБ было решено выполнять независимые расчетные анализы аварий систематически по отдельному плану параллельно с работами по экспертизе, а результаты расчетов накапливать в унифицированном виде.

Первоначально была создана "бумажная" версия Атласа в виде методического документа. Впоследствии, по мере наполнения и соответствующего увеличения объема документа, было признано целесообразным разработать и поддерживать электронную версию Атласа, представляющую собой электронную базу данных с возможностью автоматического поиска информации по различным критериям и предназначенную для установки в локальной вычислительной сети НТЦ ЯРБ для коллективного использования.

Принятая концепция работы с Атласом в локальной информационной сети предполагает хранение документов в архивных файлах, расположенных на одном компьютере-сервере. Там же хранится файл, содержащий сводную таблицу с краткой информацией или аннотацией к каждому расчетному анализу. Архивные файлы включают: подробный технический отчет, в некоторых случаях файл исходных данных, исполняемый файл с расчетным кодом, файл результатов. Для достижения комфортности пользования базой данных файлы с техническим отчетом и аннотацией хранятся в двух форматах: "doc" и "pdf". С целью просмотра файлов формата "pdf" используется программа Acrobat Reader. На рабочих компьютерах экспертов устанавливается Windows-приложение, управляющее доступом к хранящейся на компьютере-сервере информации и предоставляющее пользователям удобный графический интерфейс, содержащий кнопки, подсказки, текстовые поля и т. д.

Оформление окон графического интерфейса обеспечивает интуитивную понятность назначения различных графических элементов. Представленное на рис. 1 окно Windows-приложения является основой графического интерфейса пользователя электронной версии Атласа.

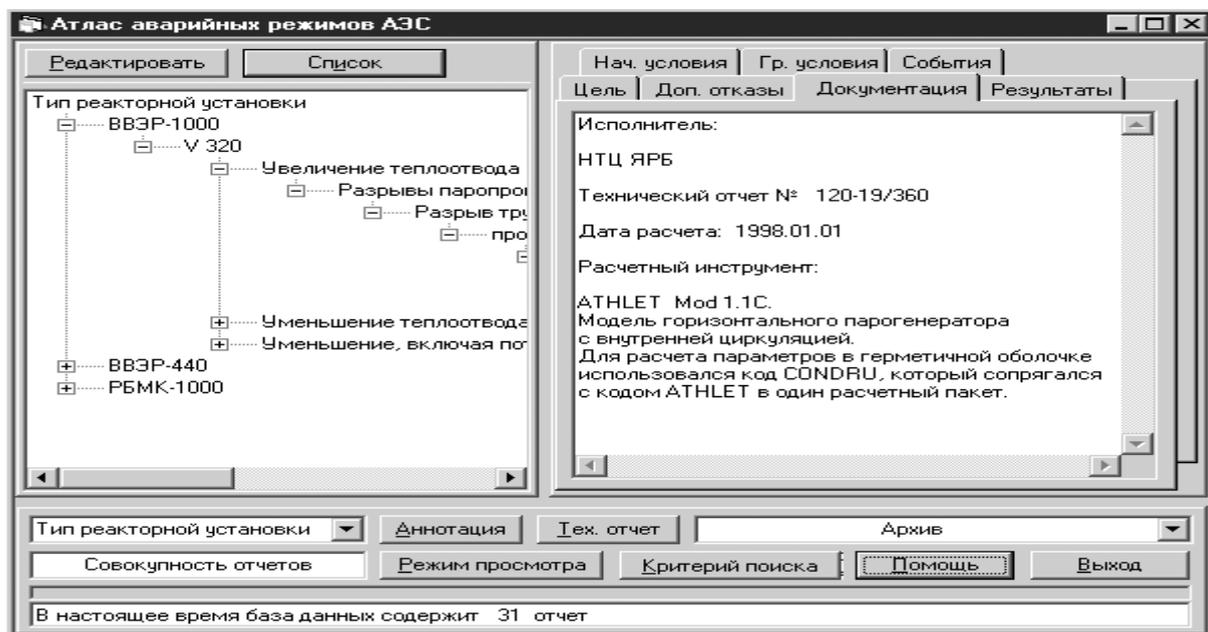


Рис. 1. Окно просмотра информации в режиме пользователя

Таким образом, Атлас состоит из двух компонентов: архива и Windows-приложения. Подобная двухкомпонентная схема исполнения программного обеспечения не исключает возможности размещения обоих компонентов на одном компьютере, например, в домашних условиях или в условиях ненадежной работы локальной компьютерной сети.

Информация о результатах анализа аварийных режимов хранится в ACCESS-таблице. Ее столбцы представляют собой значения ключевых описательных параметров аварийного режима: тип аварии, группа режимов, подгруппа режимов, исходное событие, дополнительные отказы, цель анализа, АЭС, энергоблок, тип РУ, модификация РУ, инструмент, исполнитель, дата расчета, результаты, начальные условия, граничные условия,

основные события, технический отчет и т. д. В строках таблицы содержатся краткие описания аварийных режимов. Программирование доступа к ACCESS-таблице с целью извлечения или изменения хранящейся информации, создание графического интерфейса пользователя и администратора, событийно выполняющихся процедур осуществлено средствами языка VISUAL BASIC.

Доступ к базе данных двухуровневый и определяется паролями. На уровне пользователя запрещено вносить любые изменения в таблицу базы данных и в архивные файлы документов. Уровень администратора лишен подобных ограничений. Основное окно (окно администрирования), предоставляющее возможность администратору редактировать содержимое электронного Атласа, представлено на рис. 2.

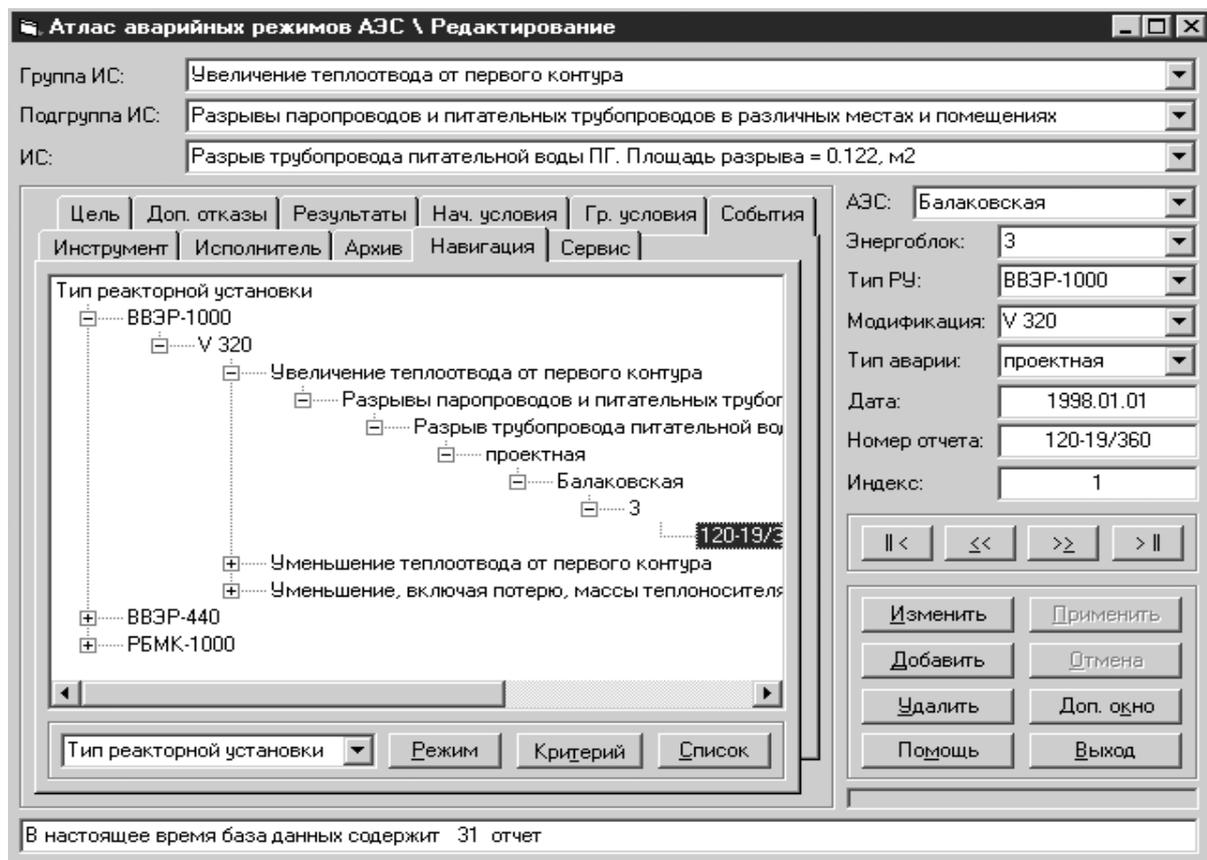


Рис. 2. Окно администрирования

Пользователям и администратору предоставлены две возможности поиска:

- выбрать интересующий отчет, пользуясь деревом каталога, причем дерево может быть построено по одному из следующих корневых параметров: тип реакторной установки, тип аварии, название АЭС, номер технического отчета, дата расчета. В конце каждой ветви дерева каталога расположен узел, содержащий номер технического отчета;
- задать набор значений ключевых параметров аварийного режима, сформировав критерий поиска. При этом дерево каталога строится по отчетам, удовлетворяющим критерию поиска.

В результате поиска пользователю представляется наглядная аннотация подробного технического отчета. Имеется возможность получить копии следующих архивных файлов: технического отчета в формате "pdf", технического отчета в формате "doc", аннотации в формате "pdf", аннотации в формате "doc", файла исходных данных, файла расчетной программы, файла результатов расчета.

В целях защиты информации от несанкционированного доступа архивные документальные файлы создаются с использованием шифрования. При обращении к таким файлам из-под "оболочки" базы данных (т.е. пользователем с проверенным и принятым паролем доступа) для извлечения копии

какого-либо документа последний автоматически расшифровывается. В качестве архиватора и шифровщика использована программа ARJ.

В настоящее время электронная база данных "Атлас аварийных режимов" включает совокупность сведений о проведенных независимых расчетных анализах проектных и запроектных аварий. В частности, в состав Атласа включены указанные ниже разделы.

АЭС с ВВЭР

Увеличение теплоотвода от первого контура:

- разрыв трубопровода питательной воды парогенератора (проектная, Балаковская АЭС, блок 3);
- разрыв главного паропровода в неотсекаемой части (проектная, Кольская АЭС, блок 3);

Уменьшение теплоотвода от первого контура:

- отказ двух турбопитательных насосов по общей причине (проектная и запроектная, Балаковская АЭС, блок 4);
- полная потеря питательной воды (запроектная, Балаковская АЭС, блок 4);
- потеря основной питательной воды (запроектная, Балаковская АЭС, блок 3);
- потеря внешнего электропитания собственных нужд (запроектная, Балаковская АЭС, блок 3);
- отказ четырех рабочих и одного резервного насоса системы нормальной питательной воды с отказом аварийной защиты реактора (запроектная, Нововоронежская АЭС, блок 3);

Уменьшение, включая потерю, массы теплоносителя первого контура:

- малая течь (60 т/ч) из холодной нитки (проектная, Балаковская АЭС, блок 3);
- малая течь Ду25 из холодной нитки главного циркуляционного трубопровода (запроектная, Балаковская АЭС, блок 3);
- разрыв трубопровода Ду300 на интервале от гидроаккумулятора системы аварийного охлаждения активной зоны до нижней камеры смешения (запроектная, Балаковская АЭС, блок 3);
- разрыв холодной нитки главного циркуляционного трубопровода вблизи холодного патрубка реактора с беспрепятственным истечением теплоносителя из двух концов (проектная, Ростовская АЭС, блок 1);

Изменение реактивности и распределения энерговыделения:

- выброс органа регулирования (запроектная, Кольская АЭС, блок 3);
- выброс регулирующей кассеты на номинальном уровне мощности (проектная, Кольская АЭС, блок 3);
- выброс регулирующей кассеты на номинальном уровне мощности (запроектная, Кольская АЭС, блок 3);
- выброс регулирующей кассеты на минимальный контролируемый уровень (проектная, Кольская АЭС, блок 3);
- неконтролируемое извлечение группы органов регулирования системы управления и защиты на минимальный контролируемый уровень (проектная, Кольская АЭС, блок 3);
- неконтролируемое извлечение группы органов регулирования системы управления и защиты на номинальном уровне мощности (проектная, Кольская АЭС, блок 3);
- неконтролируемое извлечение органов регулирования системы управления и защиты на минимальный контролируемый уровень с рабочей скоростью (запроектная, Кольская АЭС, блок 3);
- неконтролируемое извлечение органов регулирования системы управления и защиты на номинальном уровне мощности с рабочей скоростью (запроектная, Кольская АЭС, блок 3);
- сброс регулирующей кассеты на номинальной мощности (проектная, Кольская АЭС, блок 3);
- запуск остановленного главного циркуляционного насоса (проектная, Кольская АЭС, блок 3);

АЭС с РБМК

Аварии с потерей теплоносителя:

- разрыв технологического канала (проектная, Смоленская АЭС, блок 3);
- разрыв полным сечением опускного трубопровода сепаратора (запроектная, Смоленская АЭС, блок 3);

Эксплуатационные переходные режимы:

- отключение двух турбогенераторов (проектная, Смоленская АЭС, блок 3);

В результате работы по созданию электронной версии "Атласа аварийных режимов АС" наполнена ACCESS-таблица базы данных и архивные файлы, а также разработаны инструкции для пользователей и администратора. В целях упрощения распространения электронного продукта среди экспертов НТЦ ЯРБ создан инсталлятор.