



Анализ аппаратно-программных средств связи аппаратуры контроля радиационной безопасности с ЛВС АЭС

Алексей Булавин

В статье рассматриваются принципы построения и основные технические характеристики шлюза подготовки данных аппаратуры контроля радиационной безопасности (АКРБ). Шлюз разработан в ЗАО «РОСсвязьсистема» и применяется в локальных вычислительных сетях действующих атомных электростанций.

ВВЕДЕНИЕ

Современные компьютерные технологии позволяют создавать комплексные, многоформатные, многоуровневые системы представления параметров контролируемых технологических процессов, вести архивы данных, производить математический анализ в режиме on-line и транслировать эти данные на большие расстояния. Эти технологии расширяют возможности радиационного контроля и представления комплексной информации на атомных станциях и в центральном аппарате ОАО «Концерн Росэнергоатом».

В данной статье приводится описание шлюза подготовки данных (интерфейса) аппаратуры контроля радиационной безопасности (АКРБ) АЭС для энергетических установок типа ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и РБМК-1000.

Шлюз подготовки данных радиационной безопасности является пассивным источником данных в локальной вычислительной сети (ЛВС) АЭС, предоставляющим оперативную on-line-информацию по объёмной активности сред, мощности дозы облучения, потокам частиц и т.п., измеряемым аппаратурой контроля радиационной безопасности на АЭС. Шлюзовые системы разрабатываются для определённой информационной системы сбора данных, учитывая её особенности и характеристики. Задача шлюзовой системы — преобразовать

информацию к стандартному цифровому виду данных, предоставить интерфейс доступа к этим данным в соответствии с заданными требованиями по частоте обновления информации, достоверности, объёму информации, синхронизации и т.д. Для обеспечения надёжности передачи данных учитываются особенности поступающей информации. В шлюзовых системах применяются программно-аппаратные средства защиты от помех и сбоев, контроля достоверности поступающих данных, а также средства повышения надёжности передачи информации на выходе шлюзовой системы при трансляции данных в сеть.

ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ ПРЕДШЕСТВОВАВШИХ РЕШЕНИЙ

В первой разработанной версии шлюза для варианта исполнения аппаратуры контроля АКРБ-03 был использован стандартный ПК с процессором Intel Pentium III (частота 1 ГГц) и оперативной памятью 128 Мбайт. Импульсы от АКРБ-03 в шлюз проходили через гальваническую развязку и входы пассивной платы дискретного ввода. Затем данные поступали на шину ISA компьютера. Для обеспечения работы системы передачи данных в сеть, обработки информации и мониторинга процессов была выбрана операционная система Windows NT с использованием надстройки подсистемы

реального времени RTX. Подобное программное решение позволяло работать со шлюзом как со стандартным ПК со всеми установленными сервисами Windows NT, а для быстрой обработки параметров, поступающих на порты платы ввода/вывода, использовать функции библиотек RTX. Существенным было и то, что разработка программы считывания и обработки сигналов шлюза, несмотря на использование RTX, выполнялась в обычных редакторах типа Delphi, Borland C++ Builder, Visual C++ и т.п., поскольку все они работают в среде Windows, и это значительно упрощало решение задачи.

В процессе анализа эксплуатации шлюза первой версии был обнаружен ряд недостатков:

- стандартный ПК не приспособлен для долгой автономной работы в промышленных условиях;
- гальваническая изоляция искажала выходной сигнал во время изменения амплитуды входного сигнала при достаточно больших частотах передачи данных;
- использование пассивных плат ввода/вывода приводило при поступлении в шлюз дискретных сигналов с высокой интенсивностью к большой загрузке ЦПУ и шины данных задачей сканирования физических адресов;
- операционная система Windows NT, несмотря на использование RTX,

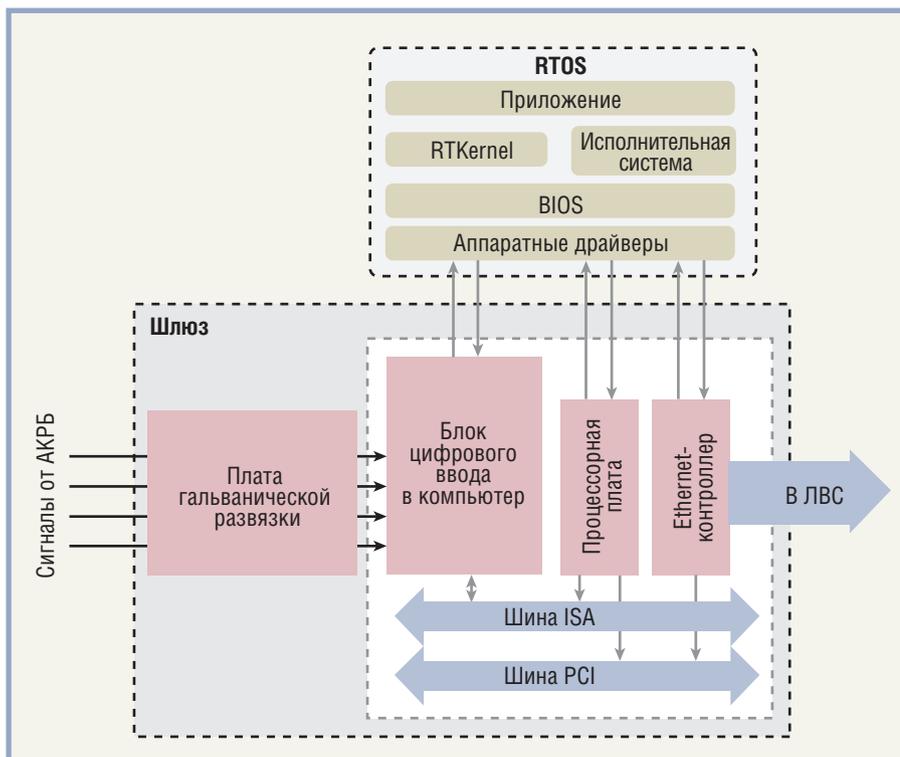


Рис. 1. Структурная схема аппаратной части шлюза и структура операционной системы

обладала и собственными недостатками, в частности, наблюдаемыми при работе с сетью, в результате чего случались зависания операционной системы;

- масштабирование системы также требовало увеличения мощности процессора и увеличения пропускной способности шины данных;
- программное обеспечение шлюза было разработано строго под АКРБ-03;
- данные после считывания шлюзом без обработки передавались в сеть, в получаемых значениях с определённой малой вероятностью наблюдались искажённые значения исходного сигнала или шум и аппаратные ошибки АКРБ. Анализ недостатков первой версии подтолкнул специалистов к разработке новой версии шлюза с иными аппаратными и программными решениями.

Основной особенностью построения новой версии шлюза АКРБ стало использование комплектующих изделий фирм Advantech и FASTWEL, ведущих производителей в области промышленной автоматизации, а также операционной системы реального времени On Time RTOS-32 не-

мецкой компании On Time Informatik GmbH.

Аппаратно-программные решения шлюза были унифицированы для вариантов исполнения аппаратуры контроля АКРБ-01/03/06/08.



Рис. 2. Внешний вид конструкции шлюза:

а — лицевая панель;

б — вид сверху со снятой крышкой корпуса

АППАРАТНОЕ РЕШЕНИЕ

Характеристики комплектующих изделий фирм Advantech и FASTWEL позволили удовлетворить все технические требования со стороны источников информации, а также требования, предъявляемые к самой шлюзовой системе: надёжность, отказоустойчивость, ремонтпригодность, простота обслуживания. Структурная схема аппаратной части шлюза и структура операционной системы показаны на рис. 1, а внешний вид конструкции шлюза — на рис. 2.

В состав основных комплектующих шлюза входят:

- корпус промышленного компьютера IPC-602 (Advantech) высотой 2U с блоком питания и объединительной платой;
- промышленный одноплатный компьютер PCA-6187 (Advantech) с процессором Intel Pentium IV (2,8 ГГц), чипсетом Intel 865G, оперативной памятью 256 Мбайт, встроенным сетевым адаптером Ethernet 10/100/1000Base-T и видеоконтроллером Intel Extreme Graphics 2;
- накопитель на жёстком диске ёмкостью 160 Гбайт с UltraATA/100 и контролем чётности;
- плата гальванической изоляции каналов дискретного ввода TBI-24/0-3 (FASTWEL) с допустимой скоростью передачи данных без искажения до 10 МГц и амплитудой сигнала до 52 В;
- программируемая плата ввода-вывода UNIO96-5 (FASTWEL).

Корпус компьютера имеет промышленное исполнение, что даёт возможность использовать его в условиях с повышенными требованиями устойчивости к вибрации, запылённости, влажности. Шлюзы выдерживают перепады напряжения, снабжены системой самодиагностики и самовосстановления, надёжной системой охлаждения. Данные в шлюз подаются с аппаратных блоков АКРБ через плату гальванической изоляции, что позволяет развязать системы, исключить влияние шлюза на аппаратуру АКРБ, защитить промышленный компьютер от входных сигналов, параметры которых выходят за пределы допустимых норм, и таким образом увеличить

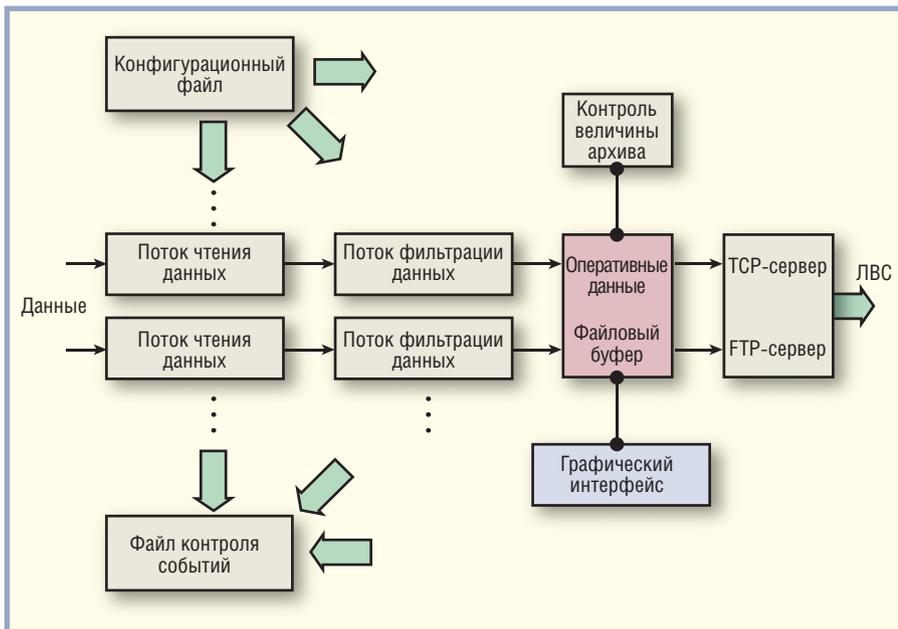


Рис. 3. Схема обработки данных программного обеспечения шлюза

надёжность и отказоустойчивость шлюза.

К шлюзу подготовки данных сигналы приходят от блоков АКРБ, где на определённых портах формируются потоки импульсов, имеющие информативное значение (номер канала измерения, измеряемый радиационный параметр, величина, единица измерения, флаги срабатывания пороговой сигнализации и т.п.). Импульсы от АКРБ поступают сначала на плату гальванической изоляции ТВ1-24/0-3, а затем — на программируемую плату ввода-вывода UNIO96-5. Применение платы ТВ1-24/0-3 позволило нормализовать импульсы источника данных, передаваемые на скоростях мегагерцового диапазона. Программируемая плата ввода-вывода UNIO96-5 имеет 4 независимых и отдельно программируемых порта. Использование двух таких плат в шлюзе дало возможность одновременно задействовать 8 подсистем данных, что полностью охватило информационное пространство контролируемых величин.

Программируемый контроллер платы ввода-вывода берёт на себя задачу чтения потока импульсов, получения битовых сообщений и декодирования их в массивы значащих величин. Таким образом, часть работы, которая ранее выполнялась бы ЦПУ, реализуется теперь контроллером платы UNIO96-5, и по шине передаётся только результат чтения. При такой организации программно-технического комплекса (ПТК) объём и ин-

тенсивность передаваемой по шине информации в нашем случае уменьшается приблизительно в 25 раз по сравнению с прямым постоянным сканированием физических адресов устройства ввода-вывода. Всё это даёт возможность увеличить количество одновременно подключённых подсистем АКРБ в несколько раз, а также позволяет при этом выполнять операции чтения данных в непрерывном режиме on-line.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Использование операционной системы реального времени On Time RTOS-32 помогло решить целый ряд вопросов, связанных, прежде всего, со скоростью обработки и распределением приоритетов выполняемых задач. Быстрый планировщик реального времени RTOS-32 дополняет стандартные вызовы Win32 возможностью создания и управления потоками, семафорами, критическими секциями и другими свойствами, которыми наделены операционные системы жёсткого реального времени. Планировщик RTKernel-32 RTOS-32, для сравнения, работает в 15 раз быстрее, чем в Windows 95, и примерно в 5 раз быстрее, чем в Windows NT. Операционная система On Time RTOS-32 встраивается в скомпилированное программное приложение и не требует предустановки и предзагрузки на компьютере. Компиляция выполняется в редакторах типа Borland C++ Builder или Microsoft Visual C++ либо в стандартных паке-

тах разработки, а затем переносится на компьютер шлюза. При этом можно пользоваться встроенным отладчиком. При запуске приложения выделяется ровно столько памяти, сколько необходимо для работы задачи и сколько определено конфигурацией приложения. Обеспечен быстрый доступ к физическим адресам памяти. Приложение создаётся как загрузочное и прописывается в загрузочный сектор диска или флэш-памяти. Период загрузки приложения мал, так как загружаются исключительно модули нашего приложения.

Программная часть ПТК шлюза, разработанная под On Time RTOS-32, включает:

- потоки чтения данных (количество определено числом читаемых подсистем);
- потоки фильтрации данных;
- поток графического интерфейса;
- поток контроля величины архива;
- поток самодиагностики;
- поток TCP-сервера;
- поток FTP-сервера.

Данные, получаемые с плат дискретного ввода, накапливаются в течение некоторого времени в оперативном архиве в памяти шлюза, а затем поступают в фильтры, где методами математического анализа производится статистическая обработка массива данных. Использование математических методов при обработке результатов измерений даёт возможность отфильтровывать шумы и аппаратные ошибки АКРБ, имеющие случайный характер. После фильтрации результат доступен для запроса клиентскими программами через сеть, для чего в шлюзе предусмотрен TCP-сервер. Архив информации составляет файловый буфер на жёстком диске компьютера, позволяющий клиентским приложениям иметь доступ не только к оперативным данным, но и к истории информации, хранить значения в отсутствие связи с клиентским компьютером в ЛВС АЭС. FTP-сервер предоставляет доступ к данным архива. Поток контроля величины архива отслеживает количество и дату создания файлов и защищает архив от переполнения. Схема обработки данных программного обеспечения шлюза приведена на рис. 3.

Для обеспечения точности времени получения информации системное время шлюза корректируется с внешнего тайм-сервера или синхронизиру-

ется с компьютером, являющимся приёмником данных.

На сторожевом таймере, интегрированном в процессорную плату, реализованы функции самодиагностики системы. В программе предусмотрено ведение журналов контроля событий, позволяющих следить за работоспособностью задач программы.

Графический интерфейс операционной системы On Time RTOS-32 позволяет отображать на экране монитора, подключённого к шлюзу, информацию о считываемых параметрах в привычном оконном виде. На экран выводятся окно общего состояния измеряемых параметров и окна детализированного представления информации. Доступны все параметры работы программы, журналы событий и другие элементы контроля и управления. Основная задача разработки этого графического интерфейса заключалась в том, чтобы предоставить инженерам цеха радиационной безопасности



Рис. 4. Общий вид комплекса подготовки данных АКРБ АЭС

АЭС удобный способ контроля данных, формируемых на шлюзе, и настройки параметров работы шлюза при необходимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Шлюз подготовки данных АКРБ разработан, прошёл испытания и успешно эксплуатируется на Балаковской АЭС, Нововоронежской АЭС, Ле-

нинградской АЭС, Кольской АЭС в составе комплекса подготовки данных АКРБ АЭС (рис. 4), который конструктивно встраивается в уже существующую систему аппаратуры контроля радиационной безопасности. Данные по радиационной безопасности, подготавливаемые шлюзами на АЭС, передаются в Кризисный центр ОАО «Концерн Росэнергоатом», в защищённые пункты управления АЭС, в систему представления параметров безопасности на блочном щите управления АЭС, а также на рабочие станции инженеров по радиационной безопасности АЭС. Разработанные шлюзы функционируют в автономном режиме на некоторых АЭС уже более 7 лет. Использование комплектующих изделий фирм Advantech и FASTWEL, а также программного обеспечения On Time RTOS-32 позволило создать высоконадёжный ПТК, работающий в жёстких промышленных условиях. ●

E-mail: alexeybulavin@rambler.ru