

# ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КАНАЛЫ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ В АСУ ТП АЭС

Бывайков М.Е.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва*  
poletik@ipu.ru

*Аннотация: Рассматриваются методы программирования интерфейсных каналов обмена данными, входящих в программное обеспечение шлюзов между системами верхнего уровня и системами нижнего уровня АСУ ТП АЭС. Описываются структура пакетов данных в шлюзах, способы обмена данными и алгоритмы реализации этих способов.*

Ключевые слова: атомная электростанция (АЭС), автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП), система верхнего уровня (СВУ), интерфейсные шлюзовые программные каналы.

## Введение

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) атомных электростанций (АЭС) является крупномасштабной промышленной системой. Система верхнего уровня (СВУ) выполняет функции интегрирующей подсистемы АСУ ТП. Важный этап разработки АСУ ТП АЭС состоит в программировании интерфейсных каналов обмена данными между СВУ и смежными системами нижнего уровня (СНУ) АСУ ТП АЭС. В данной работе рассматриваются интерфейсные каналы применительно к программному продукту [1,2], разработанному в Институте проблем управления им. В.А.Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН). Далее будем называть этот программный продукт программным обеспечением (ПО) СВУ.

В состав СНУ АСУ ТП АЭС входят шлюзы, являющиеся важным звеном программно-технических каналов обмена данными с СВУ. ПО шлюзов реализует программный интерфейс между ПО СВУ и ПО СНУ, изготовленными на базе различных систем автоматизации нижнего уровня.

В данной работе описываются методы программирования интерфейсных каналов обмена данными между СВУ и СНУ на базе системы автоматизации нижнего уровня «Типовые программно-технические средства» (ТПТС), которые разрабатываются и изготавливаются Всероссийским научно-исследовательским институтом автоматики им. Н.Л.Духова РосАтома [3]. СНУ на базе ТПТС составляют значительную часть подсистем АСУ ТП энергоблоков АЭС «Бушер-1» (Иран) и «Куданкулам-1,2» (Индия), введенных в эксплуатацию, а также строящихся энергоблоков «Куданкулам-3,4».

## 1 Структура интерфейсных программных каналов между СВУ и СНУ АСУ ТП АЭС

По интерфейсным программным каналам между ПО СВУ и СНУ АСУ ТП АЭС передаются следующие типы данных:

- входные данные СВУ, являющиеся оперативной информацией о состоянии технологических процессов АЭС для отображения на автоматизированных рабочих местах (АРМ) операторов СВУ (специалистов, осуществляющих контроль и управление АЭС), а также информацией для записи в архивы СВУ;
- выходные данные СВУ, которые включают передачу в СНУ команд управления, введенных операторами, и запросы входных данных из СНУ.

Интерфейсные программные каналы реализованы между ПО функциональных модулей СНУ и ПО, следующих функциональных подсистем СВУ:

- информационно-управляющую систему реакторного отделения (ИУРО);
- информационно-управляющую систему турбинного отделения (ИУТО);
- информационно-управляющую систему неоперативного контура управления (ИУН);
- информационную систему администрирования технических и программных средств (АТПС) АСУ ТП.

Связь технических средств подсистем СВУ со шлюзами осуществляется с использованием сетевого оборудования СВУ, реализующего интерфейсные каналы локальной вычислительной сети Ethernet.

ПО шлюза обменивается с ПО функциональных модулей СЧУ информационными сообщениями (пакетами данных), посылаемыми из ПО функциональных модулей СЧУ в ПО шлюза и в обратном направлении.

Для связи шлюзов с техническими средствами функциональных моделей СЧУ используется системная шина СЧУ [3].

Состав СЧУ АСУ ТП зависит от конкретного энергоблока АЭС. Рассмотрим интерфейсные программные каналы между ПО СВУ и ПО СЧУ на базе ТПТС на примере АЭС «Куданкулам-1,2» (Индия).

ПО СВУ обменивается данными со следующими СЧУ на базе ТПТС:

- системой контроля и управления (СКУ) реакторного отделения;
- СКУ турбинного отделения;
- СКУ турбогенератора;
- СКУ электрической части системы регулирования;
- СКУ спецводоочистки;
- СКУ системы вентиляции;
- системой автоматической противопожарной защиты.

## **2 Элементы интерфейсных программных каналов между СВУ и СЧУ АСУ ТП АЭС**

В ПО СВУ и ПО СЧУ для контроля и управления технологическими процессами АЭС в АСУ ТП используются следующие основные типы элементов технологических процессов:

- датчик аналогового параметра;
- датчик дискретного параметра;
- сигнализация (аварийная, предупредительная и др.);
- запорная арматура;
- насос;
- регулирующая арматура;
- регулятор;
- переключатель.

Для отображения информации о состоянии СЧУ на АРМ подсистемы АТПС СВУ используются следующие основные типы элементов АСУ ТП:

- функциональный модуль СЧУ;
- программный канал функционального модуля СЧУ;
- приборная стойка (шкаф) СЧУ;
- сигнал о неисправности СЧУ.

Функциональный модуль СЧУ соответствует элементу технических средств, установленному в приборной стойке СЧУ. Программный канал функционального модуля СЧУ соответствует одному из элементов технологических процессов, подключенных к этому функциональному модулю СЧУ.

В приборную стойку СЧУ могут быть установлены следующие типы функциональных модулей, которые могут быть запрограммированы для заданного числа соответствующих программных каналов:

- модуль обработки аналоговых параметров;
- модуль обработки дискретных параметров;
- модуль управления запорными арматурами и насосами;
- модуль управления регулируемыми арматурами и регуляторами;
- модуль противоаварийной автоматики;
- модуль группового управления.

Базовым элементом данных в интерфейсных программных каналах между ПО СВУ и ПО СЧУ АСУ ТП служит понятие сигнала, описывающего один из параметров технологических процессов АЭС [4].

Для передачи диагностической информации о состоянии функциональных модулей СЧУ применяются входные дискретные векторные сигналы, которые поступают в ПО шлюза в виде целых чисел (слов) и состоят из нескольких бит, образующих элементы вектора. В ПО СВУ эти биты преобразуются в отдельные сообщения сигнализации.

## **3 Способы обмена данными в интерфейсных программных каналах**

Возможны следующие способы обмена информационными сообщениями (пакетами данных), между ПО шлюза и ПО функциональных модулей СЧУ:

- циклическая передача пакетов данных из ПО СЧУ в ПО шлюза;
- событийная передача пакетов данных из ПО СЧУ в ПО шлюза;
- передача пакетов данных, содержащих запросы сигналов, из ПО шлюза в ПО СЧУ;
- передача пакетов данных из ПО СЧУ в ПО шлюза в ответ на запрос данных;
- передача пакетов данных, содержащих команды управления операторов СВУ, из ПО шлюза в ПО СЧУ.

Циклическая передача выполняется с заданным периодом времени и включает все сигналы в пакетах данных этого типа. Событийная передача включает передачу только изменений сигналов (событий): изменений значений сигналов или признаков недостоверностей сигналов.

Для передачи данных из ПО СЧУ в ПО шлюза используются следующие типы пакетов данных:

AKS - аналоговые сигналы, передаваемые циклически или событийно; MKS - дискретные сигналы, передаваемые циклически или событийно; BST – дискретные векторные сигналы, передаваемые событийно; PL - аналоговые или дискретные векторные сигналы, передаваемые в ответ на запрос из ПО шлюза.

Для передачи команд управления из ПО шлюза в ПО СЧУ используются пакеты данных типа PS - аналоговые или дискретные сигналы, передаваемые по командам операторов СВУ.

Протокол обмена пакетами данных между ПО шлюза и ПО функциональных модулей СЧУ реализован с учетом:

- большого количества сигналов в базе данных ПО СЧУ;
- ограничений на интенсивность потока данных по системной шине СЧУ.

### **Заключение**

Рассмотрены методы программирования интерфейсных каналов обмена данными между ПО СВУ и СЧУ АСУ ТП АЭС на примере системы автоматизации ТПТС. Эти методы реализованы в виде алгоритмов ПО шлюза с использованием языка программирования С.

Многолетний опыт внедрения рассмотренных методов позволяет рекомендовать их разработчикам не только АСУ ТП АЭС, но также автоматизированных систем контроля и управления другими сложными техническими объектами.

### **Литература**

1. Бывайков М.Е., Жарко Е.Ф., Менгазетдинов Н.Э., Полетыкин А.Г., Прангишвили И.В., Промыслов В.Г. Опыт проектирования и внедрения системы верхнего блочного уровня АСУ ТП АЭС // Автоматика и Телемеханика, 2006, № 5, с. 65-79.
2. Менгазетдинов Н.Э., Бывайков М.Е., Зуенков М.А., Промыслов В.Г., Полетыкин А.Г. и др. Комплекс работ по созданию первой управляющей системы верхнего блочного уровня АСУ ТП для АЭС "Бушер" на основе отечественных информационных технологий [Электронный ресурс]: монография. М.: ИПУ РАН, 2013. – ISBN 978-5-91450-130-0.
3. Бармаков Ю.Н. Средства автоматизации, разрабатываемые ВНИИА в рамках программы развития атомной энергетики России // Автоматизация в промышленности, 2006, , № 8, с. 49-51.
4. Бывайков М.Е., Акафьев К.В., Байбулатов А.А., Зуенкова И.Н. База данных системы верхнего блочного уровня АСУ ТП АЭС: структура и методика разработки // Ядерные измерительно-информационные технологии, 2014, , № 4, С. 24-31.