

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ ДЛЯ ШЛЮЗА АСУ ТП АЭС, СВЯЗЫВАЮЩЕГО СИСТЕМУ ВЕРХНЕГО (БЛОЧНОГО) УРОВНЯ СО СМЕЖНЫМИ СИСТЕМАМИ НИЖНЕГО УРОВНЯ

Степанов В. Н.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65

vnstepanov@yandex.ru

Аннотация: В данной работе описаны алгоритмы работы и структура модуля обмена данными шлюза АСУ ТП АЭС на примере модуля gate шлюзового (интерфейсного) программного обеспечения системы верхнего (блочного) уровня АСУ ТП АЭС, разработанной в ИПУ РАН. Описываемый модуль gate предназначен для обмена данными с оборудованием SICAM фирмы Siemens и др., поддерживающим протокол IEC 60870-5-104 (МЭК 60870-5-104)

Ключевые слова: АСУ ТП, АЭС, шлюз, МЭК 60870-5-104, СКУ ЭЧ, СВБУ

Введение

В основе всей сложной структуры АСУ ТП АЭС стоит связь системы верхнего блочного уровня (СВБУ) с системами нижнего уровня (СНУ) [1]. СВБУ обеспечивает централизацию контроля и управления энергоблоком АЭС, СНУ представляет собой комплекс программно-технических средств автоматизации конкретных элементов функционирования энергоблока АЭС. СНУ может содержать различное оконечное оборудование со своим программным обеспечением, с различными форматами и протоколами обмена информацией. Для обмена данными между СВБУ и СНУ используются шлюзы – аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие преобразование форматов, обработку и передачу сигналов по различным протоколам. В работе описывается структура и алгоритмы работы модуля «gate», входящего в состав шлюзового (интерфейсного) программного интерфейса (ШИПО) [2,3] и обеспечивающего обмен сигналами с СНУ по протоколу МЭК 60870-5-104 [4,5].

1 Структура шлюза АСУ ТП АЭС и место в ней модуля обмена данными gate

Программная часть шлюза АСУ ТП АЭС представляет собой шлюзовое (интерфейсное) программное обеспечение [2,3], которое состоит из стандартной (неизменной) части и модуля обмена данными (gate), который зависит от конкретной СНУ. На Рис.1 представлена упрощенная схема работы шлюза АСУ ТП АЭС.

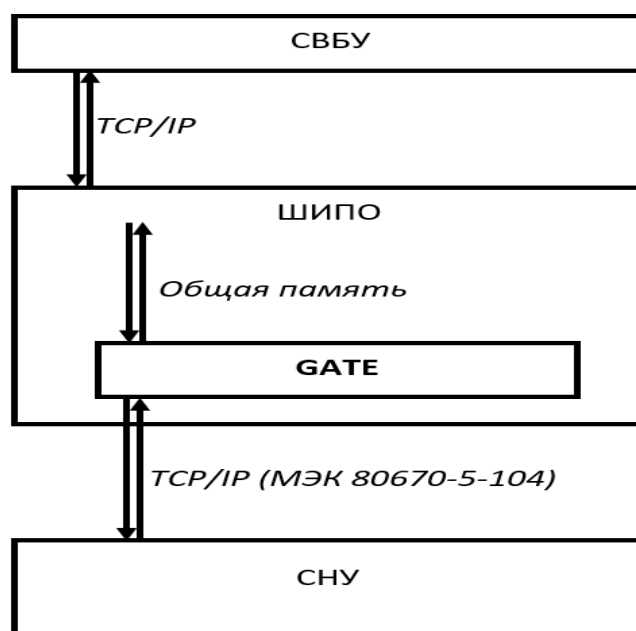


Рис. 1. Упрощенная схема работы шлюза АСУ ТП АЭС

Модуль gate интегрируется в состав ШИПО в процессе совместной компиляции кода и обменивается данными с ним посредством общей памяти. Описываемый здесь модуль gate предназначен для обмена данными с СНУ основанными на протоколе МЭК 60870-5-104. Этот

протокол по сути является протоколом МЭК 60870-5-101 (RS-232), переложенным на транспортный уровень TCP/IP. Полученные посредством gate от СЧУ данные шлюз передает в СВБУ также посредством TCP/IP, но с использованием стандартной сетевой библиотеки [1].

2 Структура и алгоритмы модуля обмена данными gate шлюза АСУ ТП АЭС

Алгоритм обмена данными в модуле gate состоит из следующих блоков (см. Рис. 2):

- Блок WRITE реализуется функцией data_write, вызываемой из ШИПО. Формат вызова функции data_write стандартизован, эта функция является интерфейсной между ШИПО и модулем gate для направления передачи из СВБУ в СЧУ. Основной функционал – подготовка и вызов следующего блока.
- Блок OUTPUT MODEL реализуется функцией ModelControl, которая осуществляет поиск поступившего сигнала в ранее загруженной конфигурации и определение его принадлежности к конкретному алгоритму обработки. Затем соответствующий алгоритм выполняется – происходит преобразование сигнала и передача его в СЧУ по протоколу МЭК 60870-5-104.
- Блок READ реализуется функциями data_read и data_read1. data_read является стандартизованным интерфейсом между ШИПО и модулем gate, только для передачи в обратную сторону – от СЧУ в СВБУ. data_read1 осуществляет инициализацию приема сигналов от конкретного подключенного модуля СЧУ. В частности, осуществляет первичный генеральный опрос СЧУ при старте шлюза и вызов функции контроля выполнения команды, описанной в следующем блоке
- Блок OUTPUT MODEL TIMEOUT содержит функцию ModelControlTimeout, которая следит за значениями определенных сигналов, которые должны измениться в результате выполнения команд от блока OUTPUT MODEL. Если какой либо сигнал за настроенный интервал времени не принял ожидаемого значения, генерируется сигнал несоответствия положению, невыполнения команды и передается в СВБУ.
- Блок ASDU RECEIVE HANDLER содержит обработчик входных сигналов от СЧУ по протоколу МЭК 60870-5-104. Происходит определение типа входного сигнала, подготовка и вызов функций следующего блока.
- Блок SEEK реализован функциями seek_ia1 для входных аналоговых сигналов и seek_id1 для входных дискретных сигналов. В данном блоке происходит поиск поступившего сигнала в конфигурации и определение алгоритма обработки, который к этому сигналу относится. Далее происходит вызов одной из функций следующего блока, в зависимости от определенного алгоритма.
- Блок INPUT MODEL реализует алгоритмы обработки входных сигналов от СЧУ и состоит из функций:
 - ModelAN – обработка и передача аналогового сигнала типов M_ME_NC_1 и M_ME_TF_1.
 - ModelOLTС – Обработка и передача сигналов положения отпаяк РПН. Преобразует сигнал типов M_ST_NA_1 и M_ST_TB_1 в набор из 19 дискретных сигналов – возможных положений отпаяк.
 - Model DI – обработка и передача однопозиционного дискретного сигнала типов M_SP_NA_1, M_SP_TB_1.
 - ModelDID – Обработка и передача двухпозиционных дискретных сигналов типов M_DP_NA_1, M_DP_TB_1.
 - ModelSWM – Реализуется алгоритм обработки сигналов от неуправляемого выключателя.
 - ModelSWinput – Реализуется алгоритм обработки входных сигналов от управляемого выключателя - разъединителя
 - ModelATSinput – Алгоритм обработки входных сигналов от системы автоматического ввода резерва (АВР)
- Блок SAVE обеспечивает запись обработанных сигналов в общую память ШИПО и реализуется функциями save_ia1 для аналоговых сигналов и save_id1 для дискретных сигналов. В данном блоке выполняются следующие функции:
 - Определение метки времени сигнала, ее достоверности и генерация новой метки времени на основе времени шлюза (при необходимости) для передачи в ШИПО

- Определение достоверности значения сигнала для ШИПО на основе двух признаков достоверности входного сигнала NT и OV [4,5]
- Принятие решения о записи сигнала в общую память ШИПО на основе внутреннего алгоритма ШИПО (факт изменения значения сигнала и т.д.) [2,3]
- Собственно запись в общую память нового значения сигнала.

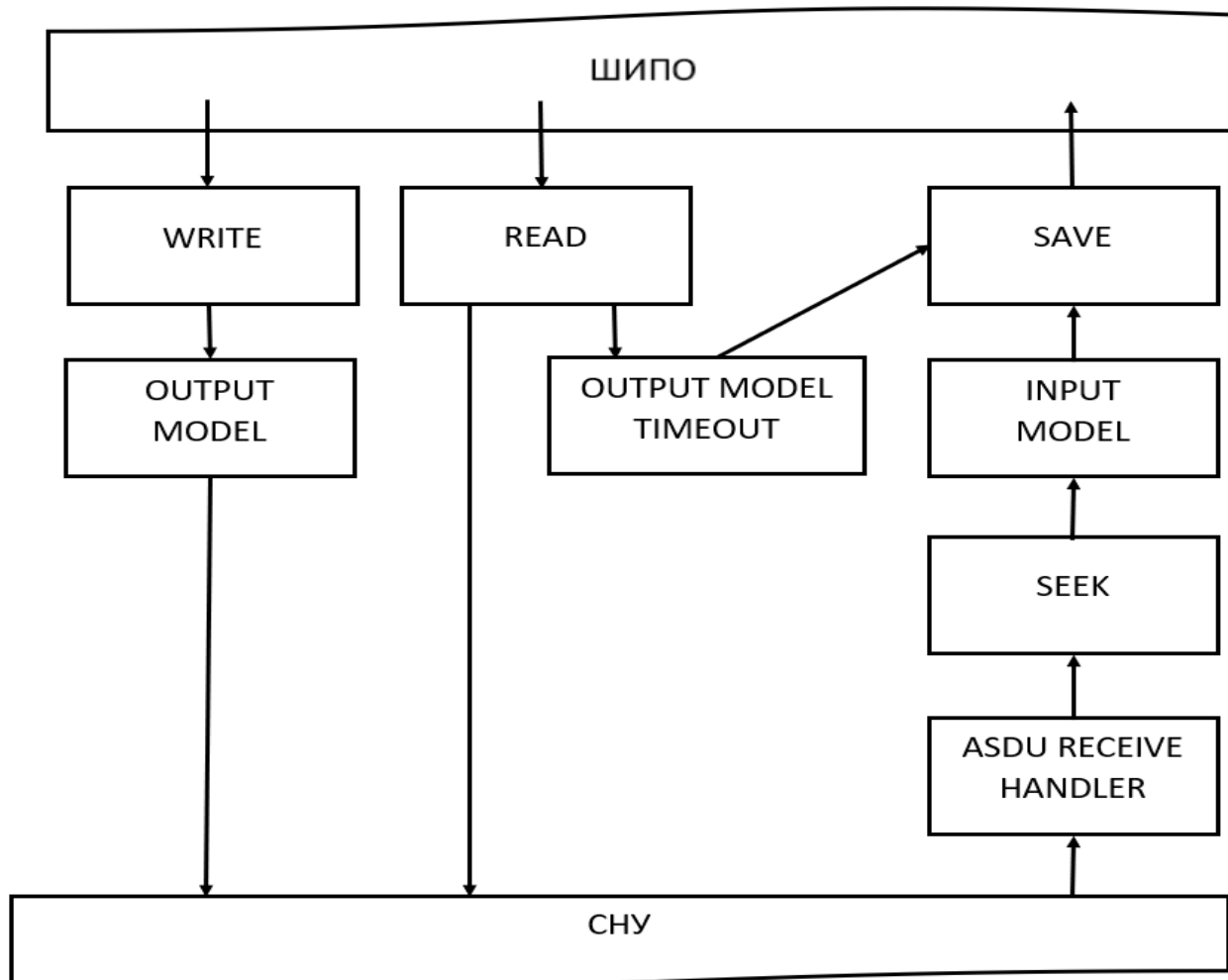


Рис. 2. Схема организации потоков данных в модуле gate шлюза АСУ ТП АЭС

3 Примеры алгоритмов обработки сигналов в модуле обмена данными gate шлюза АСУ ТП АЭС

В общем случае, задачей шлюза является прямая трансляция сигналов от СВБУ в ЧУ и обратно, с преобразованием форматов и использованием соответствующих протоколов. Существует сложное оконечное оборудование, которое может генерировать целые группы сигналов. В этом случае, в модуле обмена данными шлюза предусмотрены более сложные алгоритмы обработки и преобразования. В таблице 1 приведен пример алгоритма преобразования сигналов управляемого выключателя (разъединителя). Первые 3 столбца таблицы – это входные сигналы от ЧУ (в данном случае выключателя) или генерируемые прямо в шлюзе на основе данных от ЧУ (в данном случае отсутствия данных – невыполнения команды). Остальные 8 столбцов – сигналы в СВБУ, значения которых меняются в зависимости от значений конкретных входных сигналов.

Остальные алгоритмы обработки и преобразования входных сигналов перечислены в п. 2.

Таблица 1. Алгоритм преобразования сигналов, относящихся к управляемому выключателю

Значения сигналов в шлюзе		Значения сигналов, передаваемых в СВБУ								
Источник сигнала в шлюзе	Тип сигнала в шлюзе	Значение сигнала в шлюзе	Включен	Отключен	Включен, несоответствие положения	Отключен, несоответствие положения	Неопределенное положение	Нерабочее положение	Испытательное положение	Квитирование выключателя
10	1	0		0	0					
Положение выключателя (спонтанная передача)	00	0	0			1				
	01	0	1	0	1	0				
	10	1	0	1	0	0				
Выключатель в испытательном положении	11	1	1			1				
	0							0		
Выключатель в нерабочем положении	1							1		
	0						0			
Квитирование выключателя	1						1			
	0								0	
Шлюз	Превышение времени выполнения команды «включить»	0			0	0				0
		1			0	0				1
Шлюз	Превышение времени выполнения команды «выключить»	1			1	0				
		1			0	1				

Заключение

Описанный модуль обмена данными для шлюзов АСУ ТП АЭС интегрируется в шлюзовое (интерфейсное) программное обеспечение системы верхнего (блочного) уровня и обеспечивает обработку и двустороннюю передачу сигналов по протоколу МЭК 60870-5-104 из/в такие смежные системы АЭС, как система контроля и управления электрической частью (СКУ ЭЧ), система ввода сигналов местных пунктов управления (СВС МПУ) и др. В общем случае, описанные методы и алгоритмы позволяют реализовывать обмен данными не только для АЭС, но для любых сложных систем, имеющих в своем составе оборудование, работающее с разными форматами данных и разными протоколами передачи этих данных (что подразумевает использование шлюзов).

Литература

1. 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.
2. Бывайков М.Е. Методы унификации шлюзового программного интерфейса для систем верхнего (блочного) уровня АСУ ТП АЭС // Труды Восьмой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» MLSD 2015. Москва 29 сентября – 1 октября 2015 г. М.: ИПУ РАН. Том 2. С. 88-93. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна.
3. Бывайков М.Е. Унификация алгоритмов обмена данными для элементов крупномасштабных систем в АСУ ТП АЭС / Труды 13-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2020, Москва), под общей редакцией С.Н.Васильева, А.Д.Цвиркуна, М.: ИПУ РАН, 2020. С. 1360-1365.
4. ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей.
5. Siemens DC0-013-2.08 SICAM RTUs IEC 60870-5-101/104 Interoperability