

# Опыт интеграции микропроцессорных защит линий электропередач в систему телемеханики

*В. Ф. Прокопчик, П. Е. Бениаминов, М. В. Халтурин*

Рассматриваются основные методы передачи оцифрованных значений аналоговых сигналов в системах телемеханики, и реализация передачи значений аналоговых сигналов в программно - техническом комплексе (ПТК) "СИРИУС" на базе контроллеров "САТЕЛЛИТ".

При разработке и внедрении систем телемеханики, работающих на низкоскоростных каналах связи (телефонных), приходится сталкиваться с проблемой передачи с уровня контролируемого пункта (КП) на уровень диспетчерского пункта (ДП) значений аналоговых сигналов (ТелеИзмерений - ТИ). Проблема заключается в том, как передать по низкоскоростным каналам связи (скорость обмена не более 1200 бод) значения ТИ так, чтобы в максимально короткое время наблюдать текущие значения сигналов и при этом отследить всю динамику переходных процессов на объекте с максимально возможной чувствительностью и минимальным временным интервалом между снимаемыми значениями сигналов. Наиболее распространены два основных метода передачи данных в телемеханических системах:

Передача значения сигнала по изменению.

Циклический опрос параметра (группы параметров) с заданным временным тактом.

Рассмотрим метод передачи по изменению. Необходимо заметить, что в отличие от дискретных сигналов (ТС), меняющихся относительно редко (событийно), сигналы ТИ изменяют свои значения постоянно. Примером такого метода может служить передача при превышении значением сигнала заданного порога чувствительности (дельты). Выбрав при этом относительно небольшой порог (сравнимый, например, с классом точности датчика) и передавая на низкоскоростных каналах связи достаточно большое количество сигналов ТИ по одному направлению, можно получить определенное запаздывание поступления информации, тем большее, чем ниже скорость канала связи и чем большее количество сигналов требуется передать. Особенно ярко это проявляется при переходных процессах в технологических объектах, когда многие параметры ТИ на всех КП, подключенных к данному каналу связи, начинают одновременно и резко меняться (например, в нефтепроводном транспорте, при пуске или остановке нефтеперекачивающей станции - НПС). Конечно, данную проблему можно было бы решить путем уменьшения количества сигналов ТИ, проходящих через данный канал связи (например подключив по одному КП на канал связи), или путем закругления порога чувствительности по сигналам, но первый путь трудно реализуем из-за ограниченного числа каналов связи, а при втором становится проблематичным полное отображение динамики протекающих технологических процессов. Если же для передачи значений сигналов ТИ избрать метод циклического опроса, то в этом случае, очевидно, может произойти потеря промежуточных значений сигналов, которые могут потребоваться для анализа развития процесса (т.е. снижается разрешающая способность по времени, тем больше, чем больше КП подключено к одному каналу связи и чем больше сигналов ТИ опрашивается на каждом из КП), даже если подобрать время цикла таким образом, чтобы за минимально возможное время опросить значения всех ТИ со всех КП на канале связи (не забывая при этом про передачу изменений дискретных сигналов - ТС).

Таким образом, оба рассмотренных метода передачи не дают хороших результатов по оперативности и полноте получения значений аналоговых сигналов.

В устройствах контролируемого пункта (КП), входящих в состав ПТК "СИРИУС", в разное время использовались оба основных типа передачи значений сигналов ТИ:

В первом поколении КП - контроллерах "МИКОНТ", использовался циклический опрос значений параметров ТИ, при этом, естественно, на графиках изменения значения параметра не было отображения всей динамики процессов.

Во втором поколении КП - контроллерах "МИКОНТ-М", был применен метод передачи сигналов ТИ при изменении значения параметра больше, чем на заданную величину порога чувствительности (дельты), индивидуальную для каждого сигнала (см. рисунок 1).

С точки зрения отображения процессов метод оказался хорош, однако, при множественных изменениях наблюдалось довольно ощутимое замедление получения текущих значений параметров. Для устранения эффекта замедления передачи текущего значения был применен метод оценки заполненности буфера передачи и "прореживания" значений параметров в данном буфере при высоком заполнении, что, в свою очередь, опять - таки привело к потерям промежуточных точек.

В третьем поколении КП ПТК "СИРИУС" - контроллере "САТЕЛЛИТ" был реализован комбинированный метод передачи, а именно - циклический опрос текущих значений сигналов ТИ плюс отложенная по времени передача динамики развития процесса - история ТИ. Такой комбинированный метод позволил достаточно быстро получать текущие значения ТИ, не теряя при этом промежуточных значений. Хотя метод и не решает в общем случае задачу передачи значений аналоговых сигналов - иметь все параметры быстро, с максимальной чувствительностью и минимальным временным разрешением, тем не менее он позволил частично устранить недостатки, присущие ранним поколениям контроллеров.

Реализован механизм сбора и передачи значений сигналов ТИ в контроллере "САТЕЛЛИТ" следующим образом:

Первичное накопление истории сигналов ТИ происходит в Базе Данных контроллера, при этом значения истории по каждому из параметров хранятся в соответствии со структурой следующего вида :

Наименование поля	Комментарий
Count_All	Максимальный размер структуры данных
Count_Current	Счетчик текущего заполнения данных
Value_0	Текущее значение сигнала
Time_0	Время возникновения текущего значения сигнала
Value_1	Значение 1 истории сигнала
Time_1	Время возникновения значения 1 истории сигнала
...	...
Value_N	Значение N истории сигнала
Time_N	Время возникновения значения N истории сигнала

Значения сигнала помещаются в историю в том случае, если они удовлетворяют двум критериям :

Новое значение истории (Value\_N) должно отличаться от предыдущего (Value\_N-1) больше, чем на заданную величину порога чувствительности (дельты).

Время возникновения нового значения (Time\_N) должно отличаться от предыдущего значения (Time\_N-1) не меньше, чем на заданную величину временного разрешения. При этом новое значение вставляется в историю в качестве последнего значения истории сигнала (Value\_N) и в качестве текущего значения сигнала (Value\_0). Если в процессе заполнения данной структуры произойдет циклический опрос параметра, то по циклическому опросу на верхний уровень системы телемеханики будет передано текущее значение (Value\_0), при этом соответствующий текущему значению сигнала элемент истории (Value\_N) будет удален. После заполнения вышеуказанной структуры данных, весь массив истории помещается в буфер передачи, а в БД контроллера накопление массива истории начинается снова. Передача массивов истории из буфера на верхний уровень системы происходит в соответствии с минимальным приоритетом, т.е. тогда, когда не имеет места передача команд управления и регулирования (ТУ и ТР), не

происходит циклический опрос сигналов ТИ и отсутствует необходимость передачи изменений дискретных сигналов ТС. Учитывая принятый в ПТК "СИРИУС" формат передачи времени возникновения сигнала (двухбайтная величина задержки возникновения сигнала от текущего момента времени - при таком способе передачи времени сигналов не требуется синхронизация по времени всех устройств в системе, что очень удобно при разветвленной структуре системы и низкоскоростных каналах связи), история ТИ может храниться в буфере передачи около двух часов, ожидая передачи на верхний уровень, и, если за это время история не была передана, то она удаляется.

Как показала практика применения контроллеров "САТЕЛЛИТ" в качестве линейных и станционных КП в составе АСУ ТП ОАО "Верхневолжские магистральные нефтепроводы", такой метод передачи значений аналоговых сигналов позволяет достоверно отобразить технологические процессы, возникающие в трубопроводе. На рисунке 2 показаны графики изменения давления на входе и выходе при пуске нефтеперекачивающей станции (НПС), составленные из значений, переданных с контроллера "САТЕЛЛИТ", и рядом график изменения давления на линейной задвижке, сформированный на основе данных, полученных от КП ТМ-120.2 (с КП ТМ-120.2 при каждом обращении передается блок информации по ТИ и ТС, т.е. используется метод опроса с минимально возможным циклом).

График изменения давления на выходе НПС, построенный на основе значений, переданных с контроллера "САТЕЛЛИТ".

График изменения давления на входе НПС (тоже "САТЕЛЛИТ").

График изменения давления на линейной задвижке, построенный на основе значений, переданных с КП ТМ-120.1. Из приведенных на рисунке 2 зависимостей видно, что использование выбранного комбинированного метода передачи значений аналоговых сигналов позволяет получить более точную картину происходящих технологических процессов, чем метод циклического опроса. В то же время, при использовании данного метода не теряется оперативность получения текущих значений сигналов, как в случае передачи при превышении порога чувствительности.

В данное время ведутся работы по реализации в контроллере "САТЕЛЛИТ" постоянно хранящегося архива выбранных параметров, в который заносятся значения выбранных сигналов ТИ и ТС при возникновении аварии, что позволит получить точную картину развития аварийных ситуаций вне зависимости от состояния каналов связи во время возникновения аварии.