

СБОР ДАННЫХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ.**МЕТОДЫ И ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ВОДО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

А.В. Фрейман, А.С. Шинкевич
(ООО "Прикладные Исследования и Разработки")

Показана актуальность задачи сбора и обработки данных с территориально распределенных объектов в различных областях промышленности, в том числе в системах учета водопотребления, а также в жилищно-коммунальном хозяйстве. Описаны различные варианты коммуникации диспетчерского пункта и удаленного объекта на базе проводной и беспроводной связи. В качестве примеров рассмотрены проекты по автоматизации необслуживаемых котельных и водомерных узлов, расположенных в подвалах жилых домов.

Для обеспечения безопасной работы энергоустановок и поддержания нормальной работы энергосетей требуется осуществлять контроль параметров, характеризующих состояние объектов, и оперативно производить управление зачастую сложными распределенными системами. На таких принципах строятся крупные автоматизированные системы во всех областях промышленности и коммунального хозяйства. Число параметров в некоторых из них может исчисляться тысячами. Это могут быть как параметры работы энергоустановок, так и телеметрические или коммерческие параметры энергоносителей. В ряде случаев, например, в диспетчерских системах необслуживаемых отопительных котельных, различного уровня диспетчерских системах и системах учета в сетях водо- и газоснабжения, первичные приборы могут располагаться на достаточно большом удалении от мест сбора информации. Для этого требуется создание систем дистанционного сбора, хранения, передачи данных и управления, которые, в свою очередь, являются компонентами SCADA-системы.

В типичной SCADA-системе можно выделить три составляющие¹ (рис. 1):

- удаленный терминал – интеллектуальное устройство, осуществляющее сбор данных и управляющее по месту ТП;
- диспетчерский пункт, где обрабатываются данные и происходит оперативное управление процессом;
- коммуникационная система, необходимая для передачи данных в диспетчерский пункт и управляющих воздействий из диспетчерского пункта в удаленный терминал.

Важное место в этой схеме отводится коммуникационной системе. Сегодня разработаны и успешно внедряются современные технические и программные средства связи, позволяющие расширить сферу применения автоматизированных систем. К ставшим уже привычными радио, сотовой, спутниковой связи добавились технологии Wi-Fi и Bluetooth. Вместе с аналоговыми активно используются и цифровые проводные соединения. В каждом конкретном случае из всего многообразия коммуникационных систем можно найти наиболее подходящее для данной задачи решение.

Еще лет пять назад большинство систем строилось с использованием проводной связи. Связано это

было в основном с ее простой реализацией, относительной дешевизной, сложностью и несовершенством внедрения существующих на тот момент беспроводных технологий. Сегодня беспроводные технологии стали более доступны как с точки зрения стоимости, так и простоты сопряжения большинства из них со средствами сбора информации. В связи с этим доля проектов автоматизации с использованием беспроводной связи и арендованных линий, предоставляемых различными операторами, постоянно растет.

Необходимость бесконтактного сбора информации может быть вызвана различными факторами, например, невозможностью напрямую подключиться к источнику информации по причине отсутствия доступа (опломбировано, закрыто), длительностью ожидания доступа (ответственный за доступ к объекту находится на другом объекте), трудностью доступа к датчику или архивирующему оборудованию (узкие проходы, низкие подвалы, проводка, трубопроводы, высокая температура, агрессивные среды) и т.д. За последние несколько лет сотрудниками нашей компании были разработаны и внедрены несколько диспетчерских и информационных систем на основе практически всех доступных линий связи.

Решения на базе коммутируемых или выделенных линий связи имеют как свои достоинства, так и недостатки. В случае, если физический канал связи уже существует и нет необходимости выполнять работы по его прокладке, этот вид связи является наиболее доступным по цене. Коммутируемые модемные соединения до сих пор являются основным видом связи в промышленности при удаленной передаче данных. Поддержка интерфейса АТ-команд модемов на коммутируемую линию реализована в большинстве ПЛК и серверах ввода/вывода. Конечно, решения разных производителей часто отличаются по функциональности. Если ПЛК, который будет использо-



Рис. 1

¹Бузинов Р.А. Беспроводные технологии в промышленной автоматике //Промышленные АСУ и контроллеры. 2002. № 9.

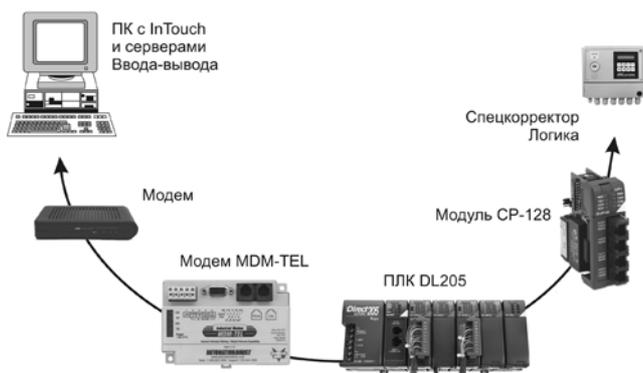


Рис. 2. Структура соединения оборудования для коммутируемой линии связи

ван в проекте, известен заранее, разработчикам остается максимально использовать возможности ПО производителя и в случае недостаточной функциональности реализовывать требуемые опции. Часто отсутствует возможность интеллектуального использования одного канала со стороны диспетчерской для связи с несколькими удаленными объектами. Под интеллектуальным использованием подразумевается возможность задания сложного цикла опроса. Например, при получении сообщения о нештатной ситуации, требуется прервать основной цикл опроса и связаться с аварийным объектом для детальной оценки его состояния. Иногда функции циклического опроса объектов по разным номерам телефонов не позволяют задавать паузы между опросом, т.е. после завершения опроса последнего объекта опрос начинается сначала, вместо того чтобы перейти в режим таймера. Такая ситуация усложняет процесс мгновенной передачи сообщения об аварии со стороны удаленного объекта в диспетчерскую, поскольку линия занята опросом других объектов.

В этом плане интересен опыт использования управляемого сервера ввода/вывода AutomationDirect KepDirect IO-Server. На его базе был успешно реализован периодический опрос состояния удаленного объекта с переходом в режим ожидания после успешного опроса. В режиме ожидания ПК диспетчера принимал входящие звонки, сообщающие о нештатной ситуации. Полная картина состояния удаленного объекта передавалась сразу же с передачей данных о нештатной ситуации. Интеллектуальное управление сервером ввода/вывода взяла на себя SCADA-система InTouch производства компании Wonderware. Для управления сервером использовались встроенные функции этой среды. Со стороны удаленного объекта был применен специальный промышленный модем AutomationDirect MDM-TEL. Его особенностью является возможность конфигурирования номера телефона и временных циклов для звонка вонне при получении логической единицы на дискретный вход модема. Кроме того, модем может включить свой дискретный выход для сообщения о том, что получен входящий звонок и соединение установлено. Дискретный вход/выход были подключены к ПЛК

DirectLOGIC DL205, который управлял ТП объекта. В составе контроллера DL205 был использован дополнительный процессорный модуль AutomationDirect FACTS CP-128, позволяющий выполнять программирование на языке высокого уровня BASIC. Он содержит три конфигурируемых порта и используется как средство реализации уникальных протоколов обмена с интеллектуальным оборудованием. В рамках описываемого проекта была реализована связь с устройствами коммерческого учета тепла Логика СПТ971 и газа Логика СПГ761 по протоколу СПСеть (разработка ЗАО "НПФ ЛОГИКА"). Результаты опроса этих специализированных вычислителей записывались в основную память ПЛК DL205 и передавались в диспетчерскую. Таким образом, можно говорить о том, что была реализована схема опроса данных, которые проходили через следующую цепочку управляемых и управляющих устройств и программ: SCADA-система InTouch, сервер ввода/вывода AutomationDirect KepDirect, модем ПК, модем AutomationDirect MDM-TEL, ПЛК DirectLOGIC DL205, сопроцессор AutomationDirect FACTS CP-128, узел коммерческого учета Логика (рис. 2). Объектом автоматизации являлась необслуживаемая котельная в одном из районов С.-Петербурга, и описанная конфигурация программных и технических средств позволила обеспечить ее бесперебойную и надежную работу.

В тех случаях, когда физически не существует проводного канала для передачи данных, а расстояния между источником и приемником данных велики, активно используются технологии сотовой связи. Сотовая сеть предоставляет несколько возможностей передачи данных. Среди них наиболее распространены коммутируемые модемные соединения и пакетная передача данных через короткие текстовые сообщения SMS.

Для реализации передачи данных в стандарте GSM в проекте диспетчеризации трех модульных котельных были экономически просчитаны, технически проработаны и предварительно реализованы с требуемой степенью детализации различные способы связи через сеть GSM с использованием услуг существующих на тот момент сотовых операторов Северо-Запада России: аналоговое модемное соединение между любыми модемами; цифровое модемное соединение между GSM модемами; передача коротких текстовых сообщений SMS.

В случае аналогового модемного соединения данные передаются при помощи модулированного звука в обоих направлениях, а сеть GSM в данном случае выступает в качестве подвижной инфраструктуры, позволяющей это делать. Поскольку в сети GSM применяется пакетный принцип передачи голоса, а аналоговое соединение по своей природе непрерывное, к качеству связи, предлагаемому сотовыми операторами, должны выдвигаться повышенные требования. После длительных испытаний были определены ха-

рактические характеристики предоставленной связи GSM, по которым можно судить о ее качестве. К ним относятся:

- устойчивость голосовой связи. При пропадании устойчивости с большой вероятностью требовалась повторная синхронизация аналоговых модемов или повторный звонок;

- скорость модемного соединения. При низкой скорости, которая при GSM-соединении обычно не больше 9600 бит/с, велика вероятность нарушения контрольной суммы передаваемых данных, это приводит к необходимости повторного звонка.

Цифровое модемное соединение возможно только между GSM-модемами. Большинство GSM-модемов позволяют сконфигурировать обязательный протокол для связи V.110. Установленное по нему цифровое ISDN соединение позволяет перенести ответственность за целостность передаваемых данных на протокол, когда он автоматически будет контролировать и гарантировать передачу данных. Поднятие трубки на ответной стороне означает готовность соединения к передаче данных и позволяет начать передачу сразу же. При небольших объемах сеанс связи может длиться менее 5 с, нетарифицируемых у большинства сотовых операторов. Экспериментально проверить данный тип связи не удалось по объективным причинам, но по данным службы поддержки сотового оператора такая возможность существует.

Третий способ связи — передача коротких текстовых сообщений SMS. Его можно использовать для передачи данных в виде последовательности символов. Эта последовательность должна соответствовать какому-либо протоколу связи для того, чтобы устройства могли обмениваться информацией. В зависимости от возможности ПЛК и ПО диспетчерской необходимо сделать выбор в пользу реализации стандартного протокола обмена или определить свой. Существует ограничение на длину одного SMS-сообщения — 160 символов. Большие объемы информации можно передать последовательностью SMS. Реализация своего протокола обмена позволяет существенно сократить объем передаваемых данных, и соответственно сократить текущие расходы на коммуникационную систему в процессе эксплуатации. Такое решение было принято в проекте диспетчеризации трех модульных котельных, в котором решались следующие задачи:

- опрос датчиков, характеризующих технологическое состояние объектов;
- постановка объектов на охрану по датчикам движения и замкнутому контуру дверей и окон;
- удаленное управление ТП объектов;
- обеспечение возможности моментально передать информацию о нештатной ситуации в диспетчерскую, вне зависимости от запланированной частоты опроса удаленных объектов.

Среди специфических требований заказчика было и такое — контроллеры должны работать и в неотапли-

ваемом помещении. Специалисты ООО "Прикладные Исследования и Разработки" предложили использовать контроллеры SCADAPack, рассчитанные на тяжелые условия эксплуатации (-40...70 °С) и обладающие богатыми коммуникационными возможностями.

Отличительной особенностью контроллера является возможность программирования его как на языке релейной логики для управления ТП объекта, так и на языке С. В процессе работы ПЛК осуществляется обмен данными между этими двумя программами. Использование же языка высокого уровня позволяет без дополнительных устройств реализовать протокол обмена с GSM-модемом. В данном случае использовался промышленный GSM-модем Siemens TC35 (рис. 3).



Рис. 3. GSM-модем Siemens TC35

В ПЛК была реализована программа, позволяющая следить за наличием новых SMS-сообщений, читать их и удалять полученные, отправлять SMS, содержащие данные о состоянии объекта в диспетчерскую в ответ на запрос или при возникновении нештатной ситуации.

Со стороны диспетчерской находится ПК, обеспечивающий прием SMS от GSM-модема. Связь с GSM-модемом обеспечивает ПО WinSMS, которое позволяет работать с SMS-сообщениями через программные интерфейсы DDE, OLE и через командную строку. В качестве рабочей среды оператора так же, как и в проекте с коммутируемой линией связи использовалась SCADA-система InTouch, выполняющая все те же функции: отображение информации, архивацию параметров, вывод графиков и отчетов и, в дополнение к этому, управление.

Структура ПО рабочего места оператора всегда одинакова. Это — среда отображения или ЧМИ и сервер ввода/вывода, который, с одной стороны, взаимодействует с ПЛК, а с другой — позволяет ЧМИ получать и передавать данные к ПЛК. Стандартный интерфейс со стороны ЧМИ позволяет менять сервера ввода/вывода в зависимости от применяемых ПЛК. Этим достигается модульность, гибкость и независимость всего программно-аппаратного комплекса средств, что в свою очередь повышает надежность управления ТП.

Большинство серверов ввода/вывода, взаимодействуя с ПЛК, использует для этого коммуникационные порты ПК, реализуя стандартный или уникальный протокол связи с контроллером. Сами ПЛК реализуют стандартные или собственные протоколы связи аппаратными средствами. Базовый способ связи — это прямое кабельное соединение ПЛК-ПК. Однако возможно имитировать его при помощи вспомогательных ПЛК или независимой отдельно работающей коммуникационной программы (в данном случае — программа, написанная на языке С в ПЛК SCADAPack). Дополнительный контроллер становится, по сути, коммутатором портов. Основная часть программы реализует передачу данных через модем

или SMS, управляя GSM-модемом через АТ-совместимый интерфейс. После корректной установки связи полученные данные передаются через другой коммуникационный порт на ПЛК. С точки зрения контроллера соединение производится по прямому кабельному соединению в стандартном или уникальном протоколе ПЛК, хотя на самом деле данные передаются через сеть GSM. Основное достоинство такой структуры заключается в возможности использования драйверов ввода/вывода от производителя ПЛК с заведомо корректной реализацией протокола обмена, несмотря на то, что драйверы не поддерживают работу с SMS.

Имитировать прямое кабельное соединение возможно и через мобильную IP-сеть на базе GSM GPRS технологий. Для этого использовался GSM-модем WaveCom, который аппаратно реализовывал стек IP-протоколов (рис. 4).

Этот GSM-модем также управляется через АТ-совместимый интерфейс. Комплекс программно-аппаратных средств должен был применяться в сложных с точки зрения связи условиях эксплуатации. Периодически GSM-сеть становилась недоступной. Сведения обо всех событиях и состояниях GSM-модем передавал в свой коммуникационный порт. Подобные сообщения представляют большой интерес для поддержания активного состояния модема (режима готовности к прямой передаче данных). Однако они не соответствуют протоколам связи с ПЛК и не могут быть корректно им обработаны. Поэтому роль по поддержанию связи взял на себя дополнительный ПЛК — ICP DAS I-7188, выбор в пользу которого был сделан благодаря таким его характеристикам, как надежность, простота использования и невысокая цена. На базе данного ПЛК был реализован интеллектуальный коммутатор портов с расширенными возможностями отладки через третий порт для подключения инженерного ПК. Интеллектуальная коммутация позволяла получать на инженерный порт все передаваемые данные от ПЛК в диспетчерскую и обратно, а также имитировать протокол обмена ПЛК-ПК, передавая данные из инженерного порта в одном из заданных направлений (рис. 5).

Поскольку средой передачи данных стала выделенная IP-сеть, а сервер ввода/вывода на ПК диспет-



Рис. 5. Структура коммуникации оборудования для передачи данных

чера не поддерживал обмена по IP, был применен программный имитатор коммуникационного порта ПК Labtam VPortPro 2.0. Конфигурация каждого виртуального коммуникационного порта содержала информацию о статическом IP-адресе объекта. Недостатком в данном случае могла стать невозможность динамической программной конфигурации соответствия IP-адреса и СОМ-порта. При реализации проекта необходимости в этом не было, а модульная структура построения системы позволяла заменить ПО виртуальных СОМ-портов на альтернативный, более функциональный продукт.

С практической точки зрения представляет интерес система дистанционного сбора, хранения и передачи данных, работающая периодически на основе радиосвязи. При этом датчики расположены в труднодоступных местах, а стационарные средства связи отсутствуют. Данные для последующего анализа динамики процесса должны собираться с распределенных по территории объектов без доступа к датчикам и архивирующему оборудованию, т.е. бесконтактным или коммутируемым способом. После передачи архивной информации на мобильный или удаленный ПК со всех или части объектов данные должны быть сохранены в кроссплатформенном формате, а также быть доступными для просмотра в графическом виде.

В общем виде задачи, решаемые такой системой, могут быть сформулированы следующим образом:

- обеспечение периодического сохранения показаний датчиков или приборов (динамики процессов);
- обеспечение бесконтактного или коммутируемого сбора сохраненных архивных данных в мобильный или удаленный ПК;
- предоставление информации для анализа в виде графиков и отчетов.

Для решения данных задач была предложена система на базе следующих технических и программных средств. Комплекс построен на контроллерах DirectLOGIC серии DL05. ПЛК DirectLOGIC представлены различными моделями, отличающимися размерами, коммуникационными возможностями, числом и типом принимаемых сигналов, объемами памяти, производительностью. Контроллер серии DL05 был выбран исходя из тех соображений, что его производительность и объем собираемой информации для данной задачи не являются критическими параметрами. Однако особое внимание было уделено вопросу оптимизации ведения архива во встроенной в ПЛК памяти, так как это напрямую влияет на его максимальный размер устройства.

Архивируемая величина может быть получена через дискретные или аналоговые входы модулей ввода контроллера, по различным стандартным протоколам связи (например, MODBUS) через коммуникационный порт RS-232 или RS-485/RS-422. Кроме того, при необходимости может быть реализован произвольный протокол обмена измерительного устрой-



Рис. 4. GSM-GPRS-Модем

ства с помощью модуля сопроцессора. Также может происходить одновременная архивация нескольких параметров с разной периодичностью.

Среди альтернативных вариантов каналов связи представляется предпочтительным радиоканал с использованием модемов "Невод" российского производства, благодаря малой мощности которых (не более 10 мВт) на их использование не требуется специального разрешения. Данные модемы обеспечивают устойчивую связь, имеют несколько вариантов антенн для обеспечения разной дальности и конфигурации системы, а также различных условий эксплуатации. Через канал, организованный с использованием радиомодемов "Невод", данные собираются на мобильный ПК, на котором устанавливается SCADA-система InTouch, предназначенная для представления архивированных данных в требуемой форме.

Структурная схема сбора и передачи данных от датчика (например, расходомера) до мобильного или стационарного ПК представлена на рис.6, схема компоновки модема и контроллера – на рис. 7. Физическая среда, воздействуя на механизм расходомера, инициирует импульсы, которые обрабатываются контроллером. Полученные данные сохраняются в памяти ПЛК. Два радиомодема, находящиеся в зоне "видимости" друг друга и настроенные на режим "прозрачной" передачи данных, образуют прямое соединение между мобильным ПК и контроллером через их коммуникационные порты RS-232. Специальная программа сбора контроллера, опроса и визуализации информации, реализованная средствами SCADA-системы Wonderware InTouch и сервера ввода/вывода Kerware KerDirect, считывает заданные области памяти контроллера для дальнейшего анализа. Полученная информация добавляется в архив и доступна оператору в любое время в виде графиков и значений. Средствами InTouch реализованы инструменты перемещения и масштабирования для архивных графиков. Как альтернатива SCADA-системе InTouch может быть использован Microsoft Excel, читающий сохраненные данные в памяти контроллера прямо в таблицу.

Система, описанная выше, прошла апробацию на десяти водомерных узлах, расположенных в подвалах жилых домов. Для снятия показаний был организован периодический объезд территории на автомобиле, оборудованном мобильным ПК и радиомодемом "Невод". Находясь в пределах прямой видимости с объектом на расстоянии до 500 м, оператор инициировал связь с модемом водомерного узла и производил считывание архива с контроллера. По окончании сеанса связи модем водомерного узла переводился в режим ожидания. Сравнительный анализ данных, сохраненных в мобильном ПК, с прямыми показаниями расходомеров выявил хорошее совпадение резуль-



Рис. 6. Структурная схема бесконтактной системы сбора и передачи данных

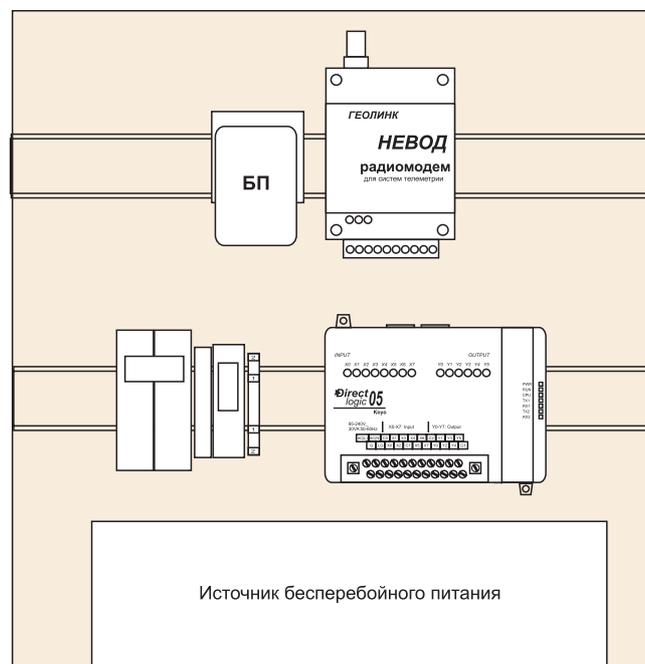


Рис. 7. Схема компоновки шкафа с контроллером и модемом

татов. За время испытаний отмечалась стабильность работы и высокая помехоустойчивость системы в условиях города.

В ходе выполнения описанных выше работ были изучены, смоделированы, испытаны и внедрены различные способы связи интеллектуального промышленного оборудования, ПЛК, персональных и мобильных компьютеров. Из всех возможных вариантов коммуникации были отобраны для внедрения наиболее современные и подходящие для каждой конкретной ситуации программно-технические комплексы связи.

Результаты внедрения показали, что в системах учета водопотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве предпочтительно использовать коммуникационные системы на базе радиомодемов "Невод". Эти системы при минимальных капитальных затратах обеспечивают высокие эксплуатационные характеристики и независимы от каких-либо провайдеров услуг связи.

Фрейман Александр Викторович – начальник отдела АСУТП,
Шинкевич Александр Сергеевич – инженер-программист ООО "Прикладные Исследования и Разработки".

Контактный телефон (812)323-90-16.

E-mail: pir@infopro.spb.su