

Организация надёжных каналов связи при передаче технологических данных

Роман Большаков

В статье описано программное решение для управления каналами передачи данных распределённой системы АСУ ТП. Программа способна обеспечить симплексный или дуплексный обмен между двумя и более удалёнными точками без использования проводных средств связи. Дано описание надёжного механизма обмена данными между двумя удалёнными объектами по ненадёжным каналам связи. Рассмотрен реальный проект автоматизации водонасосных станций, в рамках которого были подтверждены корректность и требуемая надёжность этой программы при обеспечении передачи технологических данных для синхронизации двух SCADA-систем.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе автоматизации часто возникает задача сбора данных с удалённых объектов и передачи их в пункт обработки данных. Однако далеко не всегда есть возможность обеспечить такой удалённый объект надёжными и стабильными каналами связи, такими как, например, кабельные каналы. В этом случае приходится прибегать к менее надёжным каналам связи, например беспроводным каналам в безлицензионном диапазоне 433 МГц с мощностью передатчика до 10 мВт. Отсутствие стоимости владения каналом связи является его несомненным достоинством, но проблема таких каналов связи состоит в том, что они менее устойчивы к воздействию внешних факторов, таких как широкополосные помехи (например, от военных средств связи и РЭБ).

Существует много вариантов организации удалённого взаимодействия без использования проводных средств связи. Очевидно, что для достижения максимальной надёжности следует иметь возможность оперативно сменить канал связи в случае его неудовлетворительной работы. Для этого необходимо организовать механизм автоматического переключения между каналами и анализ качества канала передачи данных. Таким образом может быть реализовано резервирование каналов связи.

ЗАДАЧА АВТОМАТИЗАЦИИ

Задачей, в рамках которой требовалось организовать автоматическое управление каналами беспроводной связи, стал проект по созданию автоматизированной системы управления во-

донасосной станцией второго подъёма (АСУ ВНС-2) по заказу МУП «Водоканал» г. Зеленоградска Калининградской области. Общий вид машинного зала ВНС-2 показан на рис. 1.

АСУ ВНС-2 представляет собой человеко-машинный комплекс и предназначена для:

- диспетчерского контроля и дистанционного управления электроприводами технологических агрегатов насосной станции и скважин;
- обеспечения автоматической работы технологических агрегатов;
- диспетчерского контроля основных технологических параметров;
- формирования аварийной и предупредительной сигнализации на основе состояния оборудования и значений технологических параметров;
- определения времени работы и простоя технологического оборудования;
- формирования в реальном масштабе времени и накопления данных о состоянии технологического оборудования;
- формирования отчётных и статистических документов.

Структурная схема АСУ ВНС-2 приведена на рис. 2. В составе показанной структуры используются три вида удалённых объектов, между которыми необходимо организовать взаимодействие:

- скважина (ВНС первого подъёма) — это территориально удалённый от ВНС-2 объект (рис. 3), на котором

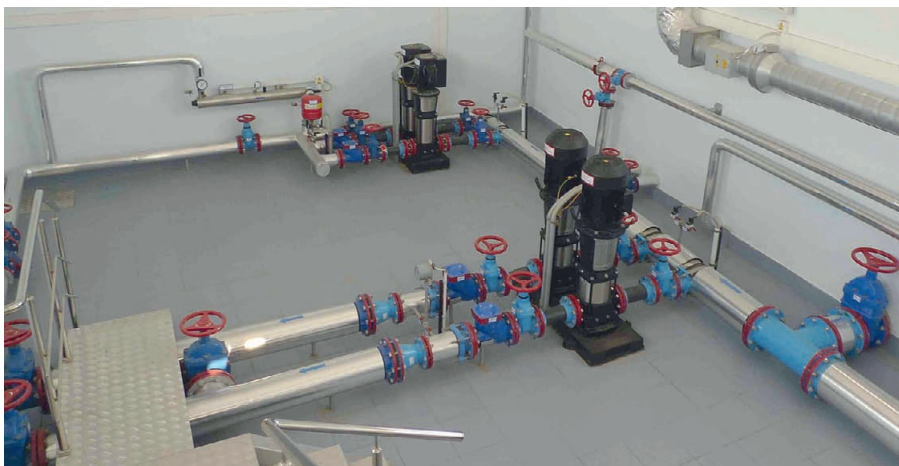


Рис. 1. Общий вид машинного зала ВНС-2

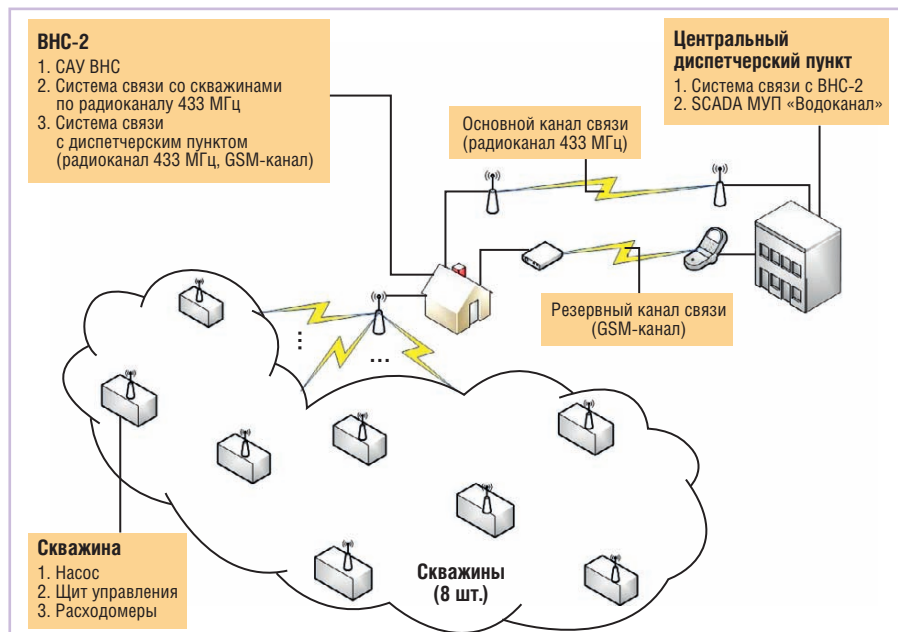


Рис. 2. Структурная схема АСУ ВНС-2

установлены насос, щит управления скважиной, расходомер;

- водонасосная станция (ВНС-2) – объект, на котором установлена система автоматизированного управления ВНС (САУ ВНС), обеспечивающая централизованное управление и диспетчеризацию скважин по радиоканалам 433 МГц, а также реализована система связи с центральным диспетчерским пунктом МУП «Водоканал»;
- центральный диспетчерский пункт – объект, на котором устанавливается система связи с ВНС-2 и SCADA МУП «Водоканал».

В рамках этого проекта требовалось организовать автоматизированное рабочее место центрального диспетчерского пункта (АРМ ЦДП), которое должно обеспечивать централизованный сбор, обработку, хранение и визуализацию собранной с объекта автоматизации информации. Копия экрана АРМ диспетчера приведена на рис. 4. ВНС-2 управляется локальной системой АСУ ТП, имеющей собственную SCADA. Экраны формы локальной SCADA-системы на ВНС-2 аналогичны экранам формам АРМ диспетчера. Ввиду возможности появления на объекте водяных брызг управление SCADA-системой осуществляется с использованием пылевлагозащищённого сенсорного монитора, а сам монитор вмонтирован в лицевую панель шкафа управления. Станция ВНС-2 располагается на удалении примерно двух километров от центрального диспетчерского пункта и находится вне зоны надёжной радио-

связи, которой препятствуют зона городской застройки и лесной массив. Обеспечение объекта кабельной связью не представлялось возможным в силу отсутствия необходимых коммуникаций и высокой стоимости организации таких каналов связи. Таким образом, единственный приемлемый в данных условиях способ обеспечения передачи технологических данных – использование средств радиомодемовой связи. Основным канал был реализован на радиомодемах, резервный – на GSM-соединении.

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛАМИ СВЯЗИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Для управления каналами связи была разработана специальная программа, которая способна осуществлять манипуляции с зарегистрированными каналами и может обеспечить передачу технологических данных между двумя и более SCADA-системами.



Рис. 3. Скважина (ВНС первого подъёма)

Основные функции, которые были реализованы в этой программе:

- взаимодействие с локальной SCADA-системой;
- реализация индивидуального протокола обмена данными;
- возможность создания удалённого подключения и работы с использованием традиционных сетевых протоколов TCP/IP и UDP;
- создание канала связи с использованием радиомодемов;
- создание канала связи с использованием GSM-модемов;
- контроль наличия канала связи;
- смена канала связи;
- регистрация событий внутренней работы приложения и обмена данными.

Программа была построена по принципу клиент-серверного взаимодействия. В роли клиента и сервера выступает один и тот же программный модуль. Роль конкретного приложения определяется соответствующими настройками. Разница между клиентом и сервером заключается в поведении каждого из них. Для обеспечения надёжной и контролируемой работы приложения был разработан собственный протокол обмена данными и управления каналами связи, описываемый далее.

Сервер в данном случае пассивен: он не восстанавливает каналы связи, не инициирует обмен и не удерживает канал связи. Все эти функции возложены на клиентскую часть. Сервер только «слушает» все зарегистрированные порты, к которым подключены средства связи, а также отвечает на запросы клиента. Только в случае успешного установления канала связи сервер с заданной периодичностью опрашивает «свою» SCADA-систему и отправляет обновлённые значения клиентскому приложению. Серверная часть уста-

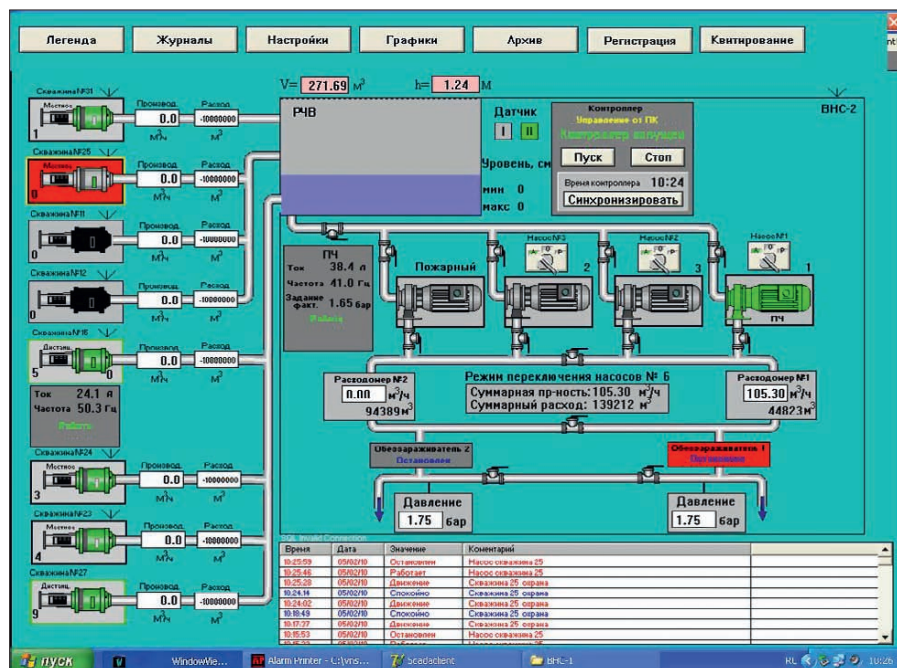


Рис. 4. Копия экрана АРМ диспетчера

наливается на удалённый объект, на котором большинство систем работает в автоматическом режиме без вмешательства оператора. Поэтому чем проще организована работа подсистем, тем надёжнее работает вся система.

Основные функции возложены на клиентское приложение. Клиентская часть устанавливает канал связи, контролирует его состояние, инициирует обмен данными и реализует механизм надёжного взаимодействия. Создание и управление каналом связи зависит от типа создаваемого канала. Например, если создаётся радиоканал с использованием радиомодемов, то для установления канала связи достаточно проверить доступность удалённого модема и качество проходящих сигналов. Поскольку радиомодемы способны обеспечить «прозрачный» канал, то никаких дополнительных действий не потребуются. Немного сложнее процесс установления, например, GSM-канала. В этом случае необходимо сначала организовать «дозвон» до удалённого модема.

После организации канала связи клиент запрашивает все данные с сервера для обеспечения начальной инициализации. При этом сервер фиксирует значения, отправленные клиенту, в промежуточном журнале и далее отправляет лишь изменённые значения. Такой подход существенно уменьшает количество данных, передаваемых по сети.

Каждый отправляемый и получаемый пакет контролируется на целостность путём проверки контрольной суммы. Контрольная сумма вычис-

ляется с использованием побитового применения операции XOR (исключающее ИЛИ) ко всему пакету и записывается в заголовок пакета. Пакет принимается к обработке лишь после успешного прохождения процедуры проверки контрольной суммы.

На каждый полученный пакет данных принимающая сторона отправляет подтверждение, в котором записывается уникальный код принятого пакета. На основе этого подтверждения отправленные данные считаются полученными и фиксируются в журнале синхронизированных данных. Если такое подтверждение не получено, то данные считаются утерянными и остаются в буфере на отправку. Эти данные будут повторно отправлены при следующей передаче вместе с новыми данными.

В случае если клиент не получает подтверждения на отправленные пакеты установленное количество раз или при наличии активного канала связи долгое время нет данных от сервера (это время устанавливается в настройках программы), то автоматически включается механизм проверки наличия канала связи. Механизм проверки основан на алгоритме «тройного рукопожатия» (по аналогии с протоколом TCP). Клиент отправляет серверу контрольный пакет, в котором записан код инициализации проверки канала связи. Сервер при получении такого пакета отправляет ответный пакет, в который записывает код ответа. Клиент при получении ответа отправляет заключительный пакет, который указывает серверу, что канал связи всё ещё активен и обмен продол-

жается. В процессе обмена контрольными пакетами клиент отслеживает скорость прохождения пакетов и сравнивает её с минимально допустимой скоростью передачи данных, которая задана в настройках приложения. Если эта скорость меньше минимально допустимой, то канал считается некачественным и включается механизм смены канала связи. Если за указанное время нет ответа от сервера, также запускается механизм смены канала.

При смене канала связи клиент отправляет серверу пакет, содержащий специальный код, который указывает, что необходимо прекратить обмен и освободить ресурсы используемого канала связи. В этом случае сервер прекращает отправку данных по сети, освобождает ресурсы используемого канала связи и переходит в режим прослушивания портов. Так как доставка этого пакета не гарантирована, клиент не ждёт ответа от сервера, он делает небольшую паузу (на случай если пакет с завершающим кодом всё-таки был доставлен и сервер освобождает ресурсы) и после этого меняет активный канал. При этом приоритет активации каналов определяется в настройках, где зарегистрированы все возможные каналы связи. Там же в настройках можно указать количество попыток создания для каждого канала связи.

Реализация такого протокола взаимодействия клиента и сервера приложения позволила создать простой и надёжный механизм обмена данными в условиях большой вероятности потери данных, а также позволила управлять каналами связи между двумя объектами. При этом программа построена таким образом, что управление может быть автоматическим или ручным (оператор может самостоятельно принять решение о необходимости сменить канал связи и дать соответствующую команду клиентскому приложению).

Отдельно стоит отметить, что все наиболее значимые параметры работы приложения были вынесены в конфигурационные файлы. Это позволяет настраивать приложение под индивидуальные требования к работе и к используемым средствам связи.

ПРИМЕР РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО ПРОЕКТА

После реализации всех основных возможностей программы и проведе-

ния лабораторных испытаний было принято решение об опытно-промышленной отработке задачи в рамках проекта по автоматизации управления водонасосными станциями. Одним из технических заданий этой работы было обеспечение сбора данных и управление удалёнными станциями из центрального диспетчерского пункта. Водонасосные станции располагаются на некотором удалении от ЦДП, и использовать проводные средства связи не представляется возможным. Таким образом, единственный способ обеспечить связь – это организовать беспроводные каналы связи. При этом удалённые объекты должны находиться под постоянным контролем диспетчера ЦДП, поэтому необходимо свести к минимуму время их недоступности.

Для обеспечения взаимодействия были использованы два канала связи: радиоканал в качестве основного канала связи и GSM-канал в качестве резервного. Таким образом удалось организовать распределённое взаимодействие двух систем максимально эффективно с точки зрения стоимости обмена и надёжности работы. Повседневное взаимодействие обеспечивается с использованием бесплатного (радио) канала связи, а в случае его потери возможен автоматический переход на более надёжный, но платный канал связи – GSM. Как показали результаты рабочего испытания нашей программы, GSM-канал является более надёжным и стабильным по сравнению с радиоканалом, но постоянное его использование нерационально. Поэтому он был выделен в качестве резервного канала. Однако при необходимости можно всегда пересмотреть политику выбора нужного канала связи.

В качестве основных технических средств связи были выбраны следующие:

- радиомодемы «Невод-5» (компания ГЕОЛИНК) для построения радиоканала;
- модемы MC35i Terminal (компания Siemens) для организации GSM-канала (рис. 5).

Так как направление излучения радиосигнала изначально определено и не меняется, то существует возможность использовать радиомодем в сочетании с антенной направленного действия. Это позволяет максимально эф-



Рис. 5. Внешний вид GSM-модема MC35i Terminal

фективно использовать радиомодемы. Радиомодем работает на частоте 433 МГц, поэтому создаваемый канал связи не требует регистрации в ГРС России. В то же время такая частота позволяет работать на достаточном удалении двум источникам сигнала. Для повышения надёжности радиоканала дополнительно был организован пункт ретрансляции.

На рис. 6 показаны описываемые средства связи в составе оборудования щита управления скважиной.

Как и предполагалось, серверная часть приложения была установлена на удалённых объектах, а клиентская часть – на ЦДП.

В ходе работ по настройке обмена данными программа была дополнительно доработана таким образом, что все органы управления были выведены в SCADA-систему, которая осуществляет общее управление работой, а сама программа по управлению каналами связи была запущена в фоновом режиме. В результате программное решение было полностью интегрировано в соз-

данную систему по автоматизации управления удалённым объектом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе опытно-промышленной отработки программа была доработана и адаптирована к реальным условиям. Несмотря на то что некоторые проектные решения пришлось дорабатывать, общий подход к организации управления каналами связи показал свою состоятельность и применимость к решению реальных задач.

Кроме того, были выявлены новые перспективы применения и направления развития этого программного проекта. Так, наличие GSM-модема может позволить более широко использовать возможности сотовой сети. Например, можно организовать рассылку сообщений в случае экстренной ситуации на станции, чтобы снизить время оповещения руководства и аварийной службы. В некоторых случаях возникала необходимость получить информацию о текущем состоянии удалённого объекта, находясь далеко вне зоны действия радиомодемов (более чем за 30 км от объекта), и здесь тоже оказалось полезным наличие дополнительного GSM-канала: с помощью обычного телефона, подключённого к ноутбуку, была установлена связь с удалённым объектом и получены необходимые данные; при этом основной канал работал в штатном режиме.

На данный момент отрабатываются дополнительные механизмы анализа состояния канала связи, а также внедряются новые методы его защиты для обеспечения максимально надёжной передачи данных. ●

E-mail: bolero2001@yandex.ru

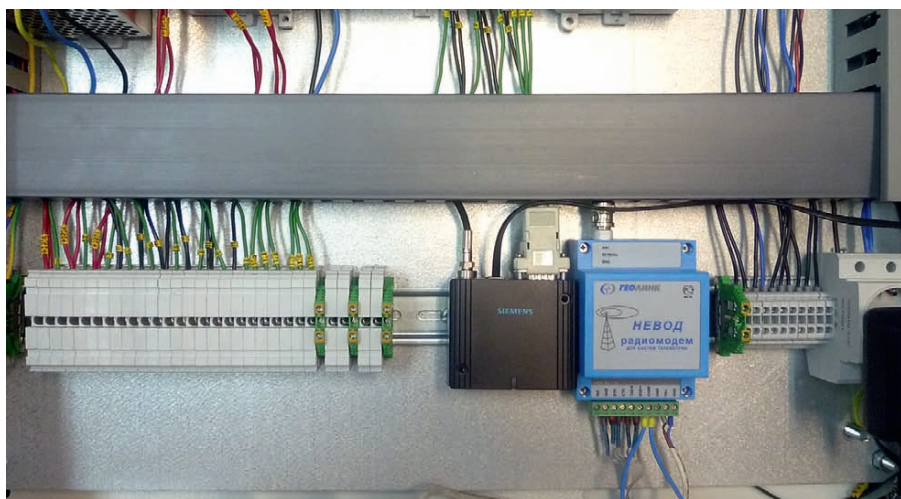


Рис. 6. Технические средства связи, установленные в щите управления скважиной