

## РАДИОСЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ТЕЛЕМЕТРИИ: АСУ ТП, АСКУЭ

Бабин А.И.

*Национальный институт радио*

*и инфокоммуникационных технологий (НИРИТ),*

*Москва, Россия*

### РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ РАДИОСЕТИ ТЕЛЕМЕТРИИ В АСУ ТП (ЖКХ)

Поиск оптимального решения при организации автоматизированных комплексов на обширных территориях приводит к целому комплексу проблем, одна из которых - организация надежной связи между удаленными объектами и пунктами сбора и анализа информации. Эта задача на территории нашей страны обретает свои, иногда не до конца понимаемые за рубежом оттенки. Климатические условия, масштабность, большие расстояния и человеческий фактор сплелись здесь в один узел противоречивых требований. Не секрет, что проводные линии связи наиболее надежны, но при построении протяженных каналов передачи информации могут стать нерентабельны. Кроме того с сожалением приходится признать факт, что как показала практика, в густонаселенных районах нередки случаи вандализма со стороны "охотников за медью", разрушающих дорогостоящие коммуникации. Поэтому при построении распределенных сетей телеметрии и управления радиосвязь зачастую оказывается единственно приемлемым решением.

Радиомодемы - это отдельный класс устройств, предназначенных для передачи данных по радиоканалу. Как и обычные проводные модемы, радиомодемы работают в асинхронном или синхронном режимах, могут быть оснащены последовательным интерфейсом (RS-232, V.35, RS-485, EIA-530). Радиомодемы подключаются к мосту, маршрутизатору, мультиплексору (для передачи данных, голоса, видеоизображения в одном цифровом потоке) и выполняют функцию выделенной цифровой линии высокого качества. Узкополосные радиомодемы работают на скоростях до 19.2 Кбит/с на расстоянии до 50 км. Некоторые модели рассчитаны на работу в режиме "точка - многоточка" или "звезда", что дает возможность сразу нескольким абонентам обмениваться данными с базовой станцией.

Узкополосные устройства излучают в эфир сигнал с шириной спектра 15-300 кГц. Ширина излучаемого спектра пропорциональна скорости передачи информации. Главный недостаток узкополосных радиоустройств - низкая помехозащищенность и скорость передачи данных. Большинство узкополосных радиомодемов построено на базе стандартных радиостанций UHF/SHF диапазонов частот, оснащенных пакетными контроллерами и работает в диапазоне от 150 до 800 МГц. К достоинствам стоит отнести относительную дешевизну и высокую дальность связи, слабо зависящую от наличия прямой видимости.

Радиооборудование передачи данных с шагом сетки частот не более 25 кГц используются при построении сетей сбора данных с приложениями, не требующими обмена большими объемами информации, но критичными к оперативности ее доставки.

Радиосредства служат для создания надежной транспортной среды при организации: автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ),

автоматизированных систем в ЖКХ, систем определения местоположения подвижных объектов и т.д.

Узкополосные радиомодемы применяется для организации систем передачи данных корпоративных пользователей систем АСУ ТП, ЖКХ, с целью:

- дистанционного сбора и обработки данных;
- дистанционного контроля параметров;
- дистанционного управления объектами;
- дистанционного управления процессами.

Развертывать обширные системы сбора телеметрических данных позволяют отечественные радиомодемы «Интеграл 400» («Integral 400»). Такие радиосети хорошо зарекомендовали себя на ряде объектов систем энергоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения, обеспечивая сбор измерительной информации и удаленное управление контролируемыми объектами. В целях

повышения оперативности контроля ведутся работы над повышением скорости передачи данных по эфиру в системе и увеличением радиуса действия этой системы.

Радиомодем "Интеграл 400" ("Integral 400")

Узкополосный радиомодем «Интеграл 400» ("Integral 400") предназначен для передачи всех типов данных. Радиомодем спроектирован специально для осуществления сбора и обработки информации телеметрических и управляющих устройств, а также для удаленного управления стационарными объектами. Встроенный специализированный приемопередатчик имеет малое время доступа к радиоканалу 7 мс, что позволяет строить системы, для которых важным критерием является минимальное время доставки информации. Модем обеспечивает асинхронный обмен данными на скоростях 19200 бит/с или 9600 бит/с в каналах с шагом сетки радиочастот 12,5 кГц. Поддерживает работу практически всех основных промышленных протоколов.

Встроенная диагностика позволяет в реальном масштабе времени полностью контролировать состояние радиомодема (напряжение питания, температура, приемный уровень, выходная мощность, КСВ, достоверность доставки данных). Управление модемом и получение диагностики осуществляется, через дополнительный порт SETUP, удобной, графической программой работающей под любой операционной системой, которая входит в комплект поставки. Программа позволяет осуществлять циклический опрос всех доступных в сети радиомодемов "Integral 400", отображение полученных данных и циклическое сохранение диагностики в базе данных, обновление ПЗУ программы модема. С помощью программы, возможно, полное удаленное и локальное конфигурирование, и управление радиомодемами, отображение и сохранение трафика радиосети с временными параметрами передаваемых пакетов с точностью до миллисекунд, а также получение информации, о взаимных приемных уровнях между всеми станциями в сети.

Радиомодем поддерживает работу, как с управлением по RTS, так и в режиме DOX (data-activated transmit), не требующий использование сигнала RTS для управления потоком, а именно: передача инициализируется поступлением данных на порт радиомодема. Имеется большой встроенный буфер для передаваемых данных от 14 до 28 Кбайт, а в случае, когда поток данных от терминального устройства существенно превышает скорость передачи в радиоканале, осуществляется управление сигналом CTS.

Радиомодем идеально подходит для сетевых приложений, так как имеет встроенный сетевой контроллер с временным разделением. Радиомодем может работать, в двухточечной и точно - многоточечной конфигурации радиосети, допускается до 4094 радиомодемов в одной радиосети. Имеется возможность маршрутизации пакетов как в пределах одной частотной радиосети, так и между сетями на разных радиочастотах, что актуально при построении протяженных по расстоянию радиосетей.

Для уменьшения влияния случайных импульсных помех, имеется возможность включить помехоустойчивое кодирование с динамическим интерливингом. Модем кодирует и перемежает информацию динамически в зависимости от размера передаваемых данных, а не дополняет блок до нужного размера, как это делают большинство стандартных кодеров. При этом потери на кодирование минимальны, не меняются от размера передаваемых блоков и составляют 10% от скорости передачи. Радиомодем имеет встроенную функцию оценки правильности переданных данных. Для этого используется стандартный циклический код CRC-32 (Cyclic Redundancy Code). Приемный тракт радиомодема имеет повышенную перегрузочную способность, что позволяет обеспечить устойчивую передачу данных на близких расстояниях.

Автоматизированные системы управления и передачи данных, АСУ ТП предназначены в системах мониторинга и телеметрии для сбора и передачи информации от датчиков с удаленных объектов на диспетчерский пункт, а также передачи управляющих команд диспетчера исполнительным устройствам на объектах.

Современные системы управления и передачи данных применяются во многих сферах производственной деятельности: в электроэнергетике, теплосетях, водозаборных участках, при добыче, транспортировке и переработке нефти и газа, на линиях железнодорожного транспорта РЖД и т.д.

Предлагаемое техническое решение является самым простым и экономичным вариантом создания систем телеметрии для контроля и управления производственными процессами (АСУ ТП), в коммунальном хозяйстве (ЖКХ), при создании систем учета энерго-тепло-водоресурсов и охранных систем любой степени сложности, интегрированных систем безопасности (ИСБ) жизнедеятельности и экологии, окружающей среды.

Исследования показали, что телеметрические данные во многих промышленных приложениях АСУ ТП имеют относительно небольшой объем (до нескольких килобайт на один опрос) и не требуют непрерывного обновления, так что скоростные требования к аппаратуре передачи данных могут быть смягчены. Это позволило значительно увеличить радиус действия радиомодемов "Integral 400", повысить надежность обмена и вместе с тем снизить его общую стоимость. Одним из важнейших требований к радиомодемам для промышленной автоматизации является их "прозрачность" для другого оборудования, позволяющая без изменения настроек заменить проводную линию связи между удаленным промышленным контроллером и пунктом сбора данных. "Integral 400" позволяет SCADA-системам взаимодействовать с контроллерами фирм типа Advantech, Fastwel, ICP, так, как если

бы они соединялись двухпроводной линией RS-485 на скорости до 38400 бит/с с учетом задержек, возникающих при медленной передачи по эфиру.

Задание режимов работы через последовательный порт происходит буквально за минуту и может производиться как в стационарных условиях, так и непосредственно на удаленном объекте с помощью портативного компьютера, что существенно при изменении конфигурации сети, поскольку не требует демонтажа оборудования. Если модем используется для непосредственного сбора информации с датчиков, установленных на удаленном объекте, то и модем, и контроллеры датчиков (типа ADAM фирмы Advantech) объединяются в проводную сеть стандарта RS-485 (стандарт RS-232 или RS-485). Это наиболее простой, но не оптимальный вариант. Между датчиками и модемом будет установлен контроллер для промежуточной обработки информации. Он поможет оптимизировать процесс сбора данных и трафик радиоканала, и как следствие, повысить надежность обмена информацией. Встроенный контроллер выполняет эти функции.

Чувствительность приемного тракта модема такова, что стабильная связь возможна даже при полезном сигнале, уровень которого едва превышает уровень шумов, что при мощности 100 мВт на частоте диапазона 433-437 МГц обеспечивает в условиях прямой видимости дальность связи более 10-15 км. При наличии мощных импульсных помех, порождаемых грозowymi разрядами, ЛЭП, промышленными предприятиями и транспортными путями, модем способен обнаруживать и корректировать неизбежно возникающие при этом ошибки в принимаемых пакетах, что обеспечивает устойчивость сети в сложных метеорологических и техногенных условиях.

В сочетании с модемами, как правило, мы используем три типа антенных устройств: J-образную антенну (3/4 длины волны) и укороченную на объемном резонаторе с вертикальной поляризацией и круговой диаграммой направленности (усиление 3 дБ), а также направленную 5-ти-элементную антенну с J-образным вибратором (усиление 9 дБ). Применение узкополосных направленных антенн позволяет увеличить дальность и надежность связи при одновременном ослаблении помех и снижении загрязнения эфира. С другой стороны, при организации пунктов сбора или ретрансляции, когда радиосвязь должна быть установлена в нескольких направлениях, применяются ненаправленные антенны. Укороченная антенна как наиболее неприметная, используется на удаленных неохранных объектах с повышенным риском случаев вандализма. При необходимости, антенна может быть установлена даже внутри кирпичного помещения, не имеющего окон, но при этом, естественно, уменьшается дальность связи.

При построении разветвленных и протяженных сетей в радиомодемах «Интеграл 400» предусмотрен режим ретрансляции данных. Это позволяет увеличивать дальность связи без увеличения выходной мощности с использованием "мостов", в роли которых могут выступать как выделенные модемы, так и модемы других удаленных объектов сети, работающие в режиме логической адресации (режим логической адресации позволяет обратиться с пункта сбора данных к модему конкретного объекта).

Высокая гибкость конфигурирования радиомодемов «Интеграл 400», позволяющая строить легко масштабируемые распределенные сети телеметрии, значительно сокращает время их разработки. Качество приемно-передающей части, обеспечивающее высокую надежность связи, не раз выручали нас на сложных с точки зрения радиообмена удаленных объектах.

#### Радиосети «Интеграл 400» в АСКУЭ

С появлением на рынке средств учета электроэнергии современных интеллектуальных счетчиков, автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) вышли на совершенно новый этап своего развития. Оснащение электросчетчиков цифровыми интерфейсами позволяет без дополнительных преобразователей объединять их в сети и собирать данные с большого числа точек учета.

Повсеместное внедрение АСКУЭ на энергоемких предприятиях стимулируется еще и требованиями для выхода крупных потребителей на федеральный оптовый рынок электрической энергии (мощности) (ФОРЭМ), позволяющий в значительной мере снизить затраты на электроэнергию. Одним из основных принципов организации расчетов между Продавцами, Покупателями и Операторами ФОРЭМ является организация контроля качества и коммерческого учета электроэнергии. Учет должен быть организован не только в точке конечного потребления, но также на трансформаторных и перетоковых подстанциях для достоверного составления баланса по системам токоведущих шин (секций).

При наличии на балансе предприятия нескольких подстанций возникает проблема интеграции линий связи АСКУЭ в существующую инфраструктуру сбора данных и кабельных коммуникаций предприятия. Зачастую ситуация осложняется и сроками организации подобных сетей - прокладка кабеля при большом количестве точек учета дело не только дорогое, но и продолжительное.

В то же время, радиосети «Интеграл 400» сбора данных оказываются значительно эффективнее в отношении стоимости и времени развертывания. Наличие широкополосных помех на трансформаторных подстанциях вызывает проблемы в радиосвязи на КВ, зато на УКВ вопросов относительно стабильности радиоканалов, как правило, не возникает.

Узкополосные радиомодемы «Интеграл 400» в диапазоне 450 МГц широко используются для организации сетей сбора данных с электросчетчиков. Надо отметить, что применяемые на предприятиях современные многотарифные модели с микропроцессорной обработкой данных (СЭТ4, ЦЭ6823, Альфа+ и ЕвроАльфа) весьма требовательны к линиям связи. Скорость 1200 бит/с - фактически нижний предел в случае передачи суточных профилей нагрузки или трехминутных профилей с параметрами качества электроэнергии при большом количестве точек учета. Поэтому, радиомодемы поддерживают так называемый потоковый режим, в котором информация, передаваемая по проводному интерфейсу модема, отличается от данных, передаваемых в эфире только наличием преамбулы, позволяющей засинхронизироваться принимающему модему. Реализация такой функции нацелена в первую очередь на сопряжение с электросчетчиками. Потоковый режим реализуется со скоростью до 19200 бит/с и обеспечивает наибольшую скорость передачи данных и наименьшие задержки в канале. Протокол и контроль данных в потоке полностью определяются связанными с модемом устройствами. Главное требование - чтобы последние имели интерфейс RS-232 или RS-485 и 8- или 9-битный протокол обмена.

При максимальной скорости передачи 19200 Кбит/с и  $BT=0,3$  соблюдаются требования ГОСТ 12252-86 на побочное излучение в соседнем канале при полосе частот 25 кГц. В настоящее время есть положительный опыт внедрения АСКУЭ на основе различных электросчетчиков и радиосети «Интеграл 400» сбора данных.

#### Состав АСКУЭ

Технические средства состоят из аппаратуры центральных и периферийных постов.

Центральный пост предназначен для периодического или по запросу Оператора сбора информации об энергопотреблении с периферийных постов, хранении ее, приема от пользователей запросов на получение данных, выдачи данных пользователям и включает в себя радиомодем "Integral 400" и персональную ЭВМ типа IBM PC AT.

Периферийный пост предназначен для сбора и накопления информации Электросчетчиков контролируемого объекта, передачи периодически или по запросам от центрального поста данных об энергопотреблении. Он включает в себя радиомодем "Integral 400" и устройство сопряжения с электросчетчиками. Программные средства состоят из программного обеспечения центрального поста и программного обеспечения устройства сопряжения.

Эффект от применения АСКУЭ: безошибочно определяется расход электроэнергии, в том числе и по тарифным зонам; постоянно контролируется договорная величина заявленной мощности; диспетчеры электрических сетей и энергетики промышленных предприятий имеют полную картину энергопотребления в виде ежедневных суточных графиков потребляемой электроэнергии; определяется оперативный, месячный, квартальный баланс потребляемой электроэнергии на подстанциях и районных электрических сетях в целом; обеспечивает дальнейший переход на безбумажную технологию сбора данных и финансовых расчетов за отпущенную электроэнергию.