

Типовые решения для каналов GPRS-связи в системах АИИС КУЭ розничного рынка электроэнергетики



До недавнего времени развитие АИИС КУЭ розничного рынка электроэнергетики (РРЭ) сдерживалось отсутствием относительно дешевых средств сбора данных от большого количества приборов учета, установленных по границе балансовой принадлежности (0,4кВ). Появление устойчиво работающих GPRS/EDGE-каналов передачи данных, имеющих низкую стоимость внедрения и эксплуатации, а также высокую масштабируемость решений, привлекло в АИИС КУЭ РРЭ существенные инвестиции.

ООО «Аналитик-ТС», г. Москва

В настоящее время в различных регионах реализуются программы автоматизированного сбора показаний с приборов учета (АМР-системы и их развитие – АМР-технологии). АИИС КУЭ РРЭ, использующая GPRS-каналы передачи, может строиться по двухуровневой или трехуровневой схеме, должна соответствовать требованиям системы обеспечения единства времени (СОЕВ) и гарантировать безопасность и надежность передачи данных. Внедрение АИИС КУЭ РРЭ позволяет осуществлять: учет отпущенной электроэнергии, контроль баланса полученной и отпущенной электроэнергии, контроль параметров качества электроэнергии, удаленное конфигурирование счетчиков электроэнергии и УСПД, а также удаленный сбор полной информации со счетчиков по запросу для разрешения конфликтных ситуаций с абонентами.

Типовая двухуровневая структура АИИС КУЭ РРЭ:

▸ верхний уровень – информационно-вычислительный комплекс

центра обработки данных (серверы сбора, обработки и хранения данных, автоматизированные рабочие места). В масштабных системах для обеспечения связи с объектами учета между LAN диспетчерского пункта и сетью GSM-оператора организуется VPN-туннель. В простых системах достаточно иметь в диспетчерском пункте компьютер со статическим глобальным IP-адресом и выходом в Интернет;

▸ нижний уровень – информационно-измерительный, состоящий из приборов и каналов связи. Приборы учета устанавливаются на трансформаторных и распределительных подстанциях, ВРУ многоквартирных потребителей, ВРУ муниципальных предприятий, ВРУ многоквартирных домов, вводах в индивидуальные дома частного сектора и т.п. Если на объекте устанавливается несколько приборов учета, то они объединяются в сеть по интерфейсу RS-485. GPRS-модем подключается к сети RS-485 и обеспечивает каналы связи для сбора показаний со всех приборов

учета. Дополнительные входы модема позволяют организовать охранную и пожарную сигнализацию на объекте. Информация о возникновении нештатной ситуации оперативно передается на диспетчерский пункт по GPRS и одновременно во вневедомственную охрану и/или МЧС с помощью SMS-сообщений.

При необходимости используется трехуровневая схема построения АИИС КУЭ, в которой на энергообъекте или в центре дополнительно устанавливается УСПД.

Анализ типовых требований к GPRS-каналам связи

Канал между приборами учета и центром обработки информации должен быть дуплексным и «непрерывным», т.е. без пунктов промежуточного накопления и обработки информации. Отсутствие прозрачности канала вызывает необходимость сертификации оборудования связи как средства измерения. Наиболее правильным методом построения является применение комплексного решения,

когда распределенная сеть модемов поддерживается в центре обработки специальным программным обеспечением (телекоммуникационным TCP-сервером). Это позволяет выделить зону ответственности — «канал связи», а также упростить и стандартизировать обмен с функциональным ПО на уровне TCP/IP.

1. Должен обеспечиваться постоянный и «одновременный» доступ ко всем приборам учета с применением пакетной передачи данных на средней скорости 20 Кбит/с. Фактически это означает необходимость применения EDGE («улучшенный» GPRS), так как средняя скорость на GPRS в загруженных сотах составляет примерно 10 Кбит/с, а в EDGE — 30 Кбит/с.

2. Должна быть обеспечена встроенная система безопасности сети. Система безопасности должна строиться на нескольких уровнях:

- защита SIM-карты от ее использования не по назначению за счет применения автоматического ввода PIN-кода доступа (который хранится в модеме и не доступен для чтения) или специальных SIM-карт с блокировкой по IMEI первого устройства (надежно, но менее удобно при эксплуатации);

- использование APN (Access Point Name, имя точки доступа), выделенного GSM-оператором под конкретный проект, с аутентификацией доступа;

- на уровне передачи по радиоканалу между модемом и SGSN (Serving GPRS Support Node, узел обслуживания абонентов GPRS) применяются алгоритмы шифрации GEA1, 2, 3;

- участок передачи данных между GSM-оператором и центром обработки должен строиться на базе VPN-туннеля с возможностью применения сертифицированных ФСБ РФ протоколов шифрования — GRE (Generic Routing Encapsulation), IPIP (IP over IP) и IPSec. Данная услуга предоставляется GSM-оператором;

- применение дополнительного контроля идентификаторов при установлении TCP/IP сокета и контроль используемых телефонных номеров при CSD-соединении.

Необходимо отметить, что встраивание в модемы дополнитель-

ных средств криптографической защиты регламентируется государственными органами и фиксируется в декларации соответствия.

3. Обеспечение надежности канала передачи:

- резервирование канала связи. Может быть осуществлено на нескольких уровнях:

- обеспечение автоматического перехода на SIM-карту резервного GSM-оператора с автоматическим возвратом на SIM-карту основного оператора. Данный подход целесообразен для систем, требующих повышенной надежности, например, имеющих функции управления, так как увеличивает организационно-финансовые затраты;

- обеспечение возможности перехода на CSD-канал при неисправности GPRS/EDGE в рамках одного GSM-оператора — достаточно для большинства АИИС КУЭ;

- обеспечение передачи SMS-сообщений при нештатных ситуациях на входах пожарно-охранных шлейфов;

- обеспечение гарантированной и подтвержденной доставки информации. Фактически данное требование обеспечивается применением TCP/IP;

- контроль напряжения питания и возобновление работы после его восстановления. Модем должен автоматически устанавливать соединение при подаче питания;

- выполнение автоматической перезагрузки в случае возникновения нештатных аппаратно-программных ситуаций.

Нештатные ситуации могут возникать как при установлении соединения, так и при дальнейшей работе. При установлении соединения модем должен контролировать все его фазы: сбой SIM-карты, уровень GSM-сигнала, регистрацию в GSM-сети, регистрацию в GPRS-сети и установку TCP/IP сокета. При работе должна проводиться самодиагностика оборудования и канала;

- самодиагностика оборудования и канала связи.

Наиболее действенными алгоритмами контроля являются:

- слежение в модеме за периодом опроса со стороны центра и перезапуск при его нарушении;

- периодическое формирование и анализ контрольных посылок внутри информационного сокета (при этом посылки должны быть прозрачны для информационного канала пользователя).

Необходимо отметить, что использование в Windows команды Ping в большинстве случаев неэффективно, так как при этом контролируется наличие в сети IP-адреса и зависший из-за перегрузки сервера у GSM-оператора сокет информационного порта не будет обнаружен.

4. Используемые тарифы GSM-оператора должны быть оптимизированы для решения задач АИИС КУЭ.

При выборе тарифного плана необходимо обратить внимание на следующие аспекты:

- тип предоставляемого IP-адреса:

- локальный динамический — наиболее распространенный и дешевый;

- публичный динамический — может использоваться только для связи между двумя модемами;

- локальный статический — интересен, если модемы будут использоваться в режиме «сервер», предоставляется только в корпоративных тарифах;

- публичный статический — как правило, не предоставляется;

- наличие абонентской платы, объем входящего в нее GPRS-трафика и стоимость передачи 1 Мбайт данных;

- порог округления трафика (чем меньше, тем лучше, но не более 1...2 Кбайт) и период тарификации (чем больше, тем лучше, минута и более).

Поясним: при обычной схеме «запрос (например, 32 байт) — ответ (например, 256 байт)» и времени доставки 15 секунд за 1 минуту фактически будет передано 576 байт, а платить придется за 1 Кбайт;

- тарифицируется ли факт предоставления IP-адреса;

- блокируется ли SIM-карта после превышения порогового количества установок GSM/GPRS сессий (для получения неблоки-

руемой карты, возможно, надо заключить дополнительный договор с оператором);

► предоставление выделенного APN, возможность и стоимость организации VPN-туннеля и шифрации в нем данных. Эти услуги, как правило, предлагаются корпоративным клиентам, например:

- «МТС» — «Телематика», «APN: доступ к корпоративным ресурсам»;
- «Билайн» — «Мониторинг», «Телеметрия»;
- «Мегафон» — «Управление удаленными объектами»;

► возможность кроме GPRS/EDGE использовать CSD (рекомендуется проверить устойчивость работы и наличие V.110, а не V.32) и SMS для резервирования (и их тарифы);

► наличие поддержки GPRS/EDGE в предполагаемой зоне применения;

► отсутствие ограничений на длительность соединения;

► периодичность и время перезагрузки серверов (применяется для «обрыва» неиспользуемых сокетов);

► наличие скидок для оптовых покупателей.

5. Возможность подключения шлейфов охранно-пожарной сигнализации.

Необходимо отметить, что для выполнения данного требования необходимо иметь в модеме не только токовые входы подключения шлейфов, но и встроенный источник питания, как правило +12 В, для питания шлейфов и датчиков. Обязательно должен поддерживаться канал доставки сообщений в центр обработки по инициативе модема (например, GPRS в качестве основного и SMS — в качестве резервного). Метод периодического опроса состояния шлейфов не годится, так как событие «дверь открыта—закрыта» будет потеряно.

6. Обеспечение возможности удаленного конфигурирования и управления приборами учета.

Поддержка прозрачного канала (и «склеивание» пакетов на стороне приема), как правило, обеспечивает возможность удаленного конфигурирования и управления. Отдельно необходимо выделить поддержку коррекции времени в приборах учета (не имеющих собственных

средств синхронизации, например по GPS) для удовлетворения требованиям СОЕВ (система обеспечения единства времени). Непосредственная коррекция времени по GPRS с необходимой точностью затруднена (в том числе при использовании Network Time Protocol — NTP). Применение эталона времени с передатчика «соты» также затруднительно. Для коррекции можно использовать временный переход на резервный CSD-канал, что обеспечивает точность лучше 0,5 с.

7. Возможность подключения к одному модему до 32 счетчиков.

Выполнение данного требования обеспечивается наличием в модеме интерфейса RS-485.

8. Наличие технологического программного обеспечения, поддерживающего процессы монтажа, настройки, ввода в эксплуатацию и дальнейшего обслуживания.

Выполнение данного требования представляется достаточно значимым, так как без возможности автоматизации ввода настроек в модем, формирования «паспорта» радиообстановки при монтаже антенны, дистанционного изменения настроек и загрузки нового ПО в модем непосредственно на объекте строить и эксплуатировать сети передачи данных, имеющие более 30—40 точек учета, достаточно сложно и неэффективно.

9. Рабочий диапазон температур от –40 до +70°C.

Модемы нескольких производителей имеют рабочий диапазон от –40 до +70°C. Но необходимо обратить внимание, что обычные SIM-карты формально в данном диапазоне не работают. Исследования в термокамере показали, что фактически SIM-карты всех операторов работают до –40°C. С целью соблюдения формальных ограничений заслуживает внимания применение специального типа SIM-карт (у МТС — «M2M термо») с диапазоном от –40 до +105°C).

11. Требования по безопасности и электромагнитной совместимости.

Все используемые модемы должны иметь декларацию соответствия, зарегистрированную федеральным агентством связи (на модем, а не только на используемый в нем GSM-модуль), и сертификат

соответствия ГОСТ Р (электробезопасность и ЭМС).

Типовая схема построения АИИС КУЭ РРЭ

Типовая схема построения включает в себя установленные на объектах шкафы энергоучета (в состав шкафа входят электросчетчики, модемы, устройства коммутации, GSM-антенна — целесообразно использовать вандалозащищенную двухдиапазонную антенну, установленную на верхней крышке шкафа) и центра обработки данных (серверы, рабочие места и т.п.).

На рис. 1 представлена схема построения АИИС КУЭ РРЭ, реализованная в ООО «Волгаэнергоприбор», г. Самара. Двухуровневая АИИС предназначена для коммерческого и технического учета электроэнергии розничного рынка отпущенной электроэнергии с распределительных и трансформаторных подстанций (РП, РТП, ТП, РУ) сетей 6—10/0,4 кВ. Дополнительно планируется измерение состояния питающей сети и нагрузки (мгновенные значения), измерение температуры, контроль доступа к объекту, пожарная сигнализация, дистанционное отключение нагрузки.

В модемах, установленных в шкафы энергоучета, используются SIM-карты с дешевыми и распространенными тарифами (динамические локальные IP-адреса). Модемы автоматически устанавливают связь с центром обработки и поддерживают устойчивость соединения. В зависимости от особенностей применения пользователь может оптимизировать соотношение времени восстановления соединения (надежность) и стоимости (трафик).

В центре обработки данных установлено программное обеспечение AnCom Server_RM, обеспечивающее связь со всеми модемами и использующее статический публичный IP-адрес. При этом желательно (а в больших проектах обязательно) использовать VPN-туннель между GSM-оператором и центром обработки. Сервер поддерживает простое подключение функционального программного обеспечения энергоучета (в том числе OPC-серверов и SCADA-систем), охранно-пожарных си-



Рис.1. Схема АИИС КУЭ РПЭ, ООО «Волгаэнергоприбор», г. Самара

стем и технологических программ для дистанционной настройки модемов и анализа радиообстановки в пунктах энергоучета.

В АИИС КУЭ РПЭ, построенных на базе модемов AnCom RM/D, обеспечиваются:

- законченное решение для канала связи: модемы AnCom RM/D на нижнем уровне и ПО AnCom Server RM на верхнем уровне;
- соответствие требованиям СОЕВ;
- надежность и безопасность канала передачи;
- расширенные функциональные возможности.

Законченное решение на базе AnCom RM/D и AnCom Server RM обеспечивает:

- автоматическое установление и поддержание устойчивой работы канала передачи данных между модемами (SIM-карты с дешевыми динамическими локальными IP-адресами) и компьютером, подключенным к Интернету (статический глобальный IP-адрес, желательна VPN-туннель);
- на нижнем уровне:
 - интерфейсы RS-232C и/или RS-485;
 - каналы системы измерения и управления;
- на верхнем уровне:
 - простое подключение функционального ПО, выступающего в роли TCP-client (в том числе OPC-серверов);
 - каждый модем в виде четырех IP-портов (данные UART1 и

UART2, СИУ, технологический);

- встроенная в Server RM поддержка идентификаторов и протокола ATSWP.

Соответствие требованиям СОЕВ

АИИС КУЭ должна обеспечивать соответствие требованиям к СОЕВ (система обеспечения единства времени) с точностью ± 5 с/сутки. За коррекцию времени в группе счетчиков обычно отвечает УСПД, которое с заданной периодичностью получает информацию о времени от сервера точного времени или приемника GPS/ГЛОНАСС. Использовать для синхронизации GPRS-канал, имеющий случайную задержку доставки пакетов от 3 до 30 с, нельзя. В системах, использующих модемы AnCom RM/D, коррекция времени в счетчиках и УСПД нижнего уровня может осуществляться системой верхнего уровня с использованием кратковременного перехода модема с GPRS на CSD-канал (задержка доставки 0,3–0,5 с, что соответствует требованиям к СОЕВ).

Безопасность канала передачи обеспечивается:

- на уровне SIM карты – идентификатор абонента (IMSI), ключ аутентификации (Ki), алгоритмы шифрации (A8) и аутентификации (A3), PIN-код доступа;
- на уровне модема – идентификатор IMEI, алгоритм шифрации A5;
- на уровне установления соединения – аутентификация по номеру

абонента, дополнительные идентификаторы;

- шифрация данных при передаче от модема до SGSN (обслуживающий узел), алгоритм GEA1, 2, 3;
- криптографическая шифрация на уровне VPN (виртуального канала).

Надежность канала передачи обеспечивается:

- резервированием каналов передачи:
 - на уровне операторов GSM-связи (две SIM-карты, обеспечение автоматического перехода на резервный канал и возврата на основной при его восстановлении);
 - услуг (переход с GPRS/EDGE на CSD, использование дублирующих SMS-сообщений);
 - встроенным аппаратным перезапуском при системных зависаниях, в том числе у GSM-оператора (независимый сторожевой таймер);
 - контролем нештатных ситуаций в процессе работы с обеспечением максимально быстрого восстановления соединения, в том числе за счет перезагрузки или перехода на резервный канал. Контролируются сбои SIM-карты, уровень GSM сигнала, регистрация в GSM/GPRS-сети, сбои в сети оператора связи, передача данных через TCP/IP сокет, активность на порту данных, тестовые Ping-сообщения и т.п.

Дополнительные возможности:

- встроенный в модем протокол ATSWP поддерживает:

- «склеивание» пакетов на стороне приема – позволяет считывать данные со счетчиков электроэнергии и УСПД, использующих протоколы на базе ModBus, которые не допускают разрыв пакетов в канале передачи;
- удаленное конфигурирование модемов – существенно упрощает ввод системы в эксплуатацию и ее дальнейшее обслуживание;
- независимые потоки данных для нескольких интерфейсов (встроенный маршрутизатор) – дает возможность использовать модем для передачи данных от нескольких систем, например АСКУЭ (основной интерфейс RS-232С или RS-485), телемеханики и телеметрии (дополнительный интерфейс RS-485), охранно-пожарной сигнализации (встроенная система измерения и управления);
- локальный и удаленный Netmonitor радио-обстановки – упрощает инсталляцию модемов на объектах: позволяет выбрать место установки GSM-антенны, провести анализ окружающих GSM-сот и доступности GPRS-связи, что облегчает выбор оператора связи, предоставляющего наилучшие условия работы в точке установки модема;
 - расширенные до 64 Кб внутренние буферы данных – разрешает применять его в системах с «трехпроводным» интерфейсом (только RxD, TxD и GND) и существенно увеличивает реальную скорость передачи;
 - модернизацию встроенного ПО у пользователя;
 - варианты исполнения модема с встроенной системой измерения и управления: 8 универсальных аналогово/цифровых входов, 3 выхода, термометр, источник 12В/100мА;
 - технологическое ПО в комплекте поставки: настройка, тестирование, удаленное конфигурирование, TCP/IP-шлюз, Netmonitor, взаимодействие с СИУ, сервер на два порта и т.п.

Заключение

Беспроводной GPRS-модем AnCom RM/D является важным элементом современной распределенной системы АИИС КУЭ розничного рынка электроэнергии. Обеспечивая в системе надежную связь, GPRS-модемы позволяют объединить сотни и тысячи удаленных приборов учета в единую информационную сеть. Использование GPRS-модемов AnCom RM/D в автоматизированных системах учета позволяет в реальном масштабе времени получать достоверную информацию о потреблении энергоносителей, устранить влияние человеческого фактора, предотвратить аварийные ситуации, следить за техническим состоянием приборов и помещений и, как следствие, в целом повысить экономический эффект от применения приборов учета.

И.В. Дианов, технический директор,
ООО «Аналитик-ТС», г. Москва,
тел.: (495) 775-6011,
e-mail: igor@analytic.ru