



М2М: использование GSM-сетей для передачи данных в территориально распределенных технологических системах

И.В. ДИАНОВ, технический директор ООО “Аналитик-ТС”

Современные распределенные технологические системы все более широко используют GSM-сети для передачи данных, что находит поддержку у GSM-операторов, во многом исчерпавших возможность увеличения абонентской базы голосовых услуг. Использование GSM-модемов в технологических системах существенно отличается от их применения для выхода в Интернет с персонального компьютера под управлением

Windows. В статье сделана попытка сформировать общие требования к GSM-модемам. Приведенные примеры позволяют оценить актуальность использования GSM-сети для технологической связи.

В быту и служебной деятельности мы постоянно сталкиваемся с территориально распределенными технологическими системами, к которым можно отнести:

автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов

(АСКУЭ), осуществляющие коммерческий и технический учет электроэнергии, газа, воды, пара и тепла;

системы безналичных расчетов и приема платежей, торговые автоматы;

охранно-пожарные сигнализации; SCADA-системы (Supervisory Control and Data Acquisition), предназначенные для контроля и мониторинга нефте-, газо-, водопроводов, распределительных

Особенности использования сервисов GSM-сети в технологических системах

	SMS	CSD/HSCSD	GPRS/EDGE
Описание	Сервис передачи текстовых сообщений (до 160 символов) по управляющему каналу	Сервис с коммутацией каналов, скорость до 9,6/14,4 кбит/с. Данные передаются в канале, выделенном при установлении соединения	Сервис с пакетной передачей данных, скорость до 171/473 кбит/с, постоянное соединение с сетью (не надо дозваниваться до абонента). Передача пакетов идет по нескольким неиспользуемым в данный момент голосовым каналам. В настоящее время операторы часто выделяют несколько каналов, используемых только для передачи данных
Применение	Охранно-пожарные и простые информационные системы	Системы, использующие периодический опрос RTU и не требующие постоянного подключения RTU к MTU. Системы, критичные ко времени доставки данных	Большие системы мониторинга и управления, в которых все RTU подключены к MTU и доступны для взаимодействия. Системы с жесткими требованиями к минимизации стоимости доставки данных без постоянного подключения RTU к MTU
Недостатки	Только текстовые данные ограниченного объема. Относительно высокая стоимость. Нет гарантированной доставки данных	Повременная оплата. Сложность использования в системах с большим количеством объектов, требующих постоянного опроса или быстрой реакции на события. Невозможность одновременного соединения MTU с несколькими RTU. Инициатор обмена, как правило, MTU	Существенное время доставки данных и его нестабильность (от единиц до десятков секунд), временные разрывы пакетов данных. Необходимость специальных знаний по настройке оборудования для обеспечения устойчивой автономной работы системы
Преимущества	Простота применения	Время установления соединения для протокола V.110 менее 1 с, время доставки данных менее 0,5 с. Схема применения хорошо отработана на проводной коммутируемой сети	Тарификация объема передаваемых данных. Выход в Интернет с поддержкой TCP/IP и UDP. Возможность использования выделенного APN-сервера и VPN-туннеля до локальной корпоративной сети. Поддерживаются схемы одновременного и постоянного подключения большого количества RTU к MTU. Инициатором установления соединения и обмена данными может быть как MTU, так и RTU

электростанций, систем управления уличным освещением, резервированием питания, дизель-генераторными пунктами и т. п.;

системы мониторинга транспортных средств, обеспечивающие контроль местоположения транспорта, его загрузку, охрану, учет расхода топлива и т. п.

Среда передачи в различных системах может варьироваться от ручного считывания результатов до использования оптоволоконна и спутниковых каналов. Критериями выбора являются: стоимость начальных вложений и эксплуатации, надежность и безопасность, пропускная способность и допустимое время задержки передачи данных, обеспечение оперативного доступа к удаленному терминалу (Remote Terminal Unit — RTU), возможность быстрого развертывания, совместимость с серийно выпускаемыми RTU и программным обеспечением диспетчерских пунктов (Master Terminal Unit — MTU), наличие встроенных возможностей для подключения датчиков охранно-пожарной сигнализации и т. п.

В современных системах в качестве среды передачи широко используются GSM-сети, характеризующиеся развитой во всех регионах инфраструктурой, высокой надежностью, невысокими стоимостными характеристиками, обеспечением связью стационарных и движущихся объектов. GSM-сети 2G и 2,5G предоставляют для M2M-применений несколько видов сервиса (GPRS/EDGE, CSD/HSCSD и SMS), характеристики которых приведены в табл. 1.

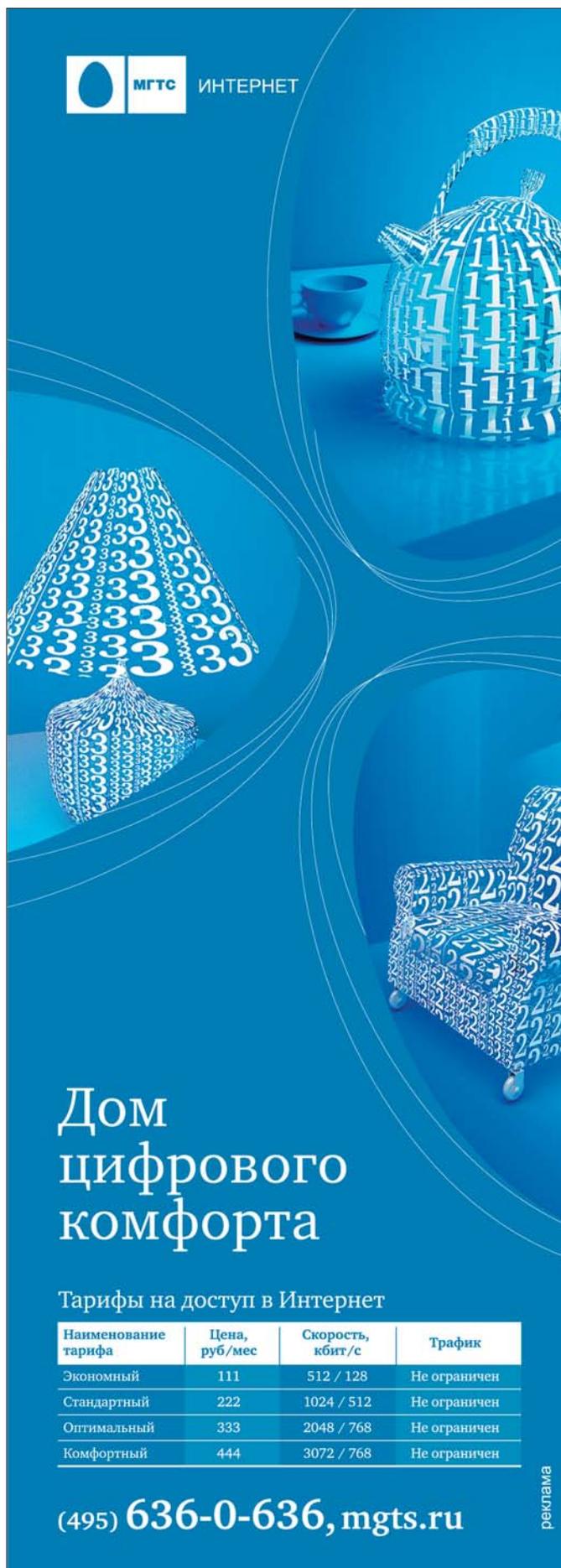
Требования к GSM-модемам, используемым в технологических системах

GSM-модемы обеспечивают подключение RTU к GSM-сети и должны учитывать их особенности. Модемы строятся на базе GSM-модулей нескольких основных мировых производителей. Модули реализуют базовые функции связи и управляются дополнительным контроллером или пользовательским приложением, загружаемым в модуль (применяются технологии Java, Open-AT и т. п.). Попытаемся сформулировать основные требования к GSM-модемам и, по мере возможности, обосновать их.

Общие требования. Поддержка основных сервисов GSM-сети: GPRS/EDGE, CSD и SMS. Интерфейсы подключения к RTU: RS-232C (в том числе “трехпроводный” — RxD, TxD и GND), RS-485, CAN (Control Area Network) или Industrial Ethernet.

Конструктивное исполнение: крепление на DIN-рейку, встроенный источник первичного питания с расширенными диапазонами ~140 — 286 В/45 — 55 Гц или 8 — 36 В, рабочий диапазон температур -40 — +70°C, встроенные аккумуляторы резервного питания.

GSM-антенна: необходимо обеспечить возможность подключения внешней антенны, которая может быть вынесена из зоны установки оборудования (например, из подвального помещения) в зону уверенного радиоприема.



Дом цифрового комфорта

Тарифы на доступ в Интернет

Наименование тарифа	Цена, руб/мес	Скорость, кбит/с	Трафик
Экономный	111	512 / 128	Не ограничен
Стандартный	222	1024 / 512	Не ограничен
Оптимальный	333	2048 / 768	Не ограничен
Комфортный	444	3072 / 768	Не ограничен

(495) 636-0-636, mgts.ru

реклама

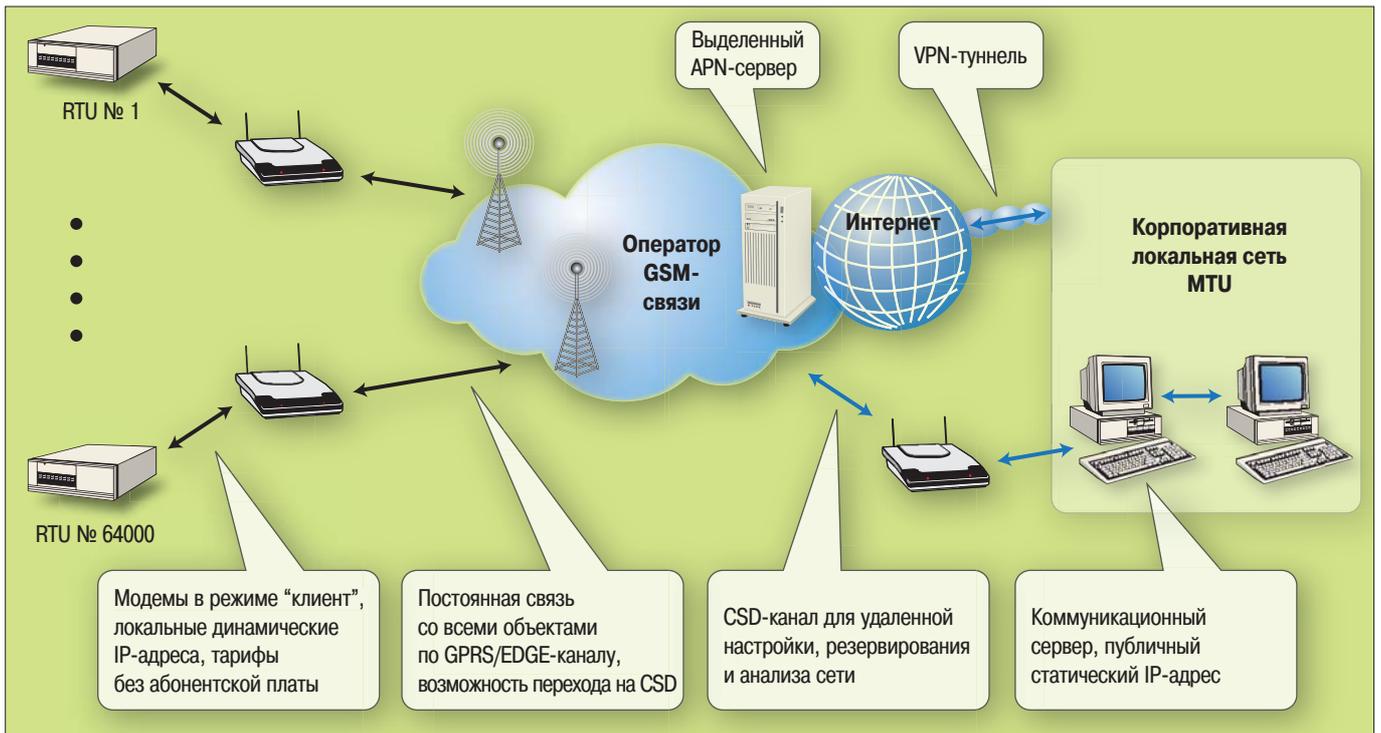


Рис. 1. Коммуникационная система с “максимальной функциональностью”

Автоматическое установление соединения. После включения питания модемы должны автоматически активировать установление GPRS/EDGE или CSD-канала и во многих применениях обеспечивать автоматическое формирование SMS-сообщений при возникновении “событий” на дополнительных логических входах (например, при срабатывании датчиков пожарно-охранной сигнализации).

Обеспечение надежности. Необходимо использовать следу-

ющие методы резервирования каналов передачи:

на уровне маршрутизации — между операторами GSM-связи (две SIM-карты);

на уровне GSM-сервисов — переход с GPRS/EDGE на CSD или SMS-сообщения.

В условиях периодического разрушения каналов без сигнализации сервера и клиента (например, при перезагрузке APN-серверов у GSM-оператора) большую роль играют: контроль системных зависаний с помощью независимого

сторожевого таймера, прозрачный Ping-контроль соединения и контроль времени отсутствия данных. При этом необходимо обеспечить возможность оптимизации пользователем соотношения “глубина контроля канала/трафик (стоимость)”.

Обеспечение безопасности. Аутентификация на этапах инициализации, установления соединения и передачи данных, в том числе:

для предотвращения возможности использования SIM-карт не по назначению (при настройке модема должны вводиться значения их PIN-кодов, которые в дальнейшем хранятся в памяти модема, проверяются при запуске и недоступны по чтению);

аутентификация доступа на APN-сервер;

контрольный обмен идентификаторами при установлении TCP-соединения (между двумя модемами или модемом и сервером);

контроль номера звонящего при установлении CSD-канала.

Для некоторых применений необходима дополнительная шифрация данных, использование которой ограничивается законодательно.

Оптимизация потоков данных. Встроенная в модем буфе-



Рис. 2. Коммуникационная система, использующая SMS-сервис

ризация данных (8 — 32 кбайт) позволяет увеличить скорость передачи за счет оптимизации взаимодействия между интерфейсом RS-232C/RS-485 и TCP/IP-сокетом, а также использовать модемы в системах с “трехпроводным” интерфейсом.

Обеспечение поддержки различных режимов работы. В зависимости от особенностей решаемой задачи модемы должны поддерживать различные режимы работы, объединенные в два класса.

Первым является мониторинг и управление удаленными объектами с центрального узла.

На рис. 1 представлена схема коммуникационной системы, оптимизированной по критерию “максимальная функциональность”.

Система, оптимизированная по критерию “минимальный трафик”, имеет существенные отличия от приведенной на рис. 1. Модемы устанавливаются в режим “сервер” с локальными статическими IP-адресами и коммуникационный сервер последовательно опрашивает RTU в режиме “клиент”. В этом случае нет постоянного соединения MTU со всеми RTU, и модемы, ожидающие входящего соединения, не имеют возможности для контроля отсутствия “зависаний” в системе. Основным способом обеспечения надежности такой системы является контроль модемом времени ожидания соединения и его перезапуск при превышении времени опроса RTU.

При развертывании опытной зоны часто отсутствует возможность использовать на стороне MTU компьютер со статическим IP-адресом (просто отсутствует Интернет). В этом случае на MTU используется модем, настроенный на работу с SIM-картой с публичным статическим IP-адресом.

На рис. 2 представлена схема коммуникационной системы, в которой наряду с GPRS/EDGE-каналами используется SMS-сервис. При возникновении “событий” на дополнительных входах модема автоматически формируются сообщения по GPRS/EDGE-каналу, которые дублируются SMS-сооб-



Рис. 3. Радиоудлинитель интерфейса

щениями по нескольким телефонным номерам.

Вторым классом решаемых задач является организация связи между двумя точками — радиоудлинитель интерфейса (RS-232C или RS-485). В этом случае модемы должны при включении питания автоматически обеспечить прозрачный канал передачи данных между интерфейсами. На рис. 3 представлена схема такой коммуникационной системы.

Обеспечение совместимости.

Для организации надежных GPRS/EDGE-соединений с RTU, критичными к разрыву принимаемых ими пакетов, например, использующими полевые шины Modbus или Profibus, необходимо устранение временных разрывов пакетов данных на стороне приема. Надежда на возможность парирования “разорванных” пакетов за счет повторных опросов или работы с короткими пакетами приводит к появлению систем, работающих только на столе у разработчиков.

Некоторые RTU требуют обеспечения изменения скорости взаимодействия в процессе работы.

Среди эксплуатационных требований следует отметить:

автоматизированное удаленное конфигурирование модемов по каналам CSD или GPRS/EDGE без выезда на объекты, например: при монтаже используется заводская конфигурация, при тестировании она изменяется на конфигурацию системного интегратора, при эксплуатации — на конфигурацию заказчика;

модернизация встроенного в модем ПО непосредственно на объекте, в идеале, по GSM-сети;

локальный и удаленный анализ параметров GSM-сети, позволяющий: настроить положение антенны, провести анализ окружающих GSM-сот, осуществить выбор оператора связи, предоставляющего наилучшие условия работы в точке установки модема, анализировать причины ухудшения связи при эксплуатации;

автоматический контроль баланса счета SIM-карты и оповещение в случае снижения его ниже заданного уровня;

создание и обеспечение удаленного доступа к log-файлам процессов взаимодействия с GSM-сетью.

Дополнительные возможности.

Особый интерес представляет объединение функций модема и RTU (или его части) в одном устройстве для уменьшения общей стоимости. Предпосылкой для этого является наличие в модемах мощных вычислительных ресурсов. Примеры таких устройств:

контроллеры и охранно-пожарные сигнализации, обеспечивающие измерение температуры, входных аналоговых и дискретных параметров, а также формирование управляющих сигналов;

системы с аккумуляторным питанием (ток потребления менее 200 мкА), которые периодически “просыпаясь”, контролируют входные параметры и при их выходе из допусков устанавливают соединение с MTU;



Рис. 4. Схема системы MOSCAD

GPS/GSM-трекеры для мониторинга транспорта;

модемы со встроенным функциональным ПО, которое обеспечивает взаимодействие с RTU (например, автономное считывание и накопление результатов измерения);

модемы с несколькими интерфейсами, обеспечивающие мультиплексирование данных от нескольких интерфейсов в общем радиоканале для независимого функционирования нескольких MTU.

Сервисное ПО. Работа с GSM-модемами должна поддерживать

ся комплектом технологического ПО, обеспечивающего: настройку, тестирование, удаленное конфигурирование, мониторинг и управление дополнительными интерфейсами, удаленный анализ параметров GSM-сети, модернизацию встроенного в модем ПО, функции TCP/IP и OPC-серверов.

Стоимость модема не должна быть определяющей в стоимости системы в целом. Однако на практике внедрение самих этих систем часто тормозится кажущейся относительно высокой стоимостью GSM-модемов, например, на рынке ЖКХ. При этом проектант забы-

вает, что в долгосрочной перспективе GSM-решения способны дать существенную экономию средств.

GSM-модемы, используемые в территориально распределенных технологических системах, имеют существенные отличия от модемов, применяемых для выхода в Интернет. Требования к ним постоянно возрастают. На сегодняшний день автору не известно о реализации всех рассмотренных выше требований в одном модеме, что наверно и не требуется, с учетом давления стоимостного критерия. Статья не была бы полной без приведенных ниже примеров использования GSM-модемов в технологических системах.

Примеры использования модемов AnCom RM/D

Система телеметрии узлов учета газа MOSCAD (разработчик ООО "Индасофт") обеспечивает: контроль режимов газопотребления, мониторинг состояния оборудования узла учета и функции охранной сигнализации. В эксплуатации 1464 объекта в 15 регионах РФ. Схема системы MOSCAD представлена на рис. 4. Основные ее особенности связаны с географией применения, что требует высокой надежности связи. Модемы работают в режиме "клиент" и автоматически устанавливают соединение с сервером в GSM-сети основного или резервного оператора.

Интернет-служба "Теплоинформ" (разработчик МНТЦ "БИАТ") — автоматизированная информационная система, обеспечивающая: автоматический сбор данных с теплосчетчиков, установленных у абонентов "Теплосбыта" ОАО "Мосэнерго", формирование посуточных и почасовых ведомостей теплоучета и их автоматическую доставку пользователям. Схема Интернет-службы "Теплоинформ" представлена на рис. 5. Система ориентирована на быстрое развертывание и минимальную стоимость эксплуатации. Модемы работают в режиме "сервер", MTU в каждом цикле опроса устанавливает соединение с модемом и считывает данные с RTU.



Рис. 5. Схема Интернет-службы "Теплоинформ"