

## Повышение надежности передачи технологической информации в сотовых сетях Решения на базе специализированных терминалов GSM/GPRS

Игорь Дианов  
Владимир Серганов  
Алексей Упоров  
Андрей Пуксов

[igor@analytic.ru](mailto:igor@analytic.ru)  
[vladimir@analytic.ru](mailto:vladimir@analytic.ru)  
[uporov@analytic.ru](mailto:uporov@analytic.ru)  
[puksov@digitalangel.ru](mailto:puksov@digitalangel.ru)

*Статья посвящена актуальным методам повышения надежности беспроводных каналов передачи данных с помощью специализированных терминалов GSM/GPRS*

### Введение

Последние годы развития GSM-связи на Российском рынке показали существенный рост объема передаваемых данных (в 2007 году GPRS-трафик в крупных городах России вырос более чем в 2,5 раза, а количество пользователей GPRS — более чем в два раза). В этом росте есть и заслуга беспроводных M2M (Machine-to-Machine) систем, используемых в задачах сбора и обработки информации в различных отраслях промышленности и транспорта: системы телеметрии и телемеханики, безопасности и АСКУЭ, торговые и платежные терминалы, банкоматы и парковочные счетчики, подвижные объекты и т.п.

При всей простоте решения задачи организации беспроводной связи с помощью сотовой сети — это по-прежнему проблемный участок. В первую очередь, это связано с невозможностью обеспечить непрерывность GSM/GPRS-связи с оператором из-за перебоев в сети, которые приводят не только к прерыванию передачи данных, но и к зависанию модема. Практика показывает, что ни один GSM-оператор на сегодняшний день не обеспечивает предоставление гарантированного GPRS-канала связи.

В попытках реализации непрерывности подключения разработчики вынуждены дополнительно оснащать традиционные (простые) GSM-модемы дополнительными устройствами — внешними контроллерами, сторожевыми таймерами, осуществляющими перезагрузку модема при зависании. К сожалению, подобные решения хоть и являются обычно «экономичными», но по-прежнему не гарантируют непрерывного и бесперебойного процесса передачи данных, а также ведут к усложнению системы в целом и, как следствие, к снижению ее надежности.

Более актуальны на сегодняшний день универсальные решения — «интеллектуальные» сотовые терминалы и терминалы с резервированием каналов передачи данных, примеры которых представлены в таблице.

Таблица. «Интеллектуальные» GPRS-терминалы

Название терминала	Производитель	Описание
Multi-SIM GSM/GPRS Terminal	DIGITAL ANGEL	В продукте реализовано «холодное» резервирование (резервный канал образуется оборудованием при обнаружении неисправности основного канала) беспроводного GPRS-канала передачи с использованием до 4 SIM-карт
Data Terminal & Router	TERMIT	«Интеллектуальное» устройство на базе операционной системы Linux со встроенным сторожевым таймером, поддерживающее различные беспроводные режимы обмена данными
AnCom RM/D	Аналитик-ТС	«Холодное» резервирование беспроводного GPRS-канала передачи с использованием двух SIM-карт и встроенного алгоритма перехода между ними (плюс возможность перехода на CSD)
AnCom RM/E	Аналитик-ТС	«Горячее» резервирование (резервный канал всегда поддерживается в активном состоянии и готов к немедленной передаче данных) с возможностью поддержки проводной (выделенные и коммутируемые каналы, физические линии) и беспроводной (GSM с поддержкой сервисов GPRS или CSD) сред передачи под управлением встроенного контроллера

Рассмотрим особенности реализации и применения «интеллектуальных» терминалов более подробно:

## Резервирование каналов связи в модеме DIGITAL ANGEL® Multi-SIM GSM/GPRS Terminal

Multi-SIM является по своей сути усовершенствованной версией «простого» модема Siemens MC35i Terminal – обе модели идентичны по всем интерфейсам и управляются одними и теми же AT-командами (рис.1). Но реализованные в Multi-SIM дополнительные возможности по результатам опытной эксплуатации позволяют увеличить автоматизированную (исключающую действия человека-оператора) работоспособность сети по сбору данных до 99% времени, против 70% для модема Siemens MC35i Terminal:

- **Поддержка от 1 до 4 SIM-карт.** Терминал Multi-SIM выпускается в двух модификациях — на две и на четыре SIM-карты. Наличие нескольких слотов для SIM-карт позволяет не только обеспечить резервное подключение в случае аварии или высокой загрузки сети основного оператора сотовой связи, но и использовать наиболее экономичный тарифный план в зависимости от времени суток или от способа передачи данных — SMS, CSD, GPRS.
- **Дополнительный контроллер перезагрузки.** Для традиционных GSM-модемов типична проблема «зависания» и невозможность их перезагрузки в режиме передачи данных. Беспроводной терминал Multi-SIM GSM/GPRS Terminal позволяет осуществлять перезагрузку в любом режиме, поскольку оснащен дополнительным контроллером, работающим независимо от GSM-модуля, поэтому для бесперебойной связи нет необходимости использовать сторожевой таймер и другие подобные устройства.



Рис.1. DIGITAL ANGEL Multi-SIM GSM/GPRS Terminal

## Возможности и применение терминалов TERMIT Data Terminal & Router

TERMIT Data Terminal & Router – это универсальное решение для организации беспроводных систем сбора данных по сетям GSM, CDMA и UMTS. При этом TERMIT обладает собственным «интеллектом» — управляется операционной системой Linux и не требует подключения к управляющему контроллеру (компьютеру).

Терминал обеспечивает передачу данных в различных режимах от элементов сети в центр обработки данных и применим в различных системах учета и контроля — водо- и энергоснабжении, мониторинга метеословий, движения автотранспорта, в медицинской, финансовой и других сферах:



Рис.2. TERMIT Data Terminal & Router

- Режим сбора данных Point-to-Multipoint.  
*Беспроводный сбор данных от удаленных устройств – счетчиков, расходомеров, автоматов самообслуживания, аппаратуры наблюдения.*
- Режим подключения Point-to-Point.  
*Беспроводное соединение удаленных устройств по пользовательскому или TCP/IP-протоколу.*
- Режим прозрачной передачи данных  
*Удаленное управление устройствами*
- Режим роутера.  
*Беспроводное подключение к локальной сети удаленных компьютеров, беспроводное объединение локальных сетей, подключение локальной сети к Интернет.*
- Режим модема.  
*Беспроводное подключение компьютера к Интернет, прием и передача SMS и факсов*

Преимущества TERMIT Data Terminal & Router при применении в системе сбора данных:

- быстрое и низкочеловеческое развертывание беспроводной сети;
- гибкость решения с точки зрения выбора канала связи — GSM, CDMA, UMTS;
- нет необходимости в подключении к компьютеру;
- широкий выбор интерфейсов – Ethernet 10/100BaseT и один из интерфейсов последовательного порта — RS232, RS422, RS485;
- поддержка дополнительных функций передачи данных: передача данных в реальном времени, Always Online, Timing Transmission, Data Awake, Centralized Call Awake, Sleep;
- встроенная функция маршрутизации, поддержка NAT;
- поддержка VPN/IPsec;
- встроенный таймер перезагрузки.

## Особенности реализации терминалов AnCom RM/D

### *Общие характеристики*

После начальной настройки параметров терминал AnCom RM/D (рис.3) работает в непрерывном и необслуживаемом режиме с выполнением всех функций, связанных с установлением соединения, обеспечением устойчивой работы, резервированием канала связи и передачей данных. Прозрачный GPRS-канал автоматически активируется после включения питания.



Рис.3. Терминал AnCom RM/D

В терминале используется GSM-модуль фирмы Wavocom и встроенное программное обеспечение ООО «Аналитик-ТС». Установлены два держателя SIM-карт со встроенной программной поддержкой автоматического переключения между ними (возможен режим работы с одной SIM-картой). Интерфейс RS-232C. Встроенная или внешняя антенна (соединитель SMA). Варианты исполнения с различными видами первичного питания: ~140..286 В (45...55 Гц), 36-72 В, 18-36 В или 9-18 В. Дополнительно терминал может использоваться для передачи данных в режимах SMS и CSD.

Для предотвращения ситуации «нехватка памяти» при перезагрузке автоматически стираются все принятые SMS (реклама, сообщения о пропущенных звонках и т.п.). В терминале поддерживаются расширенные до 16 Кбайт внутренние буферы данных (на приём и передачу), благодаря чему:

- терминал можно применять в системах с «трех-проводным» интерфейсом (только RxD и TxD);
- увеличивается реальная скорость передачи за счёт оптимизации взаимодействия между интерфейсом RS-232C и сокетом TCP/IP;
- при передаче без программного квитирования пакетов данных размером более 16 Кбайт необходимо включить управление потоком CTS/RTS.

Обеспечивается светодиодная индикация:

- уровня GSM-сигнала (три уровня);
- процесса установления соединения (идентифицируются все фазы установления соединения, что позволяет визуально диагностировать возникающие при инсталляции проблемы);
- передаваемых данных.

### *Дополнительные средства обеспечения безопасности.*

#### *Аутентификация на этапах инициализации, установления соединения и передачи данных*

Для предотвращения возможности использования SIM-карт не по назначению при настройке терминала вводятся значения их PIN-кодов, которые в дальнейшем хранятся в памяти терминала, проверяются при запуске и недоступны по чтению.

Для предотвращения несанкционированного соединения терминалов с неизвестными мобильными устройствами осуществляется аутентификация доступа на APN-сервер и доступа на технологический FTP-сервер.

При обмене динамическими IP-адресами контролируются идентификаторы терминалов. При установлении TCP/IP-соединения тоже происходит контрольный обмен идентификаторами, при их несовпадении — соединение разрывается, передача данных невозможна.

#### *Учёт особенностей передачи через GPRS-склеивание пакетов*

Для систем, чувствительных к возникновению временных разрывов внутри пакета данных, которые могут возникать при приёме по GPRS-каналу, обеспечивается режим неразрывной выдачи принятого пакета в канал RS-232C после его полного принятия терминалом из TCP/IP-сокета (склеивание пакетов, для протоколов обмена, использующих процедуру «byte stuffing»).

#### *Обеспечение устойчивости и резервирование*

Средства обеспечения устойчивой работы:

- для исключения ситуации «зависания» терминала все этапы установления соединения и передачи данных охвачены контролем времени завершения (более 30 контролируемых тайм-аутов);
- в процессе работы отслеживаются нештатные ситуации (сбои SIM-карты, уровень GSM-сигнала, регистрация в GSM/GPRS-сети, сбой в сети оператора связи, передача данных через TCP/IP-сокет, активность на порту данных и т.п.) и обеспечивается максимально быстрое восстановление соединения, в том числе за счет перезагрузки или перехода на резервный канал.

Система управления резервированием обеспечивает работу с основной и резервной SIM-картами. В режиме работы «точка-точка» каждый из терминалов (настроенные соответственно как клиент и сервер) независимо анализируют условия своего перехода на резервную SIM-карту и разрешены ситуации, когда один из терминалов остался на основной SIM-карте, а другой перешел на резервную. В режиме работы «терминал-сервер»

(терминал настроен как клиент) переходом на резервную SIM-карту управляет только терминал, а сервер имеет публичный статический IP-адрес.

Условия перехода на резервную SIM-карту:

- не прошла инициализация основной SIM-карты или регистрация в GSM-сети за установленное время;
- после выполнения трех неудачных попыток установки GPRS-сессии;
- после трех неудачных попыток установления TCP-соединения.

Условия возврата на основную SIM-карту:

- не прошла инициализация резервной SIM-карты и регистрация в GSM-сети за установленное время;
- после выполнения трех неудачных попыток установки GPRS-сессии;
- после истечения времени, в течение которого не осуществляется прием или передача данных (настройка пользователя, определяющая алгоритм для возврата на основную SIM-карту).

**Режим работы «точка-точка» (Socket mode).**

**Прозрачный удлинитель интерфейса RS-232C.**

Для организации канала связи между источником первичной информации и центральным узлом обработки в режиме «точка-точка» используются два терминала (рис. 4), поэтому данное решение целесообразно при применении на ограниченном количестве удалённых объектов или для оперативной замены проводных каналов на беспроводные. Для оптимизации расходов целесообразно применение тарифных планов с публичными динамическими IP-адресами (терминалы обмениваются ими через FTP-сервер). Так же можно использовать тарифы с локальными статическими IP-адресами.

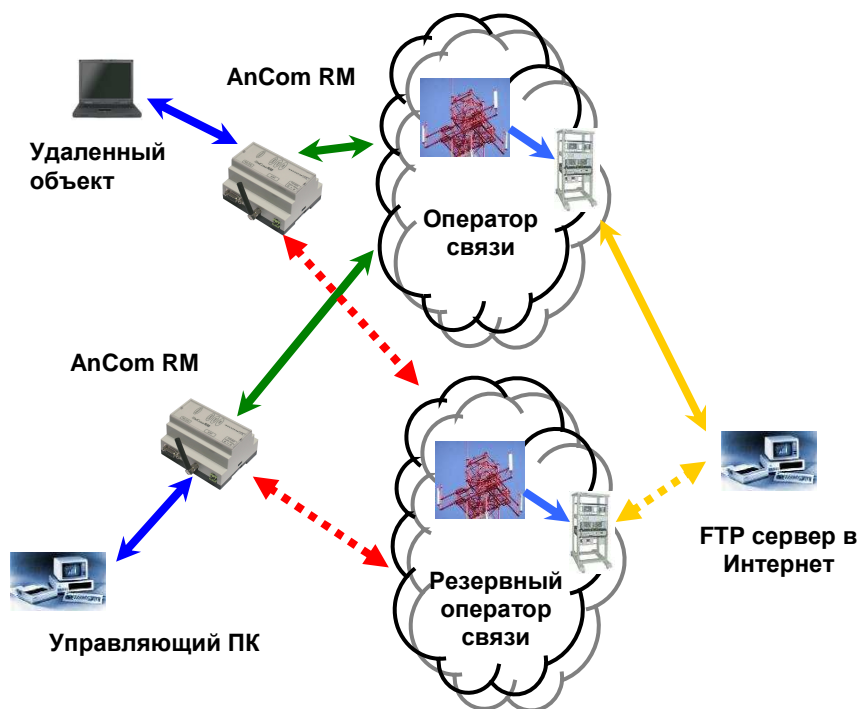


Рис. 4 Схема применения терминала AnCom RM/D в режиме «точка-точка»

**Режим работы «терминал-сервер» (Internet mode).**

**Мониторинг и управление удаленными объектами с центрального узла.**

Применение режима «терминал-сервер» позволяет организовать беспроводную связь большого количества источников первичной информации с центральным узлом обработки (рис. 5). При этом терминал устанавливается только на удалённом объекте, а сервер центрального узла подключается к Интернету, например, через корпоративный сервер безопасности с использованием VPN-канала или выделенной линии. Для терминала могут использоваться тарифы с локальными или публичными динамическими IP-адресами, а сервер должен иметь публичный статический IP-адрес. При работе создаётся прозрачный канал передачи между интерфейсом RS-232C терминала и серверным ПО пользователя, что позволяет использовать различные протоколы опроса удалённых объектов, например modbus.

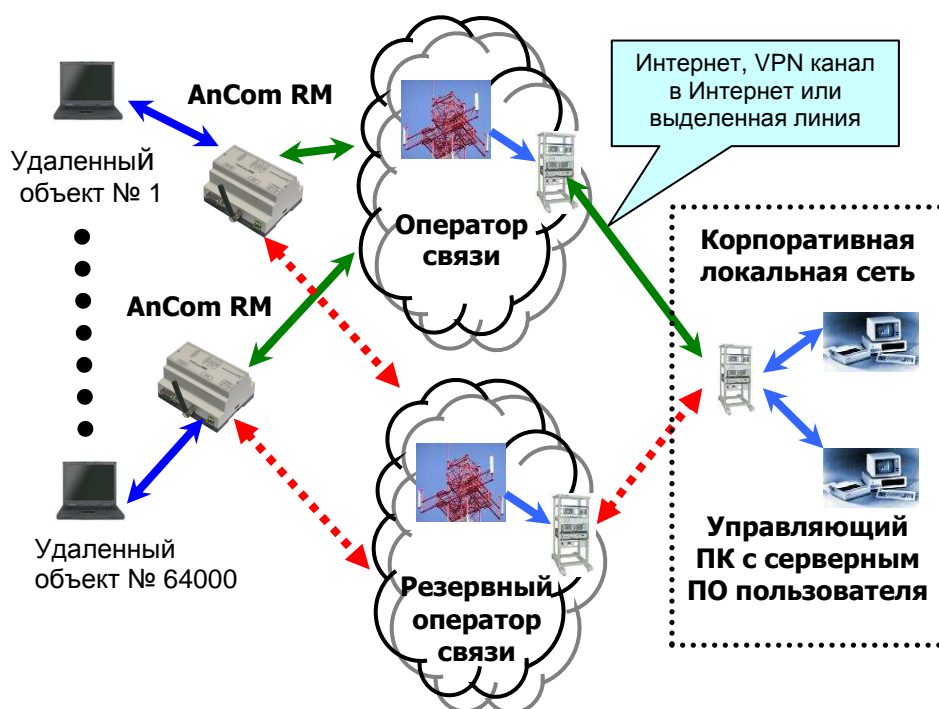


Рис. 5 Схема применения терминала AnCom RM/D в режиме «терминал-сервер»

### Особенности реализации терминалов AnCom RM/E

#### *Общие характеристики*

В терминале AnCom RM/E (рис. 6) реализовано резервирование каналов связи, разделенных на физическом уровне, с автоматическим переходом на резервный канал и возвратом на основной при его восстановлении. В качестве основного и резервного каналов связи могут использоваться проводные линии (выделенные или коммутируемые) и беспроводные GPRS-каналы (в любой комбинации). Прозрачный канал передачи данных активируется автоматически после включения питания. Модульная архитектура (до 5 модулей) обеспечивает выпуск широкой номенклатуры терминалов: с различными интерфейсами, типами первичного питания, проводными и беспроводными каналами связи.



Рис.6. Терминал AnCom RM/E

Интерфейсный модуль предназначен для подключения оборудования пользователя (компьютер, контроллер, счетчик и т.п.) в асинхронном режиме в диапазоне скоростей от 300 до 115200 бит/с и управления резервированием. Варианты исполнения: RS-232C (8 цепей), комбинированный RS-232C/RS-485 с гальванической развязкой, USB.

Модуль проводного терминала выполнен на базе серийного модема AnCom STF, используется чипсет фирмы Conexant, встроенное программное обеспечение ООО "Аналитик-ТС". Модуль поддерживает: двухпроводные коммутируемые, двухпроводные выделенные, четырехпроводные выделенные каналы тональной частоты (ТЧ) и физические линии. Обеспечивается автоматическое установление соединения при включении питания (в том числе для коммутируемых каналов). Протоколы соединения соответствуют рекомендациям ITU-T V.34. Имеется встроенная многоуровневая защита линейных цепей от воздействия статических и грозовых разрядов с трансформаторной гальванической развязкой 3 кВ.

Модуль беспроводного терминала функционально аналогичен AnCom RM/D (поддерживается только одна SIM-карта).

На рис. 7 представлена схема применения, в которой: основной канал – выделенный проводной, скорость до 28.8кбит/с; резервный канал ("горячее" резервирование) – GPRS, скорость 9.6 кбит/с.

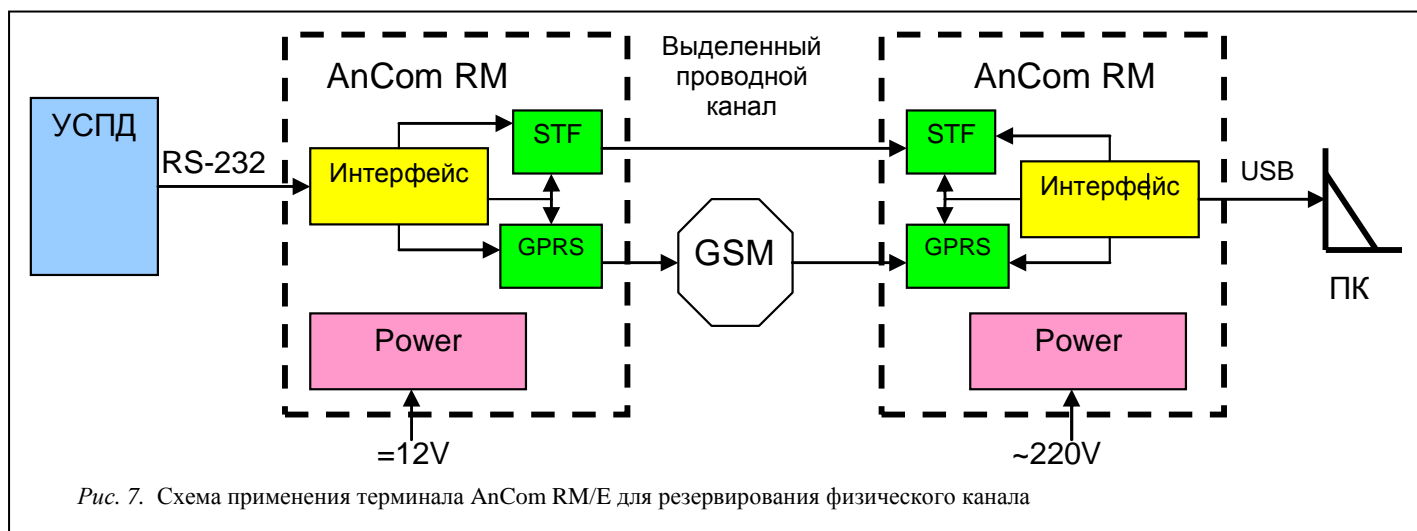


Рис. 7. Схема применения терминала AnCom RM/E для резервирования физического канала

### Алгоритм резервирования

Для управления резервированием в терминале установлен контроллер Atmel ATtiny. Контроллер анализирует положение переключателей выбора режима (настройка основного канала, настройка резервного канала, вариант схемы резервирования) и сигналы состояния основного и резервного каналов передачи (цепи DCD соответствующих модулей). В зависимости от их состояния обеспечивается подключение канала данных одного из двух терминальных модулей к интерфейсному модулю и формирование управляющих сигналов на терминалы (DTR, RESET). Для обеспечения устойчивости работы системы в алгоритме управления резервированием учитывается специфика используемой среды передачи.

При включении питания автоматически устанавливается соединение по основному (например, выделенному проводному) и резервному (например, беспроводному GPRS) каналам. Данные передаются по основному каналу, а GPRS-канал находится в «горячем» резерве (установлен TCP/IP-сокеты). Переход на резервный канал осуществляется без временных затрат на установление соединения, сразу после обнаружения отказа основного канала. Возврат на основной канал при его восстановлении осуществляется только после проверки надёжности его восстановления.

### Заключение

Рассмотренные терминалы являются законченными решениями для передачи данных по беспроводным каналам. Их применение минимизирует затраты времени и средств на интегрирование в системы сбора и обработки информации, которые требуют высокой надежности и безопасности передачи данных. В настоящее время они находят широкое применение платежных терминалах, торговых аппаратах и банкоматах, а также в системах автоматизации: водо- и энергоснабжения, нефтегазовой отрасли, коммунальной сферы и т.п.