

Новый модем производства Enfora

Spider SA-G+, GSM1318

Enfora Spider SA-G+ (каталожное наименование GSM1318) — это внешний модем для M2M-приложений с интерфейсом RS232. Он изготовлен на базе модуля Enfora Enabler III G (GSM0308) и предназначен для работы в диапазонах частот GSM 850/900/1800/1900 МГц. Данная модель с 2010 г. выпускается вместо хорошо известной Enfora GSM1308.

Виктор Алексеев, к. ф.-м. н.
Victor.ALEXEEV@telemetry.spb.ru

Модем Spider SA-G+, GSM1318

Основное отличие новой модели Spider SA-G+ от старой модели GSM1308 заключается в том, что в GSM1318 добавлена функция обновления базового программного обеспечения по Интернету — FOTA (Firmware Over The Air).

Кроме того, объем RAM в новой модели увеличен до 8 Мбайт. Также расширен диапазон напряжений питания: от 6 до 40 В. В остальном модели GSM1308 и GSM1318 полностью совпадают [1]. Технические характеристики модема приведены в табл. 1, внешний вид показан на рис. 1. На передней панели размещены SMA-разъем для внешней антенны, держатель SIM-карты

Таблица 1. Технические характеристики модема GSM1318

GSM/GPRS	850/E-900/1800/1900 МГц
GPRS	Класс 10
Чувствительность	-106 дБ
Основной интерфейсный разъем	Molex 43025-0800
Основной последовательный порт	RS232
Логика	1,8 В
Аудио	Цифровое аудио, выходы на интерфейсном разъеме: "Microphone +, Headset +, Ground".
Пользовательские входы/выходы	IO1 (3,3–40 В) — задействован вывод GPIO1 базового модуля Enabler III G Module
	IO2 (3,3–40 В) — задействован вывод GPIO6 базового модуля Enabler III G Module
	Output (1,5 A sink) — задействован вывод GPIO6 базового модуля Enabler III G Module
Светодиодная индикация	Один светодиод с разными режимами работы (питание, поиск сети, работа в сети)
Напряжение питания	6–40 В
Перезагрузка	Автоматическая при потере сети; конфигурируется специальными AT-командами
Потребление тока (ждущий режим)	<20 мА в среднем, DFX 5
GSM 850/900 (1 RX/1 TX, полная мощность)	250 мА в среднем; 1,6 А — пиковое значение
GSM 1800 (1 RX/1 TX, полная мощность)	150 мА в среднем; 1,3 А — пиковое значение
GSM 1900 (1 RX/1 TX, полная мощность)	150 мА в среднем; 1,2 А — пиковое значение
Протоколы	TCP/IP-стэк, UDP-стэк, PAD, PPP, CMUX, Event tools
GSM/GPRS SMS	От точки к точке (MO и MT)
	Текст и PDU
Передача данных	Асинхронный, прозрачный и непрозрачный режимы (V110, 300–14400 bps); USSD
SIM-карта	1,8/3 В
Размеры	64×64×24 мм
Температурный диапазон	Граничный рабочий: -30 ... +70 °C
	Рекомендуемый рабочий: -20 ... +60 °C
	Хранение: -40 ... +85 °C
Антенный разъем	SMA RF Connector
Корпус	Ударопрочный пластмассовый



Рис. 1. Внешний вид модема GSM1318



Рис. 2. Физические интерфейсы модема GSM1318

с автоматическим выталкивателем и светодиодный индикатор режимов работы. В модеме GSM1318 реализован полный последовательный интерфейс RS232, v24, который выведен на стандартный 9-контактный разъем DB9 на задней панели. Там же находится интерфейс пользовательских вводов/выводов (рис. 2). Возможны следующие режимы передачи по последовательному порту (команда AT+ICF):

- 1 8 data, 2 stop, no parity;
- 2 8 data, 1 stop, 1 parity;
- 3 8 data, 1 stop, no parity;
- 4 7 data, 2 stop, no parity;
- 5 7 data, 1 stop, 1 parity;
- 6 7 data, 1 stop, no parity;
- <parity> 0 odd;
- 1 even;
- 2 mark;
- 3 space.

Это позволяет использовать модем с периферийными устройствами разных производителей. В GSM1318 поддерживается прозрачный режим. Для этих целей используется команда:

AT+CBST = A, B, C;

где A, B, C — параметры, задаваемые пользователем и определяющие: A — скорость передачи, B — имя, C — выбор режима (прозрачный, непрозрачный или оба режима с предпочтением одного другому).

В качестве внешнего интерфейсного разъема использован Molex 43024-0800. На него выведены контакты для подключения питания, голосовой гарнитуры, два программируемых логических ввода/вывода и один силовой логический вывод общего назначения (табл. 2).

Благодаря наличию пользовательских вводов/выводов (IO) модем GSM1318 предоставляет разработчикам очень широкие возможности для решения самых разных прикладных задач без использования дополнительного оборудования. Принцип работы пользовательских вводов/выводов (IO) в модулях и модемах Enfora основан на использовании специального программного приложения Enfora Event Processing («Обработка событий»), которое позволяет программировать модуль или модем таким образом, чтобы различные состояния IO (входные события) обуславливали заданную реакцию модема (выходные события). Например, в зависимости от различных состояний IO модем может:

- перерегистрироваться в сети GSM/GPRS;
- контролировать сетевые IP-события (нет IP, первый IP, новый IP, нет IP при переключении, действующий IP при переключении);
- посылать SMS- или UDP-сообщения;
- использовать часы реального времени;
- использовать таймер событий;
- использовать счетчик событий.

Более подробно список входных событий (несколько сотен различных комбинаций) приведен в [3].

Входные и выходные события программируются с помощью комплексной команды AT\$EVENT.

Алгоритм команды охватывает практически все стандартные ситуации при работе с M2M-приложениями. Структура команды выглядит следующим образом:

AT\$EVENT=<event group>,<event Response type>,<event category>,<parm 1>,<parm 2>

Event group — первый параметр, который определяет группу событий. Все события могут быть

дополнительно разбиты по отдельным группам, которые будут обрабатываться поочередно.

Event Response type — второй параметр, определяет тип события: «Входное» (Input) или «Выходное» (Output).

Event category — третий параметр, описывает конкретные входные и выходные события. Параметр может принимать значения от 0 до 255. Часть из них задействована, а часть зарезервирована.

Parm1 и Parm2 — четвертый и пятый параметры, задают диапазон входных событий и тип выходных событий. Эти параметры нельзя рассматривать в отрыве от категории событий. Например, для входных событий GPIO значения parm1, 2, равные 0 или 1, соответствуют высокому или низкому уровням.

Пользовательские логические вводы/выводы модема GSM1318 контролируются вводами/выводами общего назначения (GPIO) базового модуля Enabler IIG GSM0308. Базовый модуль имеет 20 GPIO различного назначения. Пять из них контролируют выводы модема. Пользовательский логический ввод/вывод модема IO1 подключается к GPIO1 базового модуля Enabler IIG GSM0308. Он имеет следующие электрические параметры:

- верхний логический уровень в режиме входного события (Input): 2,2 В;
- нижний логический уровень входного события (Input): 1 В;
- верхний логический уровень выходного события (Output): 3 В;
- нижний логический уровень выходного события (Output): 0 В;
- максимальный ток при работе в режиме источника тока: 350 мкА;
- максимальный ток при работе в режиме потребления: 3,7 мА (40 В).

С помощью подачи отмеченных уровней напряжения от GPIO4 базового модуля этот IO1 может быть использован либо в качестве логического ввода, либо в качестве логического вывода. Такое разделение является необходимым условием для программирования входных и выходных событий (подробнее об этом ниже).

Пользовательские логические вводы/выводы модема GSM1318 конфигурируются с помощью AT-команд. Направление шины «ввод» (Input) задается командой:

AT\$IOGP1=1

Направление шины «вывод» (Output) задается командой:

AT\$IOGP1=0

Выбранный режим работы проверяется командой:

AT\$IOCFG?

Более подробно вопрос конфигурирования IO модема с помощью AT-команд рассмотрен в [4].

Пользовательский логический ввод/вывод модема IO2 представляет собой программируемый Pull-Push интерфейс. Иными словами, этот IO2 обеспечивает дополни-

Таблица 2. Назначение выводов интерфейсного разъема модема GSM1318

Номер вывода	Назначение	Описание
1	Микрофон «+»	
2	Гарнитура «+»	
3	«Земля»	
4	«Земля»	
5	Напряжение питания	6–40 В
6	Пользовательский ввод/вывод модема (IO1)	Может использоваться как логический ввод и как логический вывод. Программируется с помощью AT-команд. Коммутируемое напряжение — 3,3–40 В
7	Пользовательский ввод/вывод модема (IO2)	Может использоваться как логический ввод, так и логический вывод. Программируется с помощью AT-команд. Дополнительная функция push-pull. Коммутируемое напряжение — 3,3–40 В
8	Пользовательский вывод модема (O3)	Может использоваться только как логический вывод. Дополнительная функция — возможность управления устройствами с рабочими токами до 1,5 А. Фиксируемое логическое состояние, сохраняющееся при перезагрузке

тельную опцию согласующего ввода/вывода с функцией программируемой установки уровней напряжения в ненагруженном состоянии. Ввод/вывод модема IO2 подключается к GPIO6 базового модуля Enabler IIG GSM0308 и имеет те же электрические параметры, что и IO1:

- верхний логический уровень в режиме входного события (Input): 2,2 В;
- нижний логический уровень входного события (Input): 1 В;
- верхний логический уровень выходного события (Output): 3 В;
- нижний логический уровень выходного события (Output): 0 В;
- максимальный ток при работе в режиме источника тока: 350 мА;
- максимальный ток при работе в режиме потребления: 3,7 мА (40 В).

С помощью GPIO4 базового модуля выбирается направление шины для IO2 модема (ввод или вывод). Вывод GPIO7 базового модуля GSM0308 используется как Pull-up/Pull-down устройство для управления напряжением на вводе/выводе IO2 модема GSM1318. В том случае, когда IO2 не нагружен на внешнее устройство, он автоматически устанавливается в верхнее логическое состояние в режиме Pull-up и в нижнее логическое состояние в режиме Pull-down.

Для того чтобы перевести IO2 в режим Pull-down и установить нижний логический уровень, используется команда:

```
AT$IOPLUP=0
```

Для установки IO2 в верхний логический уровень в режиме Pull-up используется команда:

```
AT$IOPLUP=1
```

Выбор направления шины осуществляется командами:

```
AT$IOGP2=1 (ввод);
AT$IOGP2=0 (вывод).
```

Пользовательский вывод модема (O3) может быть использован только как логический вывод. Полезным свойством этого вывода является фиксация логического состояния, которое сохраняется при перезагрузке модема. Кроме того, у этого вывода имеется дополнительная функция, позволяющая подключать к нему реле, управляющее устройствами с рабочими токами до 1,5 А. Например, в качестве реакции на какое-либо входное событие вывод O3 может включить мощное силовое устройство (блокиратор замка дверей, сирену, нагреватель, насос и т. д.). То есть при необходимости удаленного управления силовыми устройствами пользователь со своего сотового телефона или компьютера посылает управляющее SMS- или UDP-сообщение. Получив это сообщение, GSM1318 переключает силовой вывод O3 в необходимое состояние. Кроме того, благодаря наличию O3 модем GSM1318 можно использовать и в качестве контроллера доступа в шкаф с оборудованием. Например, когда GSM1318 используется в сложной беспроводной теле-

метрической системе для обеспечения GSM/GPRS-канала, можно одновременно к выводам IO1 и IO2 подключить герконовые датчики, аудиодатчик, пожарный датчик, датчик контроля температуры и т. д. При срабатывании одного из датчиков GSM1318 отправит пользователю SMS- или UDP-сообщение через сеть GSM/GPRS и одновременно переключит вывод O3, управляющий исполнительным аварийным устройством (напряжение питания, сирена, блокировка). В качестве другого примера, иллюстрирующего использование O3, можно привести алгоритм команд, переключающих его из низкого состояния в высокое при регистрации модема в сети GPRS и получении нового IP адреса:

```
AT$EVENT=10,1,11,1,1
(регистрация и получение IP);
```

```
AT$EVENT=10,3,18,0,0
(переключение O3 в высокое логическое состояние).
```

Следует подчеркнуть, что выходные события могут программироваться и без использования пользовательских вводов/выводов. Например, это может быть автоматическое подключение к сети GSM/GPRS, непрерывный контроль и восстановление соединения в случае потери связи [3].

Специальная команда \$NETMON предназначена для мониторинга соединения через GSM/GPRS/IP и его активного восстановления при разрыве. При отсутствии трафика модем посылать ring-пакет через заданный интервал времени на заданный IP-адреса (\$Friend). Посылки пакетов будут продолжаться до тех пор, пока какой-нибудь из указанных серверов не окажется в режиме online и не ответит на запрос. В случае, когда модем обнаруживает отсутствие связи в сети GSM/GPRS, он через заданный интервал времени начинает автоматическую перезагрузку. При этом происходит его полная программно-аппаратная перезагрузка и дальнейшая автоматическая регистрация.

Настроить модем так, чтобы модуль в автоматическом режиме перезагружался через заданный интервал времени, независимо от режима его работы (PAD или просто модем GPRS), можно следующим образом:

- **AT\$STOATEV=1,AT\$RESET** (сохранить результирующую AT-команду);
- **AT\$EVTIM1=45000** (установка таймера номер 1 на 12,5 часа);
- **AT\$EVENT=15,1,12,1,1** (исполнительная команда при окончании заданного времени на таймере номер 1);
- **AT\$EVENT=15,3,44,1,0** (исполнительная команда на перезагрузку модема);
- **AT&W** (сохранение настроек в памяти модуля).

За счет того, что обработка событий привязана к физическим прерываниям процессора, события будут обрабатываться, даже если «зависла» основная программа модуля. Если «зависание» происходит из-за переполнения какого-либо из регистров, счетчиков и аналоговых процессов, то перезагрузка «по времени» просто предотвращает это переполнение. В другом

варианте восстановления работоспособности модуля можно рассматривать состояние выводов питания и индикации GPRS как входные события в Event Processing и заставлять модуль перезагружаться в случае их изменения.

Указанные настройки оказываются очень полезными при работе в российских сетях сотовой связи, оборудование которых, мягко говоря, не всегда соответствует современному уровню развития техники. Проблема «мертвого зависания» встречается в России повсюду, существует давно и присуща всем модулям и модемам различных производителей. Экспериментально доказано, что данное явление зависит от конкретной базовой станции. Модемы работают нормально в одном месте, но периодически «зависают» в другом. Одной из множества причин «зависания» может быть тот факт, что модем расположен в точке перекрытия сигналов от различных базовых станций. В момент перегрузок или снижения уровня сигнала на одной базовой станции модем автоматически переходит на другую. При этом, если на базовой станции плохо прописаны настройки Handover, то «зависает» PDP-контекст. Как следствие, перестает правильно функционировать SIM-карта. Иными словами, SIM-карта отключилась от одной базовой станции, но к другой подключиться уже не может. Возникает ситуация, аналогичная тому, как если бы модем включили вообще без SIM-карты. Поэтому в данном случае никакие RESET для софта не помогают, спасает только жесткая перезагрузка самого «железа» (передергивание питания). Проблема никак не связана с IP-адресацией и поэтому не зависит от того, используется SIM-карта с выделенным IP-адресом или стандартная карта. Вариантов решения данной проблемы два: либо оператор сети сотовой связи сам принимает меры (Северо-Западный филиал ОАО «МегаФон» делает это для крупных клиентов), либо пользователь GSM/GPRS-модемов применяет какие-то специальные дополнительные программно-аппаратные решения. Модемы Enfora GSM1318 и отмеченные выше специальные настройки позволяют решить данную проблему.

В числе других наиболее значимых опций можно отметить функцию UDP/TCP-сборки/разборки пакетов (Packet Assembler/Disassembler, PAD), которая позволяет конвертировать, упаковывать и передавать данные с обычного последовательного интерфейса, без специального протокола, необходимого внешнему устройству. Иными словами, PAD — это способ передачи данных от устройства «за модемом» через сеть IP/GSM/GPRS и далее до получателя. Необходимо подчеркнуть, что без функционала, подобного PAD, обойтись нельзя: либо он отработается на внешнем контроллере (ПК), который подключен к «простейшему GSM/GPRS-модему», либо используется готовый продукт типа Enfora.

Из хост-протоколов следует, кроме AT-команд, отметить UDP API, CMUX, PPP. Для удаленного управления модемом можно использовать AT-команды через SMS или UDP. В модеме поддерживаются HCI API: PPP, UDP API, TCP API, UDP PAD, TCP PAD.



Рис. 3. Схема загрузки обновления ПО модема GSM1318 через Интернет

Обновление базового программного обеспечения через Интернет (FOTA)

Функция FOTA (Firmware Over The Air) [5] используется в тех случаях, когда модемы размещены на удаленных объектах и физический доступ к ним затруднен. Особенно удобна эта функция для GSM/GPRS-сетей контроля расхода тепла, газа, электричества, воды с управлением из одного центрального диспетчерского пункта.

В заводских прошивках нового модема GSM1318 функция FOTA устанавливается по умолчанию. В принципе, FOTA можно установить и в последних моделях GSM1308 [6]. Для этого нужно, чтобы прошивка модуля была не ниже pkg47 и модуль имел бы RAM 8 Мбайт.

Удаленное обновление программного обеспечения FOTA реализуется с использованием FTP-сервера. При этом сам модем выступает в роли FTP-клиента. Протокол прикладного уровня FTP (File Transfer Protocol) предназначен для передачи файлов в компьютерных сетях с использованием транспортного протокола TCP.

Команды и данные передаются по разным портам (порт 20 — данные, порт 21 — команды). В самом протоколе FTP поддерживаются средства для докачки файла в тех случаях, когда передача файла была прервана по каким-либо причинам.

Программисты Enfora постоянно работают над совершенствованием прошивки базовых модулей, устраняя выявленные недостатки и добавляя новые функции и AT-команды. Компания уведомляет своих пользователей о выходе новой версии программного обеспечения и бесплатно предоставляет исполнительный файл для перепрошивки модуля. Пользователь самостоятельно размещает у себя на FTP-сервере этот файл и с помощью специальных AT-команд, разработанных Enfora, проводит апгрейд своего оборудования. Создание своего собственного FTP-сервера не должно вызывать особенных проблем: необходимы лишь современный ПК и соответствующее программное обеспечение. Фирма Enfora рекомендует в качестве

ПО FTP-сервера использовать Windows Server 2003 with Internet Information Services Version 7.0 (IIS7.0). Для установки программного обеспечения, настройки FTP-сервера и его обслуживания не нужно специальных навыков. Для запуска сервера в работу достаточно установить ПО на компьютере, создать набор учетных записей, указать каталог, который будет выделен на жестком диске для хранения firmware, и прописать внешний IP-адрес. Следует подчеркнуть, что для надежной работы FTP-сервера нужен статический IP-адрес. Кроме того, сервер должен поддерживать работу с AT-командами и незапрашиваемыми откликами, используя формат Enfora UDP API messages.

Файл для обновления ПО представляет собой так называемый Delta file. В нем записаны добавления и исправления, внесенные в предыдущую версию. Этот файл должен храниться в той директории на FTP-сервере, к которой модем может иметь свободный доступ. Например, в соответствии с рекомендациями Enfora исполнительный файл должен быть записан в папке FOTA, находящейся в корневом каталоге с именем Enfora, <ftpRootDirectory>/Enfora/FOTA. Размер файла перепрошивки зависит от модели, для которой он предназначен, и обычно не превышает 500 кбайт.

Следует учитывать, что в варианте FOTA удаленный модем имеет не все свойства, которые в общем случае присущи FTP-клиенту. Подробно особенности FTP-клиента и FTP-сервера рассмотрены в [5, 6]. Схематически процесс реализации функции FOTA показан на рис. 3.

Модем (FTP client) первоначально должен быть сконфигурирован для работы с FTP-сервером с помощью AT-команды:

```
AT$FOTACFG="ftpServer", <port>, "username", "password", <ftpMode>, <retries>, <reportMode>, 0.
```

В этой команде определяется, кроме прочего, режим загрузки — автоматический или ручной (последний параметр — 0 или 1).

По команде:

```
AT$FOTAGET="remotefilename"
```

модем инициализирует соединение с FTP-сервером через IP-протокол и создает контрольное соединение. Поскольку протокол FTP работает исключительно только через TCP-соединение и последовательный порт, то передача данных происходит в два этапа. Данные в виде IP-пакета пересылаются в буфер временной памяти модема, затем конвертируются в поток последовательных данных, пригодный для передачи через COM-порт. Пользователь может контролировать процесс получения модемом файла данных с помощью AT-команд:

```
AT$FOTAGET?
```

Если процесс обновления ПО прошел успешно, ответ на эту команду будет:

```
$FOTAGET: 0, fota.bin, 0, 0, 0.
```

Со своей стороны сервер обеспечивает контроль передачи данных через последовательный порт.



Рис. 4. Схема автоматической перезагрузки обновления ПО модема GSM1318 в случае сбоя в процессе передачи

После окончания получения данных модем посылает уведомление об успешной передаче. Далее соединение с сервером останавливается автоматически (или в ручном режиме с помощью другой AT-команды). При этом принятые данные автоматически сохраняются в памяти модема, и пользователю не нужно принудительно использовать команду «AT&W». Далее модем перезапускается автоматически или (с помощью AT-команды) в ручном режиме. На этом процесс обновления ПО закончен. Функция FOTA в модемах Enfora позволяет прерывать и автоматически перезапускать процесс перезагрузки в случаях обнаружения ошибок или потери связи. Эта процедура реализуется в соответствии со спецификацией FTP RFC3659. Поэтому FTP-сервер должен поддерживать команду FTP File Restart command (REST). Принцип автоматической перезагрузки процесса передачи Delta file продемонстрирован на рис. 4.

В том случае, когда произошел сбой загрузки, ответ на команду AT\$FOTAGET? будет получен в виде:

```
$FOTAGET: 0, wrongfota.bin, 0, 0, 176
```

При работе в автоматическом режиме процесс загрузки обновления будет остановлен и начат заново без вмешательства оператора. Этот цикл может повторяться многократно до тех пор, пока обновление ПО не будет успешно реализовано.

Примеры использования модемов Enfora Spider SA-G для M2M-приложений в России

По мере перехода в беспроводных M2M-приложениях от простейшего метода пере-

даци данных в режиме GSM к более быстрым и современным методам в GSM/GPRS/EDGE-режимах продукция Enfora завоевывает все большую популярность в России. Это связано с тем, что модемы серии SA-G были разработаны специально для M2M-приложений с учетом новейших мировых разработок в этой области.

Обычно при соединении «точка-точка» в режиме GPRS используется схема, при которой GSM/GPRS-удаленный терминал выступает в роли «ведомого». В этом случае центральный сервер тем или иным образом инициализирует процесс установки связи, например дозваниваясь до удаленного модема на обычный GSM-номер. Модем регистрирует входящий звонок и начинает установку обратной связи, открывая GPRS/PPP-сессию с оператором GSM. Затем модем автоматически устанавливает TCP-соединение с центральным сервером для пересылки данных (или посылает UDP-сообщения). В такой схеме модем, как правило, получает динамический IP-адрес (уникальный на время сессии), а серверу необходим статический, фиксированный IP-адрес.

Модемы Enfora SA-G могут автоматически посылать на один или несколько серверов UDP-сообщения, которые очевидным образом содержат актуальный IP-адрес устройства. Внутри такого сообщения содержится специальная информация, позволяющая идентифицировать конкретного отправителя. Соответственно, центральный сервер будет иметь возможность пересылать данные на модем. Программное обеспечение SA-G позволяет осуществлять управление модемом посредством UDP API даже в том случае, если модем не зарегистрирован в GPRS-сети (не назначен внешний динамический IP-адрес). Эта функция отличает модемы Enfora от большинства модемов других производителей, которые позволяют работать с устройством по IP через «внутренний» последовательный интерфейс, пользуясь лишь «внешним» IP-адресом, и только после того, как установлено внешнее GPRS-соединение с оператором. Таким образом, при потере GPRS-соединения сетью или при изменении внешнего IP-адреса теряется связь с беспроводным устройством по IP через «внутренний» последовательный интерфейс. Модемы Enfora могут работать полностью в автоматическом режиме, устанавливая и восстанавливая GPRS-соединения без участия оператора. Как отмечалось выше, для этого используется приложение Enfora Event Processing. Если устройство, подключенное к модему, не имеет TCP/IP-стека и не поддерживает протокол PPP, модемы SA-G могут использоваться для подключения устройства к IP-сети в режиме, называемом «Сборка/разборка пакетов» (Packet Assembler/Disassembler, PAD). Подробно этот режим описан в [8–11]. Функция PAD позволяет конвертировать, упаковывать и передавать данные со стандартного последовательного интерфейса без специального протокола, необходимого внешнему устройству. Сопряжение с устройствами, не поддерживающими TCP/IP, реализуется с помощью команды **AT\$HOSTIF=<type>**. В режиме PAD терминал Enfora может быть

skonfigurirovann libo kak klient (active), libo kak server (passive). В активном режиме предусмотрена возможность установления TCP-соединения по известному IP-адресу посредством команды:

ATDT<IP address>/<port>.

В пассивном режиме терминал может ожидать внешнее TCP-соединение на заданном порту. Более подробно это рассмотрено в описании команд **AT\$ACTIVE**, **AT\$PADSRC**.

В России модемы Enfora используются начиная с 2003 г. За это время устройства серии SA-G продемонстрировали надежную, бесперебойную работу при эксплуатации в нестабильных российских сетях сотовой связи. Поэтому все больше отечественных разработчиков выбирают их для использования в беспроводных телеметрических системах. В настоящее время в России можно выделить три основных направления M2M-приложений, в которых наиболее интенсивно используются Enfora SA-G:

- Разработка и производство беспроводных систем коммерческого учета энергии и энергоносителей на базе контроллеров фирмы ЗАО «НПФ ЛОГИКА» [12].
 - Разработка и производство беспроводных систем автоматизации различных технологических процессов на базе продукции ОАО «МЗТА» («Московский завод тепловой автоматики») [13].
 - Информационно-измерительная система «КУМИР-ТеплоКом» для дистанционного технологического мониторинга узлов учета тепловой энергии и коммерческого учета с использованием GPRS-терминалов [15].
- Модемы серии Enfora SA-G тестировались непосредственно в испытательной лаборатории фирмы ЗАО «НПФ ЛОГИКА» и официально рекомендованы для работы по каналу GPRS с такими изделиями, как:
- Тепловычислители СПТ941 (один контур), СПТ943 (два контура), предназначенные для автоматизации учета теплоснабжения в открытых и закрытых водяных системах. Данные тепловычислители рассчитаны на работу в составе теплосчетчиков, обслу-

живающих один теплообменный контур с тремя трубопроводами.

- Тепловычислитель СПТ961.2, предназначенный для учета воды и пара. Он универсален по методам измерений расхода и типам входных сигналов, имеет программируемые схемы теплообменных контуров.
- Корректор СПГ741, предназначенный для учета природного газа. Обслуживает два трубопровода; предназначен для работы с турбинными, ротационными и вихревыми счетчиками. Питание — от литиевой батареи 3,6 В.
- Корректор СПГ761.2, предназначенный для учета природного газа. Универсален по методам измерений расхода и типам входных сигналов. Конфигурация входов: 8I+4F+4R (без подключения адаптеров АДЦ97), 12I+8F+8R (с одним адаптером АДЦ97), 16I+12F+12R (с двумя адаптерами АДЦ97).
- Корректор СПГ762.2, предназначенный для учета технических газов: азота, аммиака, аргона, ацетилена, водорода, воздуха, гелия, кислорода, метана, пропилена, окиси углерода, двуокиси углерода, хлора, этилена, природного, доменного и коксового газов. Универсален по методам измерений расхода и типам входных сигналов. Конфигурация входов: 8I+4F+4R (без подключения адаптеров АДЦ97), 12I+8F+8R (с одним адаптером АДЦ97), 16I+12F+12R (с двумя адаптерами АДЦ97).
- Корректор СПГ763.2, предназначенный для учета попутных газов, газовых конденсатов, ШФЛУ. Универсален по методам измерений расхода и типам входных сигналов. Конфигурация входов: 8I+4F+4R (без подключения адаптеров АДЦ97), 12I+8F+8R (с одним адаптером АДЦ97), 16I+12F+12R (с двумя адаптерами АДЦ97).
- Сумматор СПЕ542, предназначенный для обеспечения взаимных расчетов между потребителями и поставщиками электрической энергии. Сумматор ориентирован на работу как с электронными и индукционными опорными счетчиками электрической энергии, снабженными устройствами преобразования измеренного значения энергии в числоимпульсный сигнал (датчиками импульсов), так и с микропроцессорными счетчиками,

Таблица 3. Общие требования к настройкам модема Enfora SA-G при работе с оборудованием ЗАО «НПФ ЛОГИКА»

Параметр настройки	СПТ941 (мод. 01-08), СПТ941, СПГ741	СПТ941 (мод. 10, 11), СПТ943	СПТ961, СПТ961М, СПГ761, СПГ762, СПГ763, СПЕ542	СПТ961 (мод. 1, 2), СПГ761 (мод. 1, 2), СПГ762 (мод. 1, 2), СПГ763 (мод. 1, 2)
Проверка PIN-кода при включении питания	Отключена			
Режим автоответа	Включен			
Управление линией DSR (107)	Линия DSR всегда активна			
Управление линией DTR (108)	Выключено		Не имеет значения	
Управление потоком	Выключено		Аппаратное двунаправленное (RTS/CTS)	
Скорость локального обмена, бит/с	Фиксированная, 2400	Фиксированная, 2400, 9600, 19200	Фиксированная, 2400, 4800	

имеющими цифровой интерфейс RS485. Интегрированные функциональные возможности сумматора обеспечивают комплексное решение широкого круга задач, таких как многотарифный учет потребления и отпуска электрической энергии и мощности, многозонный контроль максимумов энергопотребления и управление нагрузками, организация систем диспетчеризации распределения электрической энергии.

Перед началом эксплуатации модем должен быть запрограммирован на работу с конкретным типом прибора, например с помощью программы Msetup [15]. Общие требования к настройкам модема Enfora SA-G на стороне прибора приведены в табл. 3.

Из продукции ОАО «МЗТА» прежде всего следует отметить универсальные контроллеры МС8, которые надежно работают в комплекте с модемами Enfora SA-G. Они представляют собой универсальные измерительные, сигнализирующие, управляющие и коммуникационные устройства, к клеммам которых могут непосредственно подключаться датчики, исполнительные устройства и другие источники и приемники информации. Контроллеры МС8 спроектированы так, чтобы ресурсов одного прибора было достаточно для автоматизации наиболее распространенных объектов: небольшой тепловой пункт, приточная установка, кондиционер и т. п. Следует обратить внимание, что для подключения контроллера МС8 к RS232 модема GSM1318 необходимо использовать фирменный кабель гЕ5.282.325, поставляемый ОАО «МЗТА». В принципе, аналогичный кабель можно изготовить самостоятельно. Распайка и информация

об интерфейсах указана на сайте производителя [16]. Перед подключением нужно сравнить распайку с DB9. В кабеле обязательно должна присутствовать перемычка между контактами 7–8 этого разъема. Подключение модема GSM1318 к контроллеру МС8 может производиться только через WL (М) или WL (ЕМ).

Масштабная автоматизированная система учета тепловой энергии «КУМИР-ТеплоКом» для обеспечения передачи данных по GSM/GPRS-каналу использует модемы Enfora SA-G [15]. При разработке системы реализован нетривиальный подход к использованию беспроводных технологий передачи данных между территориально распределенными узлами мониторинга — новые алгоритмы обмена телеметрической информацией между центральным сервером и приборами учета тепла по GPRS-каналу. Кроме того, универсальный протокол обмена данными дает возможность использовать в системе «КУМИР-ТеплоКом» теплосчетчики различных производителей, при этом данные от них преобразуются в универсальный формат. В настоящее время локальные центры сбора информации «КУМИР-ТеплоКом» распределены по различным регионам России. Данные в едином формате от этих локальных систем поступают на центральный сервер, где происходит обработка информации, ее хранение и выработка исполнительных инструкций. Такой подход позволяет небольшим системным интеграторам сразу подключиться к мощной, современной автоматизированной системе учета тепловой энергии без каких-либо заметных капиталовложений. При этом появляется возможность объединять в сеть счетчики с разными видами интерфейсов RS232/RS485, имеющих

различные протоколы. Более подробную информацию об этой системе сбора и обработки информации можно найти в [15, 17]. ■

Литература

1. Enfora GSM1308 and 1318 Spider SA+ user guide, Revision 1.02.
2. Event Processing Commands. 2008.
3. Enfora Enabler III G, AT Command Reference, 4.9. EVENT PROCESSING COMMANDS.
4. Enfora Quad-Band «SA-G+» AT Command Set GSM1308AT001. 2009. Revision: 1.02.
5. Enfora FOTA, Application Note, ENF0000AN002. Revision: 1.02.
6. Enfora FTP Client Configuration and Use Application Note ENF0000AN001. 2009. Revision: 1.01.
7. User Variables Overview, Technical Note, ENF0000TN001. Revision: 1.0.
8. SMTP Mail Access via TCP PAD GSM0000AN018.
9. PAD Configuration and Use GSM0000AN012.
10. Network Transparency Configuration for PAD GSM0000AN013.
11. USNO NTP Network Time Service TCP PAD Technical Notes GSM0000TN001.
12. <http://www.logika.spb.ru/>
13. <http://www.mzta.ru/>
14. www.ntckumir.ru.
15. <http://www.logika.spb.ru/faq.htm#1>
16. http://mzta.ru/product?page=shop.browse&category_id=9&TreeId=2
17. Белоусов Р. А., Бузиков И. А., Фискин Е. М., Фискина М. М. Масштабная автоматизированная система учета тепловой энергии с использованием технологии передачи данных по GSM/GPRS-каналу // Беспроводные технологии. 2008. № 4.