

# Новая серия телеметрических GSM/GPRS-модулей Enfora Enabler Lite

для M2M-приложений

**В середине 2009 г. Enfora начала серийное производство новых GSM/GPRS-модулей, предназначенных для M2M-приложений, в которых не требуется использование голосовой связи. Модуль обеспечивает только передачу данных и SMS. От предыдущей серии Enabler III G новая серия Enabler Lite отличается тем, что в ней отсутствуют: голосовой канал, функция удаленной перезагрузки программного обеспечения (FOTA), поддержка переключения резервного питания, режим подсветки и режим вибратора. За счет этого модули Enabler Lite стали значительно дешевле, чем GSM/GPRS-модули других производителей.**

**Виктор Алексеев, к. ф.-м. н.**  
info@telemetry.spb.ru

## Введение

Всемирный экономический кризис повлиял, в том числе, и на мировой рынок производства GSM/GPRS/EDGE/HSDPA-модулей. Из пятерки мировых лидеров исчезли такие громкие имена, как Siemens Wireless Modules (поглощена Cinterion), Wavcom (поглощена Sierra Wireless), Motorola (сократила производство модулей для M2M-приложений). Из прежних «авторитетов» сохранили и укрепили свои позиции только SIMCOM и Enfora. Всю продукцию, которую выпускают перечисленные фирмы, можно разделить на шесть основных групп:

- GSM/GPRS-модули для дешевых бытовых устройств различного рода и телефонов с минимальным набором дополнительных функций;
  - GSM/GPRS/EDGE-модули телеметрические, предназначенные для автоматизированного обмена информацией в M2M-приложениях;
  - GSM/GPRS/EDGE-модули, предназначенные для работы в жестких условиях и автомобильном транспорте;
  - GSM/GPRS/EDGE-модули миниатюрные, предназначенные для использования в сотовых телефонах последнего поколения, PDA, навигаторах, беспроводных медицинских приборах и сложных системах охранных сигнализаций с передачей видеоинформации;
  - совмещенные GPS-GSM/GPRS-модули для систем навигации;
  - модули поколения 3G с поддержкой HSDPA.
- Внутри каждой группы модули различных производителей отличаются друг от друга в основном дополнительными сервисными функциями. Эти опции разрабатываются на базе программных приложений пользователя, ко-

торые тем или иным способом интегрируются в фирменное программное обеспечение.

Как правило, конкурентная борьба ведется в области сервисных функций, надежности, размеров, энергопотребления. Исключение составляет китайская фирма SIMCOM, которая выигрывает прежде всего за счет низких цен. В настоящее время на рынке представлено достаточно большое количество GSM/GPRS/EDGE-модулей: AC45, AC65, AC75, HC15, HC25, MC39i, MC55/56, MC75, TC63, TC65, XT55/56, XT65, XT75, SIM300, SIM508, SIM600, WMP100, GR64, GS64, Q24NG, Q2686H, Q2687, GSM0306/0308, GSM0128, GSM0408, GSM0326, GSM0426, G20, G24. Российскому производителю, начинающему новый проект, очень трудно сделать правильный выбор среди множества предлагаемой продукции различных фирм. Даже опытным разработчикам нелегко отдать предпочтение той или иной модели только на основании технической документации. Поэтому прежде всего нужно остановиться на определенной группе, наиболее подходящей конечному устройству.

Если пытаться сравнивать технические характеристики GSM/GPRS-модулей для M2M-приложений, то можно обнаружить, что первая пятерка мировых лидеров производит продукцию одного класса с практически одинаковыми базовыми техническими характеристиками. Ситуация здесь вполне понятная, объяснимая и сравнимая с происходящим на рынке мобильных телефонов: GSM/GPRS-модули различных производителей отличаются друг от друга в основном дополнительными сервисными функциями.

В большинстве случаев эти опции не используются производителями беспроводных систем

для М2М-приложений. Поэтому в качестве критерия выбора нового модуля для решения конкретной технической задачи можно использовать минимально необходимое сочетание функций и параметров, сосредоточенных в одном модуле.

Естественно, что это должен быть надежный и дешевый модуль, который будет поддерживаться производителем как минимум в течение ближайших нескольких лет. (Хорошо известна история с TC45 Siemens, который прожил всего 2 года и был заменен модулем в другом конструктиве и с другим разъемом.)

Важно также учитывать возможность перехода на другую модель со сходными параметрами при наступлении форс-мажорных обстоятельств.

## Модули Enfora Enabler Lite

С 2004 г. продукция Enfora поставляется в Россию. За это время отечественные разработчики и системные интеграторы смогли по достоинству оценить основные ее преимущества по сравнению с другими производителями.

Фирма Enfora является стратегическим партнером компании Texas Instruments и использует в своих разработках ее новейшие достижения. Во многом благодаря именно узконаправленному назначению конечного продукта и тесному сотрудничеству с TI, Enfora считается лидером по количеству новых изделий, ежегодно выпускаемых на рынок систем беспроводной связи.

Как уже отмечалось, новая серия Enabler Lite выпущена для М2М-приложений, в которых не нужен голосовой канал. В состав серии входят два семейства:

- GSM0326, интерфейсный 100-контактный разъем Molex 55909-1074;
- GSM0426, BGA-корпус со 167 выводами.

Данные модели предназначены для использования в беспроводных контроллерах счетчиков расхода тепла, газа, электричества, в миниатюрных устройствах слежения за перевозкой грузов, в переносных кассовых аппаратах, профессиональных и бытовых медицинских приборах, GPS/GSM-навигаторах, точках беспроводного доступа, автомобильных охранных системах, банкоматах и др.

GSM/GPRS-модуль серии Enfora Enabler Lite рассчитан на работу в двух диапазонах 900/1800 МГц [1]. Блок-схема модуля приведена на рис. 1.

Модуль изготовлен на базе однокристалльного чипа Texas Instruments LoCosto с тактовой частотой 26 МГц. Этот чип, использующий 65-нм технологии TI, содержит на одном кристалле практически все компоненты, необходимые для создания GSM/GPRS-устройств последнего поколения. Такой подход позволяет свести к минимуму количество дополнительных внешних компонентов, существенно сократить габаритные размеры и стоимость конечного устройства. Не случайно чип получил торговое название LoCosto — от англ. low cost — «низкая цена».

В серии Enabler Lite интерфейсы MCSI, I<sup>2</sup>C, SPI и поддержка клавиатуры реализованы только аппаратно. В текущей версии прошивки этих интерфейсов программно не активированы. Говоря иными словами, на 100-контактный разъем выведены линии интерфейсов от базо-

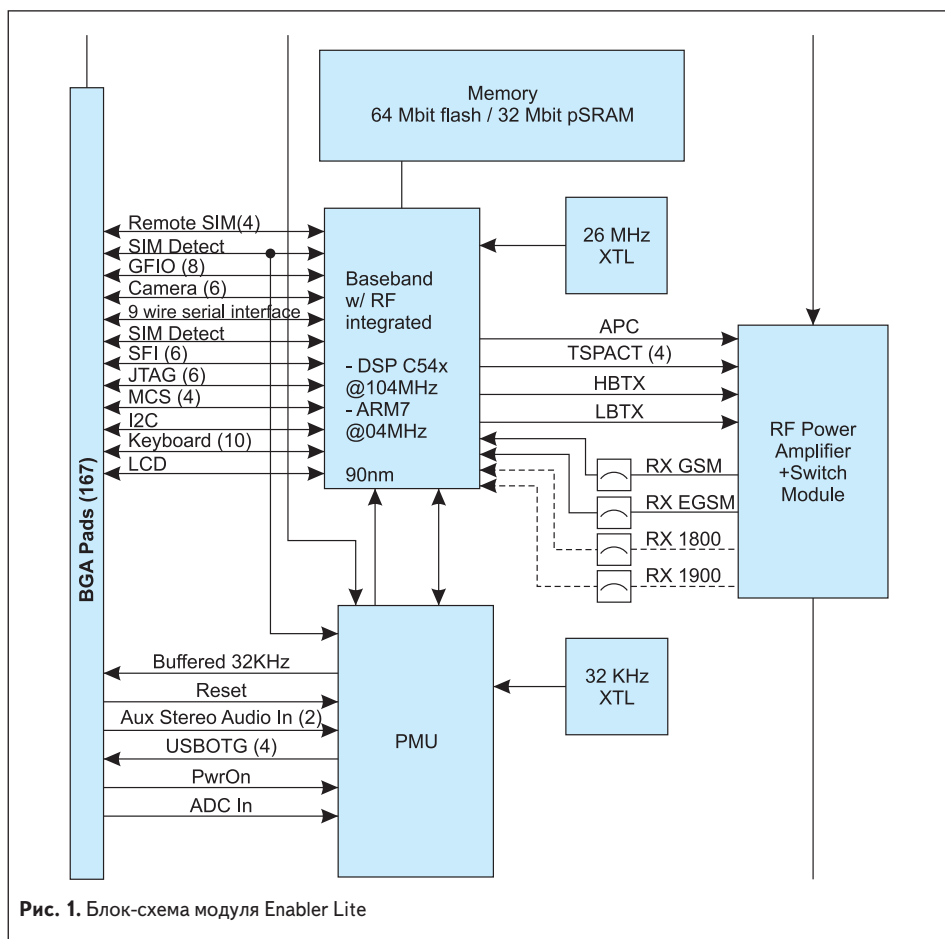


Рис. 1. Блок-схема модуля Enabler Lite

вого однокристалльного микропроцессорного модуля Texas Instruments. Однако эти выводы не поддерживаются текущей версией набора AT-команд.

В данной серии в качестве основного поддерживается только последовательный порт. На основной разъем 100-pin выведены также и контакты USB-порта. Однако этот порт может быть использован только как дополнительный, для отладочных целей.

Базовые технические характеристики модуля Enabler Lite приведены в таблице.

По сравнению с модулями серии Enabler III G в модулях Enabler Lite убраны перечисленные ниже опции:

- голосовой канал;
- функция виртуальной перезагрузки программного обеспечения — FOTA (firmware over-the-air);
- поддержка переключения резервного питания;
- поддержка переключения режима подсветки;
- поддержка переключения вибратора.

Кроме того, в серии Enabler Lite количество пользовательских вводов/выводов (по сравнению с серией Enabler III G) уменьшено до восьми. Все остальные функции и параметры у модулей Enabler Lite и Enabler III G полностью совпадают [2].

В модулях Enabler Lite имеется встроенный TCP/IP-стэк. Библиотеки HCI-интерфейса содержат программные блоки PPP, TCP, UDP, PAD, TCP, API, FRIEND и т. д.

Поэтому в данной серии реализуются все дополнительные программные блоки Enfora,

позволяющие с помощью AT-команд решать прикладные задачи без внешнего микроконтроллера и написания специальных сложных управляющих программ.

В программном обеспечении Enfora предлагает свой набор механизмов для передачи данных по TCP/IP. В число наиболее значимых опций Enabler входит функция 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.

Другой важный программный продукт Enfora — Event Processing (обработка событий). В модулях Enabler Lite предусмотрены широкие возможности по обработке событий. Модуль может быть запрограммирован таким образом, чтобы внешние события отслеживались и вызывали бы определенного рода ответные действия. Например, в качестве событий могут быть использованы регистрация (потеря регистрации) в сети, режим питания, получение UDP/SMS-сообщения, а также начальное состояние вводов/выводов общего назначения (GPIO). Каждый из пользовательских вводов/выводов может быть запрограммирован для использования в качестве ввода или вывода (input, output). Эти GPIO могут применяться независимо в качестве опции, определенной пользователем с помощью Event Processing. Также вводы/выводы можно использовать

Таблица. Технические характеристики модуля Enabler Lite

<b>GSM/GPRS</b>	900/1800 МГц
<b>GPRS</b>	Класс 10
<b>Основной интерфейсный разъем</b>	GSM0326: 100-pin, Molex 51338; шаг 0,4 мм
	GSM0426: BGA, 167-pin
<b>Основной последовательный порт</b>	Управляемые с помощью AT-команд выходы: UART_DCD, UART_TX, UART_RX, UART_DSR, UART_DTR, UART_CTS, UART_RTS, UART_RING Протокол V24, 1.8 В, 9-pin, UART
<b>Дополнительный отладочный порт USB</b>	USB (Debug). Используется только для отладки
<b>Логика</b>	1,8 В
<b>Интерфейс I<sup>2</sup>C (нет поддержки AT-команд)</b>	Multi-Master: последовательная шина ПК (ведущий/ведомый)
	4 линии (Master out /Slave in, Master in/Slave out, clock, Chip select (3))
	Скорость передачи данных до 26 Мбит/с
	Протоколы MPU/DSP; DMA
	Ведущий или ведомый
	Применение: контроль дисплея, времени и даты, EEPROM, FM, camera data.
<b>Порт SPI (Нет поддержки AT-команд)</b>	2 линии (serial clock and serial data)
	Скорость передачи данных до 400 кбит/с
	Ведущий или ведомый по последовательной шине
	Применение: контроль дисплея, EEPROM, FM, камера
<b>Пользовательские входы/выходы</b>	Ведущий или ведомый
	До восьми программируемых GPIO (включая только входы или только выходы)
	Доступ через SPI, MCSI, I <sup>2</sup> C, Keyboard
	Программирование (AT\$IIOBLKS)
	Переключение с выхода на вход (AT\$IOCFG)
	Переключение между Pull-up и Pull-down (AT\$IOPULEN, AT\$IOPULUP)
<b>АЦП</b>	Вход 0–1,75 В, разрешение 10 бит
<b>Светодиодная индикация</b>	Два управляемых вывода для подключения светодиодов (4 положения для каждого: связь, питание)
<b>Клавиатура (нет поддержки AT-команд)</b>	5 строк, 5 столбцов
	Поддержка «антидребезга» клавиш
	Защита от одновременного нажатия нескольких клавиш
<b>Синхронизация внешних устройств</b>	Генерация сигнала пробуждения
	13 МГц ±0,1 ppm при регистрации в сети GSM; 13 МГц ±12 ppm при потере связи
<b>Напряжение питания, В</b>	32 кГц, 32,768 ±20 ppm
<b>Резервное питание</b>	3,3–4,5
<b>Включение/выключение питания</b>	Вывод резервного питания для поддержки часов реального времени, 2,8 В
	Специальный вывод для включения/выключения питания
	Управляется внешним сигналом
	Конфигурируется специальными командами AT\$OFFDLY, AT\$OFF
<b>Перезагрузка</b>	Специальный вывод; внешнее управление. При изменении состояния с низкого на высокое — принудительная перезагрузка.
<b>Потребление тока (ждущий режим)</b>	<2,5 мА в среднем DFX 5
<b>GSM 850/900 (1 RX/1 TX, полная мощность)</b>	250 мА в среднем, пиковое значение — 1,6 А
<b>GSM 1800 (1 RX/1 TX, полная мощность)</b>	15 мА в среднем, пиковое значение — 1,3 А
<b>GSM 1900 (1 RX/1 TX, полная мощность)</b>	04 мА в среднем, пиковое значение — 1,2 А
<b>EGSM 850/900 (4 RX/1 TX, полная мощность)</b>	272 мА в среднем, пиковое значение — 1,6 А
<b>EGSM 850/900 (2 RX/2 TX, полная мощность)</b>	420 мА в среднем, пиковое значение — 1,6 А
<b>GSM 1800 (4 RX/1 TX, полная мощность)</b>	242 мА в среднем, пиковое значение — 1,2 А
<b>GSM 1800 (2 RX/2 TX, полная мощность)</b>	354 мА в среднем, пиковое значение — 1,2 А
<b>GSM 1900 (4 RX/1 TX, полная мощность)</b>	235 мА в среднем, пиковое значение — 1,2 А
<b>GSM 1900 (2 RX/2 TX, полная мощность)</b>	340 мА в среднем, пиковое значение — 1,2 А
<b>Протоколы</b>	TCP/IP-стэк, UDP-стэк, PAD, PPP, CMUX
<b>GSM/GPRS SMS</b>	От точки к точке (MO и MT)
	Текст и PDU
<b>Передача данных</b>	Асинхронный, прозрачный и непрозрачный режимы (V110: 300 bps/1200 bps/2400 bps/4800 bps/9600 bps/14400 bps, Non-Transparent: 300 bps/1200 bps/2400 bps/4800 bps/9600 bps/14400 bps).
<b>Передача коротких сообщений (SMS)</b>	GSM SMS: MO, MT, CB, Text and PDU Modes, GPRS SMS: MO, MT, CB, Text and PDU Modes
<b>SIM-карта</b>	1,8/3 В
<b>Размеры, мм</b>	27,0×28,0×2,5
<b>Вес, г</b>	3,6
<b>Температурный диапазон, °C</b>	Граничный рабочий –30...+70
	Рекомендуемый рабочий –20...+60
	Хранение –40...+85
<b>Антенный разъем</b>	RF Connector MCD или RF B2B Spring contact

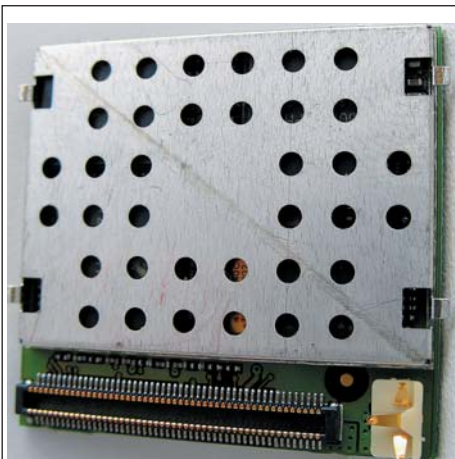


Рис. 2. Внешний вид интерфейсного разъема и антенного соединения модуля GSM0326-10 (B2B RF)

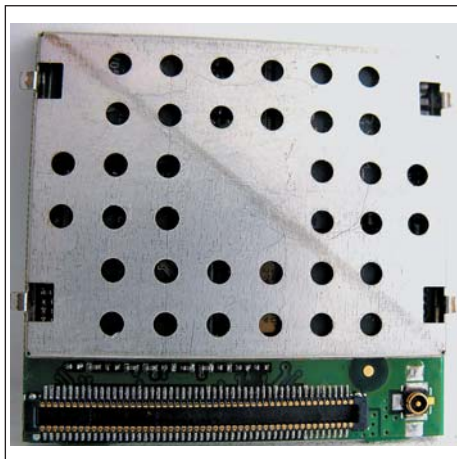


Рис. 3. Внешний вид интерфейсного разъема и антенного соединения модуля GSM0326-70 (MCD Coaxial)

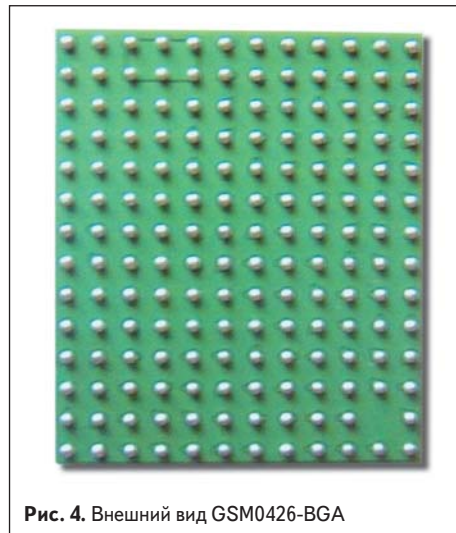


Рис. 4. Внешний вид GSM0426-BGA

для контроля параметров модема, состояния связи и качества сигнала.

В качестве основного в рассматриваемых модулях используется последовательный порт.

По сравнению с предыдущей серией в Enabler Lite введены некоторые изменения и в программное обеспечение. Подробно этот процесс рассмотрен в [3].

Следует обратить внимание на вывод для внешнего управления включения/выключения питания. При помощи внешнего импульса можно дистанционно включать или выключать питание модуля. Специальные AT-команды AT\$OFFDLY и AT\$OFF позволяют задавать параметры процесса сброса и подачи питания [1].

Следует обратить внимание на вывод для внешнего управления включения/выключения питания. При помощи внешнего импульса можно дистанционно включать или выключать питание модуля. Специальные AT-команды AT\$OFFDLY и AT\$OFF позволяют задавать параметры процесса сброса и подачи питания [1].

В новой серии Enabler Lite последовательность «+++» переводит модем в командный режим, но при этом не разрывается TCP-соединение и не нарушается текущий контекст (аналогично тому, как работает команда CSD). При этом команда ATO возвращает модем в режим передачи данных, а команда ATH прекращает PAD-сессию и разрывает соединение. Для совместимости с предыдущими версиями используются команды AT\$PADDISC = 1 (AT\$PADDISC = 0 disables).

В модулях серии Enabler Lite введено автоматическое определение скорости передачи по последовательному порту. Заводская установка сейчас: AT+IPR = 0. При подключении модуль сам выбирает необходимую скорость.

Следует также отметить изменения, введенные для режима отправки AT-команд посредством SMS. В Enabler Lite снято ограничение на фиксированный адрес в команде AT\$SMSDA. Теперь по умолчанию любая отосланная в корректном формате AT-команда будет принята модемом. Однако при этом нужно, чтобы ID модема соответствовал описанию входа в AT\$MDMID или другим, перечисленным в AT\$SMSDA условиям. Для управления модулем посредством SMS введена новая команда AT\$SMSDAEN. Подробно эти вопросы рассмотрены в [3].

Из новых команд можно также выделить AT\$LUPREJ, используемую для описания ошибки при различных сетевых проблемах [3].

Модули GSM0326, имеющие 100-контактный интерфейсный разъем, выпускаются в следующих модификациях:

- GSM0326-10 (B2B RF, без SIM-держателя);
- GSM0326-11 (B2B RF, с SIM-держателем);
- GSM0326-70 (MCD Coaxial, без SIM-держателя);
- GSM0326-71 (MCD Coaxial, с SIM-держателем).

На рис. 2, 3 показаны модули GSM0326-10 и GSM0326-70. Различие между ними заключается в антенных разъемах. В модели GSM0326-70 используется стандартный коаксиальный разъем MCD Coaxial. Модель GSM0326-10 предназначена для массового автоматизированного производства. В ней нет антенного разъема, вместо него используется межплатное соединение B2B RF, поэтому данная модель несколько дешевле.

Как отмечалось выше, модули серии Enabler Lite выпускаются также в конструктиве BGA. Такая модель называется GSM0426. Основное отличие GSM0426-BGA от модели GSM0326 — это BGA-корпус со 167 выводами.

Использование BGA-технологии позволяет свести к минимуму количество дополнительных внешних компонентов, существенно сократить габаритные размеры и снизить цену конечного устройства. На BGA-разъеме выводы расположены по группам, в соответствии с функциональным назначением. Такое расположение выводов позволяет оптимальным образом разводиться печатную плату. Конкретные рекомендации по проектированию печатной платы для GSM0326 приведены в [4].

Внешний вид модуля GSM0426 показан на рис. 4. В этой модели BGA-выводы представляют собой шарики из припоя, нанесенные на контактные площадки с обратной стороны изделия.

На сегодняшний день наблюдается тенденция постепенного перехода к BGA-корпусам в изделиях с высокой концентрацией компонентов на одном кристалле. Такая популярность связана с тем, что BGA-корпус является оптимальным решением проблем производства и монтажа на печатную плату миниатюрных корпусов с большим количеством выводов. Изделия

с BGA-корпусами не имеют проблемы «заливания», поскольку припой наносится точно в нужном месте и в строго определенном количестве прямо на корпус изделия непосредственно на заводе-изготовителе. Кроме того, BGA-корпус проще устанавливать и паять на плату, так как он имеет больший шаг между выводами. Процент брака при монтаже на порядок меньше, чем аналогичный параметр для стандартных корпусов, особенно с многоконтактными разъемами.

Еще одним преимуществом BGA-корпусов является лучший тепловой контакт между модулем и платой, что в некоторых случаях избавляет от установки теплоотводов.

Следует также обратить внимание на то, что использование BGA-корпуса позволяет существенно снизить высокочастотные наводки. Это связано с тем, что чем меньше длина выводов, тем меньше наводки и излучение.

Ну и, наконец, немаловажным преимуществом является снижение себестоимости конечного изделия при использовании BGA-корпуса. Во-первых, цена уменьшается на стоимость прямой и ответной частей многоконтактного разъема. Во-вторых, цена снижается за счет уменьшения стоимости печатной платы и затрат на монтаж комплектующих. Это объясняется тем, что BGA-выводы расположены по всей поверхности изделия и сгруппированы по функциональному назначению. Поэтому конструкция печатной платы получается наиболее оптимальной.

Поскольку модули Enabler Lite совместимы по выводам с модулями Enabler III G, то для разработки изделий на базе модулей GSM0326 и GSM0426 используются те же отладочные комплекты, что и для GSM0308 (SDK0119MG701) и GSM0408 (SDK0408MG720) [4, 5].

На плате SDK расположены переключатели и резисторы, позволяющие контролировать напряжения и сигналы в ключевых точках модуля. На разъем DB-9 выведен стандартный последовательный порт RS232. Каждая линия RS232 контролируется с помощью своего светодиода. Для контроля работы GPIO используется светодиодная индикация. С помощью DIP-переключателей каждый из регулируемых GPIO может быть установлен в высокое или низкое состояние. Выбранным GPIO можно с помощью команды AT\$IOCFG

присваивать статус входного или выходного вывода. Кроме того, их можно подключать через DIP-переключатели к той или иной линии. Для каждого GPIO имеется контрольный светодиод, который загорается, когда GPIO переключается в высокое состояние.

На плате имеется встроенная полосковая GSM-антенна. Помимо этого через разъем SMA можно подключить внешнюю антенну.

С помощью переключателей сигналы с контактов интерфейсного разъема подаются на контрольный разъем SDK. Таким образом, в любой момент можно контролировать состояние каждого из выводов BGA-разъема.

На разъем Mini USB выведен отладочный порт, который используется исключительно в целях конфигурирования модуля Enabler Lite и не может быть применен для связи с внешними устройствами.

Для работы с аудиоаксессуарами на отладочной плате имеется стандартный разъем для подключения стереогарнитуры (Headset Jack). Кроме того, имеются отдельные разъемы для подключения микрофона и динамика. Режимы работы аудиосистемы конфигурируются с помощью команд AT\$VSELECT = 0 (handset) и AT\$VSELECT = 1 (headset).

Для окончательной настройки модулей можно также использовать простой и удобный веб-

интерфейс, позволяющий настраивать устройство с использованием сервера производителя (Enfora test server, SW Gateway) [7–10]. Для входа в режим настройки достаточно с помощью любого браузера зайти на сайт производителя и ввести пароль и логин (<http://apitest.enfora.com/udrapp>).

Тестирование конечного изделия с помощью сервера Enfora позволяет получить правильные настройки, необходимые для корректной работы.

Данные, полученные с устройства пользователя, тестируются, сортируются и заносятся в его личную базу. Тестовый сервер позволяет работать в диалоговом режиме. Вся история работы с клиентом сохраняется, что дает возможность анализировать ошибки и выбирать оптимальные режимы настройки.

## Заключение

Перспективы развития производства GSM/GPRS-модулей для M2M-приложений зависят от нарастающих потребностей пользователей. С одной стороны, это связано с ростом спроса на бытовую и медицинскую технику. С другой стороны, в условиях экономического спада предпочтение будет отдаваться более дешевым моделям.

Наиболее вероятно, что в новых разработках для массового производства будут, в основном,

использоваться миниатюрные GSM/GPRS-модули с минимальным энергопотреблением, минимально необходимым набором функций и в корпусе BGA.

## Литература

1. Enfora Enabler IIIIG Lite M2M. Integration Guide GSM0326IG001 Revision: 1.00 4/29/2009
2. GSM0308IG001. Enfora Enabler IIIIG. Modem Integration Guide. Version 1.03– 7/17/2007. 2007 Enfora, Inc.
3. Enabler IIIIG BGA Lite AT Command Manual GSM0426AT001 Revision: 1.0 5/14/2009
4. Enfora Enabler IIIIG-BGA Lite Integration Guide GSM0426IG001 Revision: 1.00 4/30/2009
5. Quick Start Guide SDK0308QS001 Enabler IIIIG SDK Quick Start Guide Revision 1.00
6. Enabler IIIIG-BGA Lite SDK Guide GSM0426SD001 Revision: 1.00 4/30/2009
7. Application Note GSM0000AN021 Access the Enfora Test Server Rev. 1.00
8. GSM0000AN023 Connect Enfora Modems to the Enfora Test Server
9. [http://www.enfora.com/index.cgi?CONTENT\\_ID=1618&User:LANGUAGE=en](http://www.enfora.com/index.cgi?CONTENT_ID=1618&User:LANGUAGE=en)
10. Enfora's Services Gateway 2.0. SEAMLESSLY INTEGRATE WITH EXISTING ENTERPRISE SOFTWARE. 2009.