

Новый GSM/GPRS-модуль SIM800H:

больше функций при меньших габаритах

Компания SIMCom Wireless Solutions, производитель беспроводных OEM-модулей стандартов GSM, 3G, GPS/ГЛОНАСС и ISM, в 2013 г. порадовала производителей M2M-оборудования множеством новинок, среди которых наибольший интерес вызывает малогабаритный GSM/GPRS-модуль SIM800H (рис. 1) — не только своими размерами (15,8 × 17,8 мм), но и набором поддерживаемых функций, в том числе Bluetooth. В данной статье подробно описан SIM800H и даны рекомендации для разработчиков, с чего следует начать изучение.

Батор Батуев
batuev.b@mt-system.ru

Основные функции




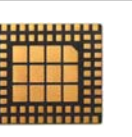
Имеет смысл рассматривать набор функций модуля SIM800H в сравнении с модулем SIM900R, поскольку последний хорошо знаком многим разработчикам GSM-оборудования. Такое сравнение показательно выделит новые

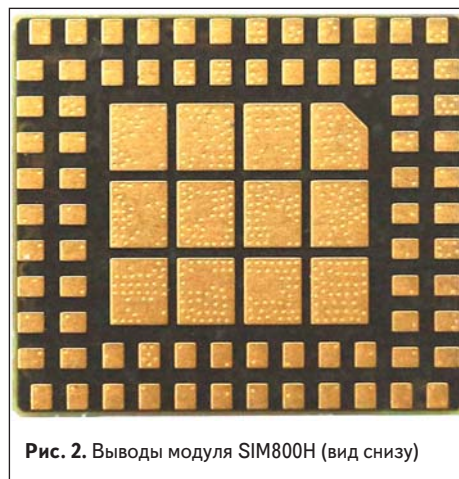
функции модуля SIM800H, благодаря которым SIM800H представляет интерес для разработчиков M2M-оборудования.

В таблице 1 приведен сравнительный перечень основных тактико-технических характеристик модулей SIM900R и SIM800H.

Из таблицы 1 видно, что модуль SIM800H полностью перекрывает возможности SIM900R и в некоторых аспектах превосходит его. Модуль при своих малых размерах дает разработчику дополнительные бонусы: кроме дополнительного цифрового PCM-аудиоинтерфейса,

Таблица 1. Сравнительная таблица тактико-технических характеристик модулей SIM900R и SIM800H

Характеристика	 	 
Краткое наименование	SIM900R ST64	SIM800H
Полное наименование	S2-1047R-XXXXX	S2-105HG-XXXXX
Стандартные функции		
Voice (07.07)	+	+
SMS (07.05)	+	+
GPRS	Class 10B	Class 12B
CSD	+	+
MUX (07.10)	+	+
Аппаратные функции		
Bluetooth 3.0	—	+
FM	—	по запросу
GSM Band Width	Dual Band	Quad Band
SIM-карта	1	1
Тип корпуса	LCC	LGA
Размер, мм	24×24	15,8×17,8
Аудиоинтерфейсы	1 аналоговый канал	2 аналоговых (32 и 8 Ом) + PCM
Индикатор пикового потребления тока	—	поддерживается
Внешние SD-карты памяти	—	по запросу
Напряжение питания, В	3,2–4,8	3,4–4,4
Диапазон температур, °C	–40...+85	–40...+85
Программные функции		
PPP	+	+
TCP/IP и UDP/IP	+	+
HTTP и FTP	+	+
DTMF-декодирование	+	+
Обнаружение помех	+	+
MMS	+	+
SSL	+	по запросу
GSM-локация	+	+
EMAIL (SMTP, POP3)	+	+
SMS Autorun	+	по запросу
PING	+	по запросу
AMR play	+	+
2.5MB User Memory	+	—
Easy Scan (without SIM card)	+	по запросу
eCall	—	по запросу
Встроенные AT	Специальное ПО	по запросу



модуль поддерживает 12-й класс GPRS, а также в новинке интегрирован дополнительный блок Bluetooth 3.0 для беспроводной передачи данных на расстояние до 10 м.

Сферы применения

Если разработчика не оттолкнут более привередливый диапазон питающих напряжений 3,4–4,4 В (у SIM900 3,2–4,8 В) и корпус формата LGA (рис. 2), который подразумевает только автоматическую пайку в печи, то модуль SIM800H может применяться в тех же приложениях, где и серия SIM900: мониторинг автотранспорта, автомобильные охранно-поисковые системы, платежные терминалы, телеметрия удаленных промышленных объектов, охранно-пожарные системы, терминалы и шлюзы общего применения.

Но замысел производителя в выпуске нового модуля заключался отнюдь не в замене серии SIM900, а в расширении применяемости выпускаемых GSM/GPRS-модулей, особенно там,

где малый размер и низкое энергопотребление являются генеральными требованиями (рис. 3). Это относится к такому оборудованию, как:

- бытовые счетчики электроэнергии;
- бытовые счетчики газа;
- GPS/ГЛОНАСС-трекеры (персональные или скрытые закладки для авто и велосипедов);
- датчики задымления;
- умное страхование (трекер с интерфейсом OBD2) и др.

Схемы включения

Блок-схема включения модуля SIM800H

На рис. 4 приведена обобщенная блок-схема GSM-устройства с основными его элементами:

- GSM-антенна;
- блок питания;
- SIM-карта;
- цепь согласования UART.

Компания SIMCom предоставляет разработчику рекомендации по основным блокам целевой платы, в составе которой работает GSM/GPRS-модуль. Их и прочие сведения можно найти в общедоступной технической документации. Рассмотрим подробнее основные рекомендации, касающиеся схемы включения модуля SIM800H.

Питание модуля SIM800H

При расчете блока питания разработчик должен учитывать напряжение питания модуля и его пиковые токи потребления. Напряжение питания модуля SIM800H лежит в диапазоне 3,4–4,4 В; рекомендуемое номинальное напряжение питания — 3,8–4,0 В. Нагрузочная способность источника должна быть рассчитана на импульсные выбросы до 2 А. На рис. 4 приведены различные вариации блоков питания — от аккумуляторной батареи или от внешнего источника питания 8–60 В.

Настоятельно рекомендуется в шину питания модуля VBAT (рис. 5) расположить конденсатор 100 мкФ с низким внутренним сопротивлением (ESR < 0,7 Ом), который будет сглаживать просадки напряжения питания при бросках потребления тока. Наряду с этим элементом для исключения высокочастотной интерференции рекомендуется добавить фильтрующие емкости 33 пФ и 10 пФ и защищающий от перенапряжений диод Зенера 5,1/0,5 В. Емкости и диод должны быть расположены как можно ближе к выводам питания модуля.



Рис. 3. Области применения малогабаритного GSM/GPRS-модуля SIM800H

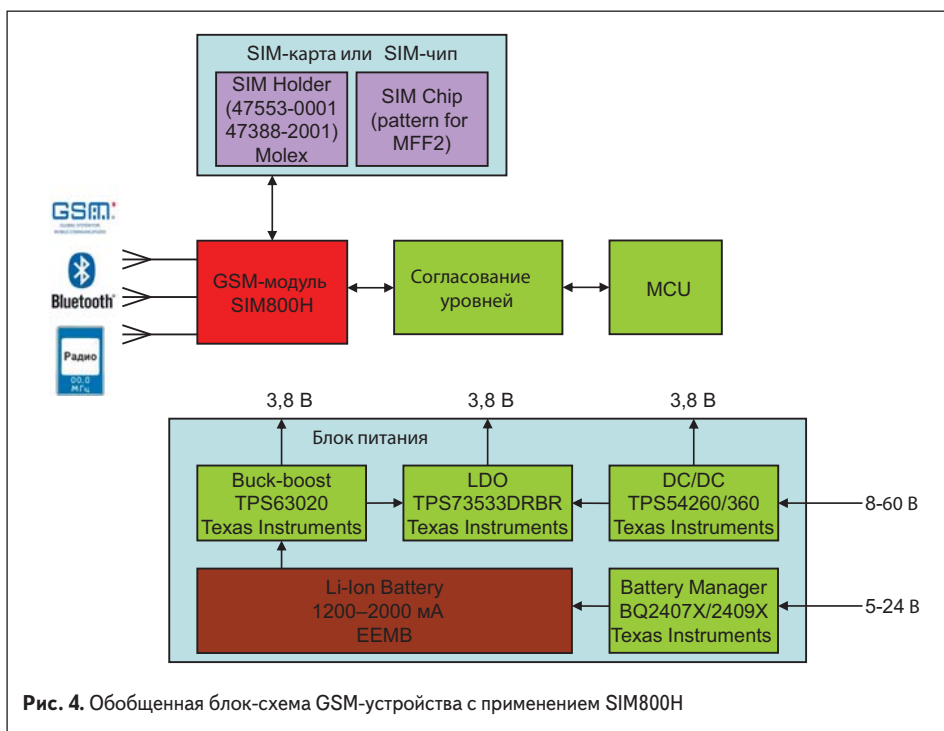


Рис. 4. Обобщенная блок-схема GSM-устройства с применением SIM800H

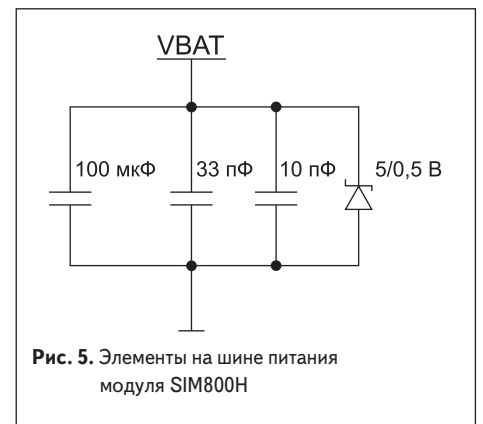


Рис. 5. Элементы на шине питания модуля SIM800H

Важно, чтобы суммарное сопротивление шины питания от источника до вывода модуля было минимальным. Желательно, чтобы ширина шины питания была более 1,5 мм. В противном случае во время пикового потребления тока модуля падение напряжения на паразитном сопротивлении шины питания может привести к тому, что напряжение питания на выводе VBAT упадет до 3 В, при этом модуль аварийно выключится. Для контроля напряжения VBAT существует AT-команда AT+CBC.

Включение/выключение модуля SIM800H

После того как было подано питающее напряжение, необходимо запустить модуль подачей инверсного сигнала на вывод POWERKEY. Внутренняя схема этого вывода содержит

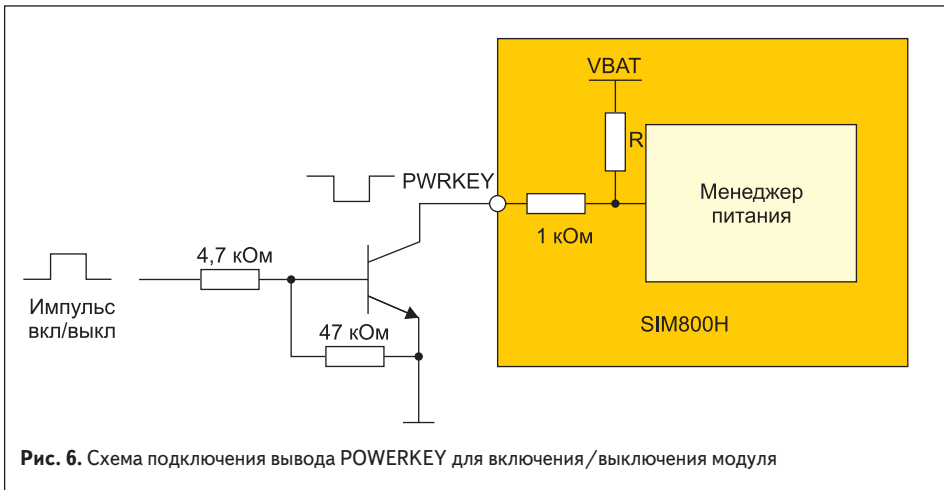


Рис. 6. Схема подключения вывода POWERKEY для включения/выключения модуля

внутреннюю подтяжку, и все, что нужно, — подтянуть вывод POWERKEY на землю на время более 1 с. Таким же образом модуль выключается. На рис. 6 показана схема сопряжения вывода POWERKEY модуля с выводом управляющего микропроцессора. Предлагаемая схема является инверсной, т. е. активным сигналом является импульс с высоким логическим уровнем.

Процесс включения модуля можно проконтролировать по индикаторам STATUS (вывод 4) и VDDEXT (вывод 18) — источник тока с напряжением 2,8 В. На рис. 7 показана временная диаграмма с иллюстрацией поведе-

ния индикаторов и последовательного порта UART при включении и выключении.

Часы реального времени

Для некоторых приложений требуются часы реального времени, например для временной синхронизации различных событий или ведения журналов события. Для этих целей может пригодиться встроенный блок часов реального времени (Real Time Clock, RTC). При выключении основного питания VBAT блок RTC продолжает работать и поддерживать отсчет времени. При

этом на выводе VRTC (вывод 56) должно присутствовать питающее напряжение порядка 2,8 В от внешней заряжаемой или незаряжаемой батарейки (рис. 8). Если эта функция не требуется, то допускается для экономии подключать к выводу VRTC керамический конденсатор 4,7 мкФ.

Последовательные порты UART и USB

Для управления работой модуля применяются AT-команды, которые подаются на последовательный порт UART. Порт UART у SIM800H полномодемный и поддерживает скорости 1200–115200 бит/с. При первом включении модуля его порт работает в режиме автоопределения скорости обмена. Чтобы модуль смог «понять», на какой скорости работать, управляющий микроконтроллер должен послать иницизирующую строку 'AT', 'at', 'At' или 'aT' на скорости в диапазоне 1200–57600 бит/с. Чтобы модуль зафиксировал скорость обмена (сохраняется в энергонезависимой памяти), нужно подать команду AT+IPR=
, где
 — значение в диапазоне 1200–115200.

Разработчик должен отметить, что номинальное напряжение логической единицы порта UART — 2,8 В, а максимально допустимое напряжение — 3,1 В. Если управляющий микроконтроллер (MCU) имеет логические уровни, отличные от 2,8 В, то между модулем SIM800H и микроконтроллером

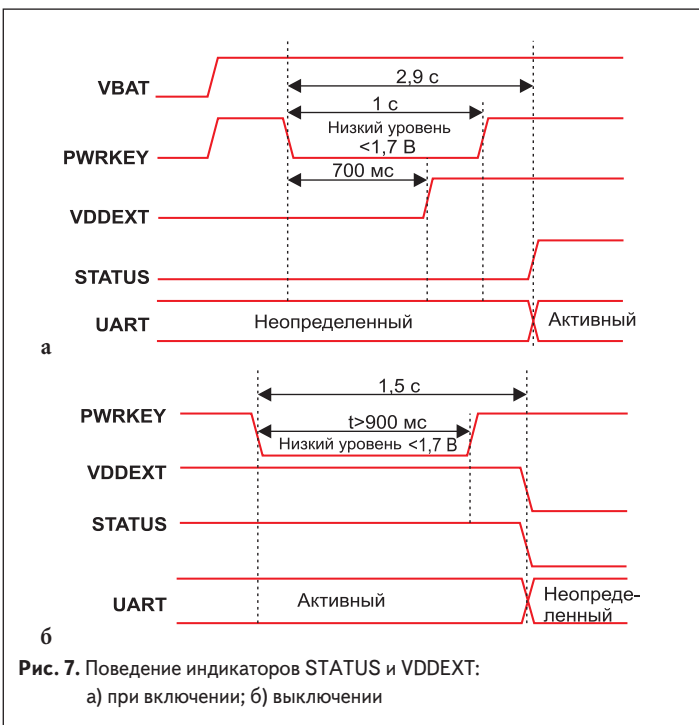


Рис. 7. Поведение индикаторов STATUS и VDDEXT: а) при включении; б) выключении

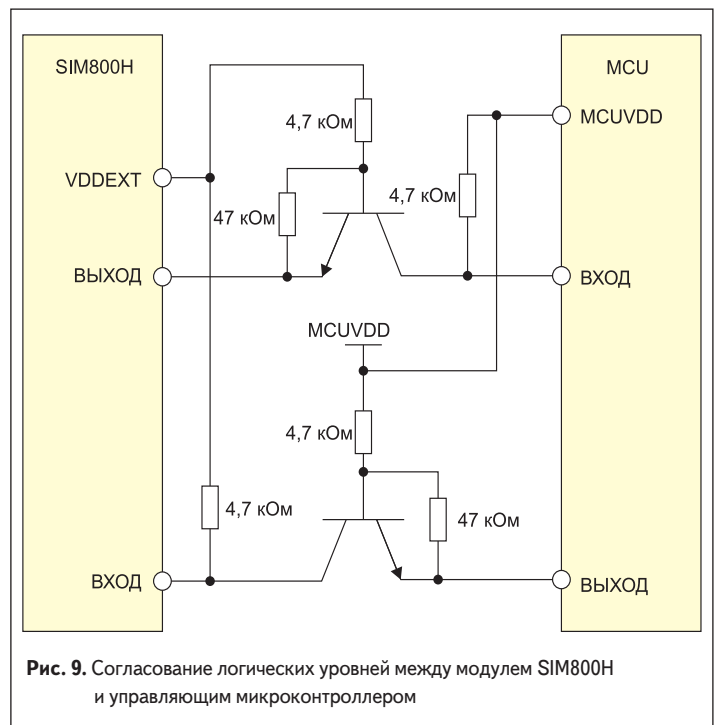


Рис. 9. Согласование логических уровней между модулем SIM800H и управляющим микроконтроллером

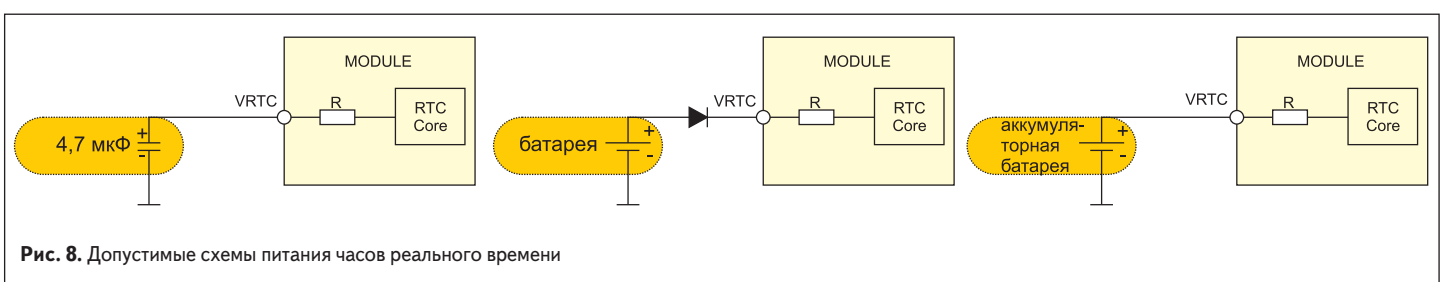


Рис. 8. Допустимые схемы питания часов реального времени

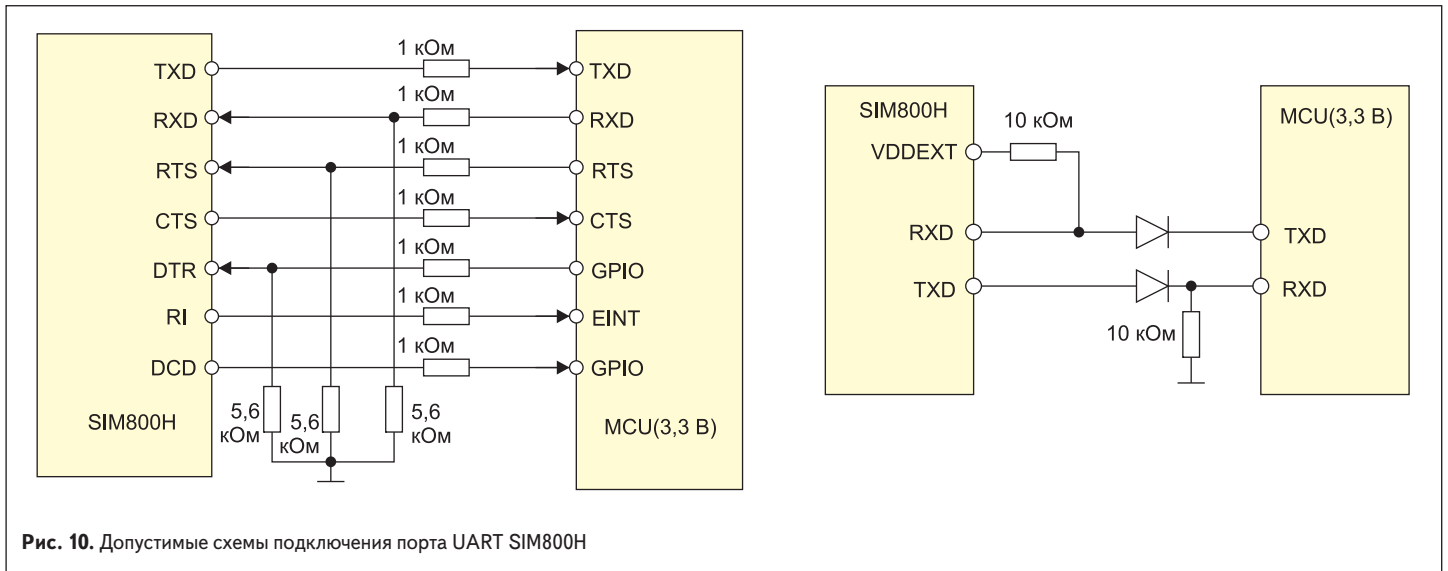


Рис. 10. Допустимые схемы подключения порта UART SIM800H

потребуется цепь согласования. Пример цепи согласования приведен на рис. 9; на нем в качестве подтяжки используется источник VDDEXT модуля. Таким образом, для цепи согласования разработчику не потребуется добавлять в схему дополнительную микросхему LDO.

Допускаются также схемы подключения UART, как на рис. 10, — в случае, когда номинальное напряжение логических уровней микроконтроллера 3,3 В.

Кроме UART, SIM800H имеет последовательный порт USB для осуществления обновления программного обеспечения и функции отладки. Рекомендуемая схема включения приведена на рис. 11. Рекомендуется на печатной плате конечного изделия предусмотреть контактные площадки или разъем для подключения к USB-порту модуля. Это поможет в поиске причины возникновения проблемы при необходимости оперативной диагностики возможных ошибок работы устройства в целом. Для работы с персональным компьютером потребуется USB-драйвер, который можно запросить у локального дистрибьютора SIMCom.

Аудиоинтерфейсы

Надо отметить, что разработчики SIMCom учли требования производителей автомобильных трекеров к аудиоинтерфейсу. В ав-

томобильных трекерах часто для обратной связи применяется аудиоканал, при этом для громкой связи используются динамики 8 Ом. Модуль SIM800H имеет два сбалансированных аудиоинтерфейса Main и Secondary. Main допускает прямое подключение 32-Ом динамиков, а Secondary — 8-Ом (1 Вт). Схема

включения интерфейсов Main и Secondary одинаковая (рис. 12).

Иногда влияние внешних электромагнитных помех на качество звучания сложно или невозможно устранить. В таких случаях оправданно применять цифровой аудиоинтерфейс. Модуль SIM800H поддерживает PCM-аудиоинтерфейс,

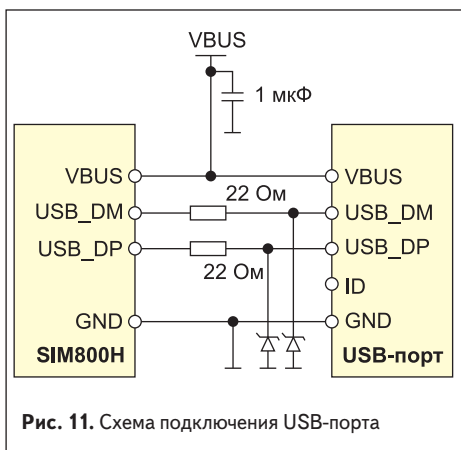


Рис. 11. Схема подключения USB-порта

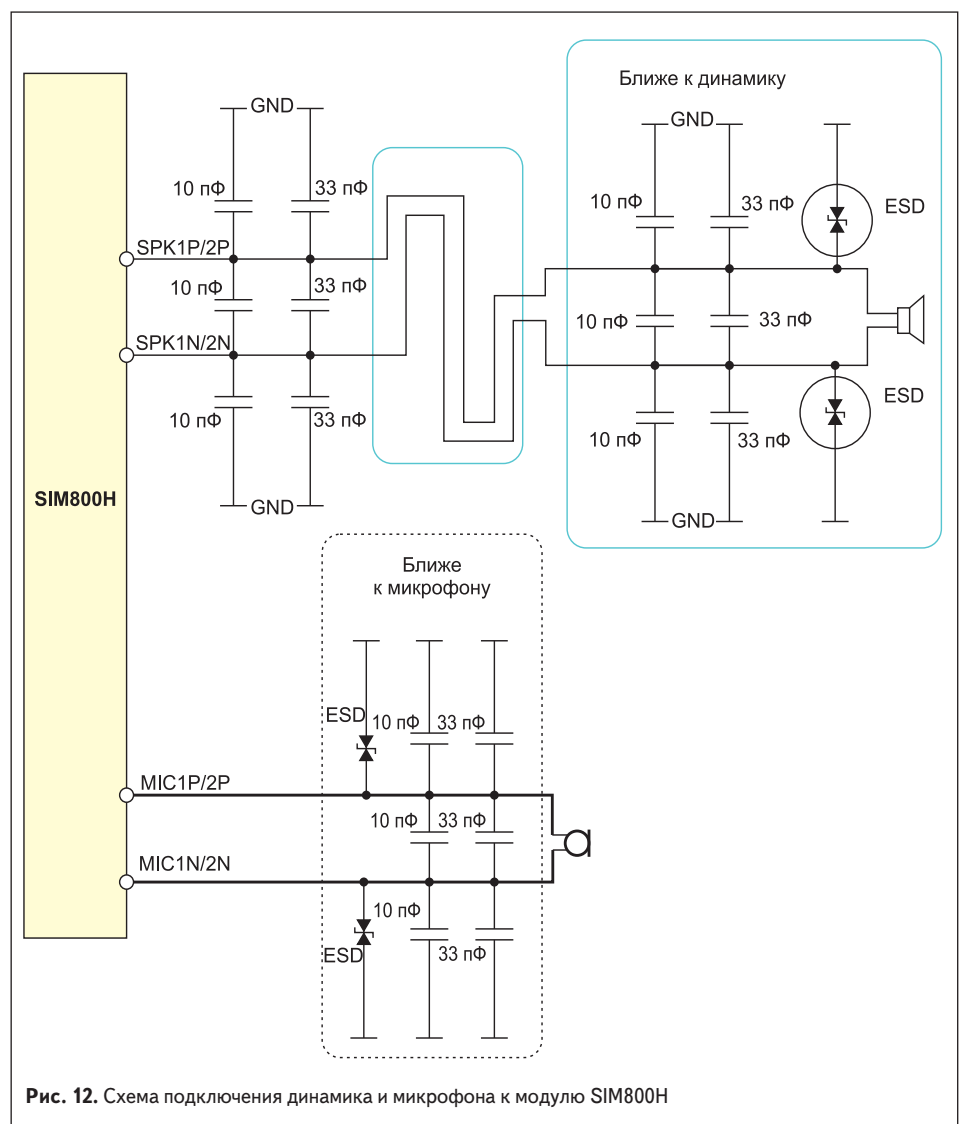


Рис. 12. Схема подключения динамика и микрофона к модулю SIM800H

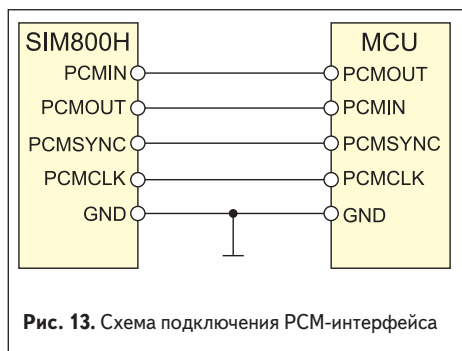


Рис. 13. Схема подключения PCM-интерфейса

он позволяет во время голосового вызова передавать и принимать аудиосигналы из сети GSM в цифровом формате. PCM-интерфейс реализован в виде четырех цифровых выводов (рис. 13):

- PCMCLK (вывод 29);
- PCMOUT (вывод 30);
- PCMSYNC (вывод 65);
- PCMIN (вывод 66).

Интерфейс SIM-карты

Интерфейс для подключения SIM-карты соответствует спецификации GSM Phase 1 и новой спецификации GSM Phase2+ для SIM-карт с увеличенной скоростью обмена (64 кбит/с). Поддерживаемые напряжения питания — 1,8 и 3 В. Пример схемы подключения SIM-карты приведен на рис. 14. В ней показана схема с использованием всех выводов интерфейса, но SIM_PRE является необязательным. Вывод SIM_PRE применяется для детектирования наличия SIM-карты в держателе. Эта функция настраивается командой *AT+CSDT*.

При проектировании схемы и печатной платы разработчик должен следовать следующим рекомендациям:

- Держатель SIM-карты и GSM-антенна должны быть расположены как можно дальше друг от друга.
- Линии интерфейса SIM-карты должны пролегать как можно дальше от шины питания, антенного вывода и высокочастотных цифровых линий.
- Линии интерфейса SIM-карты должны иметь минимальную длину.
- Земля держателя SIM-карты должна быть подключена непосредственно к земле основной части схемы.
- Конденсатор 1 мкФ на шине питания VSIM должен быть расположен как можно ближе к держателю SIM-карты.
- Рекомендуется применять защиту от электростатического разряда в виде диода и резисторов в цепи интерфейса SIM-карты, при этом важно, чтобы паразитная емкость диодов не превышала 50 пФ.

Индикаторы состояния

Модуль SIM800H управляется через последовательный порт UART, и этого интерфейса в большинстве случаев достаточно для контроля состояния модуля. Однако иногда удобнее следить за состоянием модуля при помощи аппаратных индикаторов. У модуля SIM800H имеются два вывода: NETLIGHT (вывод 64) и STATUS (вывод 4), которые отвечают за ин-

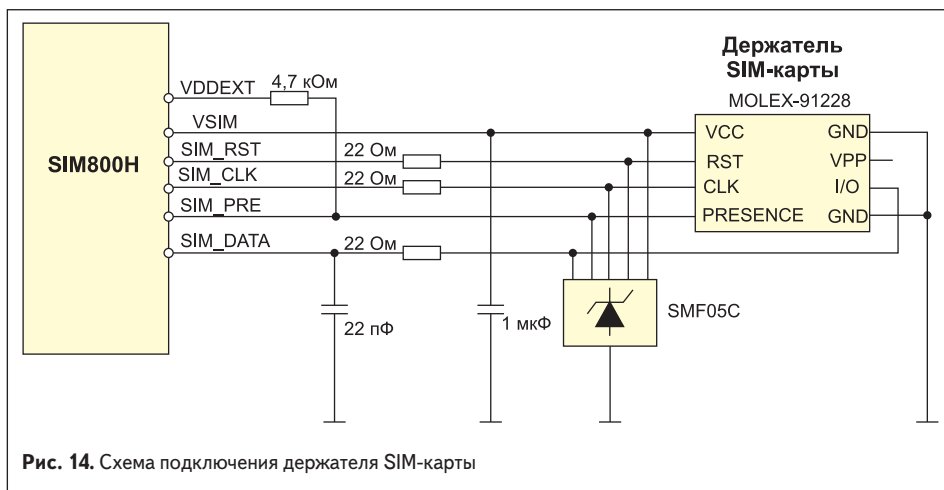


Рис. 14. Схема подключения держателя SIM-карты

дикацию состояния регистрации в сети GSM и готовность к работе соответственно.

Индикатор NETLIGHT работает в импульсном режиме; частота импульсов указывает на состояние регистрации. Возможные варианты работы индикатора NETLIGHT приведены в таблице 2.

Принцип работы индикатора STATUS проще. Его высокий логический уровень указывает на то, что модуль включен и готов к работе, а низкий — что модуль находится в выключенном состоянии (рис. 7).

Индикатор пикового потребления тока

Индикатор пикового потребления тока BPI — это цифровой вывод модуля, который меняет свое состояние за 220 мкс до момента резкого потребления тока в шине питания VBAT. При спаде потребляемого тока индикатор BPI возвращается в исходное состояние (рис. 15).

Этот индикатор может быть крайне полезен, когда требуется минимизировать влияние бросков тока в шине питания на аналоговые измерительные линии или, например, на антенный фидер навигационного приемника GPS/ГЛОНАСС. При срабатывании индикатора BPI управляющий микроконтроллер может отключать критичные цепи. Так влияние внутрисхемных электромагнитных помех на чувствительные участки может быть минимизировано и даже устранено полностью.

Антенные выводы

Модуль SIM800H имеет три высокочастотных (ВЧ) вывода для подключения GSM-антенны (RF_ANT), Bluetooth-антенны (BT_ANT) и FM-антенны (FM_ANT).

Об электрической прочности ВЧ-выводов модуля можно сказать, что они устойчивы к электростатическому разряду в 5 кВ. Этого достаточно, чтобы допустить «горячее» под-

Таблица 2. Режимы работы индикатора NETLIGHT

Поведение вывода NETLIGHT	Статус регистрации
Нет импульсов	Модуль выключен
64 мс «лог. 1» / 800 мс «лог. 0»	Модуль не зарегистрирован в сети
64 мс «лог. 1» / 3000 мс «лог. 0»	Модуль зарегистрирован в сети
64 мс «лог. 1» / 300 мс «лог. 0»	Установлена GPRS-сессия

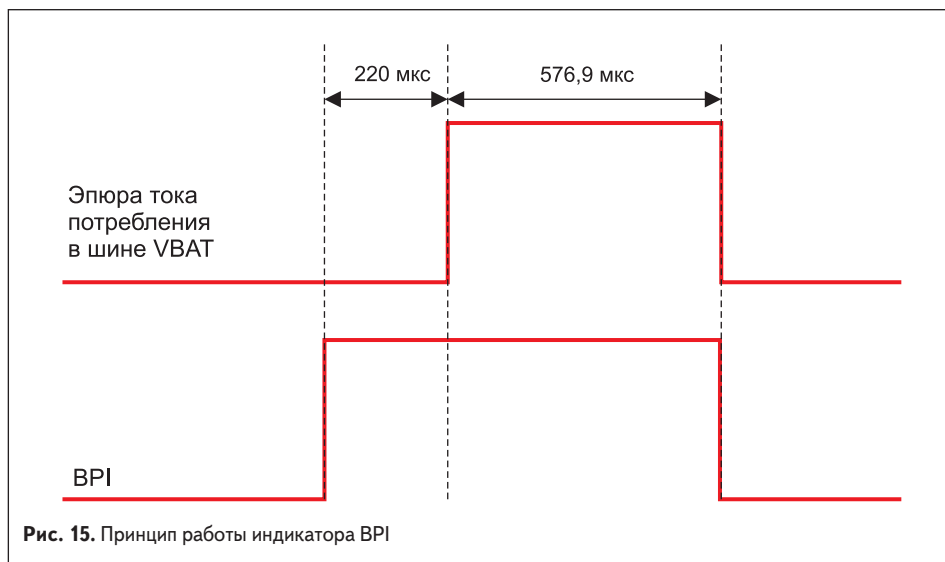


Рис. 15. Принцип работы индикатора BPI

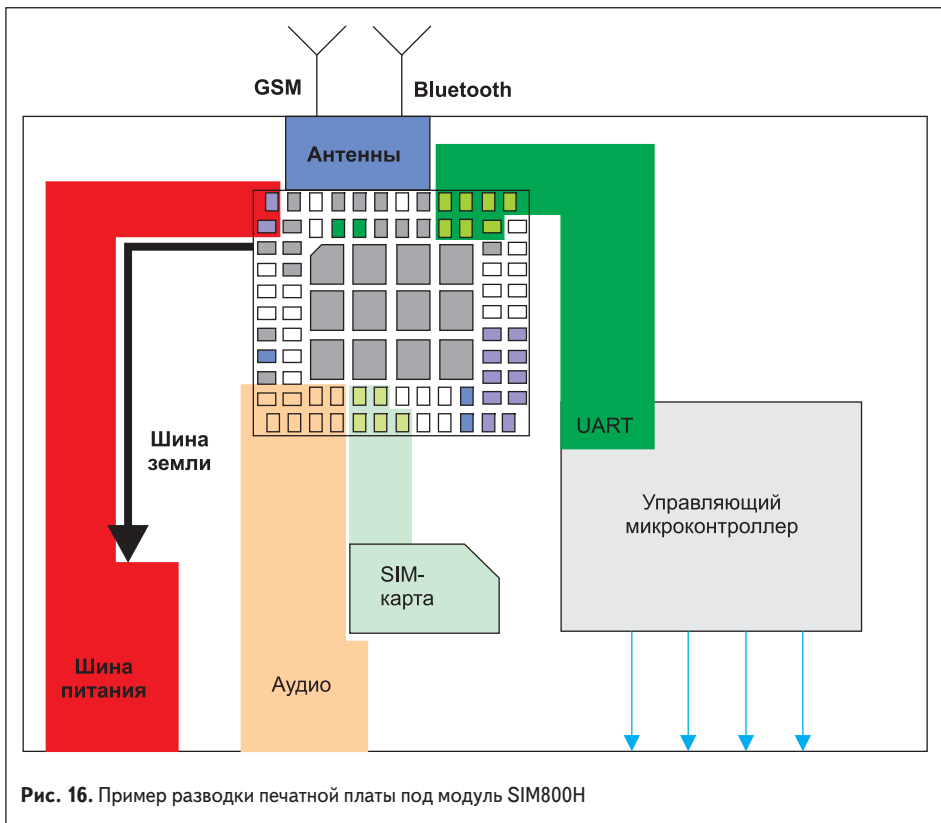


Рис. 16. Пример разводки печатной платы под модуль SIM800H

ключение и отключение антенн от конечного оборудования.

Относительно антенных выводов существуют некоторые рекомендации:

- Особое внимание нужно уделить согласованию ВЧ-линий на печатной плате, соединяющих антенны и высокочастотные выводы. То есть ВЧ-линии должны иметь волновое сопротивление 50 Ом.
- Длину ВЧ-линий следует минимизировать настолько, насколько это позволяет конструкция конечного изделия.
- Не допускается, чтобы ВЧ-линии переходили с одной стороны печатной платы на другую.
- Не допускается проводить ВЧ-линии вблизи линий интерфейса SIM-карты, аудиоинтерфейсов и прочих цифровых линий.
- Если ВЧ-линию не получается сделать прямой, то она не должна иметь острых углов, так как это источники переотражений и потерь.

На рис. 16 показан пример взаимного расположения ВЧ-линий и прочих цепей, подводимых к модулю. Карта расположения выводов модуля исключает пересечения разнородных линий друг с другом на печатной плате. Это упростит процесс разработки и обеспечит надежность конечного оборудования.

Отладочный комплект

Компания SIMCom производит и предоставляет отладочный комплект SIM800H-EVM (рис. 17), которого достаточно для полноценного изучения всех функций модуля SIM800H, в том числе Bluetooth. В состав отладочного комплекта входят:



Рис. 17. Отладочный комплект SIM800H-EVM

- материнская плата с необходимыми для функционирования микросхемами, разъемами и индикаторами;
- переходная плата с питаемым модулем SIM800H и разъемами USB, Bluetooth и GSM;
- GSM-антенна;
- кабель RS-232;
- блок питания.

Функция Bluetooth

Модуль SIM800H, наряду со стандартными функциями (табл. 1), поддерживает функцию Bluetooth, не свойственную прочим аналогичным GSM/GPRS-модулям, чем выгодно отличается от них. Рассмотрим, какие возможности дает Bluetooth.

Bluetooth — это международный стандарт беспроводной передачи данных IEEE802.15, подразумевающий работу в ВЧ-диапазоне 2,4 ГГц. В модуле SIM800H реализована версия Bluetooth 3.0, отличительной чертой которой является повышенная скорость передачи данных. Для коммуникации с внешними

Bluetooth-устройствами модулем используются следующие профили¹:

- SPP (Serial Port Profile) эмулирует последовательный порт, предоставляя возможность замены стандартного RS-232 беспроводным соединением.
- HFP (Hands-Free Profile) используется для соединения с беспроводной гарнитурой, передает монозвук в одном канале.
- A2DP (Advanced Audio Distribution Profile) разработан для передачи двухканального стерео аудиопотока, например музыки, к беспроводной гарнитуре.
- OPP (Object Push Profile) — базовый профиль для пересылки «объектов», таких как изображения, виртуальные визитные карточки и др. Перед тем как SIM800H начнет обмен данными по каналу Bluetooth с внешним устройством, модулю необходимо пройти через две стадии (рис. 18):
- Образование пары. Инициатор шлет запрос на образование пары удаленной стороне, удаленная сторона принимает запрос или отклоняет его.
- Установление профильной связи. Один участник пары берет на себя роль клиента, а другой — сервера. Клиент запрашивает у сервера установление связи по определенному профилю, а сервер одобряет или отклоняет запрос.

Рассмотрим два возможных случая образования пары из модуля SIM800H и удаленного Bluetooth-устройства. В первом случае инициатором образования пары является удаленная сторона, а во втором — сам модуль SIM800H:

- Инициатор образования пары — удаленная сторона:

```
AT+BTPOWER=1 // включаем интерфейс Bluetooth
OK // интерфейс Bluetooth готов
+BTPAIRING:
«MT-System»,34:C7:31:AA:37:5B,763191 // принят запрос
от удаленной стороны на образование пары
AT+BTPAIR=1,1 // Одобрить образование пары
OK
```

- Инициатор образования пары — SIM800H:

```
AT+BTPOWER=1 // включаем интерфейс Bluetooth
OK // интерфейс Bluetooth готов
AT+BTSCAN=1,20 // просканировать эфир на предмет
наличия Bluetooth-устройств
OK
+BTSCAN: // список активных Bluetooth-устройств
1, «MT-System»,34:C7:31:AA:37:5B
+BTSCAN:
2, «SergeyBT»,68:5D:43:EC:FE:72
+BTSCAN: 3, «LIB-PC»,C8: F7:33:43:48:E6
+BTSCAN:
4, «CAMERA1»,88:53:2E:E8:9D:0F
+BTSCAN:
5, «MTKBTDEVICE»,45:8C:96:3E:66:01
+BTSCAN:
6, «MK-MOON»,00:1A:7d:DA:71:10
AT+BTPAIR=0,1 // запросить у устройства MT-System
готовность образовать пару
OK
+BTPAIRING:
```

¹ Точный список поддерживаемых профилей следует уточнять в технической поддержке локального дистрибьютора SIMCom.

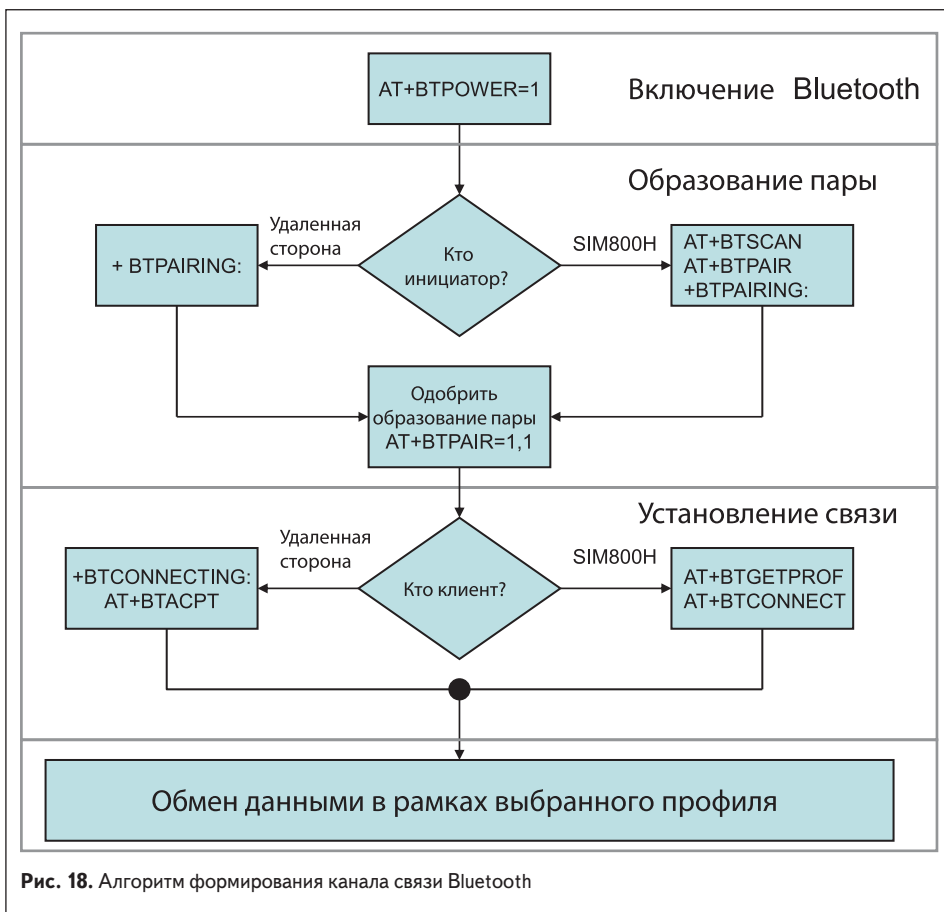


Рис. 18. Алгоритм формирования канала связи Bluetooth

«MT-System», 34:C7:31:AA:37:5B,763191 // подтверждение готовности образовать пару
 AT+BTPAIR=1,1 // Одобрить образование пары
 OK

После того как была образована пара из модуля SIM800H и внешнего устройства, они должны выбрать профиль, при помощи которого будут взаимодействовать друг с другом. При установлении связи тот, кто иницирует связь, берет на себя роль клиента, а тот, кто принимает запрос на связь, выполняет роль сервера.

Когда SIM800H в качестве клиента подключается к внешнему устройству, ему нужно знать, какие профили тот поддерживает. Список поддерживаемых профилей удаленного Bluetooth-устройства, с которым была образована пара, можно получить при помощи простой AT-команды:

```
AT+BTGETPROF=1 // Запросить список профилей
удаленной стороны MT-System
OK
+BTGETPROF: 1, «ADVANCED_AUDIO» // Список профилей
удаленной стороны
+BTGETPROF: 2, «OPP»
+BTGETPROF: 3, «SPP»
+BTGETPROF: 4, «HF»
+BTGETPROF: 5, «HS»
```

SIM800H поддерживает несколько профилей из представленного списка. Выберем, к примеру, профиль SPP и в соответствии с ним установим канал связи для передачи последовательных данных:

```
AT+BTCONNECT=1,3,1 // Подключаемся к устройству
MT-System по профилю SPP
OK
```

Более интересным для разработчиков будет другой способ установления профильной связи, когда модуль выступает в роли сервера и принимает пассивную позицию. Модуль лишь должен подтвердить установление профильной связи одной командой:

```
+BTCONNECTING: // Внешнее устройство MT-System
предлагает подключиться к модулю SIM800H по профилю
SPP
«MT-System», «SPP»
AT+BTACPT=1 // Модуль SIM800H дал согласие на
профильную связь со своей парой
OK
```

Теперь между модулем и внешним устройством установлен канал связи, эмулирующий последовательный порт UART между ними. Цифровые данные могут передаваться как в сторону модуля SIM800H, так и от него.

Модуль SIM800H поддерживает два режима приема данных: автоматический и ручной. Ниже приведены примеры соответствующих AT-логов:

- Автоматический режим:

```
AT+BTSPGET=0 // 0 означает автоматический вывод
принятых данных
OK
+BTSPDATA: // Сообщение о приеме данных
от MT-System
```

```
34:C7:31:AA:37:5B,10,1234567890 // принято 10 байт
данных
```

- Ручной режим:

```
AT+BTSPGET=1 // 1 означает ручной вывод принятых
данных
OK
+BTSPGET: 1 // Сообщение о приеме данных
от MT-System. В адрес модуля отсылается, например,
«1234567890».
AT+BTSPGET=2 // Запросить размер данных
+BTSPGET: 10 // Ответ – 10 байт
OK
AT+BTSPGET=3,3 // Вывести в порт 3 байта
+BTSPGET: 34:C7:31:AA:37:5B,3,123 // Три байта
данных «123»
OK
AT+BTSPGET=3,10,1 // Вывести 10 байт данных
в HEX-формате
+BTSPGET:
34:C7:31:AA:37:5B,7,34353637383930 // Выведены
только 7 байт «4567890», т. к. первые три байта уже были
выведены
OK
```

При передаче данных удаленной стороне есть выбор между двумя способами — отсылка данных с указанием длины передаваемых данных и без обозначения длины данных. Примеры AT-логов:

```
AT+BTSPSEND=10 // Отослать 10 байт данных
> 1234567890
OK
AT+BTSPSEND
>Abcdefg<0x1A> // Данные будут отправлены сразу
после HEX-символа 0x1A
OK
```

Завершение сеанса обмена данных по каналу Bluetooth проходит через закрытие соединения, разрыв пары и выключение блока Bluetooth:

```
AT+BTDISCONN=1
OK
+BTDISCONN: «MT-System»,34:C7:31:AA:37:5B // Про-
фильная связь закрыта
AT+BTUNPAIR=1 // Расформировать пару
OK
AT+BTPOWER=0 // Выключить блок Bluetooth
OK
```

Заключение

Модуль SIM800H, несомненно, может заинтересовать разработчиков встраиваемой электроники в первую очередь своими малыми размерами. К тому же разработчик GSM-оборудования может внести без дополнительных затрат времени и средств вспомогательный канал связи Bluetooth. Таким образом, привычное GSM-оборудование станет более интересным для конечного потребителя и, возможно, сможет найти новые применения. Работать в этом направлении можно уже сегодня благодаря модулям компании SIMCom Wireless Solutions. ■

Литература

1. www.sim.com
2. www.mt-system.ru