

# Модуль беспроводной связи HL7800

компании Sierra Wireless

**В статье приведена краткая информация о модуле беспроводной связи и позиционирования HL7800 компании Sierra Wireless, предназначенном для использования в системах «Интернета вещей» с низким энергопотреблением. Модуль поддерживает работу в сетях 4G (LTE) и с системами глобального позиционирования GPS и Glonass.**

**Владимир Макаренко, к. т. н.**  
v\_mak@ukr.net

Канадская компания Sierra Wireless, основанная в 1993 году и специализировавшаяся на M2M-приложениях, в 2009 году объединилась с французской компанией Wavescom, которая являлась мировым лидером в производстве M2M (Machine to Machine) приложений. Технология M2M обеспечивает беспроводную связь между стационарными и мобильными устройствами благодаря использованию существующих сотовых сетей в любом сочетании и направлениях Machine-to-Mobile, Machine-to-Machine и Mobile-to-Mobile. После объединения компания выпускает продукцию под брендом Sierra Wireless Inc, а вся ее про-

дукция выведена в отдельную линейку под брендом Wavescom.

В 2018 году компания выпустила модуль беспроводной связи и позиционирования HL7800, соответствующий стандарту LPWA (Low Power Wide Area) для «Интернета вещей». Устройства, удовлетворяющие этому стандарту, предназначены для работы в необслуживаемом режиме в течение длительного периода времени в отдаленных или труднодоступных местах. Основной особенностью таких устройств является низкое энергопотребление (low-power) и большой радиус действия (wide-area).

Модуль HL7800 для сетей Cat-M1/NB1 (Narrow Band — стандарт для узкополос-

**Таблица 1.** Основные возможности модуля HL7800

	Общий форм-фактор	Компактный дизайн CF3 (общий форм-фактор) для перехода между технологиями и перспективными платформами продуктов
	Глобальность	Покрытие по всему миру с помощью одного модуля с сертификацией для промышленности и мобильных сетей
	Готовность к подключению	Встроенная SIM-карта, предварительно подключенная к глобальной сети Sierra Wireless, и унифицированная платформа управления устройствами
	Обновления FOTA	Бесплатное встроенное ПО (FOTA – Free unlimited firmware Over-The-Air) для обновления по беспроводному каналу связи новых вариантов развертывания сети и обеспечения ее безопасности
	Подключение к облаку	Безопасный сбор данных и удаленное управление развертыванием сети IoT с помощью интегрированных облачных сервисов AirVantage
	Киберзащита	Предотвращение выполнения несанкционированного кода, чтобы обеспечить безопасность подключения
	Очень низкое энергопотребление	Лучшие в своем классе параметры потребляемой мощности, продлевающие в 5–10 раз срок службы устройств, работающих от аккумулятора
	Определение местоположения	Интегрированный приемник GNSS (Global Navigation Satellite Systems – глобальные навигационные спутниковые системы) обеспечивает отслеживание местоположения и услуги, основанные на определении этого параметра
	TCP/IP-стек	Встроенный TCP/IP-стек для общения через Интернет
	Программируемость	Основные и расширенные AT-команды упрощают разработку приложений
	Промышленное исполнение	Модуль проверен при жестких условиях эксплуатации и экстремальных температурах
	VoLTE	Расширение функциональных возможностей приложений IoT путем передачи голосовых команд или вызовов

ных IoT-устройств) полностью совместим со стандартом 3GPP (международное объединение 3GPP — 3rd Generation Partnership Project) версии 13 выпуска 14, поддерживает функции NB2 и обеспечивает самое низкое энергопотребление среди устройств своего класса [1].

Модуль обеспечивает скорость обмена данными по нисходящему каналу до 300 кбит/с, а по восходящему — 375 кбит/с. Такая скорость обмена данными полностью удовлетворяет требованиям целого класса подключенных к сети устройств, которые попадают под категорию «Интернета вещей», а именно различных датчиков с низким расходом энергии, не требующих высокой пропускной способности каналов связи.

Модуль HL7800 выпускается в форм-факторе CF3 и может работать в сетях 3G или 4G.

В таблице 1 представлена краткая информация об основных возможностях модуля HL7800.

Основные технические характеристики модуля HL7800 [2]:

- поддерживаемый стандарт 4G (LTE);
- категории Cat-M1/NB1;
- частотные полосы: B1, B2, B3, B4, B5, B8, B9, B10, B12, B13, B14, B17, B18, B19, B20, B25, B26, B27, B28, B66 (табл. 2);
- максимальная скорость данных при приеме: 300 кбит/с;
- максимальная скорость передачи данных: 375 кбит/с;
- поддерживаемые системы глобального позиционирования: GPS и Glonass;
- предварительно сертифицированная прошивка, безопасная загрузка;
- поддерживаемые технологии передачи звуковых сообщений: Digital Audio и VoLTE;
- системный драйвер Linux обеспечивает соответствие стандарту управления корпоративным контентом ECM (Enterprise content management), то есть системы электронного документооборота;

Таблица 2. Полосы частот LTE с частотным разделением каналов FDD LTE

Номер полосы LTE	Частотный диапазон при передаче, МГц	Частотный диапазон при приеме, МГц	Поддержка сетей	
			Cat-M1 (HL7800 и HL7800-M)	Cat-NB1 (HL7800)
B1	1920-1980	2110-2170	+	*
B2	1850-1910	1930-1990	+	*
B3	1710-1785	1805-1880	+	*
B4	1710-1755	2110-2155	+	*
B5	824-849	869-894	+	*
B8	880-915	925-960	+	*
B9	1749,9-1784,9	1844,9-1879,9	*	*
B10	1710-1770	2110-2170	*	*
B12	698-716	728-746	+	*
B13	777-787	746-756	+	*
B14	788-798	758-768	+	*
B17	704-716	734-746	+	*
B18	815-830	860-875	+	*
B19	830-845	875-890	+	*
B20	832-862	791-821	+	*
B25	1850-1915	1930-1995	+	*
B26	814-849	859-894	+	*
B27	807-824	852-869	+	*
B28	703-748	758-803	+	*
B66	1710-1780	2110-2200	+	*

Примечание. \*Предусматривается поддержка в следующих модификациях модуля.

- интерфейсы связи UART 1×8-wire, USB, восемь GPIO, индикатор передачи, SIM-карта 1,8 В/3 В, два АЦП;
- встроенные часы реального времени;
- максимальная мощность передатчика: 23 дБм;
- диапазон рабочих температур: -40...+85 °С;
- корпус LGA (CF3 форм-фактор);
- габаритные размеры: 15×18×2,4 мм;
- масса: 1,17 г.

Работу модуля поддерживают операторы: AT&T, KDDI, Sprint, Telstra, Vodafone. Планируемые по умолчанию операторы: docomo, LGU+, Rogers, T-Mobile, Verizon, Sierra Wireless. Встроенная SIM-карта (по заказу) позволяет осуществлять

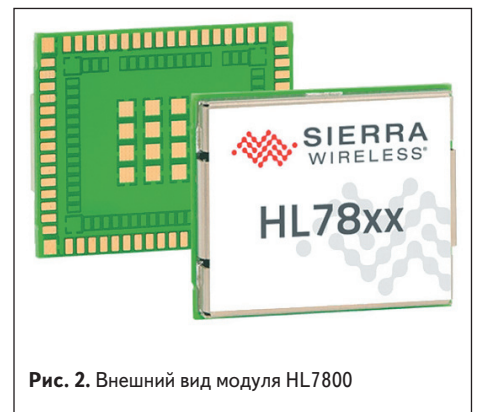


Рис. 2. Внешний вид модуля HL7800

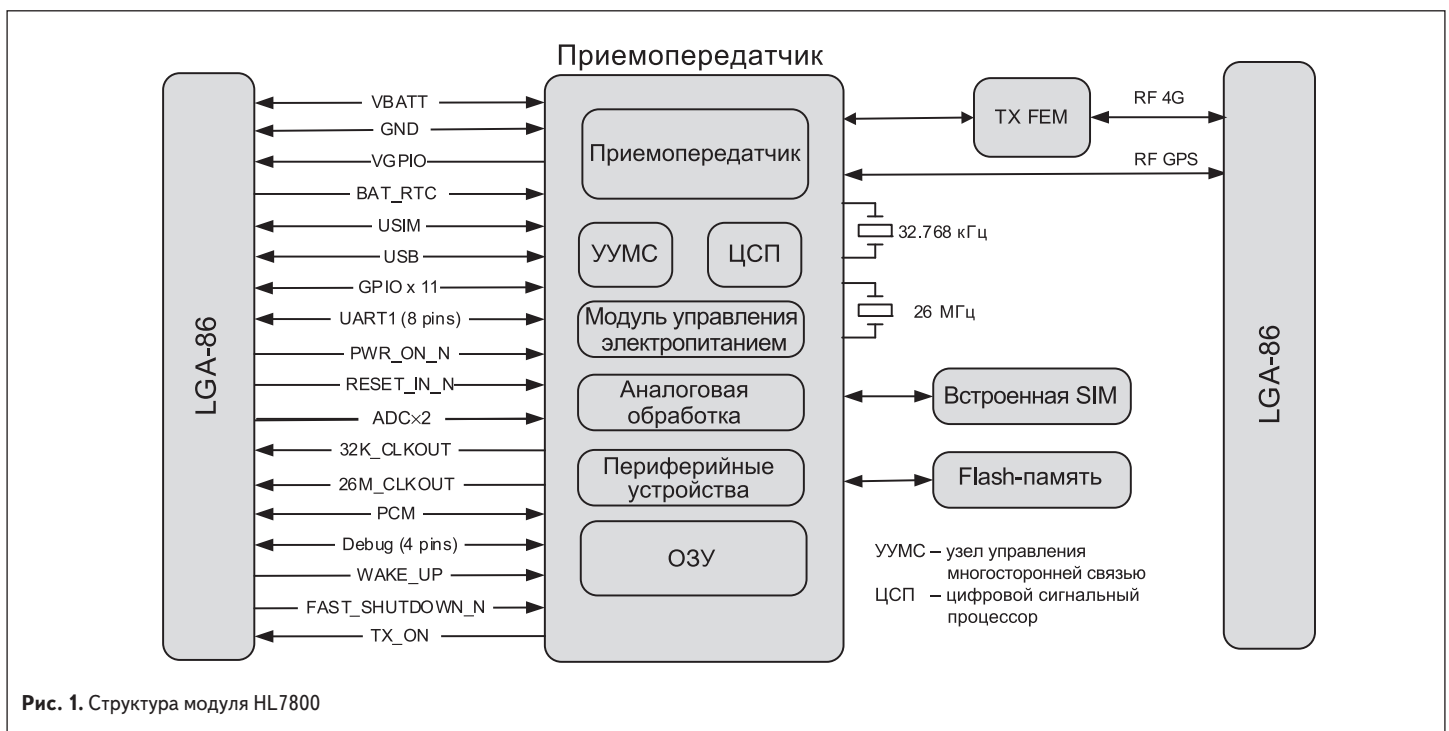


Рис. 1. Структура модуля HL7800

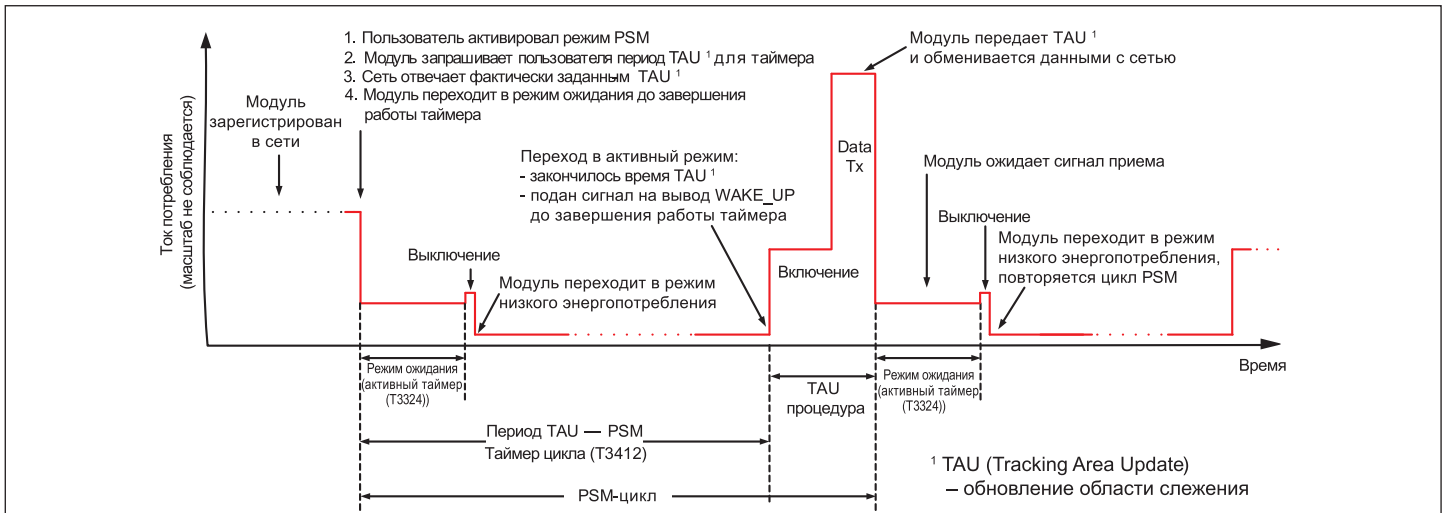


Рис. 3. Зависимость тока потребления HL7800 от режима работы

подключение к сети Sierra Wireless USIM. В модуле предусмотрена поддержка работы с облачными сервисами, бесплатное обновление ПО (FOTA upgrades), возможность управления подключением и устройством.

Структура модуля приведена на рис. 1 [2], а внешний вид — на рис. 2.

В состав модуля входят приемопередатчик, устройство управления многосторонней связью (УУМС), цифровой сигнальный процессор

(ЦСП), узел обработки аналоговых сигналов (содержит два АЦП), узел периферийных устройств, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), FLASH-память, узел подключения SIM-карты, встроенные генераторы тактовой частоты 26 МГц и часов реального времени 32,768 кГц и приемо-передающий фронтально-оконечный модуль (TX FEM).

Рассмотрим подробнее некоторые характеристики этого модуля.

Напряжение питания 3,2–4,35 В (типичное значение 3,7 В), максимальный ток потребления по цепи питания VBATT — 300 мА, по цепи VBATT\_PA — 400 мА. Для экономии энергии предусмотрено несколько режимов работы модуля. Характеристики этих режимов приведены в таблице 3.

Иллюстрация энергопотребления модулем HL7800 в различных режимах работы приведена на рис. 3.

HL7800 и HL7800-M поддерживают режим работы eDRX (Extended Discontinuous Reception — расширенный прерывистый прием), который является активным режимом «гибкого сна» и обеспечивает более длительную продолжительность сна и значительное снижение энергопотребления по сравнению с обычным DRX. Функция eDRX позволяет модулю контролировать не каждое пейджинговое событие (Paging Occasion — PO), а только те PO, которые относятся к окну PTW (Paging Transmission — пейджинговая передача), как показано на рис. 4. Цикл eDRX прерывается в каждый момент времени, который задается таймером сети TAU, и восстанавливается после ответа модуля. Затем цикл повторяется.

Более подробную информацию о различных режимах работы с пониженным энергопотреблением можно найти в [2].

Для связи с клиентскими устройствами возможно использование трех различных вариантов подключения по интерфейсу UART: 8-, 4- и 2-проводное подключение, как показано на рис. 5.

ВЧ-интерфейс модулей AirPrime HL7800 и HL7800-M позволяет передавать и принимать сигналы с помощью встроенной антенны. Рекомендуется подключать антенну через разъемы SMA, UFL (и подобные) с волновым сопротивлением 50 Ом. Коэффициент стоячей

Таблица 3. Характеристики модуля HL7800 в режимах низкого энергопотребления

Состояние модуля	Режим сохранения энергии	Конфигурация	Ток потребления, мкА
OFF	Выключен	модуль подключен к источнику питания VBATs и выключен AT-командой Off	3
PSM <sup>1</sup> dormant	Спящий PSM <sup>1</sup>	модуль подключен к источнику питания VBATs в режиме гибернации PSM <sup>1</sup>	3
PSM <sup>1</sup>	Гибернация	Цикл длительностью 1 ч, T3324 = 20 с	150
	Неполная гибернация		330
	Гибернация	Цикл длительностью 24 ч, T3324 = 20 с	8
	Неполная гибернация		185
eDRX <sup>2</sup>	Гибернация	eDRX-цикл = 20,48 с, PTW <sup>4</sup> и DRX = 1,28 с	250
	Неполная гибернация		460
	Гибернация	eDRX-цикл = 81,92 с, PTW <sup>4</sup> и DRX = 1,28 с	100
	Неполная гибернация		310
DRX <sup>3</sup>	Спящий	1,28 с	3,4 мА
		2,56 с	3,0 мА

**Примечания.**

- <sup>1</sup> PSM (Power Save Mode — режим сохранения энергии).
- <sup>2</sup> eDRX (Extended Discontinuous Reception — расширенный прерывистый прием).
- <sup>3</sup> DRX (Discontinuous Reception — прерывистый прием).
- <sup>4</sup> PTW (Paging Time Window — пейджинговое окно времени).

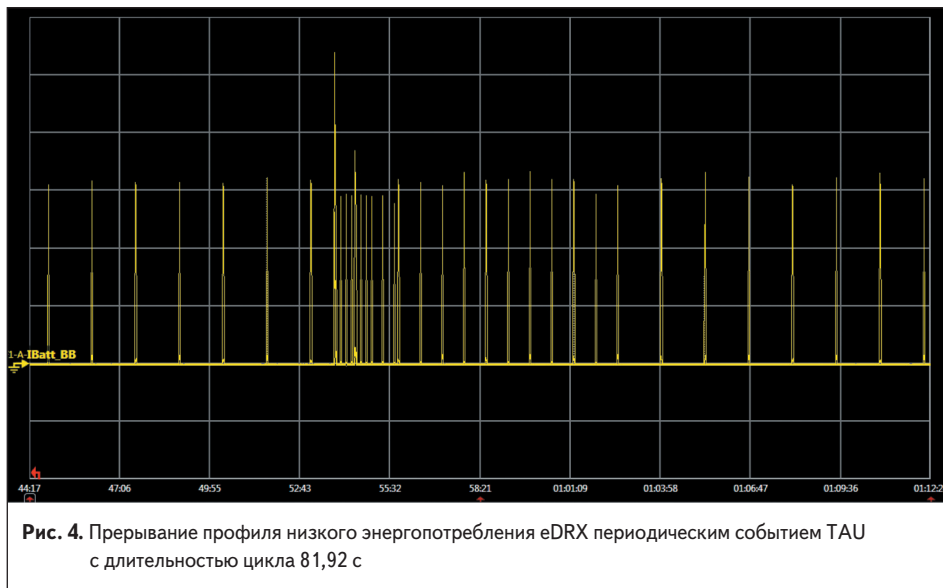


Рис. 4. Прерывание профиля низкого энергопотребления eDRX периодическим событием TAU с длительностью цикла 81,92 с

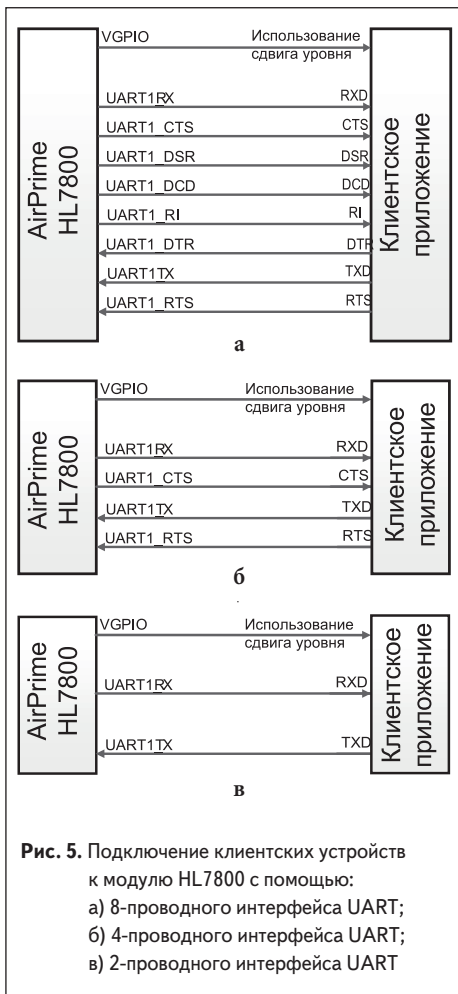


Таблица 4. Характеристики модуля HL7800 в режиме приема сигналов GPS и Glonass

Параметр	Условия испытаний	Типовое значение
Чувствительность	Холодный старт	-146 дБм (ТВС <sup>1</sup> )
	Горячий старт	-152 дБм (ТВС)
	Слежение	-161 дБм (ТВС)
TTFF <sup>2</sup>	Холодный старт, входная мощность -130 дБм	35 с (ТВС)
	Горячий старт, входная мощность -130 дБм	2 с (ТВС)
Ошибка 2D-позиционирования	Входная мощность -130 дБм	2,5 м (ТВС)

**Примечания.**

<sup>1</sup> ТВС (Trimble Business Center — геодезическая офисная программа, предоставляющая все существующие на сегодня возможности по обработке данных GNSS-измерений, автоматически преобразовывает данные GNSS-измерений в файлы соответствующего формата, а также позволяет импортировать данные через Интернет, что дает возможность за один шаг подгрузить в рабочий проект данные базовых станций, точные эфемериды и списки NGS).

<sup>2</sup> TTFF (Time To First Fix — время первого определения местоположения).

волны по напряжению (КСВН) 2,5:1 как при передаче, так и при приеме.

Максимальная выходная мощность передатчика AirPrime HL7800 и HL7800-M для всех диапазонов в нормальных условиях эксплуатации (+25 °С) не менее 21,5 и не более 24,5 дБм (типичное значение 23 дБм). Для индикации режима передачи на выводе С60 формируется сигнал TX\_ON. Высокий уровень на этом выходе (1,8 В) соответствует режиму передачи.

Чувствительность приемника во всех полосах принимаемых сигналов для сетей Cat-M1 при ширине полосы принимаемого сигнала 5 МГц не хуже -103,5 дБм.

GPS-приемник AirPrime HL7800 и HL7800-M поддерживает прием сигналов GPS L1 ((1575,42 ± 20) МГц) и сигналов GLONASS L1 FDMA (1597,5–1605,8 МГц). Приемник GPS использует те же радиочастотные узлы, что и приемник 4G. Поэтому рекомендуется применять модуль в тех приложениях, в которых положение объекта либо

не изменяется, либо изменяется очень медленно. Чувствительность приемника GPS, время и ошибки позиционирования при различных условиях испытаний приведены в таблице 4.

Полное описание AT-команд для модуля HL7800 можно найти в «Руководстве по интерфейсу AT-команд» [3], а ответы на различные вопросы по применению модуля в [2] и на форуме компании Sierra Wireless [4]. ■

**Литература**

1. [www.sierrawireless.com/products-and-solutions/embedded-solutions/products/hl7800/](http://www.sierrawireless.com/products-and-solutions/embedded-solutions/products/hl7800/)
2. [www.media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Sierra%20Wireless%20PDFs/AirPrime\\_HL7800\\_M\\_Spec\\_Rev1.5\\_7-25-18.pdf](http://www.media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Sierra%20Wireless%20PDFs/AirPrime_HL7800_M_Spec_Rev1.5_7-25-18.pdf)
3. [www.source.sierrawireless.com/resources/airprime/software/airprime\\_hl78xx\\_at\\_commands\\_interface\\_guide/](http://www.source.sierrawireless.com/resources/airprime/software/airprime_hl78xx_at_commands_interface_guide/)
4. [www.forum.sierrawireless.com/c/airprime-embedded-wireless-modules/hl-series](http://www.forum.sierrawireless.com/c/airprime-embedded-wireless-modules/hl-series)