

Обзор беспроводных решений

компании TELIT

Telit — пионер отрасли и надежный партнер крупнейших мировых брендов, а также мировой лидер в области разработки, производства и поддержки продуктов IoT (Internet of Things). Аппаратные средства, возможности подключения, сервисные и разработческие платформы компании, например, такие как сервис облачного хранения данных — m2mAIR CLOUD или сервис навигации по базовым станциям — m2mLOCATE, — все это направлено на создание наиболее эффективных продуктов в секторе «Интернета вещей».

Сергей Стукало

Компания Telit Wireless Solutions Inc. (TWS или Telit, Триест, Италия) основана в 1986 году и имеет более чем тридцатилетний опыт проектирования, создания и тиражирования самых сложных решений, определяющих современное развитие и правила цифрового бизнеса в области беспроводных решений.

В сотрудничестве с ведущими производителями электронных компонентов (Intel, Qualcomm и Texas Instruments), а также разработчиками/интеграторами ПО и облачных сервисов (SAP, Amazon, Sales Force и др.) Telit предлагает самый полный в мире портфель сертифицированных высокопроизводительных IoT-модулей, совместимых GSM-модулей (стандартов 2G, 3G и 4G в различных форм-факторах), системных (SoM) и навигационных (GNSS) модулей, combo-, SMART-, Wi-Fi-, Bluetooth-, LoRa-, ZigBee-, SRRF-модулей, а также терминалов и эталонных конструкций в нескольких унифицированных оригинальных форм-факторах, позволяющих стандартизировать дизайн беспроводных устройств, работающих в разных диапазонах и использующих различные технологии формирования, передачи и кодирования сигнала. В общей сложности это около 200 различных решений, доступных разработчикам и производителям более чем в 80 странах из 35 офисов продаж.

Telit управляет восемью научно-исследовательскими центрами по всему миру, расположенными в Триесте (основной центр проектирования и разработки компании) и на Сардинии (Италия), в Кане (Франция), Левене (Бельгия), Сеуле (Южная Корея), Тель-Авиве (Израиль), Бока-Ратоне (Флорида, США), Чикаго (штат Иллинойс, США) и Ранчо-Футхилл (Калифорния, США).

Радиочастотные модули промышленного и автомобильного класса

Наиболее популярные форм-факторы, используемые компанией Telit при производстве беспроводных модулей, — xE910 и xL865 (рис. 1, табл. 1).

С 1986 года Telit тесно сотрудничает с автопроизводителями. Компания предоставляет как аппаратные OEM-решения, разработанные и изготавливаемые специально для автоприложений, так и услуги послепродажной телематики. Решения Telit соответствуют новейшим автомобильным требованиям и тенденциям, более того — компания непосредственно участвует в разработке соответствующих стандартов качества. Telit владеет одним из крупнейших в отрасли подразделением НИОКР, полностью ориентированным на автомобильные прило-

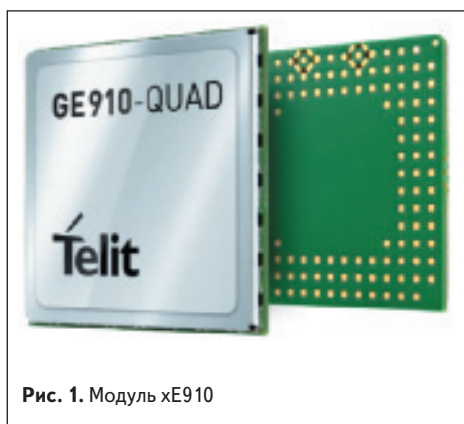


Рис. 1. Модуль xE910

Таблица 1. Основные характеристики РЧ-модулей промышленного класса

Серия и установочные данные форм-фактора	Приложения	Используемые технологии	Форм-фактор
Серия xE910, 28,2×28,2 мм	Мобильные или стационарные устройства	4G, 3G, 2G	LGA
Серия xL865, 24,4×24,4 мм	Мобильные или стационарные устройства	4G, 3G, 2G	VQFN LCC
Серия xE866, 15×25 мм	Мини-устройства с низким энергопотреблением: Wearables, Healthcare, Telematics	4G, 3G, 2G, LoRa, BLE, Wi-Fi	LGA
Серия LE922, 34×40 мм	Терминалы, шлюзы, маршрутизаторы и сетевые устройства	Высокоскоростной LTE	LGA
HE/WE922-3GR, 34×40 мм	Таблетки, киоски, вендинг, POS, карманные компьютеры	Гибридная 3G+ микросотовая система на модуле	LGA
Серия HS300x, 100-pin connector modules, 28×27×4,5 мм	Пилотные проекты. Изучение возможностей технологии, Network router и control/automation	3G, 2G	Подключаемый разъемным коннектором
Серии GE864/GE865, 30×30 мм/2×22 мм	Отслеживание активов, мониторинг, вендинг	2G	BGA

Таблица 2. Основные характеристики PC-модулей автомобильного класса

Серия и установочные данные форм-фактора	Приложения	Используемые технологии	Форм-фактор
xE920 Family, 34×40 мм	Передача высокоскоростных данных в автомобильной OEM-электронике	LTE Cat 4, HSPA+	LGA*
xE940 Family, 334-pad LGA footprint, 40×40 мм	Мобильные точки доступа, информационно-развлекательные системы, обновление программного обеспечения для автомобилей	LTE Cat 9, Cat 6	LGA*
xE910 Family, 28,2×28,2 мм	Телематика, клиентские устройства	3G, 2G	LGA
xE864 Family, 30×30 мм	Телематика	2G	BGA
АТОР, 33×33 мм	Телематика и OBU	3G	LGA

Примечание. * Форм-факторы 40×40 мм и 34×40 мм Telit попиново гармонизированы.

жения, охватывающие разработку, продажи и поддержку, направленные на решение проблем интеграции передовых беспроводных и вычислительных технологий в современные транспортные средства.

Радиочастотные модули автомобильного класса (табл. 2) разработаны и изготавлива-

ются в соответствии с ISO TS16949 и другими стандартами качества.

Радиочастотные модули в форм-факторах miniPCle и M.2 (встраиваемые карты)

Модули в форм-факторах mini-PCle и M.2 (рис. 2, табл. 3), при их разработке и на всех этапах доработки ПО, тщательно тестируются на совместимость с большинством устройств известных брендов, в которых они могут быть установлены.

Надежная линейка высокопроизводительных модулей формата PCI-SIG гармонизирована с действующими промышленными стандартами

и поддерживает архитектуру соответствующих профильных проектов, таких как использование мобильных компьютеров, вынесенных сетевых устройств или промышленного IoT. Функционал plug-and-play, характерный для встраиваемых карт, упрощает интеграцию обоих форм-факторов.

Модули SRRF, LoRa и Sigfox

Портфолио решений SRRF, LoRa и Sigfox от Telit (рис. 3, табл. 4) сертифицировано для применения в нелицензируемых участках спектра, легко развертывается и масштабируется там, где это необходимо, обеспечивая отличное время автономной работы для устройств с небольшим спорадическим трафиком.



Рис. 2. Модуль LM940

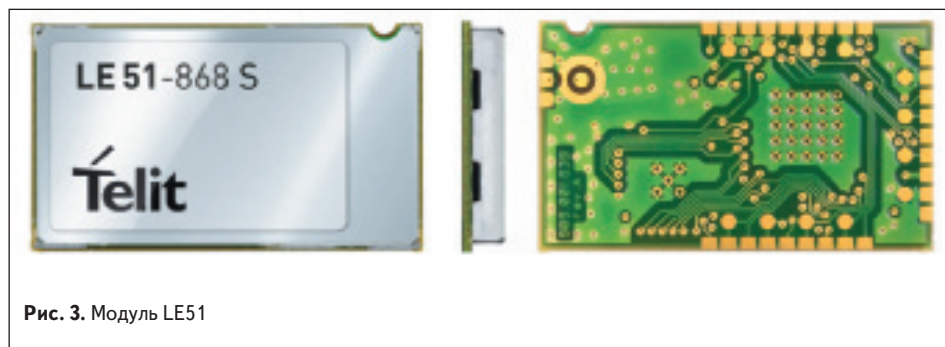


Рис. 3. Модуль LE51

Таблица 3. Основные характеристики модулей в форм-факторах miniPCle и M.2

Серия и установочные данные форм-фактора	Описание	Используемые технологии	Форм-фактор
LM940, 50,95×30×2,8 мм	До 600 Мбит/с DL w/3x CA DL, 256 QAM DL. Полная поддержка GNSS-GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou	LTE Cat 11	PCI Express Mini Card (miniPCle)
LN94x, 42×30×2,3 мм	M.2 (NGFF), LTE-Advanced до 600 Мбит/с, 3СС нисходящая несущая агрегация и до 256 QAM-модуляция	LTE Cat 11, LTE Cat 9, LTE Cat 6	Industrial-grade PCIe M.2 (M.2)
LE910 V2/HE910 mini-PCle, 50,95×30×3,2 мм	Полноразмерная односторонняя PCI Express Mini Card	LTE Cat 4, UMTS, HSPA+	mini-PCle
LE910 Cat 1 mini PCle/LE910C1 mini-PCle, 50,95×30×3,2 мм	Полноразмерная односторонняя PCI Express Mini Card	LTE Cat 1	Mini-PCle

Таблица 4. Основные характеристики PC-модулей SRRF, LoRa и Sigfox

Серия и установочные данные форм-фактора	Описание	Используемые технологии	Форм-фактор
RE866A1-EC, 19×15×2,2 мм	Открытый протокол и уникальное сочетание 3-in-1: BLE, NFC и LoRa, pin-to-pin с NE866 (Telit NB1 модуль), встроенная BLE керамическая антенна, внешняя антенна LoRa, PAD G2	Lora, NFC, Bluetooth v4.2	xE866, 49 LGA pads
LE51-868S, 26×15×3 мм	863-870 МГц, поддержка как Sigfox-обмена, так и протокола локальной сети от Telit. Мощность сигнала до 35 мВт, чувствительность -126 дБм и скорость обмена до 600 бит/с. Идеален для таких приложений, как отслеживание активов, контроль энергопотребления, создание датчиков и сигнализации IoT	Sigfox, ультранизкое энергопотребление	Sigfox xE, LGA, pin-to-pin совместим со всеми модулями SR
BlueMod + W42, 10×17×2,5 мм	Первый модуль Telit, адаптированный для крупных промышленных и инфраструктурных приложений. Идеален для таких приложений IoT, как интеллектуальные счетчики и интеллектуальные города. Встроенная керамическая антенна. Адаптивное самовосстановление. Неограниченное количество элементов в сети. Низкое энергопотребление	Wirepas	48 LGA pads
LE50-868 / 433, LE70-868, 26×15×2 мм	LE50 — семейство модулей субгигагерцевого диапазона, работающее в свободных полосах ISM-диапазонов на частотах 433 и 868 МГц с мощностью Tx до 25 мВт (для LE70-868 Tx до 500 мВт — дальность связи до 10 км) и встроенным стекком S-ONE. Поддерживается топология Star Network по собственному протоколу Telit, идеально подходящему для замены беспроводными вставками кабельных интервалов (RS-485 (Profibus, Modbus) и полудуплексных линий TTL/RS232 (прозрачный режим)). Идеален для дистанционного мониторинга расхода ресурсов, метеорологических станций, нефтяной и газовой промышленности, управления светофорами, освещением и орошением	SRRF	30 LGA pads xE Form Factor, два варианта исполнения: SMD и DIP с SMA-коннектором для подключения внешней антенны



Рис. 4. Корпус навигационных модулей Telit

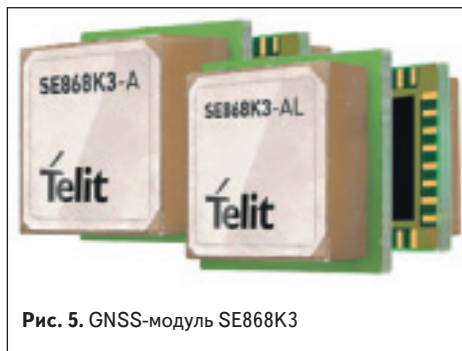


Рис. 5. GNSS-модуль SE868K3



Рис. 6. Модуль интеллектуального счисления SL869-ADR

Таблица 5. Разновидности GNSS-модулей Telit

Позиционирование GNSS	Позиционирование GPS	GNSS-модули со встроенной антенной
SE868-V3		
SE873Q5	JF2	SE868K3-A (антенна)
SL871 и SL871L	JN3	SE868K3-AL (антенна)
SL869	SL871-S и SL871L-S	SC872-A (антенна)
SL869L-V2	SL869L-V2S	SL876Q5-A (антенна)
SL869-V3		
Счисление	Тайминг	GPS-модули со встроенной антенной
SL869-ADR	SL869-T (Timing)	SE868K7-A (антенна)
		SE868K7-AL (антенна)

GNSS-модули позиционирования и синхронизации

Рекомендованные для российского рынка навигационные модули Telit (рис. 4, 5) построены на чипсетах MTK3333, STA8088FG, STM Teseo 2 core и SiRF Star V. Это надежные решения, реализующие функционал определения местоположения от систем GPS, GLONASS, Galileo и BEIDOU и передачи сигналов систем точного времени для критически важных приложений. Модули имеют в своем составе

встроенный малошумящий усилитель и выпускаются в различных форм-факторах без антенн и со встроенной антенной на борту, в модификациях с поддержкой питания внешней активной антенны со стороны модуля и без такой поддержки.

Модули GNSS от Telit спроектированы таким образом, чтобы обеспечить высокую точность и непрерывность определения местоположения, точное время, расширенное управление питанием, высокую помехоустойчивость и многие другие функционалы.

В навигационных решениях Telit, ориентированных на различные рынки, используются разные чипсеты GNSS от разных производителей, гарантирующие потребителю наиболее передовые на текущий момент решения, отвечающие их требованиям.

В таблице 5 приведены предлагаемые компанией Telit навигационные модули, модули со встроенными антеннами, а также специализированные решения для систем точного времени (тайминга) и модуль интеллектуального счисления SL869-ADR.

SL869-ADR (рис. 6) — новейшая комплексная автомобильная система GNSS, оснащенная программным обеспечением Automobile Dead Reckoning, встроенным 6-осевым сенсором MEMS и мощным ядром. Всякий раз, когда покрытие GNSS отсутствует или скомпрометировано, приемник SL869-ADR обеспечивает хост-приложению точными оценками положения и скорости транспортного средства или движущегося устройства, объединяя данные скорости и направления движения, поступающие от внутренних датчиков, с данными одометра.

Dead Reckoning повышает точность местоположения в районах с неблагоприятными

Таблица 6. Модули Bluetooth

Технические данные и функционал	BlueMod + SR	BlueMod + S	BlueMod + S42	BlueMod + S42M
Внешний вид				
Версия Bluetooth	BT2.1/4.0+NFC	BT4.1	BT4.2+NFC	BT4.2
Поддерживаемые профили	SPP, GATT, терминальный ввод/вывод	GATT, терминальный ввод/вывод, SCIS	SPP, GATT, терминальный ввод/вывод	SPP, GATT, терминальный ввод/вывод
Дальность действия, м	до 100	до 50	до 100	до 100
Излучаемая мощность, дБм	-23...+8	-30...+5	-20...+4	-20...+0
Чувствительность приемника, дБм	-91	-88	-96	-93
Поддерживаемые интерфейсы	GPIO, SPI, I ² C, UART	GPIO, ADC, SPI, I ² C, UART	GPIO, ADC, SPI, I ² C, PWM, UART	GPIO, SPI, I ² C, PWM, UART
Скорость в UART, кбит/с	9,6-921,6	9,6-921,6	9,6-921,6	9,6-921,6
Напряжение питания, В	2,5-3,6	1,8-3,6	1,7-3,6	1,8-3,6
Потребление (режим передачи), мА	15-27, зависит от типа соединения	2-12, зависит от типа соединения	7,5 (макс.)	5,2
Потребление (режим ожидания)	SPP: 0,75 мА, термин. ввод/вывод: 0,25 мА	21 мкА	1,4 мкА	1,1 мкА
Потребление (режим сна)	0,15 мА	3 мкА	0,4 мкА	0,2 мкА
Встроенная антенна	Керамическая SMD (+1,8 дБи)	Керамическая SMD (+1,8 дБи)	Керамическая SMD (+1,8 дБи)	Керамическая SMD (+1,8 дБи)
Наличие встроенных сенсоров	нет	нет	нет	TO, Humidity sensor, 3 Axis accelerometer
Рабочий температурный диапазон, °С	-30...+85	-25...+75	-40...+85	0...+70
Габариты, мм	17×10×2,6	17×10×2,6	17×10×2,6	17×10×2,6
Форм-фактор	LGA, 49 контактов	LGA, 49 контактов	LGA, 49 контактов	LGA, 49 контактов
Вес, г	0,8	0,7	0,7	0,8
Сертификация	CE, FCC, IC, KCC, MIC, RoHS2	CE, FCC, IC, KCC, MIC, RoHS2	CE, FCC, IC, KCC, RoHS2	RED, SRCC, RoHS2
Отладочный набор	BlueEva+SR	BlueEva+SR, BlueDEV+SR	BlueEva+S42, BlueDEV+S42	BlueEva+S42M, BlueDEV+S42M

условиями GNSS, такими как городские каньоны, туннели, гаражи для парковки и т. д. Когда покрытие GNSS потеряно или затруднено, программное обеспечение Dead Reckoning корректно заполняет пробелы.

Модуль SL869-ADR поддерживает мультисоставную навигацию GNSS с GPS, Glonass, Beidou и Galileo.

Линейка Bluetooth-модулей

В феврале 2016 года компания Telit приобрела Stollmann Entwicklungs und Vertriebs GmbH, занимающуюся разработкой низкопотребляющих модулей и программного обеспечения для Bluetooth- и NFC-технологий.

Теперь у Telit имеется достаточно продуманная линейка современных Bluetooth-модулей, отличающихся различными версиями поддерживаемой технологии Bluetooth, различной выходной мощностью встроенного передатчика и чувствительностью приемного тракта, разным рабочим температурным диапазоном и разным потреблением в рабочем и спящем режимах. Данные модулей приведены в сравнительной таблице 6.

Линейка Wi-Fi-модулей

В феврале 2017 года Telit приобретает компанию GainSpan — разработчика и производителя Wi-Fi-модулей.

Теперь у Telit имеется достаточно продуманная линейка современных Wi-Fi-модулей (рис. 7), отличающихся различным дизайном и производительностью, разной выходной мощностью встроенного передатчика и чувствительностью приемного тракта, разным рабочим температурным диапазоном и потреблением в рабочем и спящем режимах. Общая характеристика и данные модулей приведены в сравнительной таблице 7.

Компактность и впечатляющие возможности Wi-Fi-модулей компании Telit делают их идеальным решением во многих сетевых приложениях, таких как интеллектуальные источники энергии, счетчики, сенсорные сети, домашняя автоматизация и практически любое другое приложение, базирующееся на этой технологии.

Модули Telit для приложений Cellular, Wi-Fi и Automotive основаны на одной и той же идеологии, поэтому проектирование решений с использованием двух или трех модулей от Telit проще и экономичнее, чем использо-



Рис. 7. Внешний вид Wi-Fi-модулей

вание аналогичных модулей от разных производителей.

С помощью модулей от Telit удается сократить риск, время разработки и тестирования, одновременно получая высокую надежность, превосходную производительность и высокую рентабельность инвестиций.

Благодаря информационной поддержке портала IoT Portal компания Telit упрощает разработку IoT-приложений, снижает их риски и время выхода на рынок, реализовывая дистанционный мониторинг и контроль, телематику, промышленную автоматизацию и другие решения во многих отраслях и рынках по всему миру. ■

Таблица 7. Модули Wi-Fi

Технические данные и функционал	WE866A1-P	GS2200MIZ, GS2200MIE	GS2101MIE, GS2101MIP	GS2011MIZ, GS2011MIE
Внешний вид				
Поддерживаемые версии Wi-Fi	IEEE 802.11 b/g/n	IEEE 802.11 b/g/n	IEEE 802.11 b/g/n	IEEE 802.11 b/g/n
Поддерживаемые протоколы и стеки	IP Stack (IPv4 и IPv6); TCP, UDP, RAW, ARP, DHCP, DNS, ICMP, SLL 3.0, TLS 1.2, HTTP(s) server	TCP, UDP, IPv4, IPv6, SNMP client, DHCP Client and Server v4, DHCP Client and Server v6, DNS Client and Server, mDNS, DNS-SD, HTTP Client and Server, and XML Parser, HTTPS	TCP, UDP, IPv4, SNMP client, DHCP Client and Server v4, DHCP Client and Server v6, DNS Client and Server, mDNS, DNS-SD, HTTP Client and Server, and XML Parser, HTTPS	TCP, UDP, IPv4, TLS Client and Server, SNMP client, DHCP Client and Server v4, DNS Client and Server, HTTP Client and Server, XML Parser
Сокеты	16 TCP/UDP или RAW сокетов, 6 TLS/SSL сокетов	TCP/UDP, TLS/SSL Client and Server	TCP/UDP, TLS/SSL Client and Server	TCP/UDP, TLS/SSL Client and Server
Криптозащита	WPA2, Enterprise & 256-битное AES-шифрование для TLS и SSL соединений	WPA/WPA2 — Personal, Enterprise (PEAP, EAP-FAST, EAP-TLS, EAP-TTLS), WEP, HTTPS	WPA/WPA2 — Personal, Enterprise (PEAP, EAP-FAST, EAP-TLS, EAP-TTLS), WEP, WPS, HTTPS	WPA/WPA2 — Personal, Enterprise (PEAP, EAP-FAST, EAP-TLS, EAP-TTLS), WEP, HTTPS
Излучаемая мощность	17,25 дБм (для 802.11b), 16,25 дБм (для 802.11g), 12 дБм (для 802.11n)	+15 дБм (для 802.11b и 1 Мбит/с), +14 дБм (802.11g, 6 Мбит/с), +14 дБм (802.11n, MCS0)	+14 дБм (для 802.11b)	+17 дБм (802.11b и 1 Мбит/с), +15 дБм (802.11g, 6 Мбит/с), +14 дБм (802.11n, MCS0)
Чувствительность приемника	-94,7 дБм (для 802.11b), -89 дБм (для 802.11g), -88 дБм (для 802.11g)	-91 дБм (802.11b и 1 Мбит/с), -88 дБм (802.11g, 6 Мбит/с), -88 дБм (802.11n, MCS0)	-91 дБм (802.11b и 1 Мбит/с), -88 дБм (802.11g, 6 Мбит/с), -88 дБм (802.11n, MCS0)	-91 дБм (802.11b и 1 Мбит/с), -88 дБм (802.11g, 6 Мбит/с), -88 дБм (802.11n, MCS0)
Поддерживаемые интерфейсы	SPI, 4×UART	SPI, UART, SDIO, I ² C, I ² S, GPIO (19), ADC 16/12 бит, JTAG, PWM (3), RTC	JTAG, GPIO, SDIO, RTC, 3×ADC 16/12 бит, SPI, I ² C, I ² S, PWM, UART	SPI, UART, SDIO, I ² C, I ² S, GPIO, ADC, JTAG, PWM
Скорость в UART	115,2 кбит/с (по умолчанию), до 3 Мбит/с	9,6–921,6 кбит/с	9,6–921,6 кбит/с	9,6–921,6 кбит/с
Скорость передачи данных в радиоканале	до 72,2 Мбит/с (802.11n, MCS7)	72, 65, 58, 43, 29, 22, 14, 7 Мбит/с (802.11n), 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Мбит/с (802.11g) 11, 5, 5, 2, 1 Мбит/с (802.11b)	65, 58, 43, 29, 22, 14, 7 Мбит/с (802.11n), 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Мбит/с (802.11g) 11, 5, 5, 2, 1 Мбит/с (802.11b)	до 72,2 Мбит/с (802.11n, MCS7), 65, 58, 43, 29, 22, 14, 7 Мбит/с (802.11n), 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Мбит/с (802.11g) 11, 5, 5, 2, 1 Мбит/с (802.11b)
Передача данных (производительность)	12 Мбит/с (для TCP), 16 Мбит/с (для UDP)	От 1 Мбит/с (802.11b) до 65 Мбит/с (802.11n)	15 Мбит/с по SPI (master), 5 Мбит/с по SPI (slave)	30 Мбит/с по SPI (master), 10 Мбит/с по SPI (slave)
Память (flash), Мбайт		4	4	
Напряжение питания, В	3,1–4,5 (рекоменд. 3,8 В)	2,7–3,6 (рекоменд. 3,3 В)	2,7–3,6 (рекоменд. 3,3 В)	2,7–3,6 (рекоменд. 3,3 В)
Встроенная антенна	нет	U.FL-коннектор (GS2200MIE) или чип-антенна (GS2200MIZ) (опционально)	U.FL-коннектор (GS2101MIE) или PCB-антенна (GS2101MIP) (опционально)	U.FL-коннектор (GS2011MIE) или чип-антенна (GS2011MIZ) (опционально)
Рабочий температурный диапазон, °C	-40...+85	-40...+70	-40...+85	-40...+85
Габариты, мм	15×19×2,2	13,5×17,85×2,1	18×25×2,7	22,8×32,5×3,63
Форм-фактор	Использован форм-фактор линейки xE866, LGA, 49 контактов	LGA, 66 контактов	Комбинированный LGA/LCC, 40 контактов	LGA, 49 контактов
Сертификация	CE/FCC/IC/Wi-Fi certified	FCC, IC, TELEC, CE/ETSI, ROHS, Wi-Fi CERTIFIED	CE/ETSI, FCC, IC, TELEC, RoHS, Wi-Fi certified	FCC/IC, CE/ETSI, TELEC, Wi-Fi certified
Отладочный набор	Telit EVK2	GS2200MIZ-EVB	GS2101MIP-EVB3-S2W, GS2101MIE-EVB3-S2W	GS2011MIE-EVB3-S2W, GS2011MIZ-EVB3-S2W