

ПР503

Малогабаритный связной модуль GSM/GPRS +GNSS +BT

Техническое описание

Общий обзор

Продукт, применяемый к этому документу, называется: модуль ПР503.

В данном документе подробно описывается аппаратный интерфейс модуля ПР503, чтобы помочь пользователям в проектировании аппаратного обеспечения модуля и более удобно и быстро спроектировать различные терминальные беспроводные устройства на основе модуля.

История версий

Отчет о регистрации изменений

Версия	Дата	Кто внес изменения	Статус изменения
1.0	02.09.2022		Первоначальная версия



Содержание

1 Введение	6
1.1 Замечания по безопасному использованию	6
2 Сведения об устройстве	7
2.1 Обзор	7
2.2 Основные характеристики	8
2.3 Функциональная блок-схема	11
2.4 Рекомендации по оценке оборудования	12
3 Особенности применения	13
3.1 Описание выводов	14
3.1.1 Назначение выводов	14
3.1.2. Описание выводов	14
3.2 Способы применения.....	19
3.3 Источник питания	21
3.3.1 Характеристики источника питания	21
3.3.2 Снижение падения напряжения питания.....	22
3.3.3 Схема источника питания	23
3.3.4 Контроль напряжения питания.....	24
3.3.5 Домен резервного копирования (Backup) GNSS.....	24
3.4 Режимы работы	25
3.4.1 Режимы работы GSM.....	25
3.4.2 Режимы функционирования GNSS	26
3.4.3 Совмещение некоторых режимов работы GSM и GNSS в All-in-one	31
3.4.4 Совмещение некоторых режимов работы GSM и GNSS в Stand-alone	31
3.4.5 Функция Bluetooth	32
3.5 Включение/выключение питания.....	32
3.5.1 Начало работы.....	32
3.5.2 Выключение модуля	34
3.5.3 Перезагрузка модуля	36
3.6 Последовательный порт	37
3.6.1 Основной UART порт.....	39
3.6.2 Отладка UART порта.....	41
3.6.3 Вспомогательный UART порт и UART порт GNSS	42
3.7 Аудиоинтерфейс	44
3.7.1 Снижение шума TDD и других помех	45
3.7.2 Интерфейс микрофона.....	45



3.7.3	Схемы интерфейса приемника и динамиков.....	46
3.7.4	Схема интерфейса наушников.....	47
3.7.5	Электрические характеристики аудиосигнала.....	48
3.8	Интерфейс РСМ.....	49
3.8.1	Конфигурация параметров.....	49
3.8.2	Синхронизация.....	50
3.8.3	Конструкция программного модуля.....	50
3.8.4	AT-команды.....	51
3.9	Интерфейс SIM-карты.....	51
3.10	АЦП.....	54
3.11	Интерфейс сигналов RI.....	55
3.12	Индикация статуса сети.....	56
3.13	Автономная технология AGPS EASY™.....	57
3.14	Технология EPO™ Offline AGPS.....	57
3.15	Дополнительная функция.....	57
3.16	Многотональная функция AIC.....	58
3.17	Технология LOCUS.....	58
3.18	ШИМ.....	58
4	Антенный интерфейс.....	60
4.1	Интерфейс антенны GSM.....	60
4.1.1	Опорный вариант схемы.....	60
4.1.1	Выходная мощность радиочастотного сигнала.....	61
4.1.2	Чувствительность приема радиочастот.....	61
4.1.3	Рабочие частоты.....	61
4.1.4	Рекомендуемый метод радиочастотной пайки.....	62
4.2	Интерфейс антенны GNSS.....	62
4.2.1	Технические характеристики антенны.....	62
4.2.2	Активная антенна.....	63
4.2.3	Пассивная антенна.....	64
4.2.4	Интерфейс антенны Bluetooth.....	64
5	Электрические характеристики и надежность.....	66
5.1	Абсолютный максимум номинальных значений.....	66
5.2	Рабочая температура.....	66
5.3	Номинальные параметры источника питания.....	67
5.4	Потребление тока.....	68
5.5	Защита от статического электричества.....	70



6	Габаритный чертеж, расположение выводов	71
6.1	Конструкция	71
6.2	Внешний вид модуля	73
7	Хранение, производство и упаковка	74
7.1	Хранение	74
7.2	Пайка	74
7.3	Упаковка	75
7.3.1	Вид катушечной ленты	75
7.3.2	Способ упаковки	76
8	Приложение А Ссылочные документы	77
9	Приложение Б Перечень принятых сокращений	78
10	Приложение В Схема кодирования GPRS	81
11	Приложение Г GPRS с несколькими временными слотами	82

1 Введение

В данном документе описываются технические характеристики модуля ПР503, а также его аппаратный интерфейс. С помощью него, а также руководства по эксплуатации, потребитель сможет быстро и эффективно применять модуль в беспроводных устройствах.

1.1 Замечания по безопасному использованию



Безопасность дорожного движения превыше всего! Когда вы находитесь за рулем, пожалуйста, не используйте портативное мобильное устройство, даже если оно имеет функцию громкой связи. Пожалуйста, остановитесь перед телефонным звонком!



Пожалуйста, выключите свое мобильное устройство перед посадкой в самолет. Запрещается использовать беспроводную связь мобильного телефона в самолете, во избежание помех для системы связи самолета. Игнорирование этого напоминания может привести к нарушению безопасности полета или даже к нарушению закона.



Находясь в больнице или медицинском учреждении, помните о любых ограничениях на использование мобильных устройств, так как из-за них возможны радиочастотные помехи, которые могут привести к сбоям в работе медицинского оборудования. Поэтому в данных местах может потребоваться отключение мобильной сети.



Мобильное оконечное устройство не гарантирует надежное соединение ни при каких обстоятельствах, например, когда не пополнен счет на устройстве или SIM-карта недействительна. Если вы столкнулись с подобным в чрезвычайной ситуации, не забудьте совершить экстренный вызов. Убедитесь, что ваше устройство включено и находится в зоне с достаточным уровнем сигнала.



Мобильное оконечное устройство принимает и передает радиочастотные сигналы, когда оно включено. Радиочастотные помехи могут возникать при использовании рядом другими устройствами, такими как телевизор, радио, компьютер и т.д.



Пожалуйста, держите мобильное оконечное устройство вдали от легковоспламеняющихся газов. Вблизи автозаправочных станций, нефтебаз, химических заводов или мест проведения взрывоопасных работ выключите мобильное устройство. Эксплуатация электронного оборудования в любом потенциально взрывоопасном месте представляет собой угрозу безопасности.

2 Сведения об устройстве

2.1 Обзор

PP503 – это многофункциональный беспроводной модуль, который объединяет высокопроизводительный модуль GNSS и четырехдиапазонный модуль GSM/GPRS. Такое универсальное (All-in-one) и автономное (Stand-alone) решение подходит для удовлетворения различных прикладных потребностей пользователей. Более подробно об этих решениях в п. 3.2.

GSM-модуль PP503 работает в частотных диапазонах GSM850 МГц, EGSM900 МГц, DCS1800 МГц, PCS1900 МГц. Модуль поддерживает классы мультислотов GPRS от 1 до 12, а также схемы кодирования GPRS CS-1, CS-2, CS-3 и CS-4. Информация о схемах кодирования и мультислота представлена в приложение В и приложение Г.

GNSS-приемник объединяет системы BeiDou, GPS, ГЛОНАСС, Galileo, SBAS (включая WAAS, EGNOS, MSAS и GAGAN) и QZSS, а также многие другие системы позиционирования и навигации. Он обеспечивает чувствительность приема промышленного класса, высокую точность и быстрое первое определение местоположения при минимальном энергопотреблении. Пользователи могут использовать встроенную флэш-память для хранения настроек и конфигурации, а также обновления программного обеспечения (ПО).

Модуль имеет 54 вывода LCC и 14 выводов LGA, который можно легко встроить в устройства пользователя. Габаритные размеры составляют 18,7×16,0×2,1 мм, благодаря чему модуль может удовлетворить практически всем прикладным потребностям в области M2M, включая автомобили, службы персонального слежения, переносные устройства, системы безопасности, беспроводные кассовые аппараты, КПК промышленного класса, умные счетчики, беспроводные пульты дистанционного управления и т.д.

Модуль PP503 использует технологию низкого энергопотребления. Когда DRX = 5 и GNSS выключен, ток, потребляемый GSM-модулем в спящем режиме, составляет всего 1,2 мА. GNSS в режиме ожидания и резервного копирования также поддерживает режимы энергосбережения.

GSM-модуль PP503 имеет встроенные протоколы передачи данных, такие как TCP/UDP, FTP, PPP, HTTP, а также встроенные расширенные AT-команды, чтобы облегчить пользователям использование этих интернет-протоколов.

GNSS-модуль PP503 имеет встроенные технологии EASY™ и EPO™, которые позволяют модулю быстро получить первую точку местоположения при горячем или теплом старте, а технология второго позиционирования сокращает время, необходимое для фиксации координат в режиме холодного старта. Дополнительной информация, представлена в пп. 3.12, 3.13 и 3.14.

Модуль полностью соответствует требованиям ЕС RoHS.

2.2 Основные характеристики

Таблица 2.1. Основные характеристики GSM/GPRS

Параметр	Описание
Напряжение питания	Диапазон напряжения питания: VBAT: от 3,3 В до 4,2 В Типовое напряжение питания: 4 В
Экономичность электроэнергии	Потребляемый ток в спящем режиме (частично выключенная GNSS): – 1,2 мА при DRX=5 – 0,8 мА при DRX=9
Диапазон частот	– Четырехдиапазонный: GSM850, EGSM900, DCS1800, PCS1900 – Модуль может осуществлять автоматический поиск частот – Выбор частотного диапазона может быть установлен с помощью AT-команд – Соответствует стандарту GSM Phase 2/2+
GSM-модуль	Малогобаритный микропроцессор
Мощность передачи	– Класс 4 (2 Вт): GSM850 и EGSM900 – Класс 1 (1 Вт): DCS1800, PCS1900
Характеристики GPRS-модуля	Многослотовый GPRS, класс 12 (по умолчанию) Многослотовый GPRS класс 1~12 (настраиваемый) Мобильная станция GPRS класса B
Характеристики данных GPRS	– Передача данных по DL каналу GPRS: максимум 85,6 кбит/с – Передача данных по UL каналу GPRS: максимум 85,6 кбит/с – Форматы кодирования: CS-1, CS-2, CS-3 и CS-4 – Поддержка протокола PAP (протокол аутентификации по паролю, обычно используемый в PPP-соединении). – Встроенные протоколы: TCP/UDP/FTP/PPP/HTTP/NTP/MMS/SMTP/PING и т. д. – Поддерживает канал управления групповым вещанием (PBCCN). – Поддержка неструктурированных операций с дополнительными данными (USSD).
Диапазон температур	Нормальная рабочая температура: от -35 °С до +75°С ¹⁾ Расширенный диапазон температур: от -40°С до +85°С ²⁾
Короткие сообщения (SMS)	– Текстовый и PDU режим – Устройство хранения коротких сообщений: SIM-карта
Интерфейс SIM-карты	– Поддержка SIM-карты: 1,8 В/ 3,0 В – Поддержка SIM-карты: двойная карта с одним режимом ожидания

Продолжение таблицы 2.1

Параметр	Описание
Звуковые характеристики	Режимы голосового кодирования – Half Rate (ETS 06.20) – Full rate (ETS 06.10) – Enhanced Full Rate (ETS 06.50/06.60/06.80) – Адаптивный многоскоростной режим – Подавление эха – Шумоподавление – Встроенный усилитель класса АВ с максимальной выходной мощностью 800 мВт
Последовательные порты	Основной последовательный порт: – полнофункциональный последовательный – используется для передачи AT-команд, передачи данных GPRS – используется в схеме «все в одном» для ввода/вывода команд PMTK и вывода предложений NMEA – многофункциональный – адаптивная скорость передачи данных: от 4800 бит/с до 115200 бит/с Отладка последовательного порта: – двухпроводной последовательный порт отладки: UTXD3 и URXD3 – только для отладки ПО Дополнительный последовательный порт: – двухпроводные вспомогательные последовательные порты: TXD_AUX и RXD_AUX – связь с модулем GNSS в программе "Все в одном"
Управление записной книгой	Типы поддержки: SM, ME, ON, MC, RC, DC, LD, LA
Поддержка набора SIM-приложений	SAT Class 3, GSM11.14 Release 99
Физические свойства	Размеры: $18,7 \pm 0,15 \times 16 \pm 0,15 \times 2,1 \pm 0,2$ мм. Вес: 1,3 г
Обновление встроенного ПО	Обновление через основной последовательный порт
Волновое сопротивление интерфейса антенны	50 Ом

1) Означает, что когда модуль работает в этом диапазоне температур, соответствующие его характеристики удовлетворяют требованиям стандарта 3GPP.

2) Означает, что при работе модуля в этом диапазоне температур, он может поддерживать нормальное рабочее состояние, с передачей голоса, SMS, данных, экстренным вызовом. Модуль не будет испытывать неустраняемых сбоев; радиочастотный спектр и сеть практически не затронуты. Только отдельные показатели, такие как выходная мощность, могут выходить за рамки стандарта 3GPP. Когда температура возвращается к нормальному диапазону рабочих температур, технические характеристики модуля остаются соответствующими стандарту 3GPP.

Таблица 2.2. Форматы кодирования и максимальные скорости передачи данных по воздуху

Формат кодирования	Временной интервал 1	Временной интервал 2	Временной интервал 4
CS-1	9,05 кбит/с	18,1 кбит/с	36,2 кбит/с
CS-2	13,4 кбит/с	26,8 кбит/с	53,6 кбит/с
CS-3	15,6 кбит/с	31,2 кбит/с	62,4 кбит/с
CS-4	21,4 кбит/с	42,8 кбит/с	85,6 кбит/с

Таблица 2.3. Некоторые основные функции GNSS

Функции	Описание
GNSS	GPS+BeiDou+ГЛОНАСС+Galileo
Напряжение питания	Диапазон напряжения GNSS_VCC: от 2,8 до 3,6 В Типовое напряжение: 3,3 В
Потребляемый ток	<ul style="list-style-type: none"> – Захват: 25 мА при -130 дБм (GPS) – Отслеживание: 19 мА при -130 дБм (GPS) – Захват: 23 мА при -130 дБм (GPS+BeiDou) – Отслеживание: 18 мА при -130 дБм (GPS+BeiDou) – Режим ожидания: 300 мкА при VCC= 3,3 В – Резервное копирование: 14 мкА при V_BCKP=3,3 В
Тип приемника	<ul style="list-style-type: none"> – GPS L1 1575,42 МГц C/A-код – BeiDou B1 1561.098 МГц C/A-код
Чувствительность приема	<ul style="list-style-type: none"> – Захват: -148 дБм – Повторный захват: -160 дБм – Отслеживание: -163 дБм
Время первого исправления (EASY _{TM} включен) ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> – Холодный старт: менее 15 с в среднем при -130 дБм – Теплый старт: в среднем менее 5 с при -130 дБм – Горячий старт: 1 с при -130 дБм
Время первого исправления (EASY _{TM} выключен)	<ul style="list-style-type: none"> – Холодный старт (автономный): менее 35 с в среднем при -130 дБм – Теплый старт (автономный): в среднем менее 30 с при -130 дБм – Горячий старт (автономный): 1 с при -130 дБм
Горизонтальная точность определения местоположения (автономная)	Менее 2,5 м CEP при -130 дБм
Скорость обновления	Максимум 10 Гц, по умолчанию 1 Гц
Точность сигнала 1PPS	<ul style="list-style-type: none"> – Типовая точность: менее 10 нс – Ширина временного импульса: 100 м
Погрешность скорости	– Без вспомогательных средств: 0,1 м/с
Точность ускорения	– Без вспомогательных средств: 0,1 м/с ²
Динамические характеристики	<ul style="list-style-type: none"> – Максимальная высота: 18 000 м – Максимальная скорость: 515 м/с – Максимальное быстродействие: 4G

Продолжение таблицы 2.3

Функции	Описание
Последовательный порт GNSS	– Последовательный порт GNSS: GNSS_TXD и GNSS_RX – Скорость передачи данных: от 4800 бит/с до 115200 бит/с, по умолчанию 115200 бит/с – Связь с GSM-модулем по All-in-one схеме – Связь с MCU в Stand-alone режиме
1) Четыре глобальные системы GNSS можно переключать с помощью команды AT, например, AT+QGNSSCMD=0,"\$PMTK353,1,0,0,0,1*2B", равняется GPS+BeiDou, подробнее см. документацию [1] раздела 8	

Таблица 2.4. Протоколы, поддерживаемые модулем

Протокол	Тип
NMEA	Выход, ASCII, 0183, 3.01
PMTK	Вход/выход, собственный протокол MTK

Примечание – Для получения подробной информации о стандартном протоколе NMEA и собственном протоколе MTK см. документация [2] раздела 8.

2.3 Функциональная блок-схема

На рисунке ниже представлена функциональная блок-схема модуля PP503 и описаны его основные функции:

- 1) РЧ-часть;
- 2) управление энергопотреблением;
- 3) память;
- 4) раздел интерфейсов:
 - источник питания;
 - интерфейс переключения;
 - UART интерфейс;
 - USB-интерфейс;
 - аудиоинтерфейс;
 - интерфейс SIM-карты;
 - АЦП;
 - радиочастотный интерфейс GSM;
 - Bluetooth интерфейс;
 - радиочастотный интерфейс GNSS;
 - РСМ интерфейс;
 - I²C интерфейс;
 - KEY интерфейс;
 - интерфейс SD-карты.

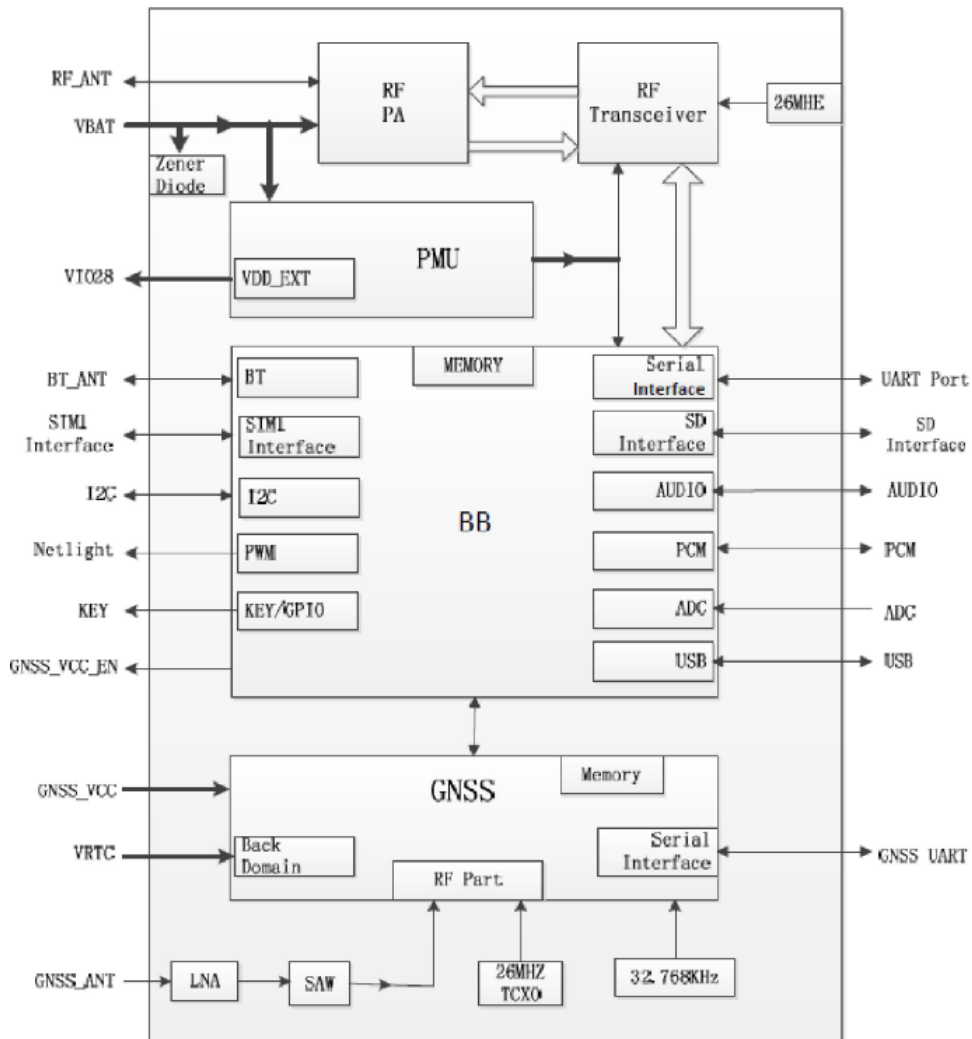


Рисунок 2.1. Функциональная блок-схема

2.4 Рекомендации по оценке оборудования

Goodyear Intelligence предлагает полный набор испытательных плат для облегчения тестирования и использования модуля ПР503. В комплект входят комплект GSM-EVB и комплект **C20-TE-A**. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обратитесь к документации [11] и [14] раздела 8.

3 Особенности применения

ПР503 – это модуль в корпусе SMD с 54 выводными LCC и 14 выводными LGA. Функции выводов ПР503 подробно описаны в следующих разделах:

- описание выводов;
- источник питания;
- режимы работы;
- включение /выключение питания;
- технология энергосбережения;
- домен резервного копирования GNSS;
- последовательный порт;
- аудиоинтерфейс;
- интерфейс SIM-карты;
- АЦП;
- интерфейс RI;
- индикации статуса сети;
- технология EASY AGPS;
- технология EPO AGPS;
- дополнительная функция QuecFastFix Online;
- многотональный AIC;
- ШИМ.

3.1 Описание выводов

3.1.1 Назначение выводов

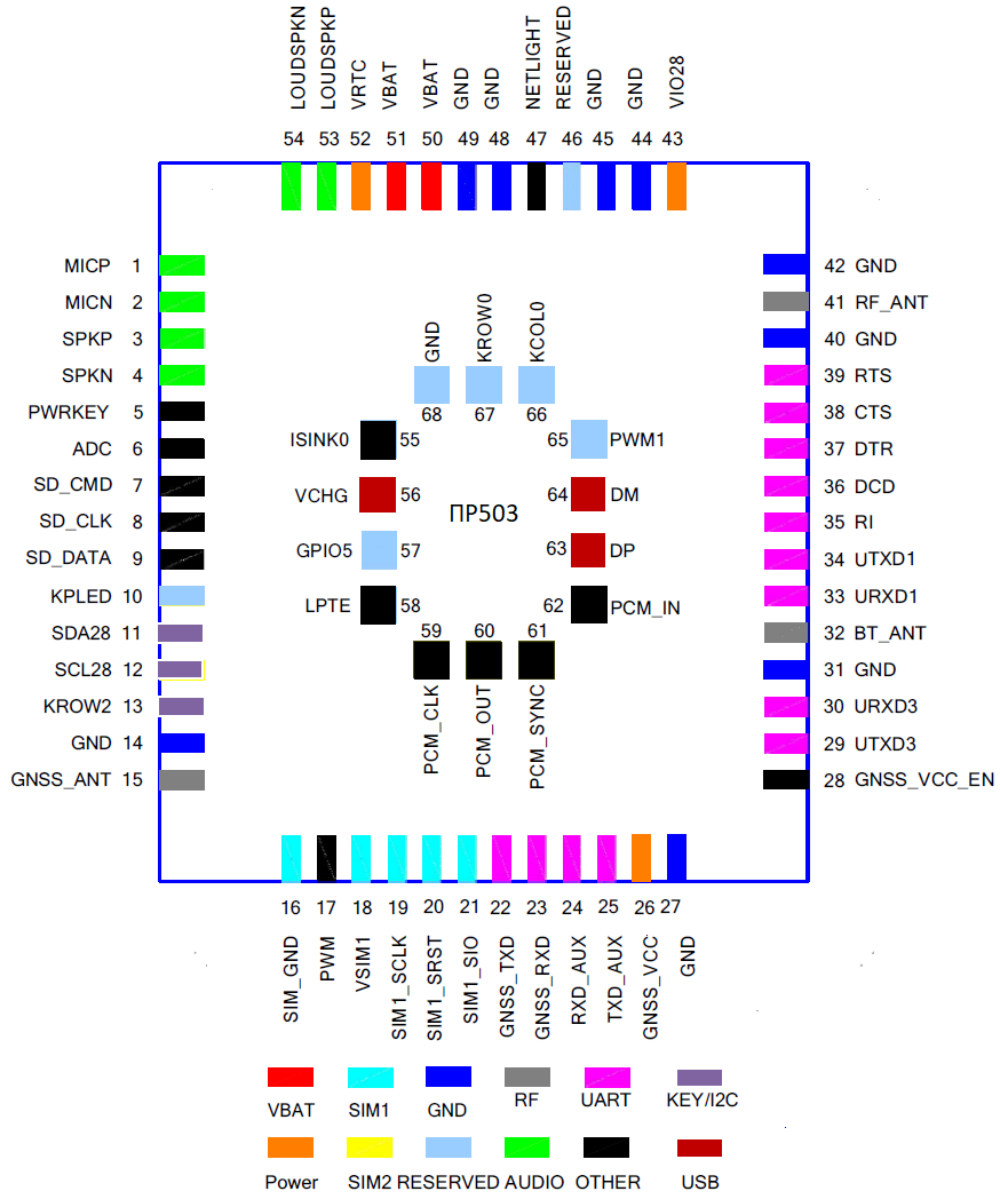


Рисунок 3.1. Схема назначения выводов

3.1.2. Описание выводов

В таблице ниже представлены назначения параметров ввода/вывода.

Таблица 3.1. Назначение параметров ввода/вывода

Тип	Описание
IO	Ввод, Вывод
DI	Цифровой вход
DO	Цифровой выход
PI	Входная мощность
PO	Выходная мощность
AI	Аналоговый вход
AO	Аналоговый выход

В таблице ниже представлено описание выводов модуля ПР503.

Таблица 3.2. Описание выводов

Источник питания					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
VBAT	50, 51	PI	Частичное питание GSM/GPRS Источник питания: VBAT= от 3,4 до 4,3 В	$V_{I\max}=4,3$ В $V_{I\min}=3,4$ В $V_{I\text{norm}}=4,0$ В	Источник питания выдает ток нагрузки не менее 2 А в режиме пакетной передачи данных
GNSS_VCC	26	PI	Источник питания GNSS: GNSS_VCC= от 2,8 до 3,6 В	$V_{I\max}=3,6$ В $V_{I\min}=2,8$ В $V_{I\text{norm}}=3,3$ В	Ток нагрузки должен быть не менее 150 мА
VRTC	52	IO			Вывод открыт
VIO28	43	PO	Выход 2,8 В для внешнего источника питания	$V_{O\max}=2,9$ В $V_{O\min}=2,7$ В $V_{O\text{norm}}=2,8$ В $I_{O\max}=20,0$ мА	1) Не подключать, если он не используется 2) При использовании внешнего источника питания рекомендуется параллельно подключить шунтирующий конденсатор от 2,2 до 4,7 мкФ
GND	14, 27, 34, 40, 42, 44, 45, 49, 55, 65, 68	–	Земля	–	–

Продолжение таблицы 3.2

Переключение					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечания
PWRKEY	5	DI	Клавиша включения/выключения питания. Потяните вниз PWRKEY в течение заданного периода времени для включения или выключения питания	$V_{ILmax}=0,1 \times V_{BAT}$ $V_{inmin}=0,6 \times V_{BAT}$ $V_{inmax}=3,1 \text{ В}$	–
Индикация состояния модуля					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечания
MICP MICN	1 2	AI	Положительный и отрицательный голосовые выводы	См. раздел 3.7.6.	Если не используется, не подключать
SPKP SPKN	3 4	AO	Положительный и отрицательный голосовые выводы		Если не используется, держите вывод не подключенным для поддержки вывода голоса и мелодии звонка
LOUDSPKP LOUDSPKN	53 54	AO	Положительный и отрицательный голосовые выводы		1) Не подключать, если он не используется 2) Встроенный усилитель мощности класса AB 3) Поддержка вывода голоса и мелодии звонка
NNETLIGHT	47	DO	Индикация состояния сети	$V_{OHmin}=0,85 \times V_{DD_EXT}$ $V_{OLmax}=0,15 \times V_{DD_EXT}$	Если не используется, не подключать
Основной последовательный порт					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечания
UTXD1	33	DO	Получить данные	$V_{ILmin}=0 \text{ В}$ $V_{ILmax}=0,25 \times V_{DD_EXT}$ $V_{INmin}=0,75 \times V_{DD_EXT}$ $V_{INmax}=V_{DD_EXT}+0,2$ $V_{OHmin}=0,85 \times V_{DD_EXT}$ $V_{OLmax}=0,15 \times V_{DD_EXT}$	Если для связи используются только TXD, RXD и GND, остальные контакты рекомендуется не подключать
URXD1	34	DI	Отправить данные		
DTR	37	DI	DTE готов к работе		
RI	35	DO	Выходной звуковой сигнал		
DCD	36	DO	Обнаружение выходной несущей частоты		
CTS	38	DO	Отправить сообщение		
RTS	39	DI	Запрос DTE на отправку данных		

Продолжение таблицы 3.2

Сброс настроек					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/ Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечания
RESETB	46	DI	Потяните RESETB на низкий уровень на указанное время для сброса	$V_{Inorm} = 2,8 \text{ В}$	Если не используется, не подключать
Отладка последовательного порта					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/ Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечания
SDA	11	DI	Линия передачи данных I ² C	$V_{Onorm} = 2,8 \text{ В}$	Если не используется, не подключать
SCL	12	DI	Тактовая линия I ² C		Если не используется, не подключать
USB-интерфейс					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/ Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечания
DP	63	DI	Линия данных D+	Интерфейс USB для загрузки и отладки $V_{I\max} = 5,2 \text{ В}$ $V_{I\min} = 4,8 \text{ В}$ $V_{Inorm} = 5,0 \text{ В}$	Если не используется, не подключать
DM	64	DI	Линия данных D-		
VCHG	56	DI	Положительная клемма USB		
GND	23		Земля		
Ключевой интерфейс					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/ Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
KROW2	13	DI	KEY Row	$V_{IL\min} = 0 \text{ В}$ $V_{IL\max} = 0,15 \times VDD_EXT$ $V_{IN\min} = 0,85 \times VDD_EXT$	Если не используется, не подключать
KROW0	66	DI	KEY Row		
KCOL0	67	DI	KEY Coloumm		
Отладка UART					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/ Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
UTXD3	29	DO	Отправить данные	То же, что и основной последовательный порт	Если не используется, не подключать
URXD3	30	DI	Получить данные		Если не используется, не подключать
Последовательный порт GNSS					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/ Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
TXD_AUX	25	DO	Отправить данные	То же, что и основной последовательный порт	См. раздел 3.6.3
RXD_AUX	24	DI	Получить данные		

Продолжение таблицы 3.2

Дополнительный последовательный порт					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
GNSS_TXD	22	DO	Отправить данные	$V_{OLmax}=0,42\text{ В}$ $V_{OHmin}=2,4\text{ В}$ $V_{OHnom}=2,8\text{ В}$ $V_{ILmin}=-0,3\text{ В}$ $V_{ILmax}=0,7\text{ В}$ $V_{INmin}=2,1\text{ В}$ $V_{INmax}=3,1\text{ В}$	См. раздел 3.6.3
GNSS_RXD	23	DI	Получить данные		
Интерфейс SIM-карты					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
VSIM1	18	PO	Напряжение питания SIM-карты	Модуль автоматически назначает 1,8 В	–
SIM1_SCLK	19	DO	Тактовый кабель SIM-карты	$V_{OLmax}=0,15 \times VSIM1$	Все сигналы SIM-интерфейса должны быть защищены от ESD; максимальное расстояние от держателя SIM-карты до модуля не должно превышать 200 мм
SIM1_SIO	21	DO	Кабель для передачи данных SIM-карты	$V_{ILmax}=0,25 \times VSIM1$	
SIM1_SRST	20	DO	Кабель для сброса SIM-карты	$V_{OLmax}=0,15 \times VSIM1$	–
GND	16	–	–	–	–
Аналого-цифровой интерфейс					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
ADS	6	AI	Интерфейс АЦП	Диапазон входного напряжения: от 0 до 2,72 В	Если не используется, не подключать
Интерфейс PCM					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
PCM_CLK	59	DO	Тактовая линия PCM	$V_{ILmin}=0\text{ В}$ $V_{ILmax}=0,25 \times VDD_EXT$ $V_{IHmin}=0,75 \times VDD_EXT$ $V_{IHmax}=VDD_EXT+0,2$ $V_{OHmin}=0,85 \times VDD_EXT$ $V_{OLmax}=0,15 \times VDD_EXT$	Если не используется, не подключать
PCM_OUT	60	DO	Кабель вывода данных PCM		
PCM_SYNC	61	DO	Линия кадровой синхронизации PCM		
PCM_IN	62	DI	Линия ввода данных PCM		
LPTE	58	DI	Сигнал синхронизации PCM		

Продолжение таблицы 3.2

Интерфейс SD-карты					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
SD-SMT	7	DO	Командная строка SD-карты	–	Если не используется, не подключать
SD-SLK	8	DO	Тактовый кабель для SD-карты	–	
SD-DATA	9	IO	Кабель для передачи данных SD-карты	–	
Интерфейс антенны					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
RF_ANT	41	IO	Интерфейс антенны GSM	Полное сопротивление 50 Ом	Если не используется, не подключать
BT_ANT	32	IO	Интерфейс антенны Bluetooth	Полное сопротивление 50 Ом	
GPS_ANT	15	AI	Интерфейс антенны GNSS	Полное сопротивление 50 Ом	
Другие интерфейсы					
Название вывода	Номер вывода	Ввод/Вывод	Описание	Характеристики по постоянному току	Примечание
GNSS_VCC_EN	28	DO	Вывод включения питания GNSS	$V_{OHmin}=0,85 \times VDD_EXT$ $V_{OLmax}=0,15 \times VDD_EXT$	См. раздел 3.3.3.2.
PWM	17	DI	Доступный диапазон частот от 0 до 2 кГц	$V_{OLmax}=0,42\text{ В}$ $V_{OHmin}=2,4\text{ В}$ $V_{OHnom}=2,8\text{ В}$	Если не используется, не подключать

Таблица 3.3. Функция мультиплексирования

Название вывода	Номер вывода	Назначение по умолчанию	Дополнительные функции
GPIO5	57	GPIO	Прерывание

3.2 Способы применения

Модуль ПР503 имеет встроенные модули GSM и GNSS, и пользователи могут выбрать универсальный или автономный режим в соответствии со своими потребностями. В решении All-in-one как GSM, так и GNSS-модули обмениваются данными через основной последовательный порт (UART), например, отправляя AT-команды, команды PMTK: выводятся сообщения NMEA и т. д.

В решении Stand-alone модуль GSM взаимодействует с MCU через основной UART порт, например, путем отправки AT-команд, передачи данных GSM и т.д. Модуль GNSS взаимодействует с MCU через UART порт GNSS, например, путем отправки команд PMTK, вывод сообщений NMEA и т.д.

Технические различия между All-in-one решением и Stand-alone в основном отражается в способе подключения последовательного порта. Принципиальные схемы двух схем показаны на следующих рисунках:

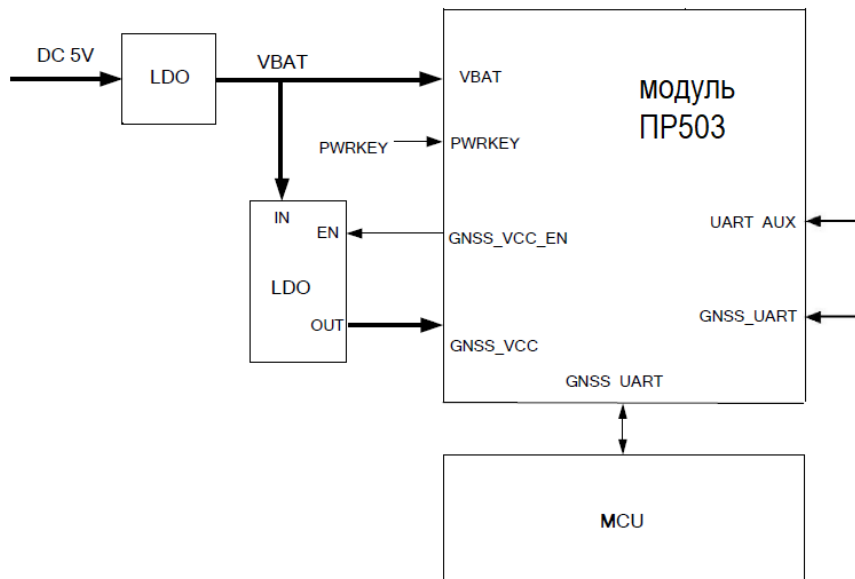


Рисунок 3.2. Блок-схема All-in-one решения

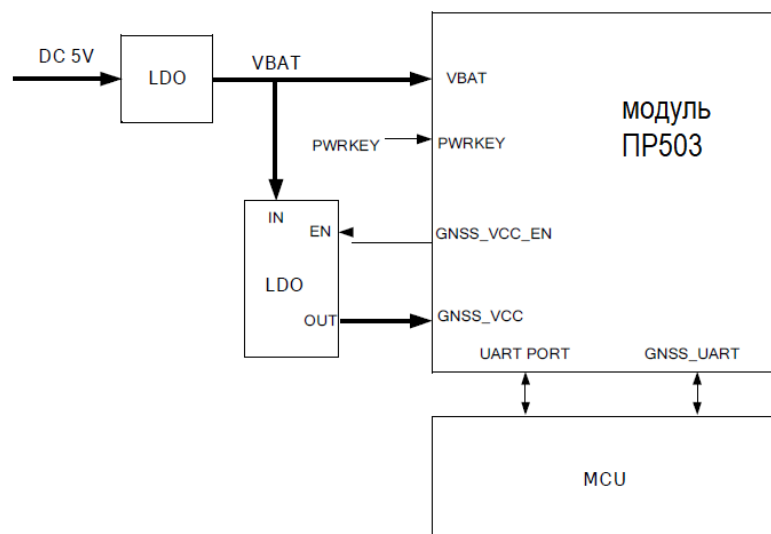


Рисунок 3.3. Блок-схема Stand-alone решения

Примечание – Для нормальной работы GNSS, сеть GSM должна быть постоянно включена.

Таблица 3.4. Сравнение универсального и автономного решений

	All-in-one решение	Stand-alone решение	Примечание
Обновление ПО	Обновление ПО через главный последовательный порт (GSM и GNSS используют один пакет ПО)	Обновление ПО через основной последовательный порт (GSM и GNSS имеют общий пакет ПО)	Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обратитесь к разделу 3.6.1.3
Передача данных	Данные GSM и GNSS передаются через основной UART порт	Данные GSM передаются через основной последовательный порт, а данные GNSS передаются через последовательный порт GNSS	—
Загрузка данных GNSS EPO	Данные EPO можно загрузить напрямую через GSM	GSM получает данные EPO и отправляет его на микроконтроллер, который в свою очередь отправляет его в GNSS	Подробную информацию см. в разделе

3.3 Источник питания

3.3.1 Характеристики источника питания

При разработке модуля ПР503 важно спроектировать источник питания. РЧ-сигнал системы GSM представляет собой механизм пакетной передачи данных. При передаче данных по сети GSM происходит импульс длительностью 577 мкс (т.е. 1/8 цикла TDMA), каждые 4,615 мс. Во время этого импульса, источник питания должен быть способен обеспечить высокий пиковый ток, чтобы напряжение не упало до минимального рабочего напряжения модуля.

Для модуля ПР503 максимальный ток потребления может достигать 1,6 А во время передачи импульсов, что может вызвать падение напряжения на VBAT. Для обеспечения стабильной и нормальной работы рекомендуется, чтобы максимальное падение напряжения модуля при пакетной передаче данных не превышало 400 мВ.

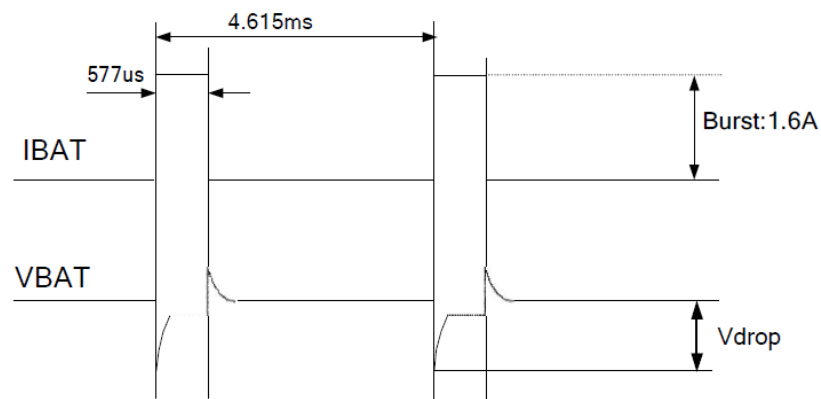


Рисунок 3.4. Осциллограммы напряжения и тока при парциальной передаче сигнала GSM

Подача питания на GNSS осуществляется путем отправки AT-команды из модуля GSM для управления выводом GNSS_VCC_EN.

3.3.2 Снижение падения напряжения питания

3.3.2.1 Уменьшение падения напряжения VBAT

Диапазон питающего напряжения модуля VBAT составляет от 3,4 В до 4,3 В. На вход рекомендуется подключить танталовый конденсатор с низким значением активных потерь в цепи переменного тока ($ESR = 0,7 \text{ Ом}$) номиналом 100 мкФ параллельно с 100 нФ, 33 пкФ (корпус 0603) и 10 пкФ (корпус 0603) – конденсаторы фильтра. Принципиальная схема для входа VBAT показана на схеме ниже.

Дорожка на печатной плате, подходящая к выводам VBAT должна быть достаточной ширины (для минимизации сопротивления и, соответственно, уменьшений падения напряжения). Рекомендуется, чтобы ширина дорожки VBAT была не менее 2 мм. Основной принцип – чем длиннее линии трассировки, тем шире ее следует делать.

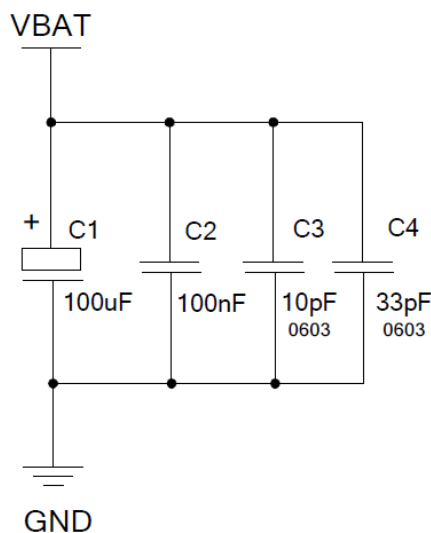


Рисунок 3.5. Входная опорная цепь VBAT

3.3.2.2 Уменьшение провалов напряжения GNSS_VGNNS_MAIN

Диапазон напряжения GNSS_VCC составляет от 2,8 до 3,6 В. После включения питания типовое значение пикового тока GNSS_VCC во время захвата спутника может достигать 40 мА. Поэтому важно обеспечить стабильное и надежное электропитание. Для фильтрации рекомендуется параллельно подключить конденсаторы 10 мкФ и 100 нФ рядом с выводом GNSS_VCC. Рекомендуемая опорная схема показана на следующем рисунке:

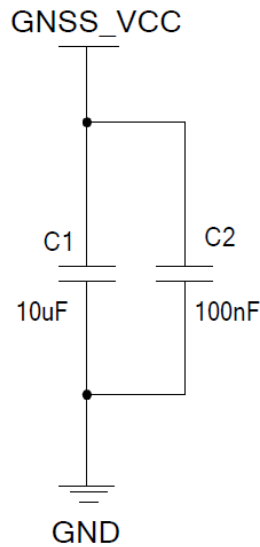


Рисунок 3.6. Входная опорная схема GNSS_VCC

3.3.3 Схема источника питания

3.3.3.1 Опорная схема питания GSM

Источник питания для GSM модуля ПР503 должен обеспечивать ток не менее 2 А. Если разница между входным и выходным напряжением модуля GSM не очень большая, рекомендуется использовать LDO в качестве источника питания. При наличии большой разницы напряжения между входом и выходом рекомендуется использовать импульсный преобразователь питания.

На схеме ниже показан типовой вариант схемы цепи питания +5 В. В этой схеме выходное напряжение составляет 4,0 В, а пиковый ток нагрузки – 3 А. Рекомендуется предусмотреть на выходе стабилизатор напряжения и поместить его рядом с выводом VBAT на модуле для обеспечения стабильности выходного напряжения. Целесообразно выбрать обратное напряжение пробоя 5,1 В и напряжение потребления 5,1 В. Также выбрать стабилизатор напряжения с обратным напряжением пробоя 5,1 В и рассеиваемой мощностью 1,0 Вт или более.

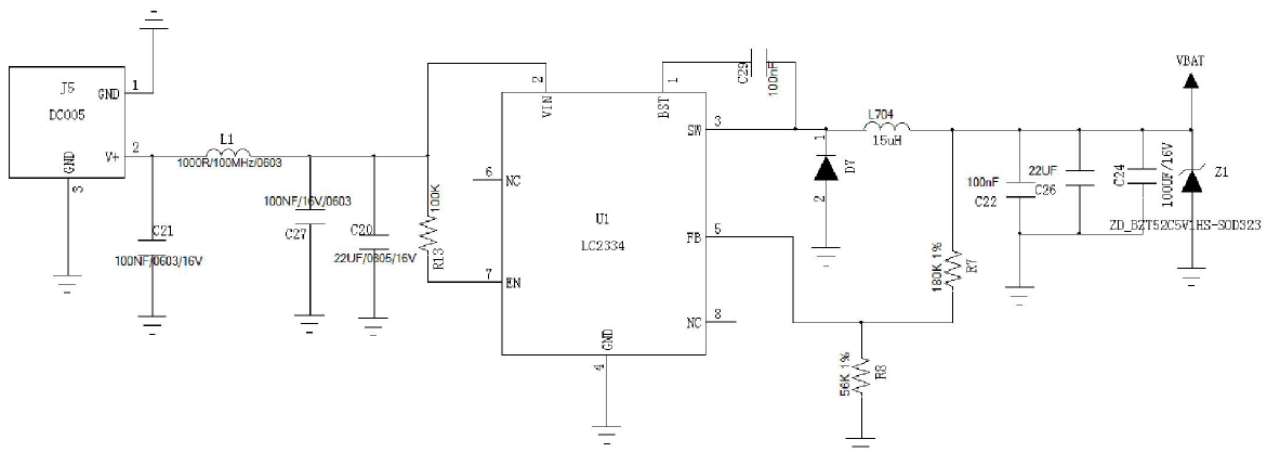


Рисунок 3.7. Схема цепи питания модуля GSM

Примечание – Рекомендуется, чтобы подача питания модуля GSM можно было контролировать контактом EN DCDC (работа высокого уровня), чтобы модуль можно было перезапустить, если модуль GSM работает некорректно, а также можно управлять питанием модуля через характеристики включения/выключения триода

3.3.3.2 Опорная схема источника питания GNSS

Питание GNSS осуществляется от модуля GSM посредством AT-команды, контролирующей, включен или нет контакт GNSS_VCC_EN.

На рисунке ниже приведена эталонная схема цепи питания +5 В. Обратите внимание, что электрические характеристики GNSS_VCC_EN должны быть согласованы с контактами разрешения LDO. Подробную информацию о командах управления AT для вывода GNSS_VCC см. в документации [1] раздела 8.

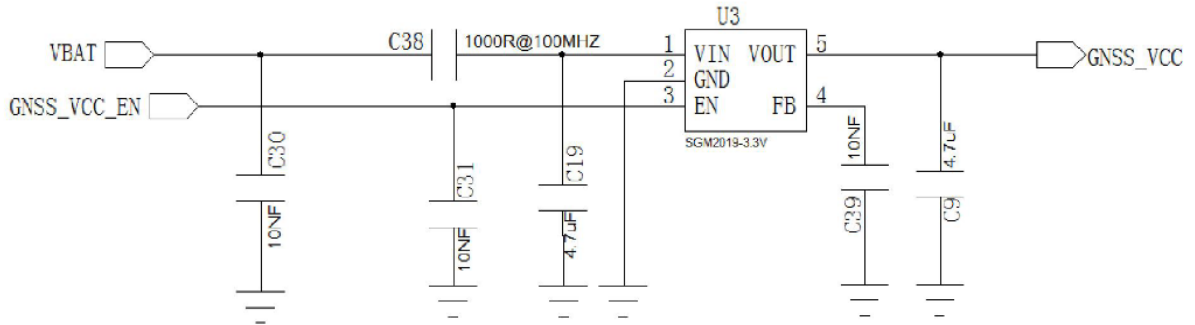


Рисунок 3.8. Участок опорной схемы цепи источника питания

3.3.4 Контроль напряжения питания

Команда AT+CVC может использоваться для контроля и запроса напряжения модуля GSM. Значения напряжения указаны в милливольтгах (мВ). Для получения более подробной информации обратитесь к документации [1] раздела 8.

3.3.5 Домен резервного копирования (Backup) GNSS

Домен Backup в модуле GNSS можно использовать для резервного копирования необходимой информации и нескольких параметров конфигурации пользователя, необходимых для быстрого запуска. Он доступен в режиме резервного копирования. Технология EASY™ доступна только при активном домене Backup.

Резервный домен GNSS питается от VBAT, поэтому при подаче питания от VBAT и включении GSM, отправка команды AT+QGNSSC=0 через главный UART порт переведет GNSS в режим резервного копирования. В этот момент вывод VRTC можно оставить в открытом состоянии. Блок-схема опорной цепи показана на рисунке ниже.

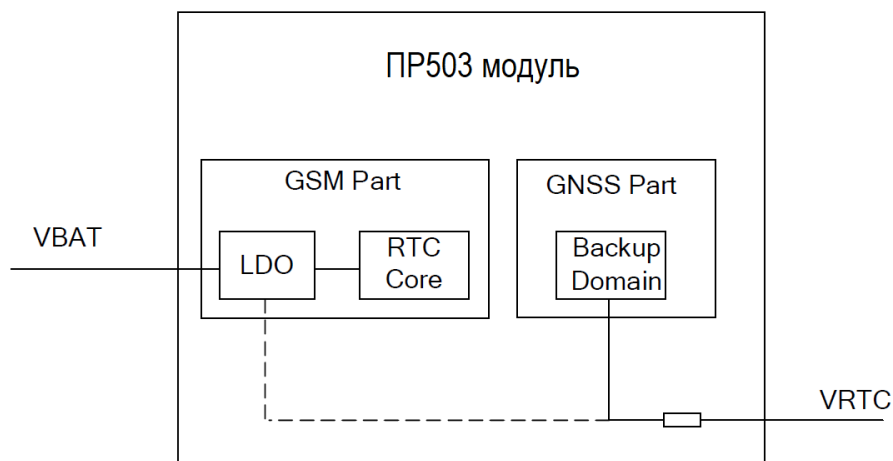


Рисунок 3.9. Блок-схема внутреннего резервного домена GNSS

3.4 Режимы работы

3.4.1 Режимы работы GSM

В таблице ниже приведено краткое описание различных режимов работы GSM-модуля.

Таблица 3.5. Список некоторых режимов работы GSM

Режим	Назначение	
Работа в нормальном режиме	GSM/GPRS спящий режим	После включения спящего режима командой AT+QSCLK=1, если вывод DTR находится на высоком уровне и нет внешнего прерывания (например, DTR находится на низком уровне или имеется входящий звонок, входящее SMS), то модуль автоматически перейдет в спящий режим. В этом случае ток потребления модуля снизится до минимального уровня. При этом в спящем режиме модуль по-прежнему способен принимать входящие звонки и SMS-сообщения
	IDLE режим GSM	ПО работает верно. Модуль зарегистрирована в сети GSM и готов к отправке и приему данных
	Режим разговора GSM	Сеть GSM регистрируется в обычном режиме. В этом режиме энергопотребление определяется конфигурацией уровня мощности (PCL), динамического управления DTX и рабочим диапазоном PЧ
	IDLE режим GPRS	модуль не зарегистрирован в сети GPRS и не может быть доступен через канал GPRS
	Режим GPRS STENDBY	модуль зарегистрирован в сети GPRS, но статус PDP не активирован
	Режим готовности GPRS	Режим PDP успешно активирован, но данные не передаются. В этом состоянии модуль может отправлять или получать данные
	Режим данных	Идет передача данных GPRS. В этом режиме энергопотребление GSM-модуля зависит от PCL, от PЧ-диапазона и конфигурация GPRS с несколькими временными слотами
Режим выключения	Нормальное выключение достигается путем отправки команды AT+QPOWD=1 при сохранении питания VBAT, или с помощью вывода PWRKEY для достижения нормального выключения. В этом режиме последовательный порт недоступен, и ПО не запускается	
Режим минимального функционирования (удержание напряжение питания)	Модуль GSM может быть переведен в режим минимального функционирования с помощью команды AT+CFUN без отключения питания. В этом режиме не работает PЧ или SIM-карта, или и то, и другое; однако последовательный порт все еще доступен. Энергопотребление в этом режиме очень низкое	

В зависимости от требований системы, существует несколько способов перевести модуль GSM в режим пониженного энергопотребления. Например, с помощью команды AT+CFUN можно установить переход модуля в наименее функциональный режим; сигнал аппаратного интерфейса DTR переводит его в спящий режим.



3.4.1.1 Режим минимального функционирования

Режим минимального функционирования снижает функциональность модуля до минимального уровня. Потребление тока может быть минимизировано при одновременной активации режима медленного тактирования. Этот режим можно установить с помощью команды $AT+CFUN=<fun>$. Параметр $<fun>$ может быть выбран из 0, 1 или 4, где:

- 0: наименьшая функциональность (PC и SIM-карта отключены);
- 1: полная функциональность (по умолчанию);
- 4: отключение функции передачи и приема радиочастот.

Если модуль настроен на минимальную функциональность с помощью команды $AT+CFUN=0$, функция PC и функция SIM-карты будут отключены. Последовательный порт остается активным, но AT-команды, связанные с функцией PC и SIM-карты, будут недоступны.

Если модуль был настроен командой $AT+CFUN=4$, то функция PC будет отключена, а последовательный порт останется активным. Все AT-команды недоступны.

После того, как модуль был настроен с помощью команд $AT+CFUN=0$ или $AT+CFUN=4$, он может быть переведен в режим полной функциональности с помощью команды $AT+CFUN=1$.

Для получения дополнительной информации о функциях $AT+CFUN$ см. документацию [1].

3.4.1.2 Спящий режим

По умолчанию этот режим выключен ($AT+QSCLK=0$) и в этом состоянии модуль не может быть переведен в спящий режим. Этот режим можно включить во время отключения питания GNSS с помощью команды $AT+QSCLK=1$.

Когда модуль установлен в режим командой $AT+QSCLK=1$, используйте вывод DTR, чтобы позволить GSM-модулю войти или выйти из спящего режима. Когда вывод DTR находится на высоком уровне и нет эфирного или аппаратного прерывания (например, прерывания GPIO или передача данных через UART порт), модуль автоматически переходит в спящий режим. В этом режиме модуль по-прежнему может принимать входящие звонки, SMS и нисходящие данные GPRS, но последовательный порт недоступен.

3.4.1.3 Выход из спящего режима

Когда модуль находится в спящем режиме, его можно вывести из него следующими способами:

- если переключить вывод DTR на низкий уровень в течение 20 мс;
- голосовым вызовом или передачей данных;
- получение SMS-сообщения.

Примечание – Когда GSM модуля обменивается данными с DTE, контакт DTR всегда должен быть на низком уровне, чтобы обеспечить непрерывность передачи данных.

3.4.2 Режимы функционирования GNSS

3.4.2.1 Режим полного включения (Full on)

Режим Full on состоит из режимов слежения и захвата. В режиме захвата GNSS-приемник начинает поиск и идентификацию видимых спутников и приблизительно определяет несущую частоту и фазу псевдокода спутникового сигнала. После завершения захвата модуль автоматически переключается в режим слежения. В режиме слежения GNSS-приемник точно отслеживает изменения несущей частоты и фазы сигнала в соответствии с псевдокодом и завершает демасштабирование и демодуляцию спутникового сигнала. При подаче питания на GNSS_VCC GNSS автоматически переходит в режим Full on. В следующей таблице описаны настройки по умолчанию для режима Full on.

Таблица 3.6. Настройки по умолчанию в режиме Full on для GNSS

Настройки	Конфигурация	Примечание
Скорость передачи данных	115200 бит/с	RMC, VTG, GGA, GSA, GSV и GLL
Протокол	NMEA	–
Скорость обновления	1 Гц	–
SBAS	Имеется	–
AIC	Имеется	–
LOCUS™	Не имеется	–
EASY™	Имеется	Когда частота обновления превышает 1 Гц EASY™ технология будет отключена
GNSS	GPS+BeiDou	–

При включении питания модуля GNSS в режиме Full on среднее потребление тока возрастает примерно до 40 мА в течение нескольких секунд, а затем снижается до уровня, приведенного в таблице 2.3. Этот процесс является процессом захвата. Через несколько минут процесс захвата автоматически перейдет в состояние слежения. Потребление тока в состоянии слежения меньше, чем в состоянии захвата.

Переключение между несколькими системами позиционирования может быть выполнено путем отправки команды PMTK:

- \$PMTK353,0,0,0,0,0,0,1*2A: Поиск спутников BeiDou;
- \$PMTK353,1,0,0,0,0,0,0*2A: Поиск спутников GPS;
- \$PMTK353,1,0,0,0,0,0,1*2B: Поиск спутников BeiDou и GPS.

Примечание – В решении All-in-one перед отправкой команды PMTK убедитесь, что GNSS включена.

3.4.2.2 Режим ожидания (Standby)

Режим Standby – это режим низкого энергопотребления. В режиме ожидания ядро и I/O продолжают работать, в то время как радиочасть и TXCO отключаются и система GNSS прекращает поиск спутников и навигацию. GNSS-модуль может быть переведен в режим ожидания и выведен из него с помощью команды PMTK.

Когда GNSS выходит из режима ожидания, то использует внутреннюю вспомогательную информацию, такую как время GNSS, эфемериды, последнее местоположение и т.д., чтобы обеспечить минимальный TTFF при горячем или теплом старте. Типичный ток потребления GNSS в режиме ожидания составляет около 300 мкА при GNSS_VCC= 3,3 В.

Следующая команда PMTK переводит модуль GNSS в режим ожидания:

– \$PMTK161,0*28: В решении All-in-one перед отправкой команды PMTK убедитесь, что модуль GNSS включен.

Модуль GNSS можно вывести из режима ожидания следующим образом:

- в All-in-one решении отправка любых данных через главный UART порт приведет к выходу из режима ожидания;
- в Stand-alone решении отправка любых данных через GNSS_UART приведет к выходу из режима ожидания.

3.4.2.3 Режим Backup

В режиме Backup модуль GNSS потребляет меньше энергии, чем в режиме Standby. В этом режиме модуль GNSS прекращает захват и отслеживание спутников, но резервная память,

содержащая необходимую информацию GNSS (например, информацию о быстром запуске и несколько параметров конфигурации пользователя), работает. Действующий домен Backup обеспечивает доступность технологии EASY™. В режиме резервного копирования GNSS потребляет около 14 мкА.

Следующая команда может перевести модуль GNSS в Backup режим:

– Когда питание подается на VBAT и GSM остается включенной, отправьте команду AT+QGNSS=0 для перевода модуль GNSS из режима Full on. в режим резервного копирования.

Часть GNSS может быть выведена из режима Backup следующим образом:

– отправив команду AT+QGNSS=1 через главный последовательный порт, модуль GNSS немедленно выйдет из режима Backup и перейдет в режим Full on.

Примечание – Чтобы модуль GNSS работал правильно в резервном режиме, убедитесь, что модуль GSM остается включенным.

3.4.2.4 Периодический режим работы (Periodic)

Периодический режим относится к режиму, в котором модуль управления заставляет его работать попеременно в полном включении и в ожидании/резервном копировании для снижения энергопотребления. В нем предусмотрены режимы: Periodic Standby (периодическое ожидание) и Periodic Backup (периодическое резервное копирование).

Для перевода модуля в режим Periodic используется следующий формат команды, указанный в таблице 3.7.

Таблица 3.7. Формат команд PMTK

Формат: \$PMTK225,<Type>,<Run_time>,<Sleep_time>,<2nd_run_time>,<2nd_sleep_time>*<checksum> <CR><LF>			
Параметры	Формат	Описание	Диапазон, мс
Type	Десятичный	Type=1 — режим периодического резервного копирования. Type=2 — периодический режим ожидания.	–
Run_time	Десятичный	Период Full on режима	1000–518400000
Sleep_time	Десятичный	Период Standby/Backup режима	1000–518400000
2nd_run_time	Десятичный	Период включения Full on, доступен в случае сбоя захвата в течение периода Run_time	0 или 1000–518400000
2nd_sleep_time	Десятичный	Период включения Standby/Backup, доступен в случае сбоя захвата в течение периода Run_time	0 или 1000–518400000
Checksum	Шестнадцатеричный	Двоичная верификация	

Пример

1 \$PMTK225,2,3000,12000,18000,72000*15<CR><LF>.

2 \$PMTK225,1,3000,12000,18000,72000*15<CR><LF>.

В режиме Periodic Standby модуль можно перевести в режим Full on, отправив команду – \$PMTK225,0*2B.

В режиме Periodic Backup вы также можете отправить команду \$PMTK225,0*2B, чтобы модуль перешел в режим Full on, но эта команда действительна только во время Run_time или 2nd_run_time. Она не рекомендуется, так как время, в которое отправляется команда, трудно контролировать.

На диаграмме ниже показано (рис. 3.10), как работает периодический режим. Когда отправляется команда PMTK, модуль сначала находится в режиме Full on; через несколько минут он переходит в режим Periodic в соответствии с конфигурацией параметров; когда же устройство не может успешно определить местоположение в течение периода Run_time, он автоматически переключается на периоды 2nd_run_time и 2nd_sleep_time. Модуль вернется в период Run_time и Sleep_time, как только он будет снова успешно позиционирован.

Убедитесь, что модуль находится в режиме слежения, прежде чем войти в режим Periodic. В противном случае велика вероятность того, что модуль не сможет успешно выполнить слежение за спутником. Если модуль находится в среде со слабым сигналом, рекомендуется установить длительное время 2nd_run_time для обеспечения успешного перепозиционирования.

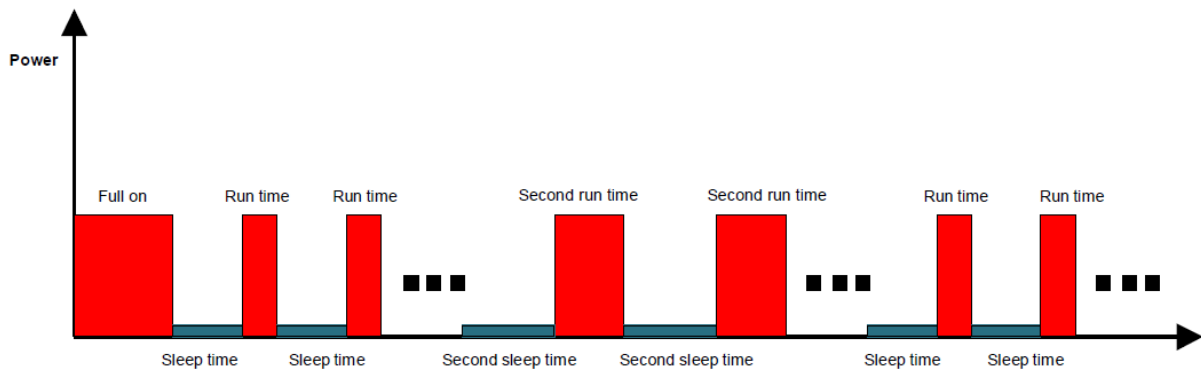


Рисунок 3.10. Принцип работы периодического режима

Среднее значение расхода электроэнергии в режиме Periodic можно рассчитать по следующему выражению:

$$I_{\text{periodic}} = (I_{\text{tracking}} \times T1 + I_{\text{standby/backup}} \times T2) / (T1 + T2),$$

где T1 – Run_time,
T2 – Sleep_time.

Пример

1 \$PMTK225,2,3000,12000,18000,72000*15

Эта команда указывает, что модуль имеет время слежения за спутниками 3 с и период режима Standby 12 с, основанный на системах GPS и BeiDou. Среднее значение потребляемого тока рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{periodic}} = (I_{\text{следающий}} \times T1 + I_{\text{резервный}} \times T2) / (T1 + T2) = (22 \text{ мА} \times 3 \text{ с} + 0,5 \text{ мА} \times 12 \text{ с}) / (3 \text{ с} + 12 \text{ с}) \approx 4,8 \text{ (мА)}$$

2 \$PMTK225,1,3000,12000,18000,72000*15<CR><LF>

Эта команда указывает, что модуль имеет время слежения за спутниками 3 с и период режима Backup 12 с, основанный на системах GPS и BeiDou. Среднее значение потребляемого тока рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{periodic}} = (I_{\text{следающий}} \times T1 + I_{\text{резервный}} \times T2) / (T1 + T2) = (22 \text{ мА} \times 3 \text{ с} + 0,007 \text{ мА} \times 12 \text{ с}) / (3 \text{ с} + 12 \text{ с}) \approx 4,4 \text{ (мА)}$$

3.4.2.5 Технология AlwaysLocate™

AlwaysLocate™ – это умный режим энергосбережения, включающий AlwaysLocate™Backup и AlwaysLocate™Standby.

Режим ожидания AlwaysLocate™ позволяет модулю автоматически переключаться между режимом Full on и Standby. В зависимости от параметров периферии и условий движения, модуль может подстраивать время между режимом полного включения и режимом ожидания для достижения баланса между точностью позиционирования и энергопотреблением. После отправки команды –\$PMTK225,8*23, модуль отвечает – \$PMTK001,225,3*35, указывая, что он успешно перешел в режим ожидания AlwaysLocate™Standby, что значительно снижает энергопотребление. Отправка команды –\$PMT K225,0*2 B" в любое время вернет модуль в режим Full on.

Режим резервного копирования AlwaysLocate™ аналогичен режиму ожидания AlwaysLocate™; разница заключается в том, что модуль автоматически переключается между режимом Full on и режимом Backup. Отправка команды – \$PMTK225,9*22 переводит модуль в режим резервного копирования AlwaysLocate™Backup.

В течение периода AlwaysLocate™Backup отправьте команду – \$ PMT K225,0*2 B", чтобы вернуть модуль в режим Full on.

Точность позиционирования в режиме AlwaysLocate™ снижается, прежде всего на высоких скоростях. На рисунке ниже показано изменение энергопотребления для различных скоростных режимов.

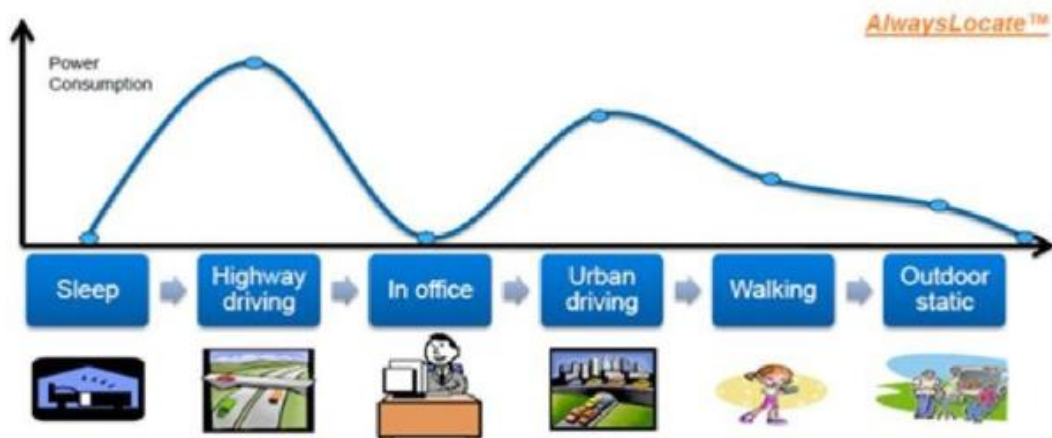


Рисунок 3.11. Изменение энергопотребления в различных случаях (режим AlwaysLocate™)

На основе данных систем GPS и BeiDou в статическом режиме на открытом воздухе модуль (с активной антенной) потребляет в среднем около 2,7 мА после отслеживания спутника в режиме AlwaysLocate™ Standby и 2,6 мА после отслеживания спутника в режиме AlwaysLocate™ Backup.

3.4.2.6 Режим GNSS Low Power (GLP)

Режим GLP часто используется в носимых фитнес-устройствах и устройствах слежения. Он снижает энергопотребление в основном за счет отключения высокоточного позиционирования.

Этот режим обеспечивает хорошую точность позиционирования, когда модуль находится в режиме ходьбы или бега, и поддерживает автоматическое управление динамической нагрузкой, для достижения баланса между точностью позиционирования и энергопотреблением. В сложных условиях модуль автоматически возвращается в нормальный режим для достижения оптимального сочетания высокой точности и низкого энергопотребления.

При GLP средний ток потребления модуля в статических ситуациях снижается до 8,9 мА, что составляет всего 40 % от потребления энергии в обычном режиме. В динамичных ситуациях соответственно средний потребляемый ток увеличивается. Сравнение между GLP и

обычным режимами относительно среднего потребления тока в различных случаях показано в таблице ниже.

Таблица 3.8. Сравнение среднего показателя тока потребления в режиме GLP и нормальном режиме

Ситуация	GLP режим, мА	Нормальный режим, мА
Статическая	8,9	22
Прогулка	11,2	22
Бег	11,5	22
Вождение	21,5	22

Способы переключения модуля в режим GLP и выход из него:

- \$PQGLP,W,1,1*21: Эта команда позволяет модулю перейти в режим GLP. Если модуль возвращает сообщение: \$PQGLP,W,OK*09, это означает, что он успешно перешел в режим GLP.
- \$PQGLP,W,0,1*20: Эта команда позволяет модулю выйти из режима GLP. Если модуль возвращает сообщение: \$PQGLP,W,OK*09, это означает, что он успешно вышел из режима GLP.

Примечания

- 1 Чтобы отправить команду, пожалуйста, сначала выйдите из режима GLP. Рекомендуется настроить некоторые необходимые команды перед входом него.
- 2 Эффективность системы SBAS будет в некоторой степени снижена, если включен режим GLP.
- 3 В режиме GLP точность позиционирования модуля в высокодинамичных ситуациях будет снижаться.
- 4 Модуль ПР503 поддерживает скорость передачи данных от 4800 бит/с до 115200 бит/с и частоту от 1 Гц до 10 Гц. В автономном режиме рекомендуется установить скорость передачи 115200 бит/с и частоту 1 Гц до того, как модуль перейдет в режим GLP.
- 4 В сложных ситуациях модуль автоматически возвращается в нормальный режим, чтобы сохранить хорошую точность позиционирования.

3.4.3 Совмещение некоторых режимов работы GSM и GNSS в All-in-one

Таблица 3.9. Совмещение некоторых режимов работы GSM и GNSS в All-in-one

Рабочий режим GSM	Рабочий режим GNSS		
	Full on	Standby	Backup
Нормальный	+	+	+
Спящий	+	+	+
Минимальной функциональности	+	+	+

3.4.4 Совмещение некоторых режимов работы GSM и GNSS в Stand-alone

Таблица 3.10. Совмещение некоторых режимов работы GSM и GNSS в Stand-alone

Рабочий режим GSM	Рабочий режим GNSS		
	Full on	Standby	Backup
Нормальный	+	+	+
Спящий	+	+	+
Минимальной функциональности	+	+	+

Примечания

1 «+» указывает, что модуль поддерживает этот режим.

2 В универсальной схеме, когда модуль GNSS включен и доступен основной последовательный порт, все команды PMTK на GNSS могут быть отправлены через основной последовательный порт.

3 В универсальной схеме GNSS-модуль может продолжать работать в режиме Standby или Full on, когда GSM находится в спящем режиме. Однако, если требуется вывод показаний NMEA, GSM-модуль должен быть сначала выведен из спящего режима, а затем требуется осуществить отправку AT-команды.

4 В автономной схеме, если GSM-модуль включен, все команды PMTK или данные NMEA для GNSS-модуля могут быть отправлены или получены непосредственно через последовательный порт GNSS.

3.4.5 Функция Bluetooth

Модуль PP503 поддерживает функцию Bluetooth.

Bluetooth – это стандарт беспроводной технологии для обмена данными на короткой дистанции, которая использует коротковолновые СВЧ радиоволны (микроволновые излучения) в ISM-диапазоне от 2,4 до 2,485 ГГц, для обмена данными между стационарными и мобильными устройствами, и построении персональных сетей PAN (Personal Area Network). Он способен осуществлять беспроводной обмен информацией между широким спектром устройств, включая мобильные телефоны, КПК, беспроводные гарнитуры, ноутбуки, соответствующие периферийные устройства и многое другое. Стандартом Bluetooth является IEEE802.15, который работает в диапазоне 2,4 ГГц и может достигать скорости передачи данных до 3 Мбит/с.

Модуль PP503 поддерживает версию Bluetooth 3.0 и профили SPP и HFP-AG.

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обратитесь к документации [16] раздела 8.

3.5 Включение/выключение питания

3.5.1 Начало работы

3.5.1.1 Обычный способ включения питания модуля – подать на вывод PWRKEY напряжение низкого уровня. Для управления выводом PWRKEY рекомендуется использовать схему транзисторного ключа с открытым коллектором. На рисунке ниже показана опорная схема цепи.

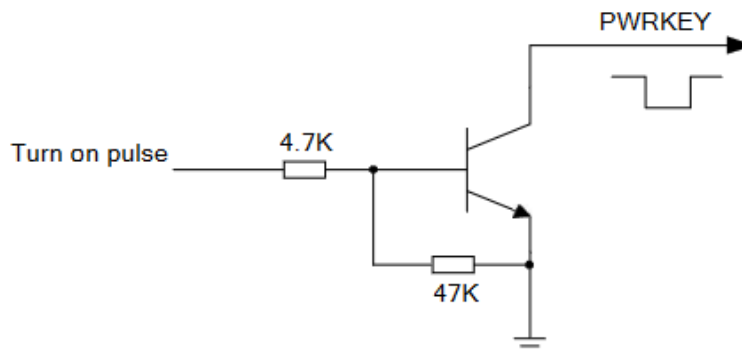


Рисунок 3.12. Включение модуля с помощью транзистора с открытым коллектором

Примечания

1 По умолчанию модуль переходит в режим Adaptive Baud Rate (AT+IPR=0). В этом режиме после включения модуля URC-сообщение RDY не отправляется обратно ведущему устройству. Модуль готов к приему AT-команд через 4-5 секунд после включения питания. Ведущему устройству необходимо сначала отправить команду AT или at модулю, чтобы он определил скорость передачи данных ведущего устройства и продолжил отправку. Ведущему устройству необходимо отправить вторую или третью команду AT или at на

модуль для проверки скорости передачи данных и продолжать отправлять AT или at до тех пор, пока модуль не ответит ОК. Затем отправьте AT+IPR=x;&W команда для установки фиксированной скорости передачи данных для модуля и сохранения этих конфигураций во флэш-памяти модуля. После выполнения этих настроек, модуль будет возвращать URC-сообщение RDY через последовательный порт при каждом включении. Для более подробной информации см. раздел AT+IPR в документации [1] раздела 8.

2 Если на AT-команду можно получить ответ, значит, модуль успешно включен; после этого можно отпустить контакт PWRKEY. Если ответа нет, модуль не включается.

3.5.1.2 Альтернативным методом управления выводом PWRKEY – непосредственно использование через кнопку. При нажатии на кнопку пальцы могут генерировать статическое электричество, поэтому для защиты от электростатического разряда рядом с кнопкой необходимо разместить TVS-диод (стабилитрон). Схема включения показана на следующем рисунке:

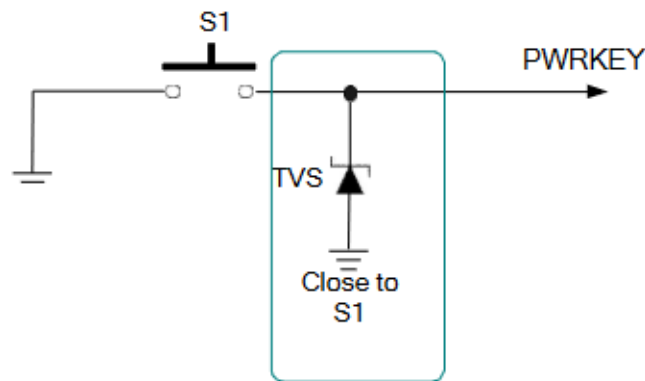


Рисунок 3.13. Включение модуля с помощью кнопки

После того, как GSM-модуль будет работать нормально, необходимо отправить команду AT+QGNSSC=1 для включения питания GNSS; в это время GNSS автоматически перейдет в режим Full on. Временная диаграмма включения питания показана ниже:

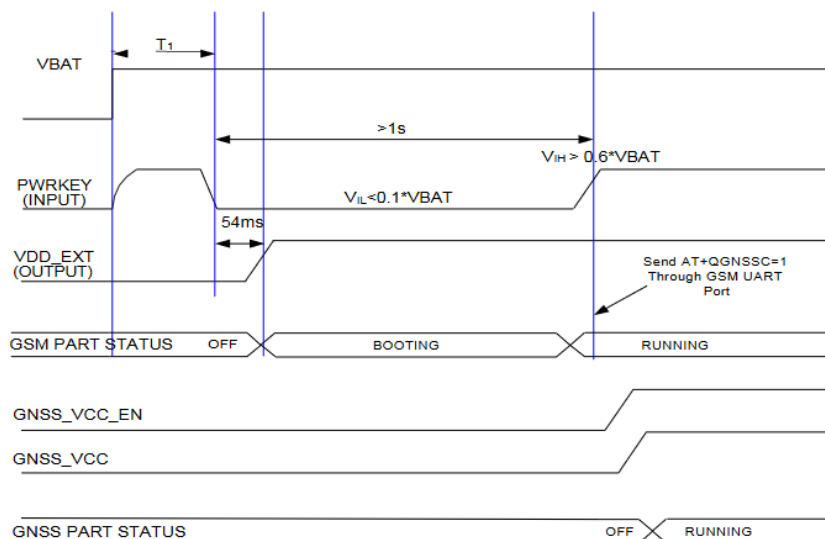


Рисунок 3.14. Временная диаграмма включения питания GNSS

Примечание – Убедитесь, что напряжение VBAT стабильно, прежде чем подтягивать вывод PWRKEY. Рекомендуемое время между включением питания VBAT и подтягиванием вывода PWRKEY T1 составляет приблизительно 100 мс.

3.5.2 Выключение модуля

Для выключения модуля можно выполнить следующие действия:

- обычная процедура выключения питания: выключение с помощью вывода PWRKEY;
- обычная процедура выключения питания: выключение с использованием команды AT+QPOWD;
- автоматическое отключение при низком напряжении: модуль автоматически отключается при обнаружении низкого напряжения VBAT.

3.5.2.1 Выключение модуля при помощи вывода PWRKEY

Когда модуль включен, его можно выключить, путем подачи на вывод PWRKEY напряжения низкого уровня в течение определенного времени. Временная диаграмма выключения показана на рисунке 3.15. Во время него модуль будет отключен от сети GSM, чтобы гарантировать, что важные данные будут сохранены ПО до полного прекращения работы

После подачи на вывод напряжения низкого уровня, модуль выдает следующую информацию:

NORMAL POWER DOWN

Примечания

1 В режиме адаптивной скорости передачи данных это сообщение не появляется, и при запуске модуля устройства DTE и DCE синхронизируются неправильно. Поэтому рекомендуется настроить модуль на фиксированную скорость передачи данных.

2 Время, за которое модуль выходит из соединения, зависит от местной мобильной сети. Перед выключением питания или перезапуском модуля рекомендуется соблюсти задержку примерно 12 секунд.

Когда появляется вышеуказанное сообщение, команда AT больше не может быть выполнена; модуль переходит в состояние выключения.

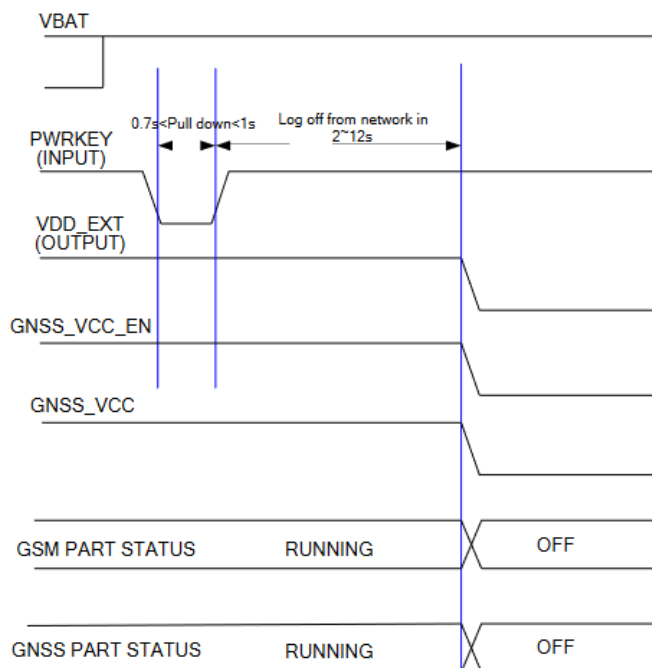


Рисунок 3.15. Временные диаграммы отключения с помощью вывода PWRKEY

3.5.2.2 Выключение модуля с помощью AT-команды

Выполнение команды AT+QPOWD=1 также отключит питание модуля. Она позволяет отключить модуль от сети, давая возможность ПО сохранить важные данные перед полным отключением питания. После отправки команды выключения модуль выдает следующую информацию:

NORMAL POWER DOWN

После появления вышеуказанного сообщения, команда AT больше не будет выполняться, и модуль перейдет в состояние выключения.

Для получения дополнительной информации о команде AT+QPOWD см. документацию [1] раздела 8.

3.5.2.3 AT-команда для отключения функции GNSS

GNSS может быть отключена с помощью команды AT+QGNSS=0. Временная диаграмма показана на рисунке ниже.

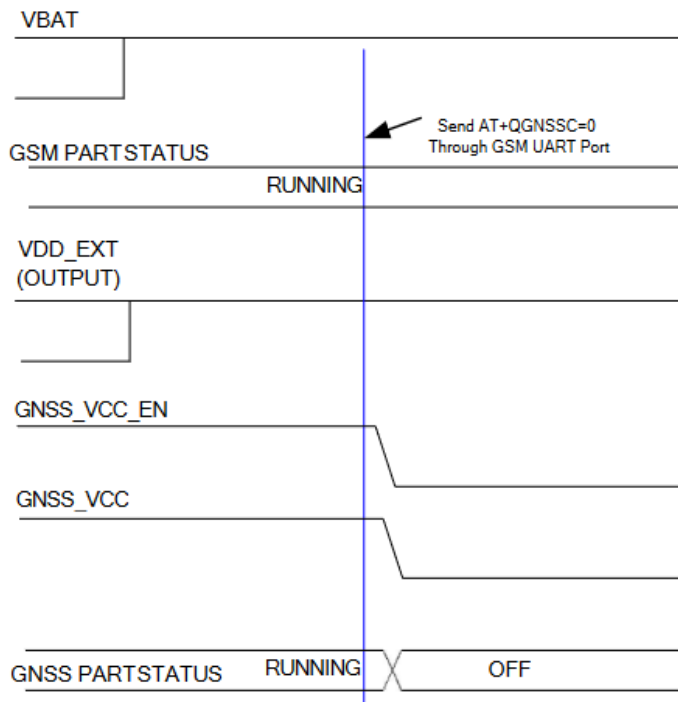


Рисунок 3.16. Отключение GNSS с помощью AT-команды

3.5.2.4 Автоматическое отключение при низком значении напряжения

Модуль непрерывно и автоматически контролирует напряжение на выводе VBAT. Если напряжение ниже или равно 3,5 В, то будет получено следующее предупреждающее сообщение:

UNDER_VOLTAGE WARNING (предупреждение о пониженном напряжении)

Модуль может работать при напряжении от 3,4 В до 4,3 В. Если же его напряжение падает ниже 3,4 В, модуль автоматически отключается. При этом будет получено следующее сообщение о выключении:

UNDER_VOLTAGE POWER DOWN (отключение питания при пониженном напряжении)

Когда появляется вышеуказанное сообщение, команда АТ больше не может быть выполнена; модуль выходит из сети и затем автоматически выключается.

Примечание – В режиме адаптивной скорости передачи данных сообщения, как указано выше, не появляются, а устройства DTE и DCE при запуске модуля неправильно синхронизируются, поэтому рекомендуется настроить модуль на фиксированную скорость передачи данных.

3.5.3 Перезагрузка модуля

Модуль ПР503 поддерживает функцию сброса, которая позволяет пользователю быстро перезагрузить модуль, подав напряжение на вывод RESET. Модуль использует триод для внутренней изоляции выводов от микросхемы, поэтому при использовании этой функции нет необходимости добавлять внешнюю изоляцию. Схема сброса выглядит следующим образом:

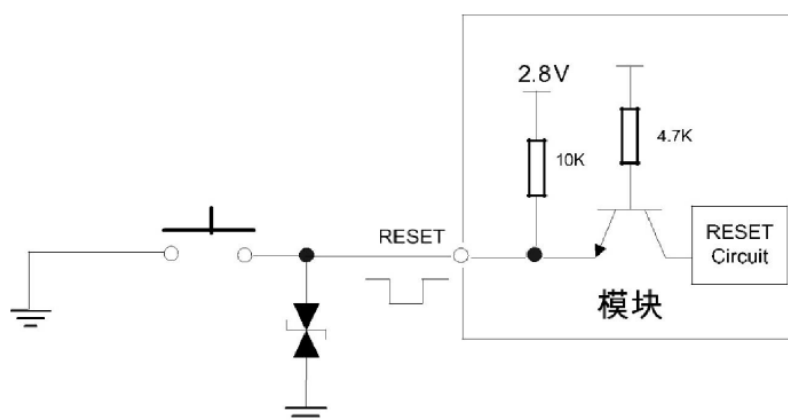


Рисунок 3.17. Принципиальная схема сброса

Кроме того, вывод RESET внутренне подтягивается к высокому уровню с типовым напряжением 2,8 В, поэтому, когда пользователь использует GPIO для управления этим контактом, GPIO может быть настроен как выход с открытым стоком.

Для улучшения характеристик ESD резисторы могут быть подключены последовательно, но величина сопротивления не должна быть слишком большой, иначе уровень RESET не опустится ниже порогового значения. Описание технических параметров RESET приведено в следующей таблице.

Таблица 3.11. Технические параметры Reset

Вывод	Описание	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение
Reset	Напряжение высокого уровня, В	2,7	–	2,9
	Напряжение низкого уровня, В	–	–	0,6
	Время подачи напряжения, мс	105	–	–

Время подачи напряжения RESET должно быть больше 105 мс, а временная диаграмма показана на рисунке ниже:

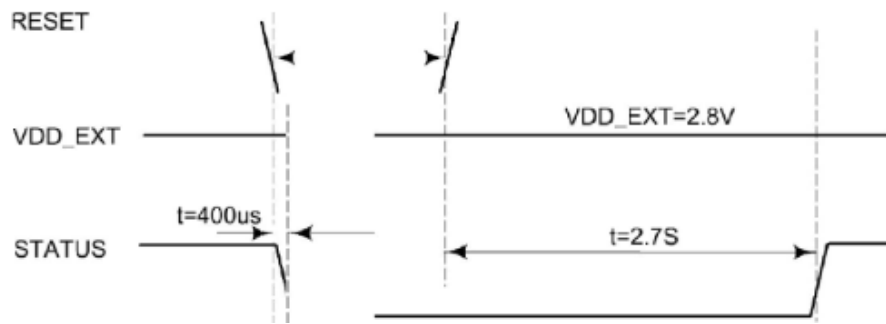


Рисунок 3.18. Временная диаграмма сброса модуля

Примечание – Функция RESET рекомендуется пользователю только в экстренных случаях, и ее не следует часто использовать для перезагрузки модуля, так как это может привести к его повреждению.

3.6 Последовательный порт

Модуль имеет четыре UART порта: основной UART порт, отладочный UART порт, вспомогательный UART порт и UART порт GNSS. При этом устройства называются DCE (Data Communication Equipment) и подключаются традиционным способом DCE-DTE (Data Terminal Equipment). Модули поддерживают как фиксированную, так и адаптивную скорость передачи данных. Поддержка адаптивной скорости передачи данных варьируется от 4800 до 115200 бит/с.

Основной UART порт:

- UTXD1: отправляет данные на сторону RXD устройства DTE;
- URXD1: прием данных со стороны TXD устройства DTE;
- RTS: запрос DTE к DCE на отправку данных;
- CTS: разрешение на отправку;
- DTR: DTE готово и информирует DCE (этот вывод можно использовать для пробуждения модуля);
- RI: Оповещение о звонке (DCE посылает сигнал для уведомления DTE о входящем звонке, URC или SMS);
- DCD: детектирование данных и несущей.

Отладочный UART порт:

- UTXD3: Посылает данные в периферийный COM-порт;
- URXD3: Получение данных из периферийного COM-порта.

Вспомогательный UART порт:

- В решении All-in-one:
 - TXD_AUX: отправляет данные в GNSS;
 - RXD_AUX: прием данных от GNSS.
- В решении Stand-alone:
 - TXD_AUX: остается в режиме ожидания, за исключением обновления ПО;
 - RXD_AUX: остается в режиме ожидания, за исключением обновления ПО.

UART порт GNSS:

- В решении All-in-one:
 - GNSS_TXD: отправляет данные в секцию GSM;
 - GNSS_RXD: принимает данные от секции GSM.
- В решении Stand-alone:
 - GNSS_TXD: Отправка данных в периферийный COM-порт;
 - GNSS_RXD: Прием данных от COM-порта периферийного устройства.

Логические уровни UART порта показаны в таблице ниже:

Таблица 3.12. Логические уровни UART порта

Параметры	Минимальное значение	Максимальное значение
V_{IL} , В	0	$0,25 \times VDD_EXT$
V_{IN} , В	$0,75 \times VDD_EXT$	$VDD_EXT + 0,2$
V_{OL} , В		$0,15 \times VDD_EXT$
V_{OH} , В	$0,85 \times VDD_EXT$	VDD_EXT

Таблица 3.13. Описание выводов UART порта

Интерфейс	Наименование вывода	Номер вывода	Назначение
Основной UART порт	TXD	34	Отправка данных
	RXD	33	Получение данных
	DTR	37	DTE готов к работе
	RI	35	Индикация входного звонка
	DCD	36	Детектирование данных и несущей
	CTS	38	Готовность отправки
	RTS	39	Запрос DTE на отправку данных
Отладочный UART порт	URXD3	30	Получение данных
	UTXD3	29	Отправка данных
Вспомогательный UART ¹⁾ порт	RXD_AUX ¹⁾	24	Получение данных
	TXD_AUX ¹⁾	25	Отправка данных
UART порт GNSS	GNSS_RXD	23	Получение данных
	GNSS_TXD	22	Отправка данных
<p>¹⁾ В автономном режиме рекомендуется оставить этот вывод не подключенным, за исключением случаев обновления ПО.</p>			

3.6.1 Основной UART порт

3.6.1.1 Основные функции UART порта:

- семиканальный интерфейс UART;
- включает линии данных TXD и RXD, линии аппаратного управления потоком RTS и CTS, а также другие линии управления DTR, DCD и RI;
- используется для передачи AT-команд, передачи данных GPRS и т.д. Последовательный порт поддерживает программное мультиплексирование. NMEA и команды PMTK поддерживаются в All-in-one;
- поддерживаются следующие скорости передачи данных: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200 бит/с;
- по умолчанию модуль настроен на режим адаптивной скорости передачи данных. Режим адаптивной скорости передачи данных поддерживает следующие скорости: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с;
- аппаратное управление потоком по умолчанию отключено. Если требуется аппаратное управление потоком, RTS и CTS должны быть подключены к хосту. Аппаратный контроль потока может быть включен с помощью команды AT+IFC=2,2. Для отключения этой функции можно использовать команду AT+ IFC = 0,0. Для более подробной информации см. документацию [1] раздела 8.

После установки фиксированной скорости передачи данных или адаптивной скорости передачи данных отправьте команду AT с установленной скоростью передачи данных. Когда UART порт будет готов, модуль ответит ОК.

Функция адаптивной скорости передачи данных включена по умолчанию. В этом режиме, когда модуль получает команду AT или at от главного устройства или ПК, текущая скорость передачи данных главного устройства автоматически определяется и распознается. Функция адаптивной скорости передачи данных позволяет ведущему устройству обмениваться данными с модулем, не зная текущей скорости передачи данных.

Для того чтобы наилучшим образом использовать функцию адаптивной скорости передачи данных, пользователь должен знать следующие условия:

- синхронизация между DTE и DCE:
 - 1) при включенной функции адаптивной скорости передачи данных рекомендуется подождать 2-3 с после включения питания DCE (модуля) перед отправкой команды AT. Когда модуль отвечает ОК, DTE и DCE синхронизированы;
 - 2) В режиме адаптивной скорости передачи данных ведущее устройство должно сначала синхронизировать сообщения URC, если они требуются. В противном случае информация URC будет потеряна;
- конфигурация адаптивной скорости передачи данных:
 - 1) последовательный порт должен быть настроен на 8 бит данных, без битов четности и 1 стоп-бит (стандартная конфигурация);
 - 2) может распознать только строку AT или at (вид строки At или aT не может быть распознан);
 - 3) в режиме адаптивной скорости передачи данных URC-сообщения, такие как RDY, +CFUN: 1 и +CPIN: READY, не будут передаваться, если модуль включается без предварительной синхронизации;
 - 4) при переключении на новую скорость передачи данных DTE сначала устанавливает новую скорость передачи с помощью команды AT или at. Пока модуль не обнаружит и не синхронизирует новую скорость передачи данных, он отправляет URC-сообщения, используя

предыдущую скорость передачи. Поэтому, когда DTE переключается на новую скорость передачи данных, устройство может получить нераспознанные символы;

5) переключение в режим адаптивной скорости передачи данных в режиме фиксированной скорости передачи данных не рекомендуется;

6) Переключение в режим программного мультиплексирования в режиме адаптивной скорости передачи данных не рекомендуется.

Примечание – Для обеспечения надежности связи между DCE и DTE рекомендуется установить фиксированную скорость передачи данных после включения модуля. Дополнительные сведения см. в пункте AT+IPR в документации [1] раздела 8.

3.6.1.2 Опорная схема основного UART порта

Подключение основного последовательного порта отличается повышенной гибкостью. Ниже приведены три распространенных варианта подключения:

1) многофункциональный последовательный порт рекомендуется подключать следующим образом: этот способ в основном используется в режиме модема:

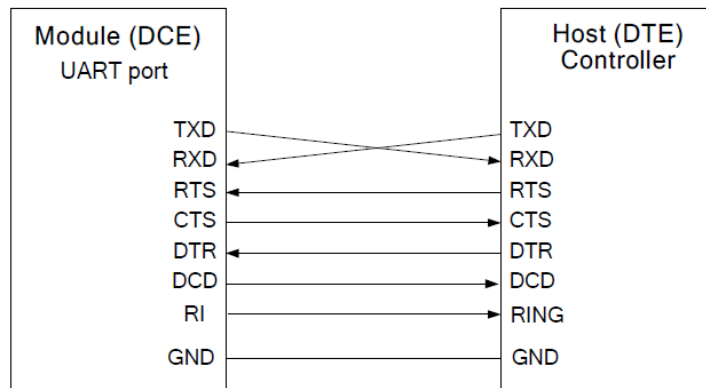


Рисунок 3.19. Принципиальная схема подключения многофункционального UART порта

2) схема трехпроводного способа подключения основного UART порта, показана на следующей схеме:

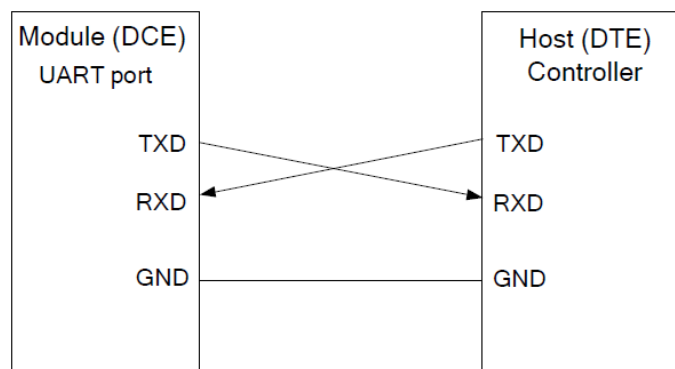


Рисунок 3.20. Схема трехпроводного подключения UART порта

3) подключение главного UART порта с аппаратным управлением потоком данных см. на схеме ниже. Такое подключение повышает надежность передачи больших объемов данных и предотвращает их потерю:

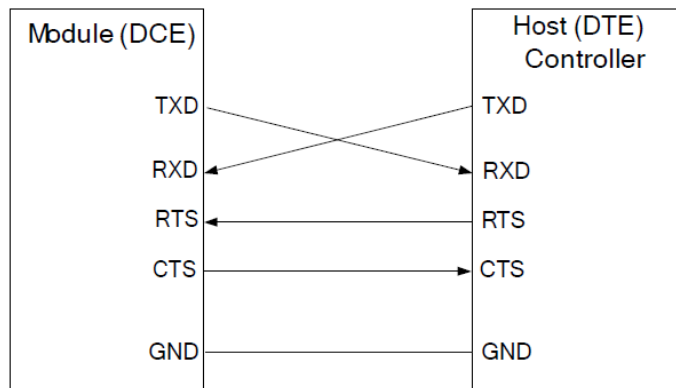


Рисунок 3.21. Диаграмма подключения основного последовательного порта с аппаратным управлением потоком данных

3.6.1.3 Обновление ПО

Обновление ПО в режиме All-in-one и Stand-alone осуществляется через главный UART порт. Во время обновления ПО вывод PWRKEY должен быть подтянут к низкому уровню в опорной цепи, как показано на следующей схеме:

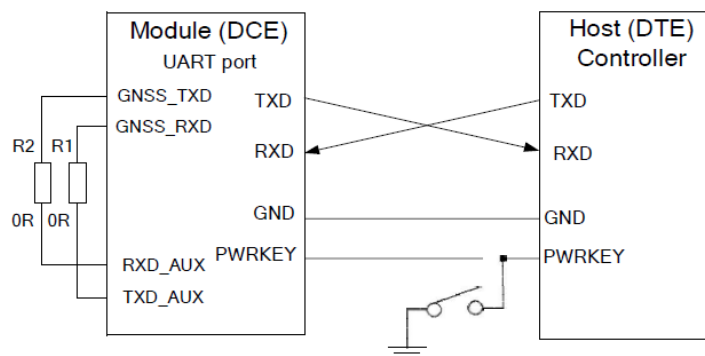


Рисунок 3.22. Схема подключения для обновления ПО

Примечания

1 В Stand-alone режиме при обновлении ПО вспомогательный UART порт и UART порт GNSS должны быть соединены вместе. Подробности см. в главе 3.6.3.2.

2 По каким-то причинам может потребоваться обновление ПО модуля, поэтому рекомендуется оставить эти контакты на основной плате.

3 Пользователь также может обновить ПО через интерфейс USB, сначала подав питание на модуль ПР503 (VBAT), а затем подключив USB_VBUS, USB_DP, USB_DN и GND к ПК. Нет необходимости управлять PWRKEY во время всего процесса. Когда ПР503 обнаружит доступ к USB_VBUS, модуль автоматически включится и перейдет в режим загрузки USB.

3.6.2 Отладка UART порта

- Кабели передачи данных: UTXD3 и URXD3.
- UART порт будет автоматически выводить сообщения о регистрации событий на внешний носитель.
- Отладочный UART порт предназначен только для отладки ПО, и скорость передачи данных должна быть настроена на 115200 бит/с.

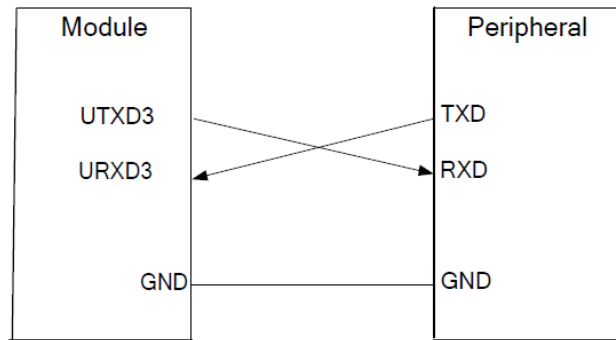


Рисунок 3.23. Схема подключения для отладки ПО

3.6.3 Вспомогательный UART порт и UART порт GNSS

3.6.3.1 Подключение в All-in-one решении

В универсальном решении вспомогательный UART порт и UART порт GNSS должны быть соединены друг с другом для осуществления связи между GSM-модулем и GNSS-модулем. Подключение осуществляется следующим образом:

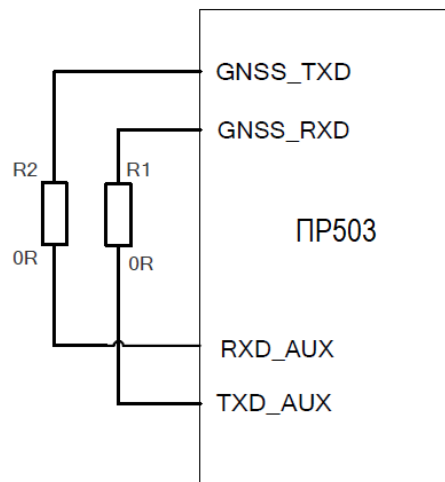


Рисунок 3.24. Подключение вспомогательного UART порта и UART порта GNSS в All-in-one

Примечание – GNSS модуля ПР503 может выводить больше информации о данных за тот же период времени, чем один функциональный модуль GNSS. Поэтому при скорости передачи данных 4800 бит/с и частоте обновления 1 Гц часть выходных данных NMEA по умолчанию может быть потеряна. Чтобы избежать этой ситуации, рекомендуется использовать значение скорости передачи данных по умолчанию – 115200 бит/с.

3.6.3.2 Подключение в Stand-alone решении

В автономном решении UART порт GNSS используется для подключения к периферийным устройствам, переключатель S1 в это время должен быть открыт. Переключатель S1 закрыт только при обновлении ПО. Схема подключения показана на рисунке ниже.

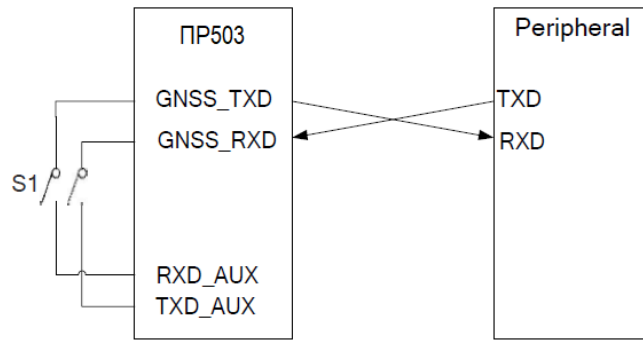


Рисунок 3.25. Подключение вспомогательного последовательного порта и последовательного порта GNSS в Stand-alone

3.6.4 Согласование уровней UART

Типовая схема согласования уровней для случая с напряжением 3,3 В представлена на рисунке ниже. Если уровень MCU/ARM составляет 3,0 В, то в соответствии с принципом деления напряжения резистор 5,6 кОм должен быть заменен на резистор 10,0 кОм.

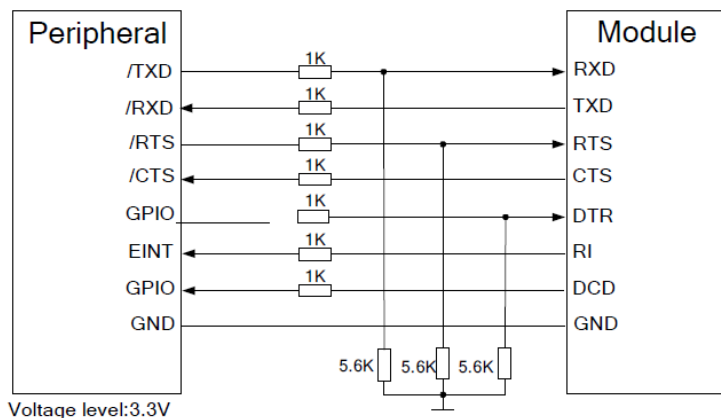


Рисунок 3.26. Схема согласования уровней для случая с напряжением 3,3 В

Примечание – Если уровень принимающей стороны составляет 3,0 В или 3,3 В, настоятельно рекомендуется добавить схему делителя напряжения в последовательное соединение между модулем и хостом, чтобы уровни совпали. Для согласования уровней между системами с более высоким напряжением требуется добавление микросхемы преобразования уровней между модулем и хостом. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, см. документацию [13] раздела 8.

При обмене данными между модулем и ПК UART порт модуля имеет уровень напряжения 2,8 В CMOS, поэтому необходимо добавить схему преобразования уровня RS-232 между ними. На рисунке ниже показано соединение между стандартным интерфейсом RS-232 и модулем. Пользователь должен убедиться, что микросхема преобразования уровня подключена к модулю. Напряжение IO составляет 2,8 В.

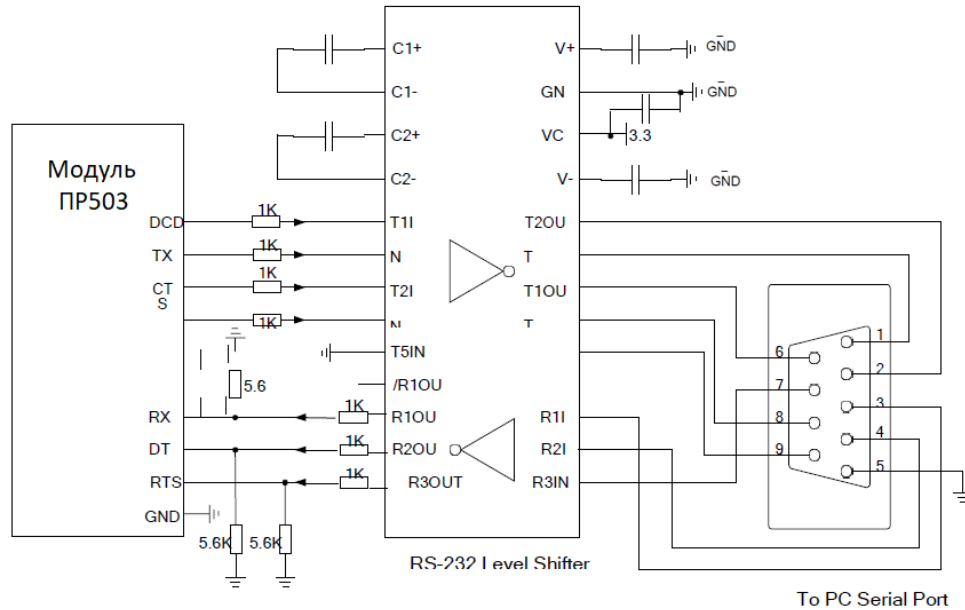


Рисунок 3.27. Схема согласования интерфейса RS-232

3.7 Аудиоинтерфейс

Модуль ПР503 имеет один аналоговый входной аудиоканал и два аналоговых выходных аудиоканала.

Таблица 3.14. Описание выводов аудиоинтерфейса

Интерфейс	Название вывода	Номер вывода	Описание
AIN/AOT1	MICP	1	Положительный дифференциальный аудиовход
	MICN	2	Отрицательный дифференциальный аудиовход
	SPKP	3	Дифференциальный положительный аудиовыход 1
	SPKN	4	Дифференциальный отрицательный аудиовыход 1
AIN/AOUT2	MICP	1	Положительный дифференциальный аудиовход
	MICN	2	Отрицательный дифференциальный аудиовход
	LOUDSPKP	54	Дифференциальный положительный аудиовыход 2
	LOUDSPKN	53	Дифференциальный отрицательный аудиовыход 2

Канал AIN можно использовать в качестве входа для микрофона. Все каналы AIN являются дифференциальными входами.

Канал AOUT1 может использоваться в качестве выхода для гарнитуры, обычно для портативных микрофонов, и является дифференциальным выходом.

Канал AOUT2 обычно используется для выхода динамика (встроенный усилитель класса АВ, способный выдавать до 800 мВт) и является дифференциальным выходом.

Канал AOUT2 также можно использовать как односторонний выход для подключения гарнитуры.

Все эти аудиоканалы поддерживают такие функции, как передача голоса и звонка, и могут переключаться между каналами с помощью команды AT+QAUDCH. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обратитесь к документации [1] раздела 8.

3.7.1 Снижение шума TDD и других помех

Электретные микрофоны со встроенной двойной емкостью РЧ-фильтра (например, 10 пФ и 33 пФ) рекомендуются для ручных микрофонов и микрофонов громкой связи для фильтрации РЧ-помех от источника сигнала, что значительно уменьшит шум при TDD. Конденсатор 33 пФ используется для фильтрации РЧ-помех, когда модуль работает на частоте 900 МГц. Если этот конденсатор не установлен, то во время разговора может быть слышен шум TDD. Конденсатор 10 пФ также используется для фильтрации РЧ-помех при работе модуля на частоте 1800 МГц.

Важно отметить, что точка резонанса конденсатора сильно зависит от материала и процесса его производства. Поэтому при выборе конденсатора необходимо проконсультироваться с поставщиком, чтобы выбрать наиболее подходящую емкость для фильтрации РЧ-шума на частотах GSM850/GSM900/DCS1800/PCS1900 МГц.

Серьезность РЧ-помех при передаче сигнала в сети GSM обычно зависит от схемы приложения клиента. В некоторых случаях TDD помехи GSM900 более серьезны, а в других случаях TDD помехи DCS1800. Поэтому заказчик может выбрать необходимую емкость фильтра по результатам испытаний.

Место установки конденсатора РЧ-фильтра на печатной плате должно быть как можно ближе к аудиоустройству или аудиоинтерфейсу, с максимально коротким согласованием, проходящим через конденсаторы фильтра, прежде чем попасть в другие узлы.

Расположение антенны должно быть как можно дальше от аудиокомпонентов и аудиоинтерфейса для уменьшения радио- и других помех. Линия питания и аудиопитания не должны быть параллельными и линия питания должна находиться как можно дальше от аудиопитания, насколько это возможно.

При согласовании дифференциальных сигналов необходимо соблюдать правила их подключения.

3.7.2 Интерфейс микрофона

Все каналы AIN обеспечиваются напряжением смещения электретного микрофона внутри модуля и не требуют дополнительных внешних схем смещения. Опорная схема канала микрофона выглядит следующим образом:

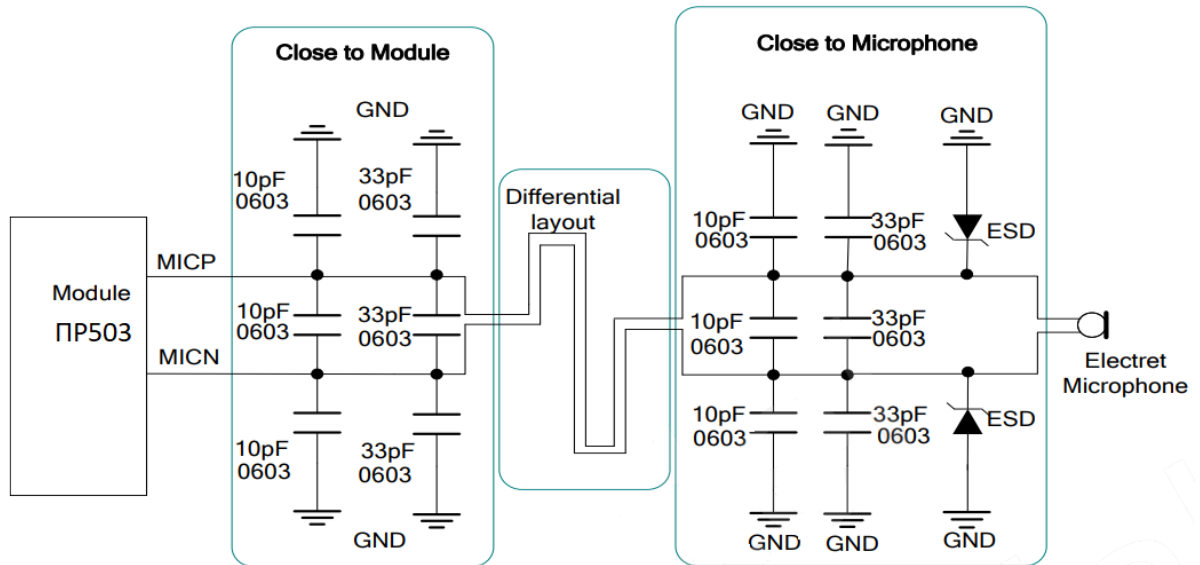


Рисунок 3.28. Опорная схема цепи AIN каналов микрофона

3.7.3 Схемы интерфейса приемника и динамиков

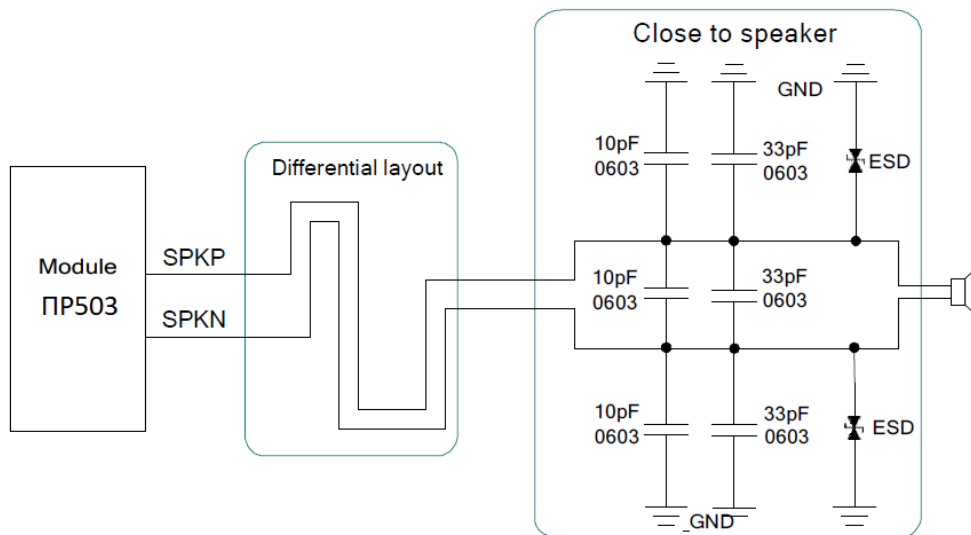


Рисунок 3.29. Опорная схема выхода гарнитуры AOUT1

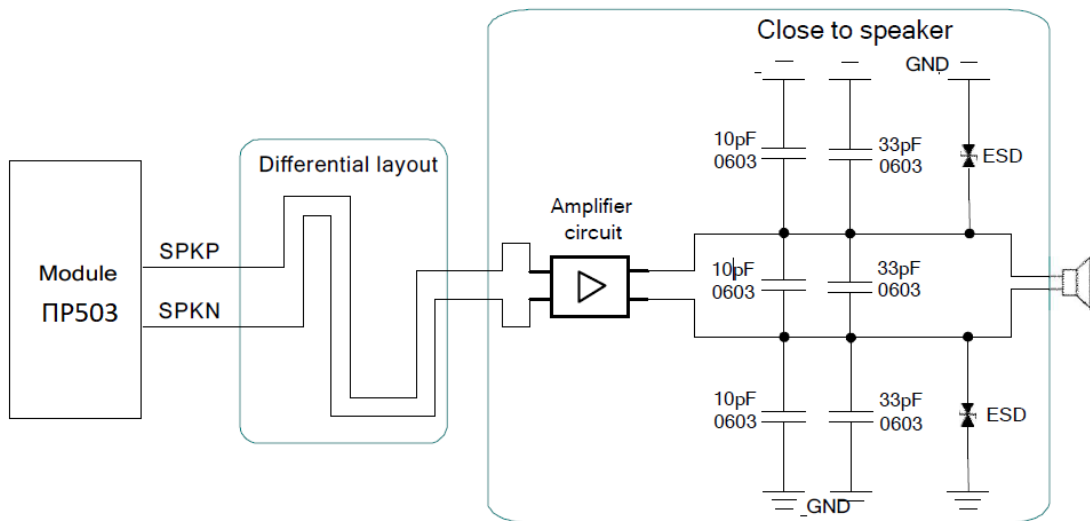


Рисунок 3.30. Опорная схема с выходом аудиоусилителя AOUT1

Для поиска аудиоусилителей с дифференциальным входом и выходом, пожалуйста, посетите сайт <http://www.ti.com>.

3.7.4 Схема интерфейса наушников

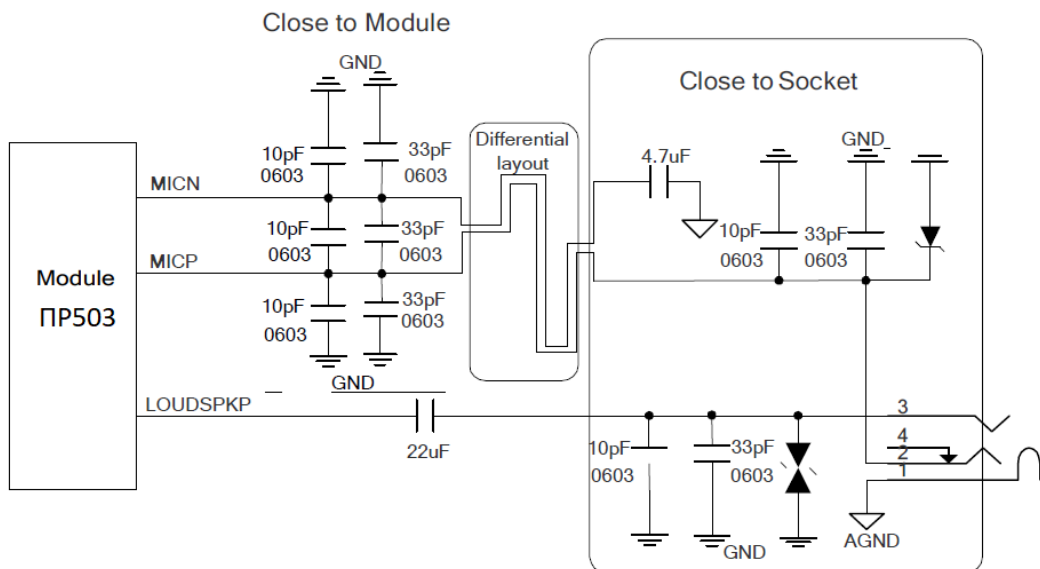


Рисунок 3.31. Опорная схема разъема для наушников

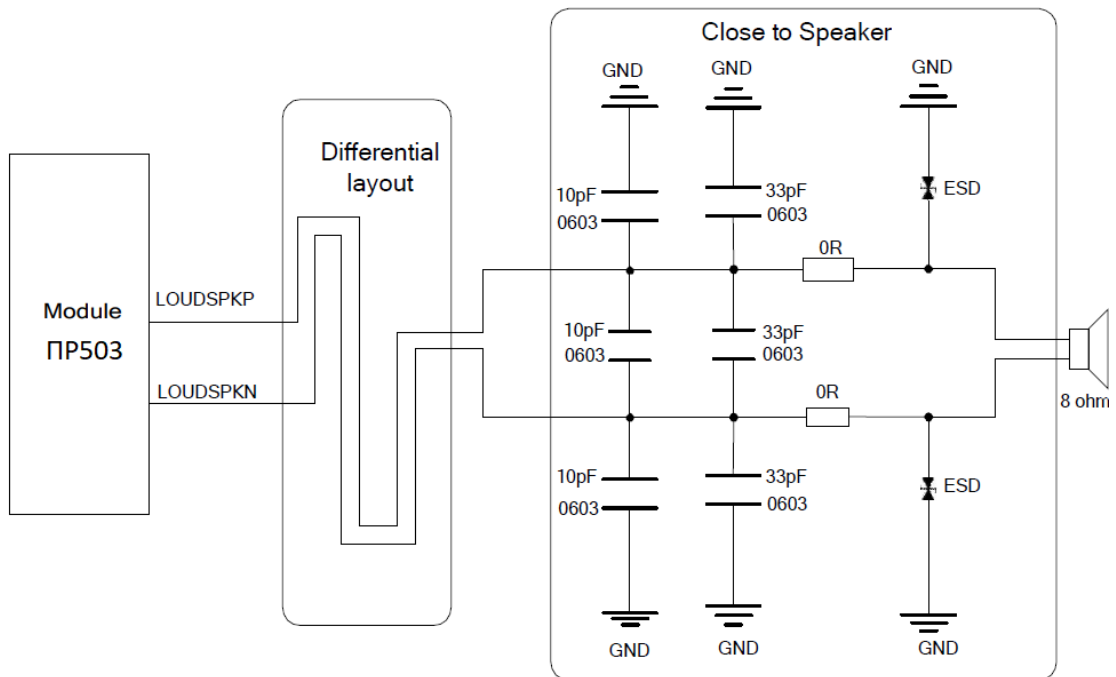


Рисунок 3.32. Опорная схема выходного сигнала наушников

3.7.5 Электрические характеристики аудиосигнала

Таблица 3.15. Характеристики электретного микрофона

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение
Рабочее напряжение, В	1,2	1,5	2,0
Рабочий ток, мкА	200	–	500
Импеданс, кОм	–	2,2	–

Таблица 3.16. Типовые характеристики аудиоинтерфейса

Параметр			Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение
AOUT1 Output	Односторонний	Импеданс, Ом	–	32	–
		Контрольный уровень, V _{pp}	0	–	2,4
	Дифференциальный	Импеданс, Ом	–	32	–
		Контрольный уровень, V _{pp}	0	–	4,8
AOUT2 Output	Дифференциальный	Импеданс, Ом	–	8	–
		Контрольный уровень, V _{pp}	0	–	2×VBAT
	Односторонний	Импеданс, Ом	–	8	–
		Контрольный уровень, V _{pp}	0	–	VBAT

3.8 Интерфейс PCM

ПР503 поддерживает интерфейс PCM для передачи цифрового аудиосигнала между модулем и устройством. Интерфейс состоит из тактового импульса (PCM_CLK), кадровой синхронизации сигнала (PCM_SYNC), сигнальных линий данных приема (PCM_IN) и данных передачи (PCM_OUT).

PCM (импульсно-кодовая модуляция) – это преобразование аналогового сигнала с непрерывным временем и непрерывной величиной в цифровой сигнал с дискретным временем и величиной, с последующей передачей его по каналу. Одним словом, импульсно-кодовая модуляция – это процесс выборки аналогового сигнала, а затем квантования и кодирования амплитуды выборки.

Таблица 3.17. Описание выводов интерфейса PCM

Название вывода	Номер вывода	Ввод/ Вывод	Описание	Примечания
PCM_OUT	60	DO	Выход данных PCM	Напряжение питания 2,8 В
PCM_IN	62	DI	Вход данных PCM	
PCM_CLK	9	DO	Выход тактовой частоты PCM	
PCM_SYNC	61	DO	Выход сигнала синхронизации данных PCM	

3.8.1 Конфигурация параметров

Благодаря программной настраиваемости, ПР503 поддерживает кодированный линейный 16-битный формат PCM; он имеет частоту дискретизации 8 кГц и частоту тактового сигнала 256 кГц; при этом модуль может использоваться только в качестве задающего устройства PCM. Кроме того, интерфейс поддерживает синхронизацию как длинных, так и коротких кадров и поддерживает MSB. Для получения более подробной информации, пожалуйста, ознакомьтесь с приведенной ниже таблицей.

Таблица 3.18. Конфигурация параметров PCM

PCM	Описание
Формат интерфейса	Линейный
Длина данных	Линейность: 16 разрядов
Частота дискретизации речевого сигнала	8 кГц
Источники синхронизации и тактовой частоты PCM	Модуль является ведущим устройством для PCM: он обеспечивает тактовую частоту PCM и является источником синхронизации
Частота сигнала синхронизации PCM	8 кГц
Тактовая частота PCM	Модуль в качестве ведущего PCM: 256 кГц (линейный)
Формат сигнала синхронизации PCM	Длинные кадры/короткие кадры
Сортировка данных PCM	По первому старшему биту
Комплементарные нули	Не поддерживается
Расширения символов	Не поддерживается

3.8.2 Синхронизация

Интерфейс РСМ имеет частоту дискретизации 8 кГц и частоту тактового сигнала 256 кГц. Каждый кадр имеет длину 32 бита, из которых старшие 16 бит являются действительными, а младшие 16 бит совпадают со старшими 16 битами данных. Временные диаграммы для различных форматов кадров показаны на двух рисунках ниже.

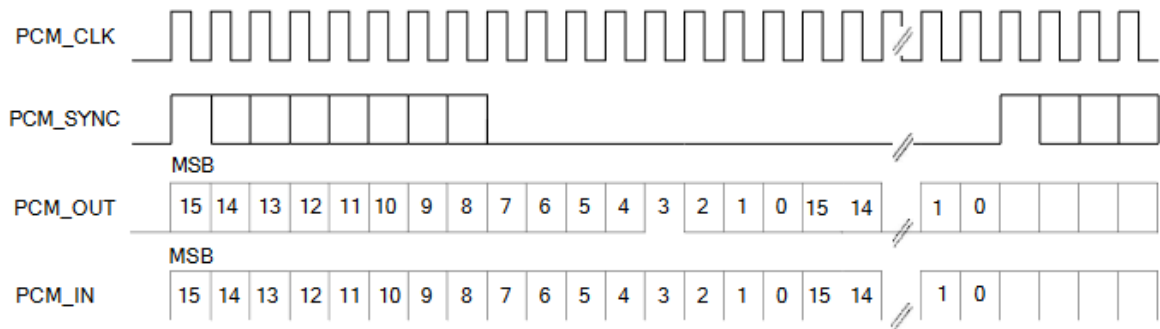


Рисунок 3.33. Временная диаграмма формата длинного кадра

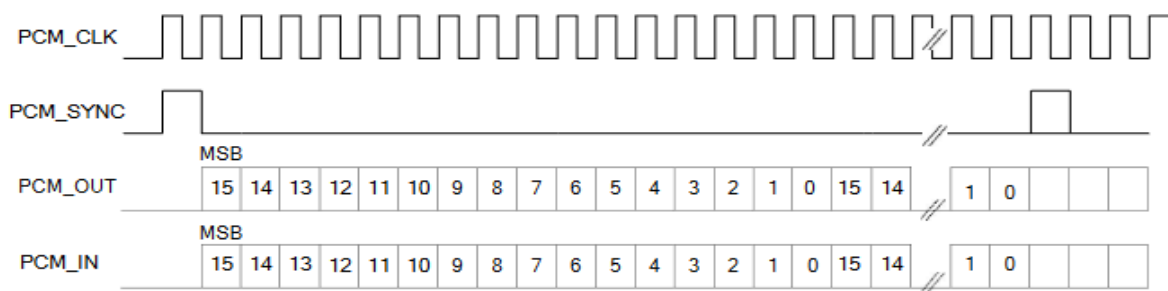


Рисунок 3.34. Временная диаграмма для форматов коротких кадров

3.8.3 Конструкция программного модуля

ПР503 может использоваться только в качестве ведущего устройства РСМ для обеспечения источника тактовых импульсов и источника сигнала синхронизации для шины РСМ. Поток сигналов и их соединения показано на следующей схеме:

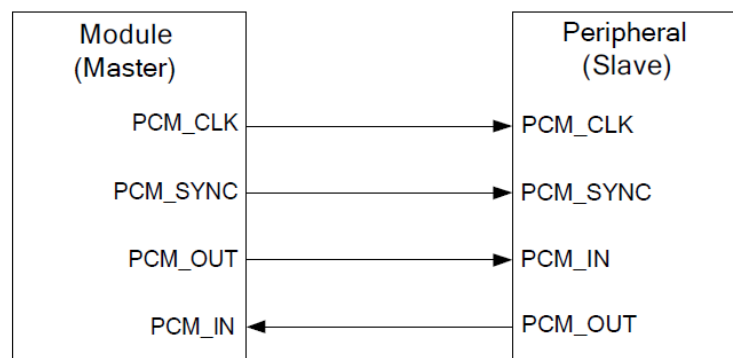


Рисунок 3.35. Опорная схема сигналов РСМ

3.8.4 АТ-команды

Существуют две АТ-команды для конфигурации РСМ: АТ+QPCMON и АТ+QPCMVOL, которые описаны ниже.

Режим работы РСМ может быть настроен с помощью АТ+QPCMON.

Формат команды: АТ+QPCMON=режим,Sync_Type,Sync_Length,SignExtension,MSBFirst

Таблица 3.19. Параметры конфигурации команды АТ+QPCMON

Параметр	Диапазон значений	Описание
Mode	0, 2	0: РСМ выключен 2: Канал РСМ включается только во время разговора.
Sync_Type	0 – 1	0: синхронизация короткого кадра 1: Синхронизация длинного кадра
Sync_Length	1 – 8	Программная настройка до 8 бит для синхронизации длинных кадров
Sign Extension	0 – 1	Не поддерживается
MSB First	0 – 1	0: Первым идет старший разряд 1: Не поддерживается

Громкость входа и выхода РСМ можно настроить с помощью команды АТ+QPCMVOL.

Формат команды: АТ+QPCMVOL=vol_pcm_in,vol_pcm_out

Таблица 3.20. Параметры конфигурации команды АТ+QPCMVOL

Параметр	Диапазон значений	Описание
vol_pcm_in	0 – 32767	Настройка громкости входного сигнала
vol_pcm_out	0 – 32767	Рекомендуется, чтобы значение vol_pcm_out не превышало 16384, иначе это может вызвать такие проблемы, как прерывистый звук.

3.9 Интерфейс SIM-карты

Интерфейс SIM-карты поддерживает функции спецификации GSM Phase 1, а также функции спецификации GSM Phase 2+ для SIM-карты FAST 64 кбит/с (для комплекта SIM-приложений).

Питание SIM-карты осуществляется через внутренний источник питания модуля, который поддерживает питание 1,8 В и 3,0 В.

Таблица 3.21. Описание выводов интерфейса SIM-карты

Название вывода	Номер вывода	Описание	Другие функции ¹⁾
VSIM1	18	Источник питания для SIM1; автоматическое определение рабочего напряжения SIM-карты; точность 3,0 В ± 5% и 1,8 В ± 5%; максимальный ток питания 10 мА	—
SIM1_SCLK	19	Тактовый вывод SIM1	—
SIM1_SIO	21	Контакт ввода/вывода данных SIM1	—
SIM1_SRST	20	Вывод сброса настроек SIM1	—
SIM_GND	16	Заземляющий вывод SIM-карты	—

¹⁾ Контакты ввода/вывода с мультиплексированными функциями. Чтобы избежать конфликтов между ними, одновременно можно использовать только одну функцию.

На следующем рисунке показана опорная схема интерфейса с использованием 8-контактного держателя SIM-карты:

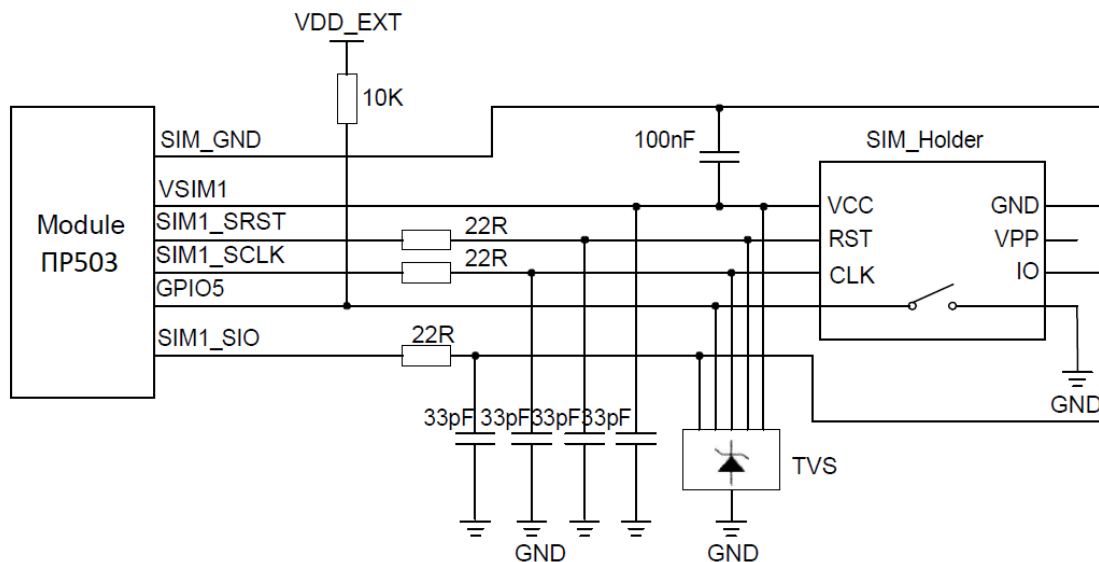


Рисунок 3.36. Принципиальная схема 8-выводного держателя SIM-карты

Если функция обнаружения карты SIM1 не используется, оставьте вывод GPIO5 не подключенным. На следующей схеме показана принципиальная схема 6-контактного держателя карты SIM1:

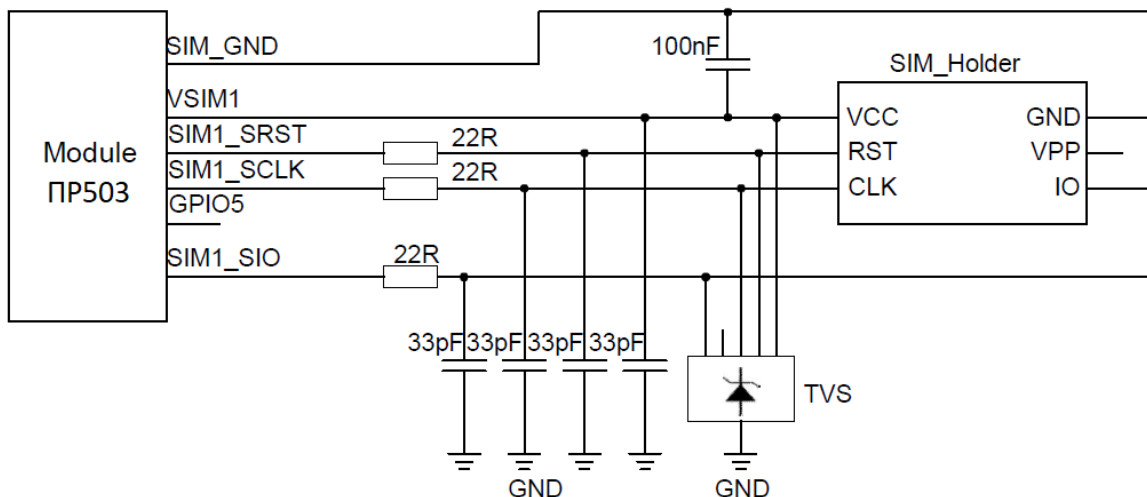


Рисунок 3.37. Принципиальная схема 6-контактного держателя карты SIM1

При разработке схемы интерфейса SIM-карты, чтобы обеспечить хорошую работу и исключить ее повреждение, рекомендуется придерживаться следующих принципов проектирования:

- установите держатель SIM-карты в непосредственной близости с модулем. Длина дорожек на печатной плате не должна превышать 200 мм;
- расположите держатель SIM-карты и дорожки на печатной плате вдали от линий питания модуля RF и VBAT;
- убедитесь, что заземление между держателем SIM-карты и SIM_GND модуля короткое и широкое. Для поддержания одинакового электрического потенциала ширина заземления должна быть не менее 0,5 мм. Шунтирующая емкость между VSIM1 и GND не превышает 1 нФ и расположена рядом с держателем SIM-карты;
- чтобы предотвратить перекрестные помехи сигналов SIM_SCLK и SIM1_SIO, их проводка не должна располагаться слишком близко, а между двумя дорожками следует добавить вывод заземления. Кроме того, сигнал SIM_SRST также необходимо заземлить;
- для обеспечения хороших показателей ESD рекомендуется добавить TVS-диод к контактам SIM-карты. Выберите TVS-диод с паразитной емкостью не более 50 пФ. Более подробную информацию об используемых устройствах защиты от электростатического разряда можно найти на сайте <http://www.onsemi.com>. Устройства ESD-защиты должны быть расположены как можно ближе к держателю SIM-карты, а сигнал SIM-карты должен быть направлен от держателя к устройствам ESD-защиты, а затем от него к модулю. Для подавления паразитных электромагнитных помех и усиления защиты от ESD требуется установить последовательно включенный резистор 22 Ом между модулем и SIM-картой. Периферийные элементы SIM-карты должны располагаться как можно ближе к держателю SIM-карты;
- подключите конденсаторы 33 пФ параллельно к SIM1_SIO, VSIM1, SIM_SCLK и SIM_SRST для фильтрации РЧ-помех.

3.10 АЦП

Модуль ПР503 предоставляет один внешний интерфейс АЦП, который можно использовать для считывания значения напряжения аналогового входа на канале АЦП с помощью команды AT+QADC. Для обеспечения точного сбора данных и предотвращения помех от источника питания и других РЧ-сигналов рекомендуется заземлять АЦП. Для получения дополнительной информации об этой AT-команде, пожалуйста, обратитесь к документации [1] раздела 8.

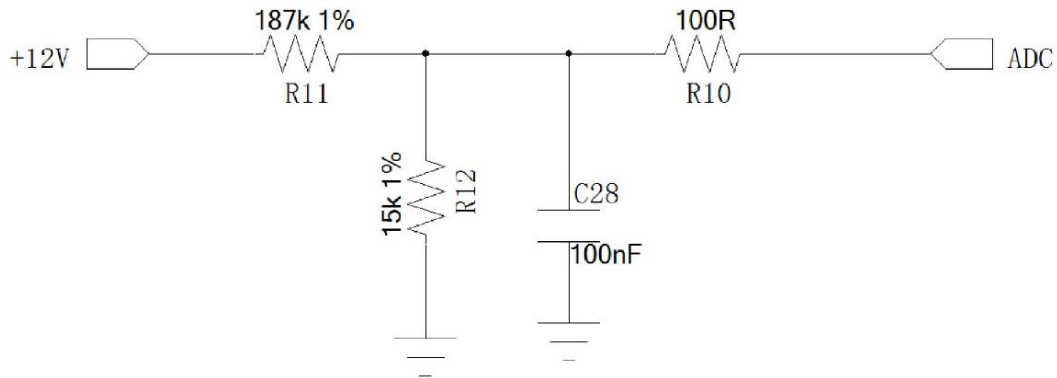


Рисунок 3.38. Принципиальная схема внешнего контрольного АЦП

Таблица 3.22. Описание выводов АЦП

Название вывода	Номер вывода	Описание
АЦП	6	Интерфейс аналого-цифрового преобразователя

Таблица 3.23. Характеристики АЦП

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение
Диапазон напряжения, В	0	2,7	2,72
Разрешение АЦП, бит	–	10	–
Погрешность АЦП, мВ	–	2,7	–

3.11 Интерфейс сигналов RI

Таблица 3.24. Статус сигнала RI

Статус	Отклик RI
Standby (режим ожидания)	Высокий уровень
Голосовой вызов	Снижается при звонке, после чего: 1) повышается при вызове; 2) если повесить трубку с помощью команды ATH, RI становится высоким; 3) если абонент кладет трубку, RI сначала переходит на высокий уровень, а затем на низкий с задержкой 120 мс; потом модуль автоматически выдает URC-сообщение NO CARRIER, а затем снова переходит на высокий уровень; 4) уровень повышается, когда получено SMS-сообщение
Короткое сообщение	Когда SMS получено, RI становится низким на 120 мс, а затем снова становится высоким.
URC	Снижение уровня RI на 120 мс срабатывает при получении определенного сообщения URC. Для более подробной информации см. документацию [2]

Если модуль используется в качестве вызывающего устройства, RI будет поддерживать высокий уровень, пока не будет получено сообщение URC или SMS. Когда модуль используется в качестве приемника, синхронизация RI происходит следующим образом:

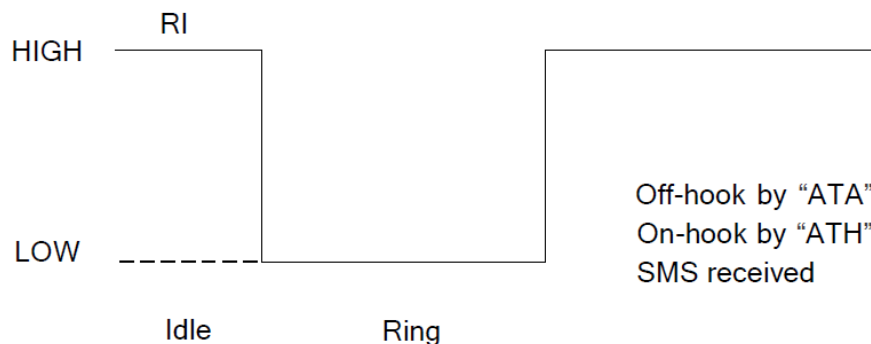


Рисунок 3.39. Временная развертка RI при использовании модуля в качестве приемника во время голосового вызова

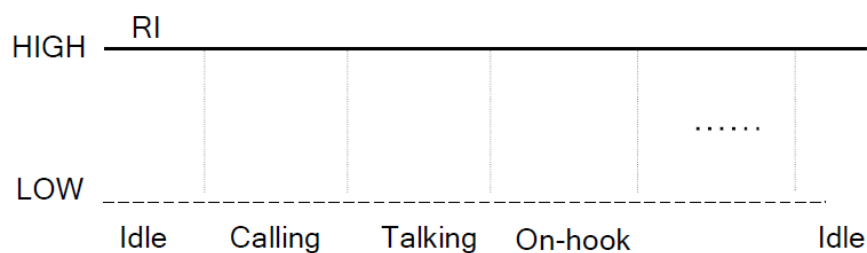


Рисунок 3.40. Временная развертка RI при использовании модуля в качестве вызывающего устройства

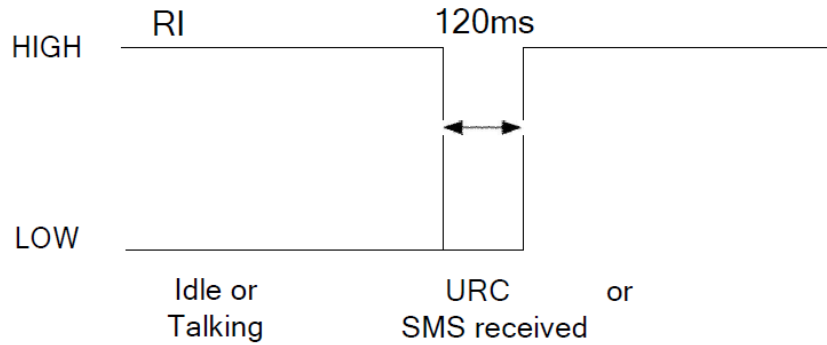


Рисунок 3.41. Временная развертка RI при получении сообщения URC или SMS

3.12 Индикация статуса сети

Сигнал вывода NETLIGHT может использоваться для индикации состояния сети. Статусы работы этого вывода показаны в таблице ниже. Принципиальная схема подключения индикатора показана на рисунке ниже.

Таблица 3.25. Рабочий статус NETLIGHT

Высокий и низкий уровень NETLIGHT	Рабочий статус модуля
Постоянный низкий уровень (индикатор выключен)	Модуль не работает
Высокий 64 мс (индикатор включен)/ Низкий 800 мс (индикатор выключен)	Модуль не зарегистрирован в сети
Высокий 64 мс (индикатор включен)/ Низкий 2000 мс (индикатор выключен)	Регистрация модуля в сети
Высокий 64 мс (индикатор включен)/ Низкий 600 мс (индикатор выключен)	Передача данных по GPRS

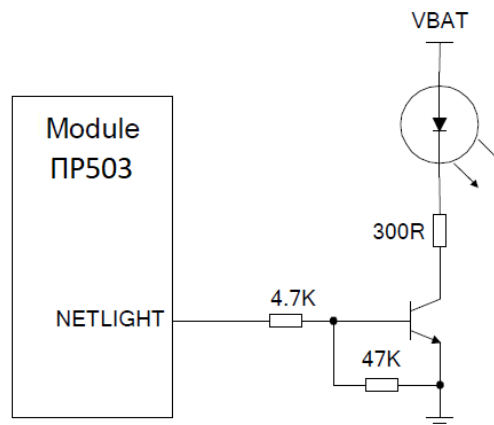


Рисунок 3.42. Принципиальная схема подключения NETLIGHT

3.13 Автономная технология AGPS EASY™

Высокая чувствительность захвата может быть достигнута, если модуль содержит вспомогательную информацию, такую как эфемериды, альманах, последнее положение, время и статус спутника, а также быстрый TTFF; эта технология называется EASY™. GNSS модуля ПР503 поддерживает эту функцию.

Технология EASY™ действует как встроенное в модуль ПО. Он прогнозирует навигационную информацию на основе полученных эфемерид с целью достижения ускоренного TTFF. GNSS-модуль автоматически рассчитывает и прогнозирует орбитальную информацию на срок до трех дней после первого получения транслируемой эфемериды и сохраняет эту информацию в памяти. Сохраненная информация будет использоваться для определения местоположения при отсутствии достаточной спутниковой информации, поэтому данная функция способствует определению местоположения и повышению качества TTFF.

Функция EASY™ уменьшает TTFF до 5 секунд при теплом запуске (Back Domain должен быть активен). Для того чтобы приемник GNSS мог получать больше информации об эфемеридах в реальном времени, он должен ловить информацию о спутниках в течение не менее 5 минут при хорошем сигнале после позиционирования.

Функция EASY™ включена по умолчанию. Отправьте команду "\$PMTK869,1,0*34", чтобы ее отключить.

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обратитесь к документации [2] раздела 8.

3.14 Технология EPO™ Offline AGPS

EPO™ (Расширенное прогнозирование орбиты) – это ведущая в мире технология, которая поддерживается модулем ПР503.

Когда модуль включен, отправьте AT-команду AT+QGNSSEPO=1 для активации функции EPO™. Когда модуль GSM обнаруживает, что EPO данные больше не доступны, то эти данные автоматически загружаются с сервера MTK на GSM-модуль через сеть GSM/GPRS. Процесс загрузки начинается с загрузки 6-часовых данных EPO (4 КБ) для быстрого определения начального местоположения, затем загружаются две копии 3-дневных данных EPO (96 КБ), что делает данные EPO действительными в течение до 6 дней, избавляет от необходимости повторной загрузки этих данных при каждом включении питания и снижая трафик сети GSM/GPRS. Когда GNSS-модуль обнаруживает, что локальные данные EPO больше не действительны, она загружает данные EPO с помощью модуля GSM.

Отправка команды AT+QGNSSEPO=0 отключает функцию EPO™.

Более подробно о функции EPO™ см. документацию [15] раздела 8.

Примечание – Перед загрузкой данных EPO убедитесь, что функция EPO™ включена.

3.15 Дополнительная функция QuecFastFix Online

На основе функции EPO™, функция QuecFastFix Online добавляет информацию о реальном времени и справочном местоположении (широта и долгота опорной позиции). Это помогает GNSS модулю достичь быстрого позиционирования и сократить время определения местоположения при холодном старте. После передачи данных EPO в GNSS, информация об опорном местоположении сразу будет загружена в GNSS. Для получения более подробной информации см. документацию [15] раздела 8.

3.16 Многотональная функция АИС

Многотональная функция АИС (активное подавление помех), встроенная в модуль ПР503, эффективно подавляет РЧ-шумы, генерируемые Wi-Fi, GSM, 3G и 4G. В модуль встроено до 12 многотональных АИС для эффективного подавления помех узкополосного сигнала. Благодаря встроенной функции Multi-tone АИС, спутниковые сигналы могут быть демодулированы от сигналов помех, что обеспечивает более высокую точность навигации.

Функция АИС включена по умолчанию, при этом потребление тока увеличивается примерно на 1 мА при VCC=3,3 В.

Следующие команды могут использоваться для установки функции АИС:

- включить функцию АИС: \$PMTK 286,1*23 ;
- отключить функцию АИС: \$PMTK 286,0*22 .

3.17 Технология LOCUS

LOCUS – это технология, которая поддерживает автономную запись информации журнала и автоматическое сохранение данных спутниковой навигации во внутреннюю флэш-память для точного анализа пользователем этих данных.

Отправьте команду PMTK – \$PMTK185,0*22, чтобы включить эту функцию. Когда модуль включен, он может находиться в спящем режиме для снижения энергопотребления и не нуждается в постоянном получении данных NMEA. Модуль ПР503 может обеспечить более 16 часов ведения журнала.

Ниже приведены подробные шаги для использования этой функции:

- модуль уже позиционирован (действует только в ситуациях 3D_fixed);
- отправьте команду PMTK – \$PMTK184,1*22, чтобы стереть внутреннюю флэш-память;
- отправьте команду PMTK – \$PMTK185,0*22 для начала записи информации в журнал;
- модуль регистрирует основную информацию (время UTC, широту, долготу и высоту) во внутренней флэш-памяти каждые 15 секунд;
- отправьте команду PMTK – \$PMTK185,1*23 для прекращения записи информации в журнал;
- MCU может получить соответствующую информацию о данных, отправив модулю команду PMTK – \$PMTK622,1*29.

Команда PMTK – \$PMTK183*38 запрашивает, включена или выключена технология LOCUS.

Необработанные данные, полученные MCU, должны быть разобраны кодом синтаксического анализатора Quectel LOCUS. Для получения подробной информации обратитесь в службу технической поддержки [Quectel](#).

3.18 ШИМ

Диапазон частот ШИМ составляет от 0 до 2 кГц, пользователь может выбрать выходную частоту и рабочий цикл с помощью команды AT+SPWM. Для получения дополнительной информации о том, как использовать команду AT, обратитесь к документации [1] раздела 8.

Пример

Контакт ШИМ можно использовать для управления звуковым сигналом. Громкость звукового сигнала можно установить с помощью команды "AT+CRSL".

Принципиальная схема ШИМ представлена на рисунке ниже.

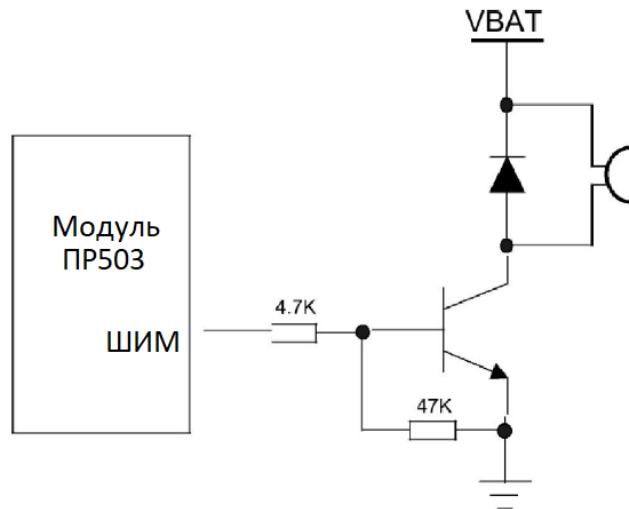


Рисунок 3.43. Принципиальная схема ШИМ

Примечание – По умолчанию ПО использует ШИМ в качестве выхода широтно-импульсной модуляции, если вам необходимо использовать мультиплексирование GPIO, пожалуйста, обращайтесь в компанию Getcharm smart.

4 Антенный интерфейс

ПР503 содержит три антенных интерфейса: антенные интерфейсы GSM, GNSS и Bluetooth. Вывод 41 - вход антенны GSM, вывод 15 - вход антенны GNSS и вывод 32 - вход антенны Bluetooth. Антенные интерфейсы GSM, GNSS и Bluetooth имеют характеристический импеданс 50 Ом.

4.1 Интерфейс антенны GSM

Модуль ПР503 имеет контакт RF_ANT интерфейса антенны GSM.

Таблица 4.1. Описание выводов антенны GSM

Наименование	Номер вывода	Назначение
GND	40	Наземная
RF_ANT	41	Интерфейс антенны GSM
GND	42	Наземная

4.1.1 Опорный вариант схемы

При разработке периферийных схем антенного интерфейса рекомендуется предусмотреть схемы согласования, чтобы иметь возможность лучше регулировать РЧ-характеристики. Опорная схема для подключения антенны показана на рисунке ниже.

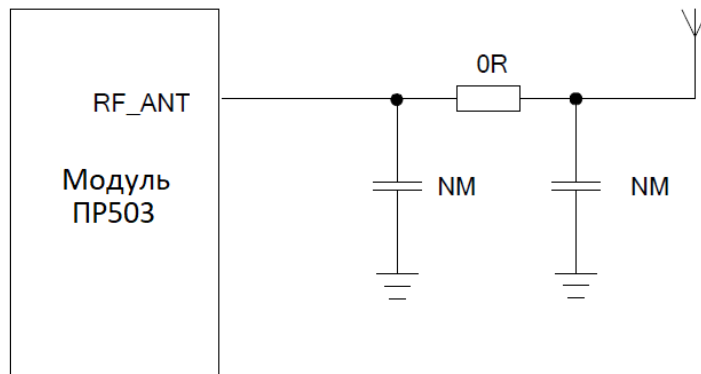


Рисунок 4.1. Опорная схема для подключения антенны

Модуль ПР503 обеспечивает высокочастотный интерфейс для подключения внешней антенны. Радиочастотное согласование между соответствующим выводом модуля и концом антенны должно представлять собой копланарный волновод или микрополосковую линию с импедансом около 50 Ом. Модуль ПР503 имеет две площадки заземления на каждой стороне интерфейса для лучшей регулировки РЧ-характеристик.

Для того чтобы свести к минимуму потери при выравнивании РЧ-сигнала или в РЧ-кабеле, необходимо тщательное проектирование. Рекомендуется, чтобы потери в линии и антенне соответствовали требованиям двух приведенных ниже таблиц:

Таблица 4.2. Требования к потерям в линии

Частотный диапазон	Требования
GSM850 EGSM900	Потери в линии менее 1 дБ
DCS1800 PCS1900	Потери в линии менее 1,5 дБ

Таблица 4.3. Требования к антенне

Параметр	Требования
Частотный диапазон	Зависит от диапазона, предлагаемого оператором связи
Коэффициент стоячей волны по напряжению	менее 2
Коэффициент усиления, дБи	1
Максимальная потребляемая мощность, Вт	50
Входной импеданс, Ом	50
Тип поляризации	Вертикальная поляризация

4.1.1 Выходная мощность РЧ-сигнала

Таблица 4.4. Передаваемая РЧ-мощность

Частота	Максимальное значение	Минимальное значение
GSM850	33 дБм ± 2 дБ	5 дБм ± 5 дБ
EGSM900	33 дБм ± 2 дБ	5 дБм ± 5 дБ
DCS1800	30 дБм ± 2 дБ	0 дБм ± 5 дБ
PCS1900	30 дБм ± 2 дБ	0 дБм ± 5 дБ

Примечание – В режиме GPRS 4 lot TX максимальная выходная мощность снижается на 2,5 дБ. Конструкция соответствует спецификации GSM 3GPP TS 51.010-1 13.16.

4.1.2 Чувствительность приема радиочастот

Таблица 4.5. Чувствительность приема радиочастот

Частота	Чувствительность приёма
GSM850	менее -110 дБм
EGSM900	менее -110 дБм
DCS1800	менее -110 дБм
PCS1900	менее -110 дБм

4.1.3 Рабочие частоты

Таблица 4.6. Рабочая частота модуля

Частота	Частота приема	Частота передачи	Абсолютный радиочастотный номер канала
GSM850	869 – 894 МГц	824 – 849 МГц	128 – 251
EGSM900	925 – 960 МГц	880 – 915 МГц	0 – 124, 975 – 1023
DCS1800	1805 – 1880 МГц	1710 – 1785 МГц	512 – 885
PCS1900	1930 – 1990 МГц	1850 – 1910 МГц	512 – 810

4.1.4 Рекомендуемый метод радиочастотной пайки

Если радиочастотный разъем внешней антенны подключается к модулю с помощью пайки, то обратите внимание на способ зачистки соединительного провода и сам метод пайки. Пожалуйста, следуйте правильному методу пайки, приведенному на схеме ниже, чтобы избежать увеличения потерь в проводах.

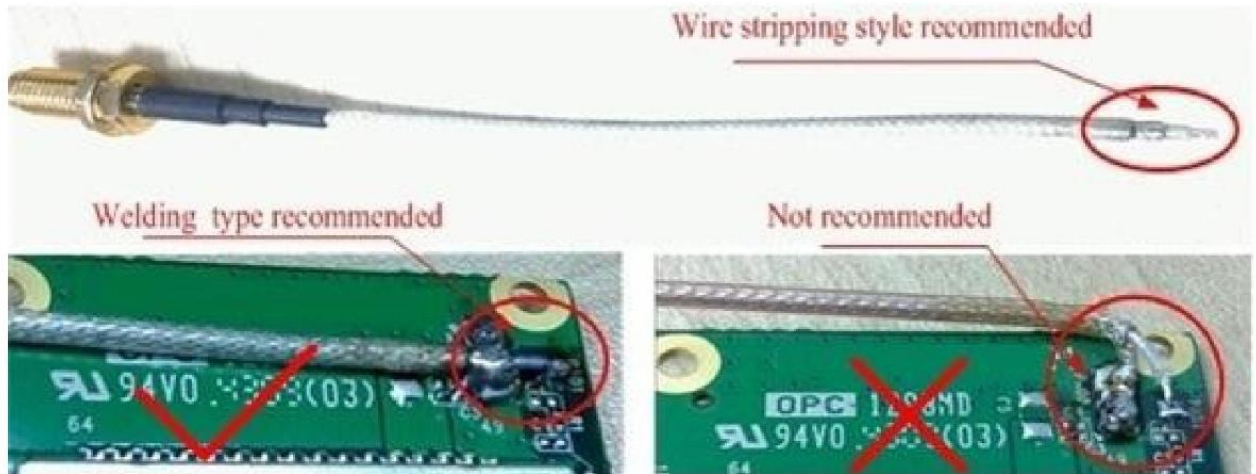


Рисунок 4.2. Способы пайки антенного разъема

4.2 Интерфейс антенны GNSS

Компонент GNSS модуля ПР503 имеет интерфейсы для антенн GPS и BeiDou. Радиочастотный сигнал подается с контакта GNSS_ANT. Импеданс согласования должен регулироваться до 50 Ом, а само согласование должно быть как можно короче.

4.2.1 Технические характеристики антенны

Модуль может использовать активные или пассивные антенны для приема сигналов спутников GPS/BeiDou. В таблице ниже приведены рекомендуемые характеристики антенны:

Таблица 4.7. Рекомендуемые характеристики антенны

Тип антенны	Спецификация
Пассивная антенна	Частота GPS: $1575,42 \pm 2$ МГц Частота BeiDou: $1561,098 \pm 2$ МГц Коэффициент стоячей волны менее 2 (тип.) Поляризация: правая круговая или линейная Усиление: более 0 дБи
Активная антенна	Частота GPS: $1575,42 \pm 2$ МГц Частота BeiDou: $1561,098 \pm 2$ МГц Коэффициент стоячей волны менее 2 (тип.) Поляризация: правая круговая или линейная Коэффициент шума: менее 1,5 дБ Усиление (антенна): более -2 дБи Усиление (встроенный LNA): 20 дБ (тип.) Общий коэффициент усиления: более 18 дБи (тип.)

4.2.2 Активная антенна

На диаграмме ниже показана опорная схема с использованием активной антенны. Активная антенна питается от GNSS_VCC.

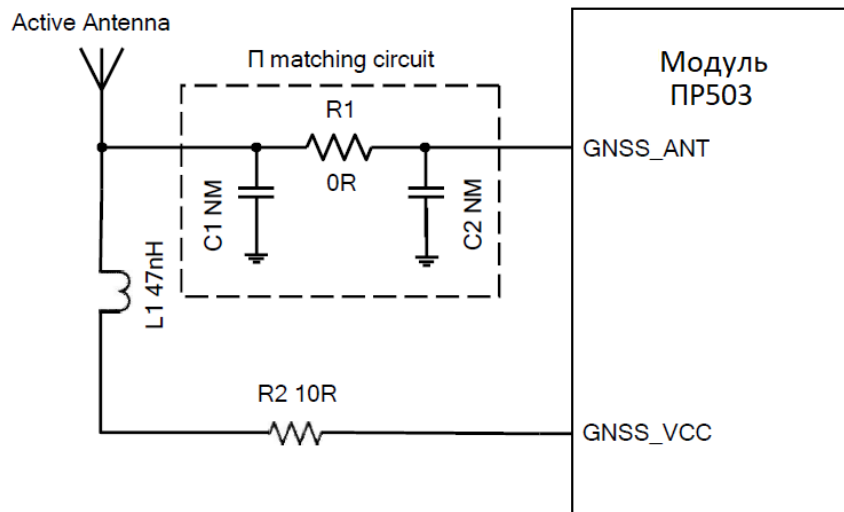


Рисунок 4.3. Опорная схема активной антенны

C1, R1 и C2 образуют рекомендуемую согласующую цепь, предназначенную для настройки импеданса антенны. Значения C1, C2 по умолчанию не устанавливаются, ставится только резистор R1 равный 0 Ом.

Внешняя активная антенна питается от GNSS_VCC от 2,8 В до 4,3 В с типовым значением 3,3 В. Если напряжение не соответствует требованиям к мощности активной антенны, для питания следует использовать внешний LDO.

Индуктивность L1 действует как ограничитель радиочастотного сигнала для изоляции сигнала от GNSS_VCC, рекомендуется, чтобы значение L1 было не менее 47 нГ. Это защищает активную антенну в случае короткого замыкания на землю.

Примечание – В схеме в универсальном исполнении питание GNSS_VCC управляется модулем GSM с помощью AT-команд.

4.2.3 Пассивная антенна

На диаграмме ниже показана опорная схема при использовании пассивной антенны.

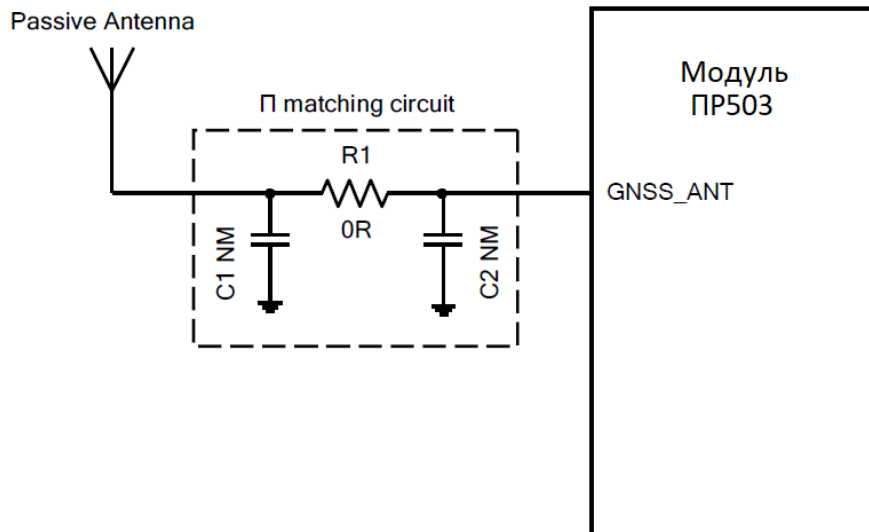


Рисунок 4.4. Опорная схема пассивной антенны

C1, R1 и C2 образуют согласующую цепь, которую рекомендуется использовать для настройки импеданса антенны. По умолчанию C1, C2 не установлены, кроме резистора R1 сопротивлением 0 Ом. Импеданс радиочастотного согласования должен составлять около 50 Ом, и чем короче согласование, тем лучше.

4.2.4 Интерфейс антенны Bluetooth

Вывод антенны Bluetooth модуля – BT_ANT, а контакты определены в следующей таблице.

Таблица 4.8. Описание выводов антенны Bluetooth

Наименование вывода	Номер вывода	Назначение
BT_ANT	32	Интерфейс антенны Bluetooth
GND	31	Наземная

Для достижения наилучших характеристик внешняя антенна должна быть правильно согласована. Поэтому рекомендуется зарезервировать согласующие цепи. Принципиальная схема подключения антенны приведена на рисунке ниже.

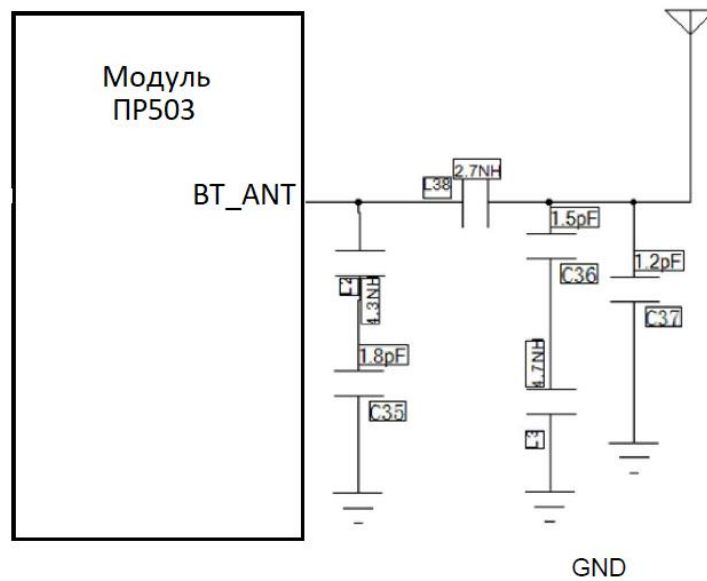


Рисунок 4.5. Опорная схема Bluetooth

При размещении компонентов и согласовании радиочастот необходимо придерживаться следующих принципов:

- согласующая цепь антенны должна быть расположена как можно ближе к антенне;
- радиочастотный канал от контакта BT_ANT модуля до антенны должен иметь импеданс 50 Ом;
- радиочастотный канал от вывода BT_ANT модуля до антенны должен проходить вдали от высокоскоростных сигнальных линий и сильных источников помех, избегая пересечения или параллелизма с любыми сигнальными линиями на соседних участках.

5 Электрические характеристики и надежность

5.1 Абсолютный максимум номинальных значений

В таблице ниже показаны абсолютные максимальные номинальные значения для питания и напряжения на цифровых и аналоговых выводах модуля.

Таблица 5.1. Абсолютные максимальные значения

Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение
VBAT, В	-0,3	+4,73
GNSS_VCC, В	-0,3	+4,5
Пиковый ток источника питания, А	0	2
Средний ток источника питания (в течение одного TDMA-кадра), А	0	0,7
Напряжение на входе цифрового сигнала, В	-0,3	3,08
Напряжение на входе аналогового сигнала, В	-0,3	3,08
Напряжение на цифровых/аналоговых выводах в режиме пониженного энергопотребления, В	-0,25	0,25

5.2 Рабочая температура

Рабочая температура модуля указана в таблице ниже.

Таблица 5.2. Рабочая температура

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение
Нормальная рабочая температура ¹⁾ , °С	-35	+25	75
Расширенный диапазон температур ²⁾ , °С	-40	–	85

¹⁾ Указанные характеристики модуля соответствуют требованиям стандарта 3GPP при работе модуля в данном диапазоне температур.

²⁾ При работе модуля в этом диапазоне температур, он может поддерживать нормальное рабочее состояние при передаче голоса, SMS, данных, экстренном вызове. Модуль не будет испытывать неустраняемых сбоев; радиочастотный спектр и сеть практически не затронуты. Значения таких параметров, как выходная мощность, могут выходить за пределы диапазона стандарта 3GPP. Когда температура возвращается в нормальный диапазон рабочих температур, технические характеристики модуля по-прежнему соответствуют стандарту 3GPP.

5.3 Номинальные параметры источника питания

Таблица 5.3. Номинальные параметры источника питания модуля GSM (функция GNSS выключена)

Параметр	Описание	Условия	Мин. значение	Типовое значение	Макс. значение
V _{BAT}	Напряжение питания	Напряжение должно оставаться в пределах минимальных и максимальных значений, включая падение напряжения, пульсации и скачки	3,3 В	4,0 В	4,3 В
	Падение напряжения во время передачи импульса	Максимальный уровень регулирования мощности на GSM850 и EGSM900	–	–	400 мВ
I _{V_{BAT}}	Среднее потребление тока	Режим отключения питания Спящий режим @DRX=5	–	220 мкА 1,2 мА	–
		Режим минимальной функциональности AT+CFUN=0 Режим ожидания Режим сна AT+CFUN=4 Режим ожидания Режим сна	–	13 мА 0,68 мА 13 мА 0,73 мА	–
		Режим вызова GSM850/EGSM900 ¹⁾ DCS1800/PCS1900 ²⁾	–	208/209 мА 142/146 мА	–
		Режим DATA, GPRS (3Rx, 2Tx) GSM850/EGSM900 ¹⁾ DCS1800/PCS1900 ²⁾	–	35/360 мА 232/250 мА	–
		Режим DATA, GPRS (2Rx, 3Tx) GSM850/EGSM900 ¹⁾ DCS1800/PCS1900 ²⁾	–	431/413 мА 311/339 мА	–
		Режим DATA, GPRS (4Rx, 1Tx) GSM850/EGSM900 ¹⁾ DCS1800/PCS1900 ²⁾	–	215/153 мА 153/162 мА	–
		Режим DATA, GPRS (1Rx, 4Tx) GSM850/EGSM900 ¹⁾ DCS1800/PCS1900 ²⁾	–	499/469 ³⁾ мА 392/427 мА	–
	Пиковый ток (на временном интервале передачи)	Максимальный уровень мощности на GSM850 и EGSM900	–	1,6 А	2 А

- 1) Уровень управления питанием PCL 5.
- 2) Уровень управления питанием PCL 0.
- 3) В диапазонах GSM850 и EGSM900 происходит снижение мощности 1Rx/4Tx, поэтому он потребляет меньше тока, чем 3 передачи/2 приема.

Таблица 5.4. Номинальные значения мощности GNSS

Параметр	Описание	Условия	Мин. значение	Типовое значение	Макс. значение
GNSS_VCC	Напряжение питания	Напряжение должно быть в пределах этого диапазона, включая провалы, пульсации и скачки напряжения	2,8 В	3,3В	3,6 В
I_{VCCP} ¹⁾	Пиковый ток	VCC=3,3 В	–	–	150 мА

1) Этот параметр можно использовать для определения максимальной мощности тока источника питания.

5.4 Потребление тока

Значения потребляемого тока показаны в таблицах ниже.

Таблица 5.5. Потребляемый ток модуля при GSM/GPRS (GNSS отключен)

Условие Голосовой вызов	Потребление тока
GSM850	@уровень мощности #5 < 300 мА, типовое значение тока 174 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 83 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 62 мА
EGSM900	@уровень мощности #5 < 300 мА, типовое значение тока 175 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 83 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 63 мА
DCS1800	@уровень мощности #0 < 250 мА, типовое значение тока 153 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 73 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 60 мА
DCS1900	@уровень мощности #0 < 250 мА, типовое значение тока 151 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 76 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 61 мА
Передача данных по GPRS	
Режим передачи данных, GPRS (3Rx, 2Tx) Class 12	
GSM850	@уровень мощности #5 < 550 мА, типовое значение тока 363 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 131 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 91 мА
EGSM900	@уровень мощности #5 < 550 мА, типовое значение тока 356 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 132 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 92 мА

DCS1800	@уровень мощности #0 < 450 мА, типовое значение тока 234 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 112 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 88 мА
DCS1900	@уровень мощности #0 < 450 мА, типовое значение тока 257 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 119 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 89 мА
Режим передачи данных, GPRS (2Rx, 3Tx) Class 12	
GSM850	@уровень мощности #5 < 640 мА, типовое значение тока 496 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 159 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 99 мА
EGSM900	@уровень мощности #5 < 600 мА, типовое значение тока 487 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 160 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 101 мА
DCS1800	@уровень мощности #0 < 490 мА, типовое значение тока 305 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 131 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 93 мА
DCS1900	@уровень мощности #0 < 480 мА, типовое значение тока 348 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 138 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 94 мА
Режим передачи данных, GPRS (4Rx, 1Tx) Class 12	
GSM850	@уровень мощности #5 < 350 мА, типовое значение тока 216 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 103 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 83 мА
EGSM900	@уровень мощности #5 < 350 мА, типовое значение тока 487 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 160 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 101 мА
DCS1800	@уровень мощности #0 < 300 мА, типовое значение тока 171 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 96 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 82 мА
DCS1900	@уровень мощности #0 < 300 мА, типовое значение тока 169 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 98 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 83 мА
Режим передачи данных, GPRS (1Rx, 4Tx) Class 12	
GSM850	@уровень мощности #5 < 660 мА, типовое значение тока 470 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 182 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 106 мА
EGSM900	@уровень мощности #5 < 350 мА, типовое значение тока 487 мА @уровень мощности #12, типовое значение тока 187 мА @уровень мощности #19, типовое значение тока 109 мА
DCS1800	@уровень мощности #0 < 500 мА, типовое значение тока 377 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 149 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 97 мА
DCS1900	@уровень мощности #0 < 500 мА, типовое значение тока 439 мА @уровень мощности #7, типовое значение тока 159 мА @уровень мощности #15, типовое значение тока 99 мА

Примечание – GPRS Class 12 является настройкой по умолчанию. Модуль может быть настроен от класса GPRS 1 до класса 12. Настройка на более низкий класс GPRS облегчит разработку источника питания для модуля.

Таблица 5.6. Потребление тока с GNSS

Параметр	Условия	Типовое значение
$I_{VCC@захват}$	@VCC=3,3 В (GPS)	25 мА
$I_{VCC@слежение}$	@VCC=3,3 В (GPS)	19 мА
$I_{VCC@захват}$	@VCC=3,3 В (GPS+BeiDou)	29 мА
$I_{VCC@слежение}$	@VCC=3,3 В (GPS+BeiDou)	22 мА
$I_{VCC@режим ожидания}$	@VCC=3,3 В	0,3 мА
$I_{VSCR@резервное копирование}$	@V_VСКР=3,3 В	14 мкА

Примечание – Потребление тока GNSS в режиме слежения рассчитывается исходя из следующих условий:

- холодный старт, 10 минут после первого позиционирования;
- горячий старт, 15 секунд после первого позиционирования.

Таблица 5.7. Потребление тока с функцией Bluetooth

Статус	Потребление тока
В режиме ожидания	13 мА
Поиск	32 мА
Подключение к SPP	19 мА

5.5 Защита от статического электричества

Модули не защищены от электростатического разряда (ESD), поэтому необходимо соблюдать осторожность при их изготовлении, сборке и обращении. При работе с модулями ESD может возникнуть от контакта с человеком, поэтому при производстве следует надевать антистатические перчатки.

Наиболее часто ESD возникает между контактной площадкой входного сигнала и контактной площадкой одной из шин питания. Защита от электростатического разряда должна быть добавлена в схему интерфейса или в местах, подверженных ESD.

В следующей таблице приведены значения выдерживаемого напряжения ESD для основных выводов модуля.

Таблица 5.8. Параметры ESD (при температуре 25 °С, влажности 45 %)

Вывод модуля	Контактный разряд	Воздушный разряд
VBAT, GND	±5 кВ	±10 кВ
RF_ANT	±5 кВ	±10 кВ
RXD, TXD	±2 кВ	±4 кВ
GNSS_TXD GNSS_RXD	±2 кВ	±4 кВ
Другие	±0,5 кВ	±1 кВ

6 Габаритный чертеж, расположение выводов

В данном разделе описаны механические размеры модуля.

Конструктивно модуль выполнен в виде платы с односторонним монтажом элементов, закрытой экраном. Габаритный чертеж и чертеж контактных площадок модуля приведены на рис. 6.1, 6.2. Размеры в миллиметрах.

6.1 Конструкция

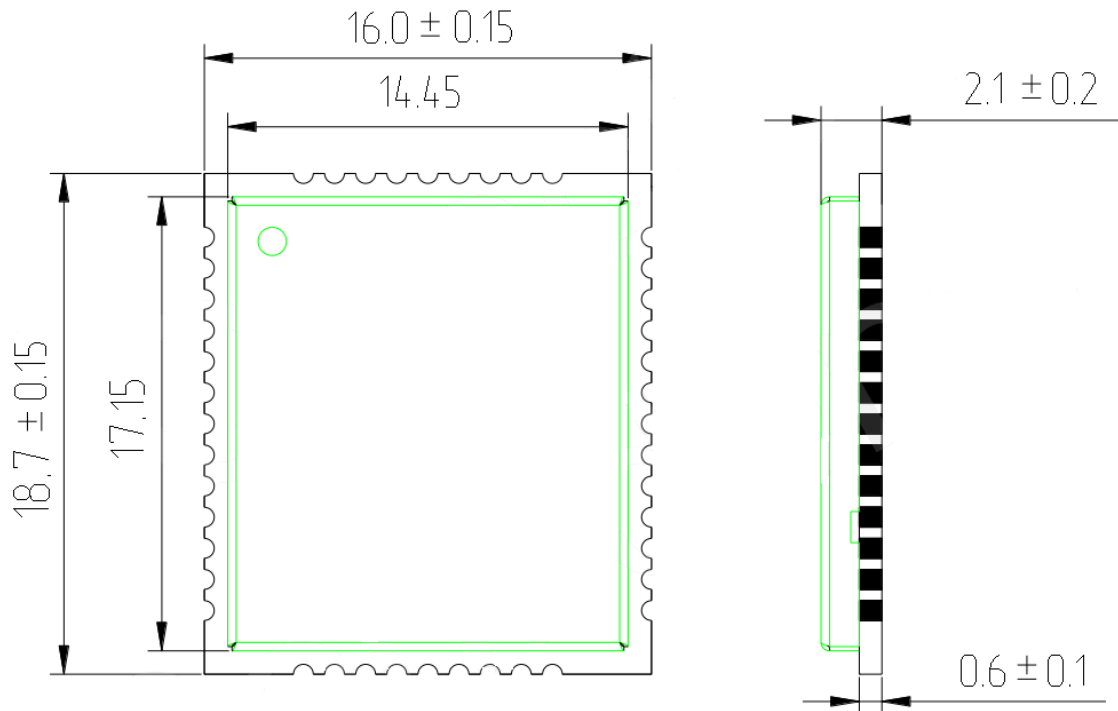


Рисунок 6.1. Габаритный чертеж модуля ПР503 (вид сверху и сбоку)

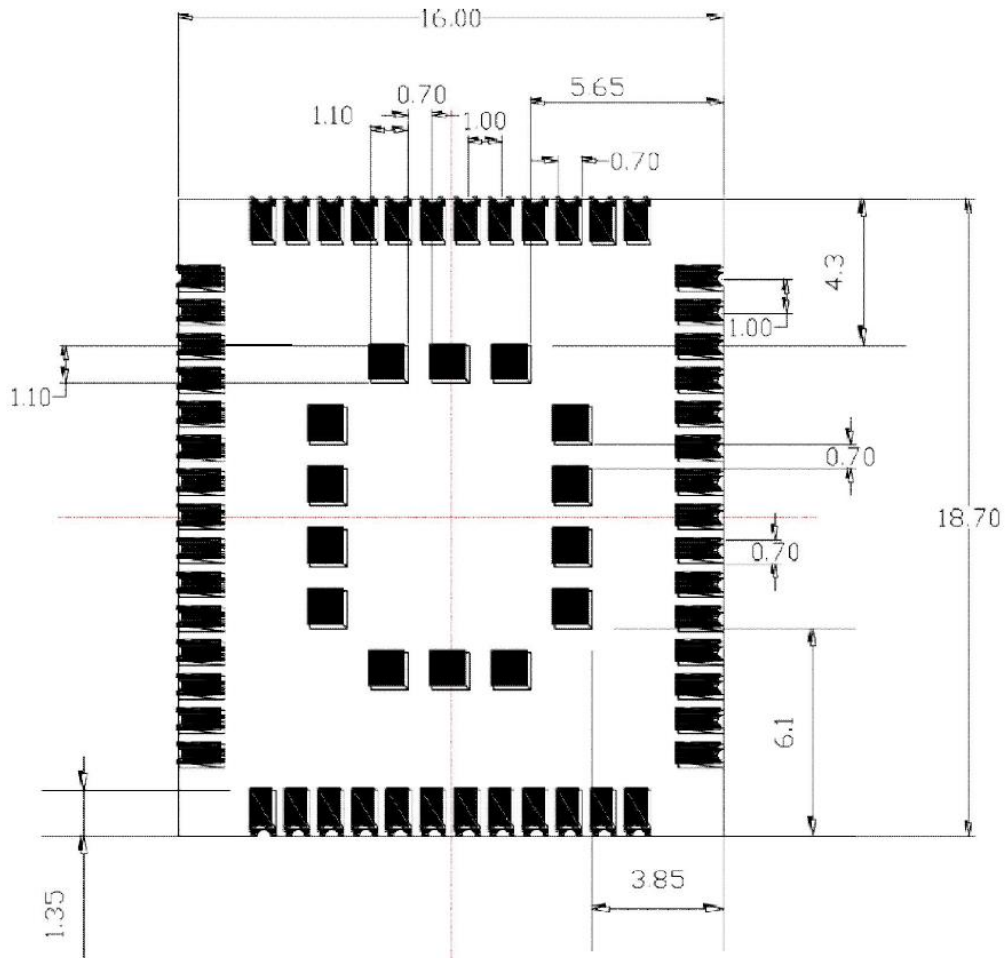


Рисунок 6.2. Чертеж контактных площадок модуля

Для установки модулей на печатную плату пользователя рекомендуется следующее посадочное место, показанное на рисунке ниже.

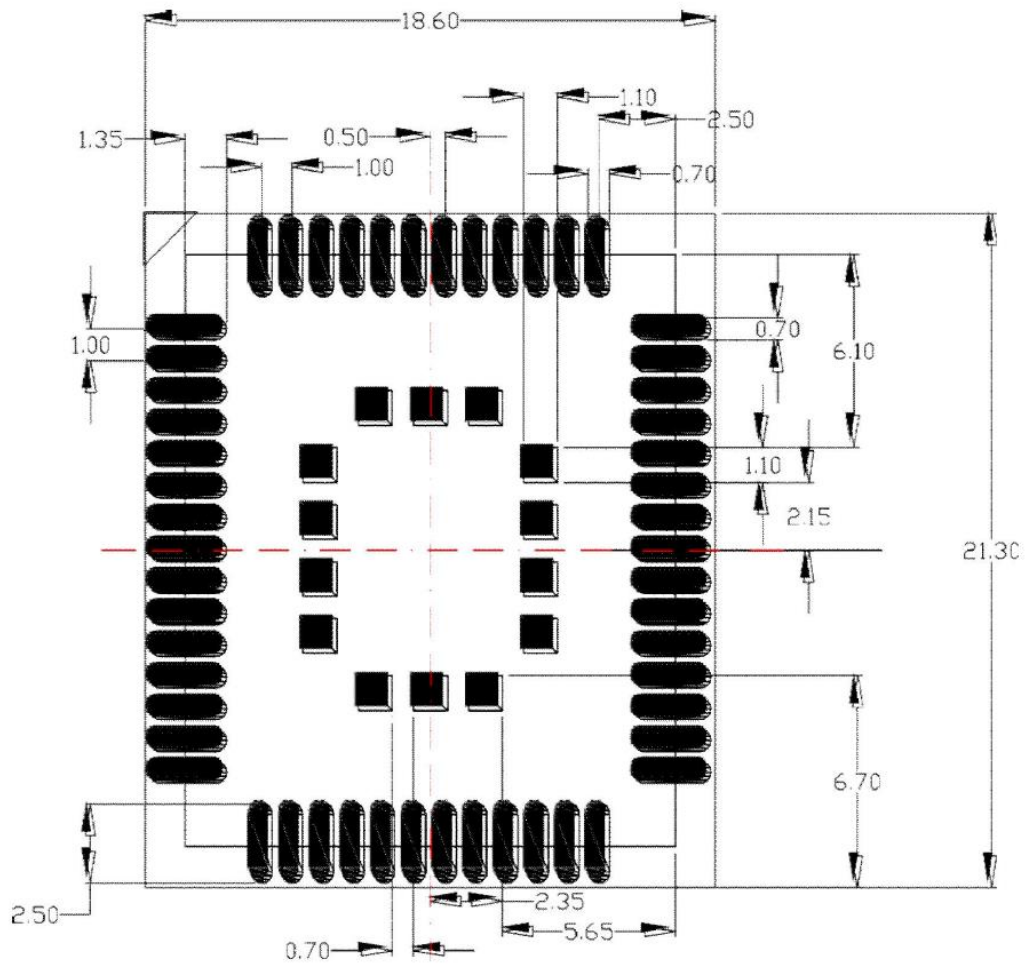


Рисунок 6.3. Рекомендуемое посадочное место

Примечание – Расстояние между модулем и другими компонентами на печатной плате должно составлять не менее 3 мм.

6.2 Внешний вид модуля

7 Хранение, производство и упаковка

7.1 Хранение

7.2.1 ПР503 поставляется в вакуумных антистатических пакетах.

Модули могут храниться в вакуумных герметичных пакетах до 12 месяцев при температуре окружающей среды ниже 40 °С и влажности воздуха менее 90 %.

Рекомендованные значения температуры хранения указаны в таблице ниже.

Таблица 7.1. Температура хранения

Параметр	Минимальное значение	Типовое значение	Максимальное значение
Температура хранения, °С	-45	25	90

7.2.2 После вскрытия вакуумного герметичного пакета модуль может быть подвергнут непосредственно пайке, оплавлению или другой термообработке при соблюдении следующих условий:

- а) установка в течение 72 часов, температура окружающей среды ниже 30 °С, влажность воздуха менее 60 %;
- б) хранение возможно при влажности воздуха менее 10 %.

7.2.3 Сушка модуля требуется перед монтажом, если:

- а) индикатор влажности показывает более 10 % при температуре 23 ± 5 °С;
- б) не соблюдены условия 7.2.2 а), б).

Если сушка требуется, то модуль должен быть осушен в течение 48 часов при температуре 125 ± 5 °С.

Примечание – Упаковка модулей не выдерживает высоких температур сушки (125 °С). Поэтому перед этим удалите упаковку модуля. Если требуется только короткое время сушки, обратитесь к спецификации IPC/JEDECJ-STD-033.

7.2 Пайка

Модуль ПР503 предназначен для SMT-монтажа и бессвинцовой технологии пайки. Для припоя SnAg3,0Cu0,5 рекомендуемая максимальная температура оплавления составляет от 235 °С до 245 °С. Максимальное значение температуры оплавления не должно превышать 260 °С. Чтобы избежать повреждений модуля от неоднократного нагрева, рекомендуется устанавливать модуль после пайки прочих компонентов на плате. В случае, если применяется двухсторонний монтаж SMT-компонентов, сторона платы, на которую монтируется модуль, должна оплавляться последней.

На рисунке ниже показан рекомендуемый температурный график при пайке.

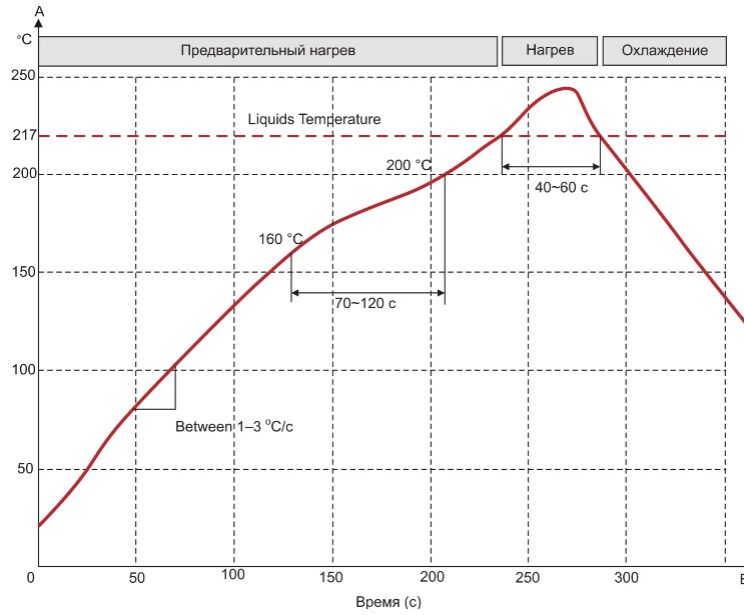


Рисунок 7.1. Температурный график при пайке

7.3 Упаковка

Модули ПР503 упакованы на катушечную ленту и запечатаны в вакуумные антистатические пакеты.

7.3.1 Вид катушечной ленты

Вид и размеры катушечной ленты для упаковки модулей показаны на рисунке ниже.

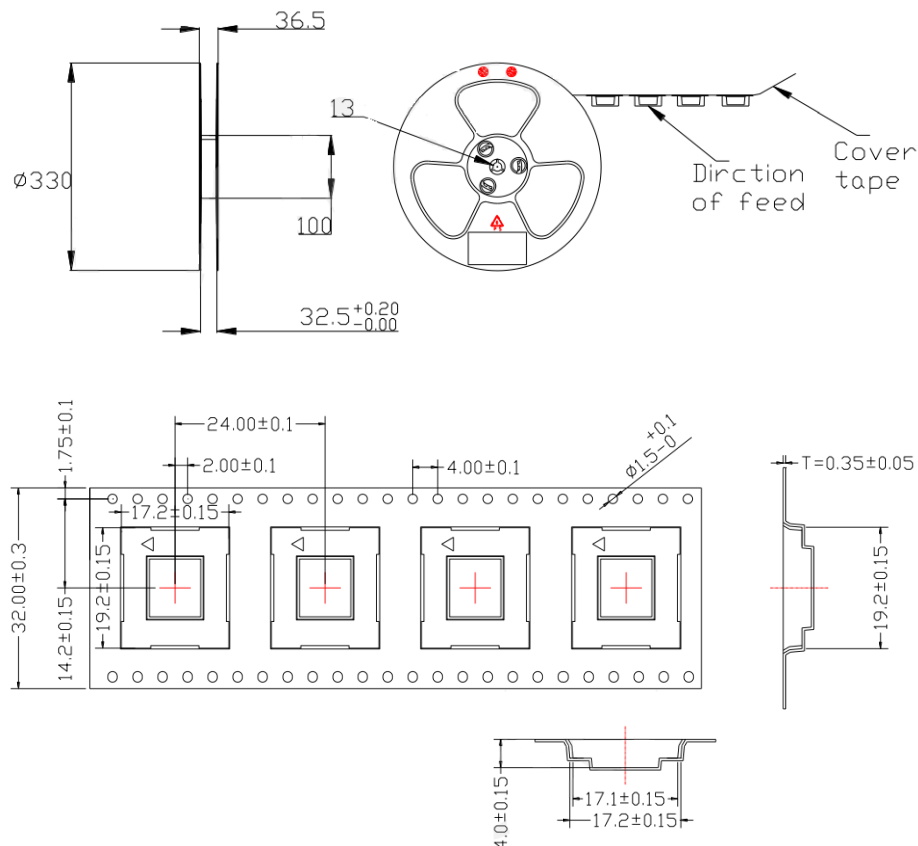


Рисунок 7.2. Вид и размеры катушечной ленты

7.3.2 Способ упаковки

1. Упаковать необходимое количество модулей в ложемент ленты (всего 500 мест). Количество пустых мест в начале и в конце не менее 6 шт.
2. Приклеить покрывную ленту к ложементу с помощью собственного клевого слоя.
3. Ленту с модулями смотать по кругу в катушку, зацепить концы клейкой лентой.
4. Уложить в антистатический пакет, уложить туда силикагель и заварить края, удалив излишки воздуха (непроваренные швы, разрывы и проколы не допускаются).
5. Пакеты с катушками уложить в антистатическую картонную коробку.
6. Пустое пространство в коробке заполнить воздушно-пузырьковой антистатической пленкой.

На рисунке ниже показана схема упаковки модулей ПР503.

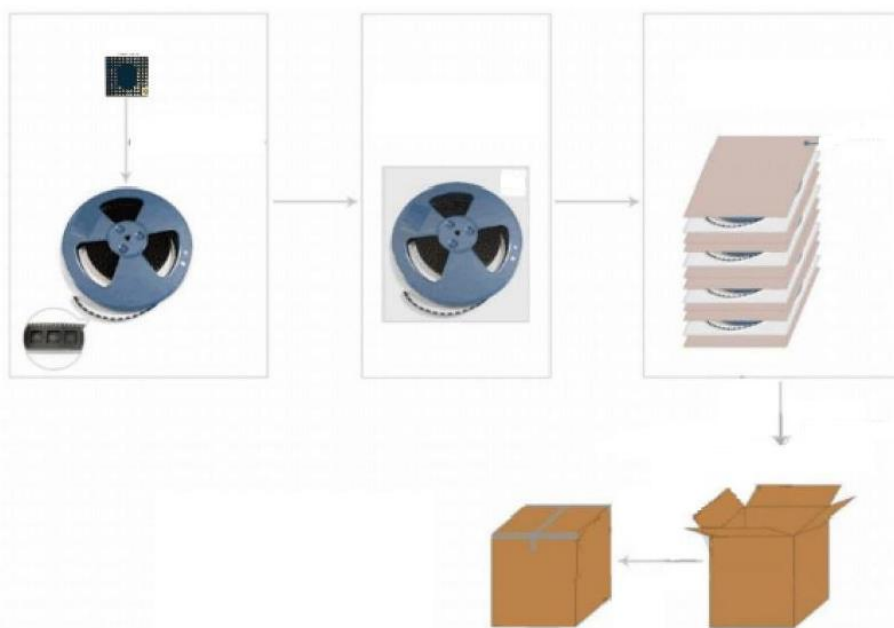


Рисунок 7.3. Схема упаковки модулей ПР503

Таблица 7.1. Упаковка катушек

Модуль	Минимальный объем	Минимальная упаковка 250 шт.	Минимальная упаковка 1000 шт.
ПР503	250 шт	Размер упаковки: 370×350×56 мм	Размер упаковки: 380×250×365 мм
		Масса нетто: 0,32 кг	Масса нетто: 1,28 кг
		Полная масса: 1,08 кг	Полная масса: 4,8 кг

8 Приложение А

Ссылочные документы

Наименование документа	Примечание
1 Quectel_C20_AT_Commands_Manual	AT commands
2 ITU-T Draft new recommendation V.25ter	Serial asynchronous automatic dialing and control (модемы с расширенными данными, рекомендованные ITU-T)
3 GSM 03.38	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Alphabets and language-specific information
4 GSM 07.05	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Use of Data Terminal Equipment - Data Circuit terminating; Equipment (DTE - DCE) interface for Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast Service (CBS)
5 GSM 07.07	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); AT command set for GSM Mobile Equipment (ME)
6 GSM 07.10	Support GSM 07.10 multiplexing protocol
7 GSM 11.14	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Specification of the SIM Application Toolkit for the Subscriber Identity Module - Mobile Equipment (SIM - ME) interface
8 GSM 11.10	Digital cellular telecommunications (Phase 2); Mobile Station (MS) conformance specification; Part 1 : Conformance specification
9 GSM 11.11	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Specification of the Subscriber Identity Module – Mobile Equipment (SIM – ME) interface
10 Quectel_GSM_UART_Application_Note	UART port application note
11 Quectel_GSM_EVB_User_Guide	GSM EVB user guide
12 Quectel_Module_Secondary_SMT_User_Guide	Module secondary SMT user guide
13 Quectel_GSM_Module_Digital_IO_Design_Application_Guide	Application guide for digital IO design of GSM modules
14 Quectel_C20-TE-A_Kit-User_Guide	C20-TE-A kit user guide
15 Quectel_C20_GNSS_AGPS_Application_Guide	C20 GNSS AGPS Application Guide
16 GSM_BT_Application_Note	GSM BT Application Guide



9 Приложение Б

Перечень принятых сокращений

АЦП	–	аналого-цифровой преобразователь
ВЧ	–	высокая частота
ГЛОНАСС	–	Глобальная навигационная спутниковая система
КПК	–	карманный персональный компьютер
ПО	–	программная документация
РЧ	–	радиочастота
ЭМИ	–	электро-магнитные излучения
ШИМ	–	широтно-импульсная модуляция
3GPP	–	(3rd Generation Partnership Project) консорциум, разрабатывающий спецификации для мобильной телефонии
AIC	–	(Active interference cancellation) активное подавление помех
BeiDou	–	китайская глобальная спутниковая система навигации
BT	–	(Bluetooth) стандарт беспроводной связи
CS	–	(Coding scheme) схема кодирования
CTS	–	(Clear to Send) сигнал сброса (очистки) для передачи
DCE	–	(Data Communication Equipment) коммуникационное оборудование, относится к компьютерным аппаратным устройствам, используемым для установления, поддержания и завершения сетевых сеансов связи между источником данных и его пунктом назначения
DCS	–	(Digital Cellular System) стандарт является вариантом стандарта GSM для диапазона частот 1800 МГц
DL	–	(Downlink) нисходящая линия связи
DTE	–	(Data Terminal Equipment) устройство, передающее данные и/или принимающее их от DCE
DTX	–	(Discontinuous Transmission) метод кратковременного отключения питания или отключения звука мобильного или портативного беспроводного телефонного аппарата, когда в него не поступает голосовой ввод
EASY™	–	(Embedded Assist System) самостоятельно сгенерированные предсказания эфемерид для быстрого определения местоположения
EGSM	–	(Extended GSM) расширенный стандарт GSM-900, использующий более широкий диапазон частот для передачи данных
EPO™	–	(Extended Prediction Orbit) загрузка эфемерид
ESD	–	(Electrostatic discharge) электростатический разряд
ESR	–	(Equivalent series resistance) эквивалентное последовательное сопротивление
FTP	–	(File Transfer Protocol) протокол передачи файлов по сети



Galileo –	спутниковая система навигации
GLP –	(GNSS Low Power) GNSS с низким энергопотреблением
GNSS –	(Global Navigation Satellite System) глобальная навигационная спутниковая система
GPIO –	(General-purpose input/output) интерфейс ввода/вывода общего назначения
GPRS –	(General Packet Radio Service) надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных
GSM –	(Global System for Mobile Communications) глобальная система для мобильной связи
HTTP –	(The Hypertext Transfer Protocol) протокол прикладного уровня передачи данных
I²C –	(Inter-Integrated Circuit) последовательная асимметричная шина для связи между интегральными схемами внутри электронных приборов
ISM –	(Industrial, Scientific and Medical band) диапазон частот для промышленной, научной и медицинской аппаратуры
LCC –	(Leadless chip carrier) низкопрофильный квадратный керамический корпус с расположенными на его нижней части контактами, предназначенный для поверхностного монтажа
LDO –	(Low-dropout regulator) постоянный линейный регулятор напряжения
LGA –	(Land Grid Array) тип корпуса микросхем (процессоров), использующий матрицу контактных площадок, расположенную на корпусе микросхемы
M2M –	(Machine-to-Machine) межмашинное взаимодействие
MCU –	(Micro Controller Unit) микроконтроллер
NMEA –	(National Marine Electronics Association) стандарт, определяющий текстовый протокол связи морского (как правило, навигационного) оборудования (или оборудования, используемого в поездах) между собой
PAN –	(Personal Area Network) это компьютерная сеть, которая используется для передачи данных между устройствами, расположенными на достаточно небольшом расстоянии и зачастую принадлежащими одному пользователю
PCL –	(Power Control Level) уровень управления мощностью
PCM –	(Pulse Code Modulation) цифровой аудио интерфейс
PCS –	(Public Cellular System) стандарт представляет собой американскую адаптацию GSM для диапазона 1900 МГц
PDP –	(Packet Data Protocol) протокол пакетной передачи данных
PDU –	(Protocol data unit) единица (блок, модуль) пакетных данных
PMTK –	MTK NMEA Packet
PPP –	(Point-to-Point Protocol) двухточечный протокол канального уровня (Data Link) сетевой модели OSI
RDY –	(Ready) сообщение о готовности
RF –	(Radio Frequency) радиочастота



RTS –	(Request To Send) сигнал запроса передачи
SBAS –	(Satellite Based Augmentation System) спутниковая система функционального дополнения
SD-карта –	(Secure Digital Memory Card) формат карт памяти (флеш-память)
SIM-карта –	(Subscriber Identity Module) идентификационный электронный модуль абонента
SMD –	(Surface mounted device) прибор, монтируемый на поверхность
SMS –	(Short Message Service) технология приема и передачи коротких текстовых сообщений с помощью сотового телефона
SMT-монтаж –	(Surface Mount Technology) поверхностный монтаж
TCP –	(Transmission Control Protocol) протокол управления передачей
TDD –	(Time Division Duplex) временное разделение канала связи
TDMA –	(Time Division Multiple Access) множественный доступ с временным разделением канала
TTFF –	(Time To First Fix) время до первого определения местоположения
UART –	(Universal asynchronous receiver/transmitter) универсальный асинхронный приемопередатчик
UDP –	(User Datagram Protocol) протокол пользовательских датаграмм
UL –	(Uplink) восходящая линия связи
URC –	(Unsolicited Result Code) сообщения, которые получает приложение пользователя через механизм сообщений
USB –	(Universal Serial Bus) универсальная последовательная шина, последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике
USF –	(Uplink Status Flag) статусный флаг в линии UL
VCC –	(Voltage Collector-to-Collector) общий коллектор напряжения

10 Приложение В

Схема кодирования GPRS

В протоколе GPRS используются четыре схемы кодирования. В следующей таблице показаны их различия.

Таблица 10.1. Описание различных схем кодирования

Схема кодирования	Кодовая скорость	USF	Предварительно закодированный USF	Радиоканал без USF и BCS	BCS	Tail	Закодированные биты	Проколотые биты	Скорость передачи данных, кбит/с
CS-1	1/2	3	3	181	40	4	456	0	9,05
CS-2	2/3	3	6	268	16	4	588	132	13,4
CS-3	3/4	3	6	312	16	4	676	220	15,6
CS-4	1	3	12	428	16	–	456	–	21,4

Структура радиоблоков CS-1, CS-2 и CS-3 показана на рисунке ниже.

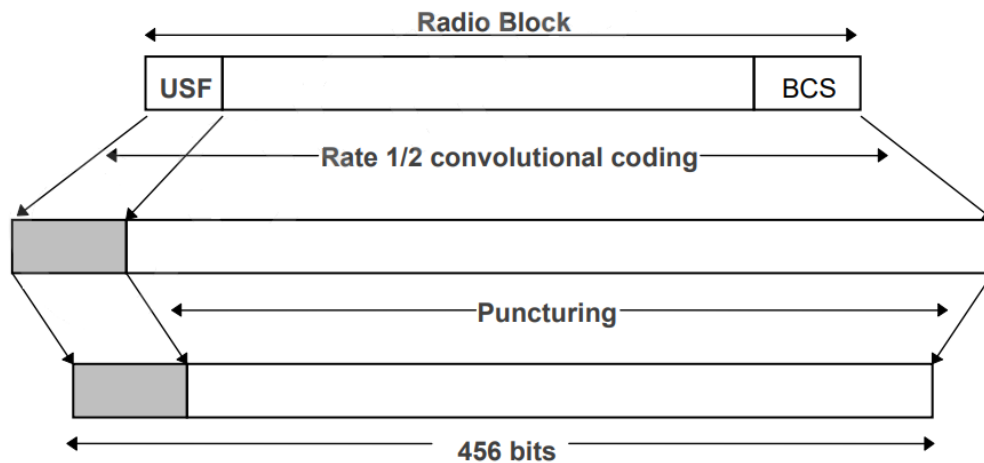


Рисунок 10.1. Структура радиоблоков CS-1, CS-2 и CS-3

На следующем рисунке показана конфигурация радиоблока CS-4.

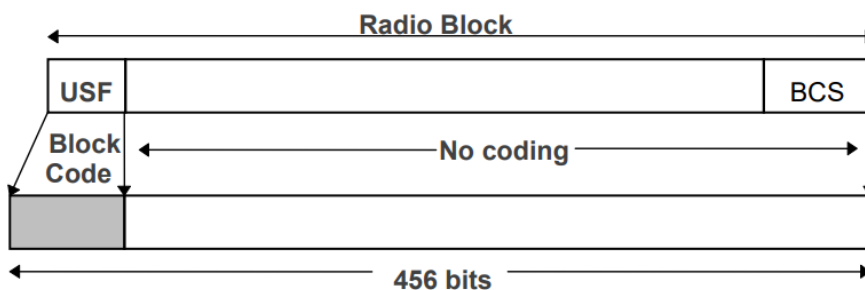


Рисунок 10.2. Структура радиоблока CS-4

11 Приложение Г

GPRS с несколькими временными слотами

В спецификации GPRS определены 29 классов с несколькими временными слотами, предназначенные для использования мобильными станциями. Класс мультислотов определяет максимальные скорости для UL и DL линий связи. Он выражается как 3+1 или 2+2: первое число представляет количество временных интервалов DL связи, а второе число – UL связи.

Сокращенная таблица распределения нескольких временных слотов для разных классов представлена ниже. Столбец «Активные слоты» указывает общее количество временных интервалов, которые могут одновременно использоваться устройством GPRS для UL и DL.

Таблица 11.1. Распределение нескольких временных слотов для разных классов

Класс мультислотов	Слоты DL связи	Слоты UL связи	Активные слоты
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5