

# Модуль SIM868:

функционал и практические аспекты  
использования

В этом году линейку высокобюджетных 2G-модулей серии SIM800x компании SIMCom Wireless Solutions, мирового лидера в области разработки и производства GSM-GPS/ГЛОНАСС, 3G- и LTE-модулей, дополнил комбомодуль SIM868, функционально являющийся самостоятельной товарной единицей, но, тем не менее, имеющий много общего с этой линейкой. Модуль выполнен в том же форм-факторе, что и уже ставшие популярными SIM800C и SIM800C-DS. Это позволяет реализовывать самые различные версии комбинированных решений с использованием этих модулей, адаптируя серийно выпускаемое оборудование к существенно более широкому спектру потребностей конечного потребителя, делая это как аппаратно, так и программно, закладывая возможность к такой адаптации еще на этапе дизайна печатной платы.

Статья будет полезна широкой аудитории: специалистам, инженерам, разработчикам устройств, применяемых в подвижных средствах (трекеры, навигационные системы, системы страховой телеметрии), в системах автоматизации, передачи данных и в охранных системах, а также в промышленной телеметрии. Акцент в статье сделан на использование модуля в батарейных решениях.

Сергей Стукало, к. т. н.  
stukalo.s@mt-system.ru

## Введение

На наших глазах выпускаемые самыми разными производителями модули становятся комбинированными, сочетая в себе как базовый функционал, реализующий обмен данными посредством сетей сотовой связи, так и функционал, для реализации которого еще несколько лет назад потребовался бы отдельный модуль или чипсет. значительное число 3G- и LTE-модулей теперь поддерживают еще и навигационный функционал, а наиболее популярные чипсеты, используемые при создании 2G-модулей, поддерживают Bluetooth.. В той или иной степени отдельные решения до сих пор были оправданы тем, что вновь введенный функционал по отношению к базовому был вторичным не только в целевом отношении, но и в части качества его реализации. Объединение уже зарекомендовавших себя чипсетов на общей подложке

и создание на их основе комбинированных модулей — вполне закономерный шаг на пути преодоления этого недостатка. Достоинств же у комбомодулей в избытке, и не последние из них — возможность реализации компактных, но при этом высокобюджетных решений с низким потреблением энергии.

## SIM868: возможности и особенности

SIM868 (рис. 1) — самый миниатюрный четырехдиапазонный комбомодуль GSM/GPRS в корпусе LCC/LGA, поддерживающий обмен данными и работу в сетях сотовой связи стандартов GSM/GPRS (2G) и прием данных местоположения и сигналов точного времени со спутников навигационных систем (GNSS).

Отличительные особенности SIM868 — это высокая чувствительность ВЧ-тракта и под-



Рис. 1. Комбомодуль SIM868

держка широкого функционала, в том числе детектирование/генерация DTMF, запись/воспроизведение аудиофайлов, встроенные протоколы POP3, SMTP, MMS, FTP, HTTP, SSL, протокол мультиплексирования 0710 MUX и др. Поддерживается высокопроизводительный GPRS multi-slotclass 12 (185,6 кбит/с) (схемы кодирования GPRS CS-1, CS-2, CS-3 и CS-4), а также GNSS-функционал (GPS/Glonass) с лучшим в своем классе сочетанием чувствительности, времени старта и стабильности отслеживания навигационных сигналов Time-To-First-Fix (TTFF). GNSS-тракт SIM868 позволяет отказаться от использования внешнего МШУ, обеспечивая при этом прием сигналов с уровнем до -167 дБм. Автономное потребление GNSS-тракта SIM868 составляет в режиме поиска 24 мА, в режиме сопровождения — 21 мА.

SIM868 поддерживает работу навигационных приложений с использованием сигналов GPS, Glonass, Beidou, QZSS, SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS) и А-GPS. Модуль управляется AT-командами (3GPP TS 27.007, 27.005 и фирменные AT-команды SIMCom). Встроенные стеки — TCP/IP, UDP/IP и PPP-стек. В качестве дополнительных возможностей в модуле предусмотрена поддержка Bluetooth 3.0 (трансивер реализован на уровне чипсета) и/или одновременная работа двух SIM-карт (Dual Standby).

SIM868 поддерживает функционал Jamming Detection (детектирование факта «глушения» GSM-канала) и имеет четыре диапазона на частотах 850 МГц (GSM), 900 МГц (EGSM), 1800 МГц (DCS) и 1900 МГц (PCS). В диапазонах 850/900 МГц — класс мощности 4 (2 Вт), в диапазонах 1800/1900 МГц — класс мощности 1 (1 Вт). Чувствительность приемника модуля во всех перечисленных поддиапазонах — 109 дБм. Перечисленные характеристики позволяют отнести SIM868 к стандарту GSM фазы 2/2+. Размеры модуля: 15,7×17,6×2,3 мм; напряжение питания 3,4–4,4 В; диапазон рабочих температур -40...+85 °С; вес модуля 1,5 г.

Особенности: GSM и навигационная часть SIM868 имеют отдельные шины питания, что позволяет более гибко оптимизировать работу готового устройства и потребляемый им ток. Так, потребление тока в режиме ожидания у SIM868 составляет всего 0,65 мА (GNSS-функционал выключен).

На начальном этапе работы с модулем рекомендуется использовать специализированный отладочный комплект.

### Функциональная схема модуля и его интерфейсы

Функциональная схема комбomodуля SIM868 приведена на рис. 2.

Чипсет модуля SIM868 (MT2503) представляет собой объединение на единой подложке двух уже хорошо зарекомендовавших себя чипсетов: MT6261 (GSM-часть) и MT3333 (GNSS-часть).

Поддерживаемые интерфейсы: 2×UART (GSM/GPRS)+1×UART(GNSS serial port), USB (может быть использован для отладки модуля и обновления его встроенного программного обеспечения), GPIO, ADC, SD, I<sup>2</sup>C, RTC, анало-

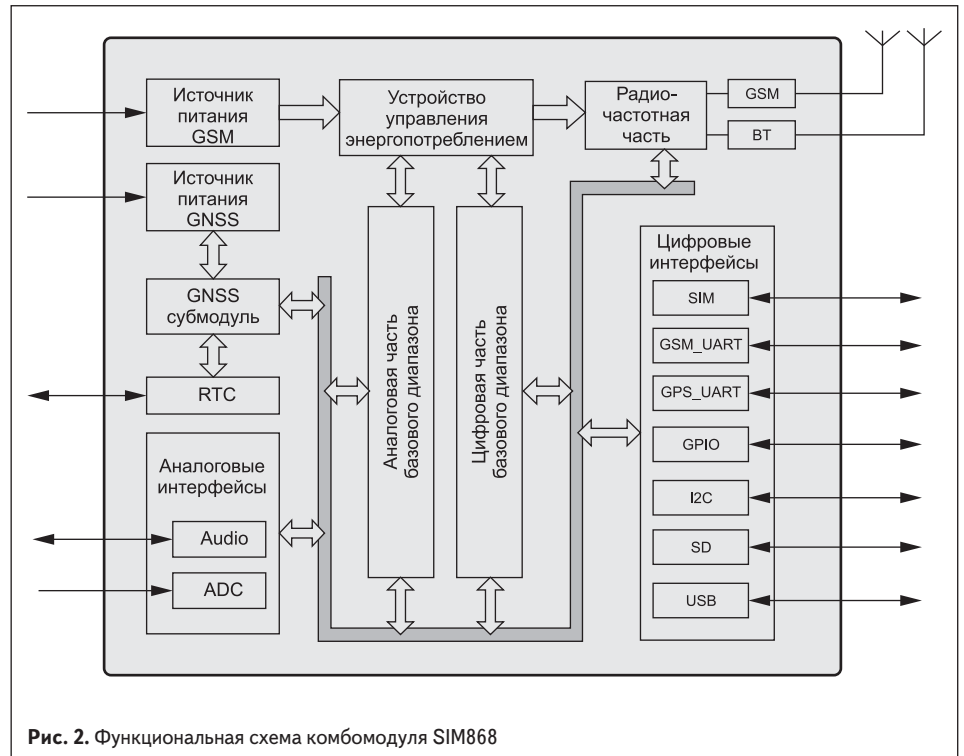


Рис. 2. Функциональная схема комбomodуля SIM868

говые аудиоинтерфейсы (микрофонный вход и два аудиовыхода), а также интерфейсы двух SIM-карт (Dual Standby).

### Топология модуля SIM868 и его pin-to-pin сравнение с модулями SIM800C и SIM800C-DS

На рис. 3 приведена распиновка комбomodуля SIM868. Пины, имеющие различное функциональное назначение, выделены цветом.

Как уже отмечалось, модули SIM868, SIM800C и SIM800C-DS выполнены в едином форм-факторе и имеют до 77 комбинированных LCC+LGA контактных площадок (далее — пины). Названные модули не имеют отличий по своим краевым пинам (топология и функциональное назначение их LCC-контактов идентичны). При этом именно LCC-пины отвечают за основной функционал перечисленных модулей. Отличается лишь назначение 34-го пина у SIM868, выделенного для питания его GNSS-части (у модулей SIM800C

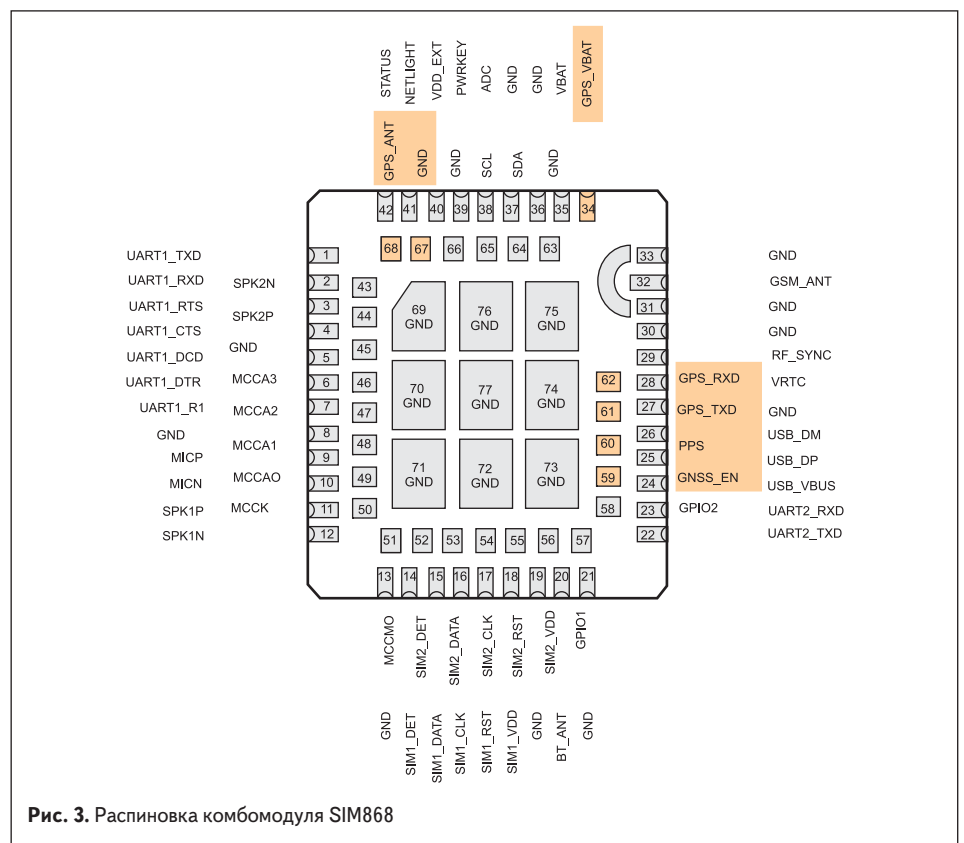


Рис. 3. Распиновка комбomodуля SIM868

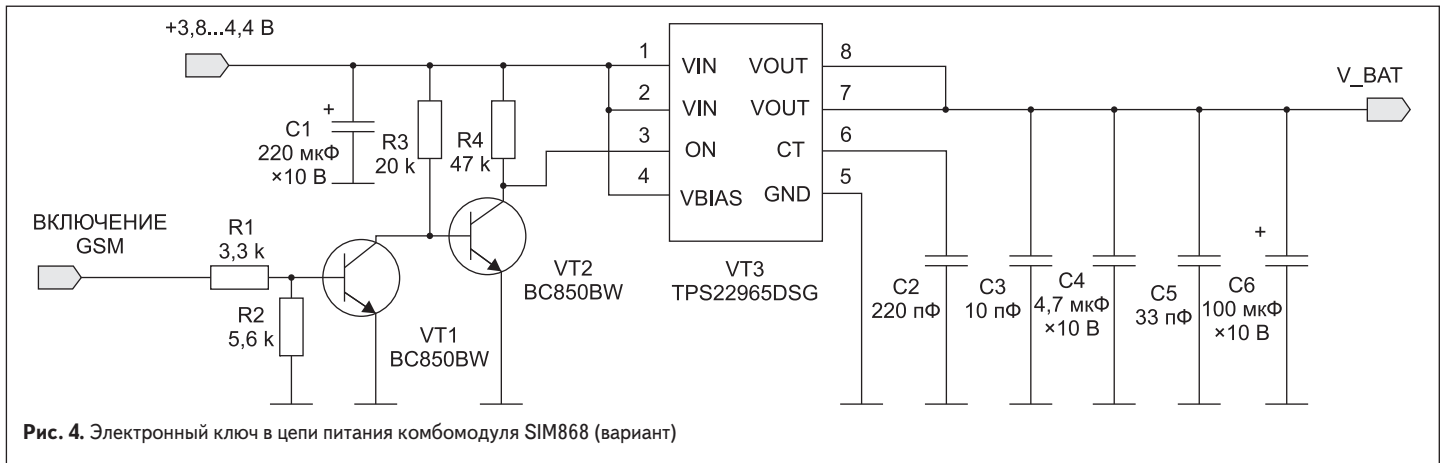


Рис. 4. Электронный ключ в цепи питания комбomodуля SIM868 (вариант)

Таблица 1. Различия в функциональном назначении пинов

№ пина	SIM868	SIM800C-DS	SIM800C
34	GPS_VBAT	VBAT	VBAT
59	GNSS_EN	PCM_CLK	—
60	PPS	PCM_IN	—
61	GPS_TXD	PCM_SYNC	—
62	GPS_RXD	PCM_OUT	—
67	GND	FM_ANT	—
68	GPS_ANT	GND	—

и SIM800C-DS 34-й пин объединен с 35-м, и оба этих пина предназначены для их питания (вход VBAT). Большая часть внутренних LGA-контактов модулей SIM868 и SIM800C-DS также имеют одно и то же функциональное назначение, в топологическом же отношении они идентичны. Различия в функциональном назначении пинов рассматриваемых модулей приведены в таблице 1.

Перечисленные факторы способствуют реализации решений на основе трех указанных модулей, в которых будет использоваться одна и та же печатная плата. Ее совмещенный дизайн позволяет выпускать на ее основе целую линейку изделий с различным функционалом, но, в значительной степени, с одним и тем же составом используемых электронных компонентов.

## Цепи питания модуля SIM868

Диапазон питающих напряжений SIM868 — 3,4–4,4 В. Тем не менее производитель рекомендует использовать для питания модуля напряжение 4,0 В как наиболее оптимальное. Включение передатчика вызывает падение питающего напряжения, для минимизации этого явления источник питания должен быть в состоянии обеспечивать ток в нагрузке до 2 А. На питающем входе SIM868 (35-й пин, VBAT) настоятельно рекомендуется установить шунтирующую емкость (конденсатор С6, рис. 4) номиналом не менее 100 мкФ (танталовый конденсатор с низким ESR = 0,7 Ом) и, параллельно ему, керамический конденсатор 1–10 мкФ (С4, там же). Установка конденсаторов 10 и 33 пФ достаточно эффективно устраняет высокочастотные наводки как от самого модуля, так и от внешних по отношению к нему устройств. При питании

Таблица 2. Перечень рекомендованных защитных стабилизаторов

Производитель	Стабилизатор	Мощность	Корпус
On semi	MMSZ5231BT1G	500 мВт	SOD123
Prisemi	PZ3D4V2H	500 мВт	SOD323
Vishay	MMSZ4689-V	500 мВт	SOD123
Crownpo	CDZ55C5V1SM	500 мВт	0805

от сети также рекомендуется устанавливать на шину питания модуля стабилизатор с рабочим напряжением 5,1 В/500 мВт, предотвращающий повреждение модуля за счет пульсаций напряжения и тока. Перечисленные элементы должны быть размещены как можно ближе к модулю, непосредственно у пина VBAT. В таблице 2 приведены рекомендуемые для использования защитные стабилизаторы.

Защитный стабилизатор может не устанавливаться, если он уже имеется в составе электронного ключа, включенного в цепь питания SIM868 (рис. 4) и предназначенного для принудительного перезапуска этого модуля по питанию и/или реализации более гибкого алгоритма энергосбережения в случае батарейного питания разрабатываемого устройства.

Ключ питания может быть многофункциональным, совмещая в себе функции линейного регулятора напряжения. Так, в этом случае может быть использован ключ MIC29302 (см. [3], стр. 20, рис. 7). Если перепад между напряжениями питания модуля и источника напряжения достаточно высок, ключ может включать в себя DC/DC-преобразователь — к примеру, может быть использована сборка ключ-DC/DC LM2596-ADJ (см. [3], с. 21, рис. 8).

Li-ion аккумулятор (один элемент, напряжение 3,7 В) может быть подключен непосредственно к SIM868. Но аккумуляторные батареи Ni-Cd или Ni-MH использовать таким же образом нежелательно, так как после зарядки их максимальное напряжение может быть заметно больше заявленного и повредить модуль.

При проектировании цепей электроснабжения SIM868 в обязательном порядке необходимо соединить с землей пины 36 и 37 (GND) (рис. 3).

В качестве ключей питания допускается использование и других аналогичных устройств. При этом недопустимо падение напряжения на них более указанных паспортных значений,

либо ограничение ими потребляемого модулем тока, который, в его пиковых значениях должен составлять не менее 2 А<sup>1</sup>.

Любое устройство, имеющее управляющий контроллер и радиотракт на общей с ним печатной плате, подвержено риску «зависания» из-за воздействия мощных помех, поступающих в него через антенный вход. Схематика радиомодулей достаточно тщательно отработана (в том числе и по этому фактору), и многие из них сохраняют работоспособность после кратковременного импульсного воздействия по антенному входу, достигающего нескольких десятков тысяч вольт. Естественно, что речь идет о ничтожных значениях токов. В противном случае модуль либо выйдет из строя, либо его нужно будет перезапускать посредством полного сброса питания. Это второй довод «за» использование ключа в цепи питания модуля. Нередко (из практики) для этих целей используют ключ от Texas Instruments — TPS22965DSG. Рассматривая ключи других производителей, необходимо учитывать тот факт, что некоторые из них имеют критичную «просадку» характеристик в случае нарушения рекомендованного термопрофиля и их перегрева при пайке. Зачастую сместившийся токовый порог перегретого ключа проявляет себя не сразу, а уже у конечного клиента, там, где сигнал оператора слаб и/или нестабилен и наблюдаются скачки потребляемого модулем тока. Такая ситуация приводит к непрерывному рестарту модуля.

Питание GNSS- и GPS-частей модуля раздельное, и, при батарейном питании, в интересах более гибкого управления энергосбережением, рациональнее его таким и оставить, вводя раздельные ключи питания для каждой из питающих шин. Тем не менее если ток, потребляемый разрабатываемым устройством, не столь критичен, то в диапазоне напряжений 3,4–4,4 В питание модуля может быть

Таблица 3. Совмещенная схема питания GSM/GPS-частей модуля SIM868

GPS_VBAT	34	Питание GNSS	2,8–4,4 В
VBAT	35	Питание GSM	3,4–4,4 В

<sup>1</sup>Внимание! Если падение напряжения питания достигнет порога в 3,0 В либо этот перепад будет резким и его величина составит более 350 мВ, модуль может выключиться автоматически. Для уменьшения падения напряжения шины питания и «земли» на печатной плате разрабатываемого устройства должны быть достаточно широкими (не менее 60 мил/1,524 мм), длина питающих проводников — минимальной, а шунтирующий конденсатор (С6) должен быть размещен как можно ближе к модулю.

реализовано по совмещенной схеме (табл. 3). При этом пины 34 и 35 модуля объединяются.

Мониторинг состояния источника питания (контроль напряжения VBAT) может осуществляться самим модулем посредством AT-команды *AT+CBC*.

Модуль может выступать в качестве вторичного источника питания напряжением 2,8 В (VDD\_EXT, пин 40), при этом напряжение VDD\_EXT выдается после включения модуля с некоторой задержкой.

### Цепи включения и выключения модуля SIM868

Для включения модуля необходимо подать на его контакт PWRKEY (39-й пин) низкое напряжение в течение, по меньшей мере, 1 с и убрать его. Повторная подача низкого уровня («земля») на контакт PWRKEY приводит к выключению модуля. В свободном состоянии этот пин уже подтянут к напряжению +3 В внутри модуля, т. е. нет необходимости введения внешней схемной подтяжки для обеспечения его стабильной работы.

Когда включение/выключение модуля (контакт PWRKEY) производится не кнопкой, а сторонним контроллером, производитель рекомендует использовать представленную на рис. 5 схему.

Включение и выключение питания модуля может быть проконтролировано и визуально (используя светодиодную индикацию), по состоянию контакта STATUS (пин 42), на котором будет присутствовать низкий логический уровень, когда модуль выключен. Вместе с тем уровень на контакте STATUS все же отображает состояние последовательного порта модуля (его рабочее состояние) и только во вторую очередь свидетельствует о включении или выключении самого модуля (рис. 6, 7).

Для выключения работающего модуля на его контакт PWRKEY нужно подать напряжение низкого уровня в течение не менее чем 1,5 с.

Модуль SIM868 может быть выключен аппаратно (подачей и снятием питания или через PWRKEY) либо программно, командой *AT+CPOWD=1*. Использование этой команды позволяет реализовать безопасное отключение, корректно завершив цикл передачи данных. При этом, завершая процедуру выключения питания, модуль отправит URC-сообщение: *NORMAL POWER OFF*

Этого не произойдет, если активна функция автовыбора скорости обмена модуля по основному последовательному порту. После фиксации этой скорости посредством команды *AT+IPR=x* это и другие URC-сообщения, привязанные к скорости обмена, отображаются корректно [4].

### Сброс модуля SIM868

В отличие от 900-й серии и модулей, использующих ее основной форм-фактор (SIM800/800F), а также модуля SIM800H, контакта RESET, как такового, модули SIM868, SIM800C и SIM800C-DS не имеют. В связи с этим их перезапуск реализовывается посредством контакта PWRKEY.

Как следует из рис. 8, перезапуск модуля возможен после его выключения не сразу,

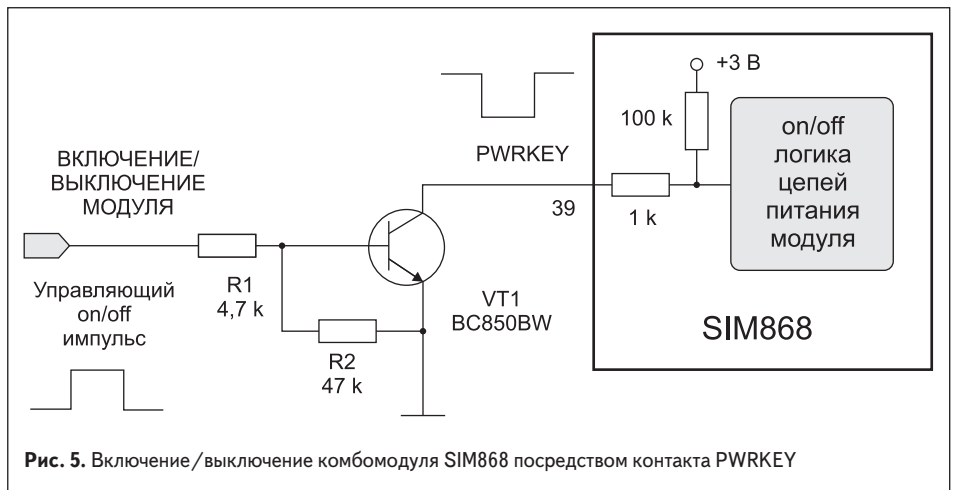


Рис. 5. Включение/выключение комбомодуля SIM868 посредством контакта PWRKEY

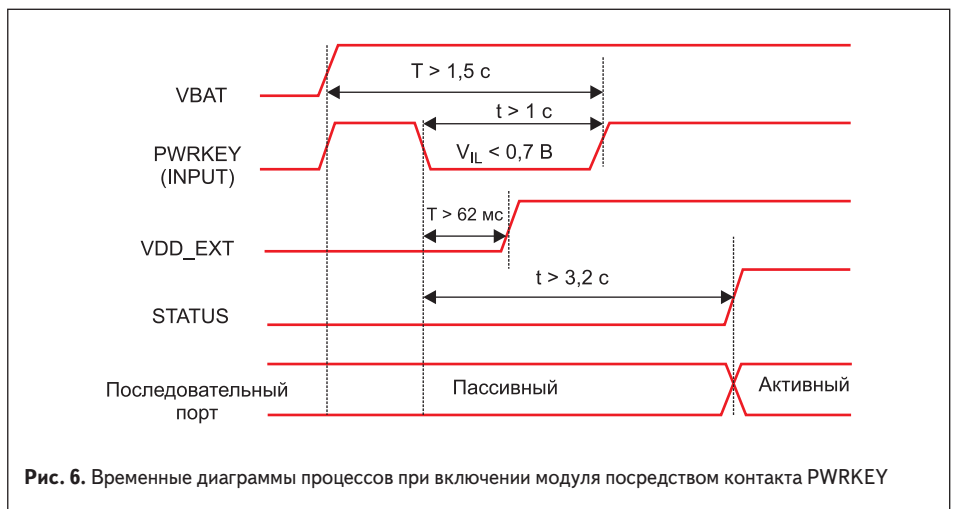


Рис. 6. Временные диаграммы процессов при включении модуля посредством контакта PWRKEY

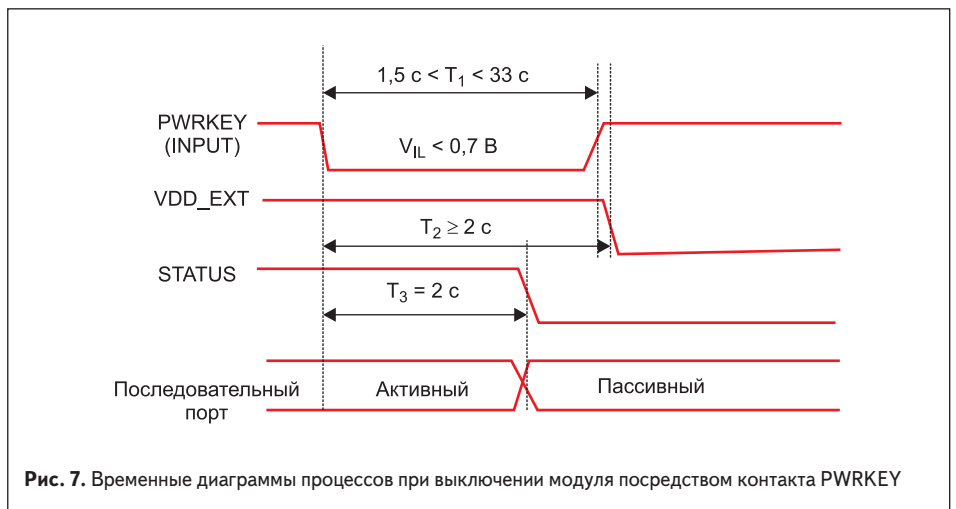


Рис. 7. Временные диаграммы процессов при выключении модуля посредством контакта PWRKEY

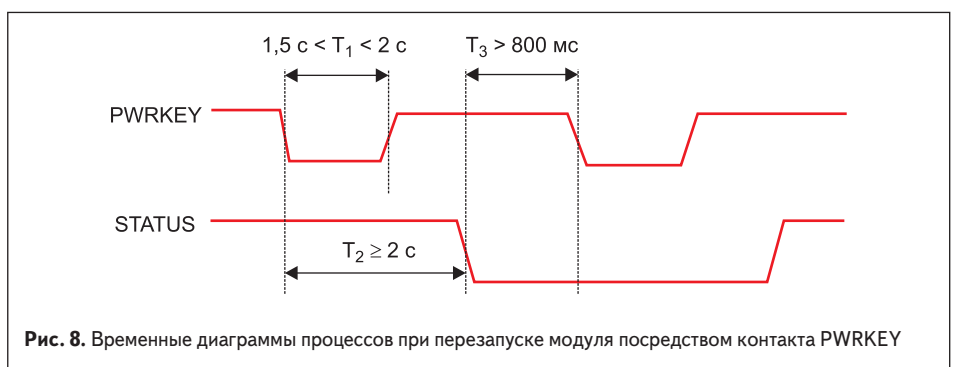


Рис. 8. Временные диаграммы процессов при перезапуске модуля посредством контакта PWRKEY

а после некоего тайм-аута  $T_3 > 3$  с. Обозначенные на рис. 6–8 тайм-ауты, до окончания которых изменение текущего состояния модуля либо работа его портов или выхода VDD\_EXT невозможны, в обязательном порядке должны учитываться при написании управляющих программ. Более подробно эти моменты рассматриваются в [3].

## Энергосберегающие режимы SIM868

SIM868 поддерживает два режима энергосбережения: «Режим ограниченной функциональности» и «Спящий режим». Для перевода SIM868 в спящий режим может быть использована AT-команда  $AT+CSCLK=1$ . Для его перевода в режим минимальной функциональности используется команда  $AT+CFUN=<fun>$  (режим не предусматривает снятие питания). В этом режиме радиочастотная часть модуля отключена частично или полностью, либо недоступна SIM-карта, но последовательный порт по-прежнему доступен. Потребляемая мощность в этом режиме заметно ниже, чем в рабочем.

## Режимы минимальной функциональности

Команда  $AT+CFUN=<fun>$  позволяет установить три режима минимальной функциональности. Переход в них обеспечивается выбором уровней  $<fun> = 0, 1, 4$ :

- $AT+CFUN=0$  — минимальная функциональность;
- $AT+CFUN=1$  — полная функциональность (действует по умолчанию);
- $AT+CFUN=4$  — режим полета (отключен передатчик модуля).

В автономном режиме функционирования разряд батареи может быть минимизирован за счет более редкого «выхода на связь»<sup>2</sup> используемого в вашем устройстве модуля, отключения его CNSS-функционала, индикации, использования более надежного способа монтажа батареи (исключение окисления или загрязнения контактов, посредством которых батарея устанавливается в ваш прибор).

Величины потребляемого модулем тока при различных режимах его функциональности и значениях параметра BS-PA-MFRMS приведены в таблице 4.

Возможности этих режимов описаны в [3], с. 25.

**Таблица 4.** Величина потребляемого модулем тока при различных режимах его функциональности и значениях параметра BS-PA-MFRMS

<fun>	BS-PA-MFRMS	Потребляемый ток, мА
0	—	0,65
1	9	0,86
	5	1,02
	2	1,42
4	—	0,69

Если SIM868 переведен в режим минимальной функциональности командой  $AT+CFUN=0$ , его радиоканал и SIM-карта будут заблокированы, но последовательный порт по-прежнему доступен. При этом часть AT-команд, отвечающая за управление радиоканалом и SIM-картами, доступна не будет.

## Режим ограниченной функциональности

Клиент может управлять входом и выходом модуля SIM868 из спящего режима (подана команда  $AT+CSCLK=1$ ) посредством DTR-сигнала (UART1\_DTR, пин 6). В этом режиме, если уровень на DTR высокий и нет прерываний со стороны сети и аппаратных средств (например, прерываний на GPIO или данных в последовательном порту), SIM868 автоматически переходит в спящий режим. При этом он по-прежнему может принимать входящий вызов или SMS из сети, но его последовательный порт (UART) недоступен.

## Активация SIM868 в спящем режиме 1 (Sleep mode 1, команда AT+CSCLK=1)

Вывести модуль из спящего режима 1 можно следующими действиями:

- подать низкий уровень на DTR пин в течение примерно 50 мс;
- приемом голосового вызова или данных из сети;
- приемом SMS из сети;
- получить внешнее прерывание.

*Примечание.* После того как модуль получил входящий вызов или новое SMS-сообщение, последовательный порт может выдавать сообщения URC об этом, но не позволяет вводить AT-команды. Только после того, как на контакт DTR в течение 50 мс и более подается низкий уровень, последовательный порт готов к вводу AT-команд.

## Активация SIM868 в спящем режиме 2 (sleep mode 2, команда AT+CSCLK=2)

В этом режиме SIM868 непрерывно контролирует свой последовательный порт. Если нет передачи данных более 5 с по линии RXD, нет входящих вызовов и сообщений, а также аппаратных прерываний (например, прерывание GPIO), SIM868 переходит в спящий режим 2 автоматически. В этом режиме SIM868 по-прежнему может принимать входящие вызовы и SMS из сети, их приход или появление данных на последовательном порту (первый символ будет потерян) переводят модуль в активное состояние.

*Примечание.* По умолчанию модуль находится в режиме автовыбора и, после включения питания, не может самостоятельно перейти в режим ожидания, даже при отсутствии передачи в последовательном порту.

Существуют и другие способы снижения уровня потребляемого модулем SIM868 тока.

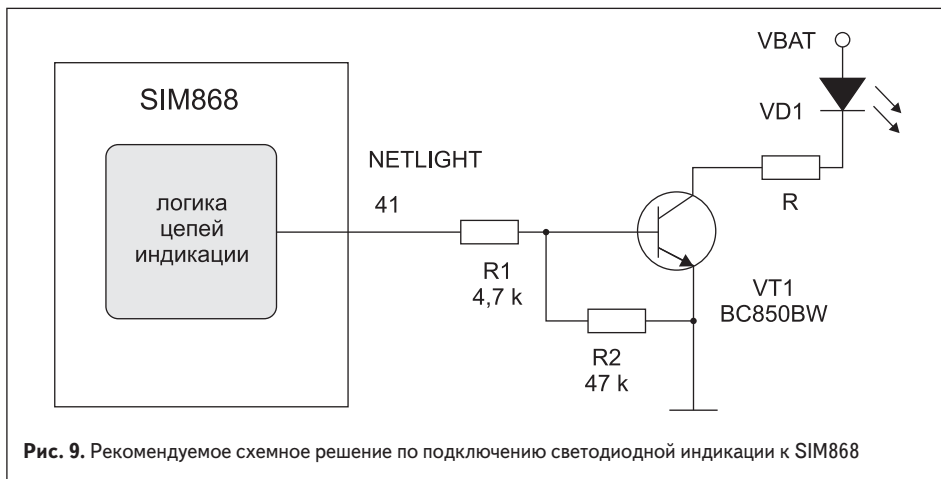
Например, полный отказ от схемной реализации некоторых его рабочих сервисов, а именно: светодиодной индикации STATUS (пин 42) и NETLIGHT (пин 41) (рис. 9), либо изменения скважности индикации NETLIGHT.

Команда  $AT+CNIGHT=0$  позволяет полностью отключить индикацию NETLIGHT. Сохранить эту настройку можно командой  $AT+W$ . В режиме GPRS также может быть использована команда  $AT+CSGS$ , задающая использование индикации NETLIGHT для отображения статуса GPRS-сессии. После подачи команды  $AT+CSGS=1$ , при включении модуля, индикация NETLIGHT перейдет в режим мигания (по умолчанию отображение состояния GPRS сессии: 64 мс — включено, 300 мс — выключено). До подачи этой команды состояние пина NETLIGHT соответствует заводским установкам. Отключается индикация статуса GPRS командой  $AT+CSGS=0$ , сохранить эту настройку можно командой  $AT+W$ .

Команда  $AT+CSGS=2$  задает мигание индикации NETLIGHT в соответствии с настройками оператора. После подачи этой команды имеется возможность задать нужные настройки скважности индикации командой  $AT+SLEDS$  (ее синтаксис описан в [4], с. 182), приведя ее в соответствие с собственными предпочтениями. При этом длительность импульсов и интервал между ними может задаваться в пределах 40–65 535 мс. Сохранение настроек стандартное —  $AT+W$ .

При батарейном питании возможно увеличение продолжительности функционирования модуля за счет расширения программно установленных границ допустимого диапазона питающих напряжений, путем смещения значения его нижнего порога. При этом необходимо понимать, что стабильная работа модуля в сети и его исправность гарантируется лишь для паспортных значений питающих напряжений.

Кроме перечисленных факторов, следует также учитывать, что мобильное устройство,



**Рис. 9.** Рекомендуемое схемное решение по подключению светодиодной индикации к SIM868

<sup>2</sup>Изменяя значение параметра BS-PA-MFRMS (количество мультикадров между двумя передачами одного и того же поискового сообщения), можно заставить приемник модуля включаться для приема адресованных ему сигналов в каждом втором, пятом или только в каждом девятом мультикадре.

за счет регулярной перерегистрации в новых зонах (Location Area), разряжает имеющуюся в нем батарею гораздо интенсивнее, чем аналогичное устройство, находящееся на одном месте постоянно либо сравнительно длительные промежутки времени.

### GNSS-функционал модуля SIM868

Фактически submodule GNSS модуля SIM868 использует тот же кристалл от компании MediaTek, который уже хорошо себя зарекомендовал в чипсете MT3333, поэтому характеристики GNSS-части SIM868, особенности ее функционирования и команды управления совпадают с теми, что уже реализованы с использованием этого чипсета в навигационных модулях серии SIM68x компании SIMCom Wireless Solutions.

Так, ресивер GNSS модуля SIM868 имеет 33 канала сопровождения и 99 каналов обнаружения, что, при чувствительности в режиме холодного старта 148 дБм (в режиме сопровождения — 166 дБм), позволяет добиться точности определения местоположения <2,5 м (СЕР 50%), скорости 0,1 м/с, а также сигналов точного времени (PPS). Частота обновления координат — до 5 Гц. Достигается перечисленное при сравнительно низком энергопотреблении: 24 мА в режиме захвата, 21 мА в режиме сопровождения.

Время старта GNSS-части модуля: «холодный» старт — 29 с, «теплый старт» — 22 с, «горячий» старт — <1с.

По умолчанию данные NMEA поступают на последовательный порт GNSS со скоростью 115 200 бит/с.

При раздельном питании GSM- и GNSS-частей модуля наиболее полную управляемость функционалом даст еще один ключ питания по входу GNSS\_BAT. Вариант его реализации представлен на рис. 10. Отключение питания по этой шине и его последующее включение посредством ключа определяет время холодного старта GNSS-части. Режим «теплого» старта обеспечивает сохранение напряжения на контакте VRTC модуля (пин 28), соединенном с GNSS\_RTC входом submodule GNSS<sup>3</sup>.

Приведенного на рис. 10 решения достаточно для бесперебойного питания цепей RTC при батарейном питании клиентского устройства. При питании же устройства от сети напряжение на контакте VRTC может быть обеспечено с помощью внешнего конденсатора большой емкости (Large-capacitance Capacitor) или батареи (как вариант — непerezаряжаемой). В [3] на рис. 16–18 (с. 26) приведены возможные варианты схемного решения этой цепи.

Цепи GNSS\_VBAT и GNSS\_EN (пин 59) на рис. 10 соединены для обеспечения автоматического старта GNSS-submodule сразу же после подачи на него питания. «Горячий» старт GNSS-части, подразумевающий сохранение текущих координат и обновленных эфемерид на время выключения модуля, требует раздельного решения цепей GNSS\_VBAT и GNSS\_EN и управления включением модуля через контакт GNSS\_EN.

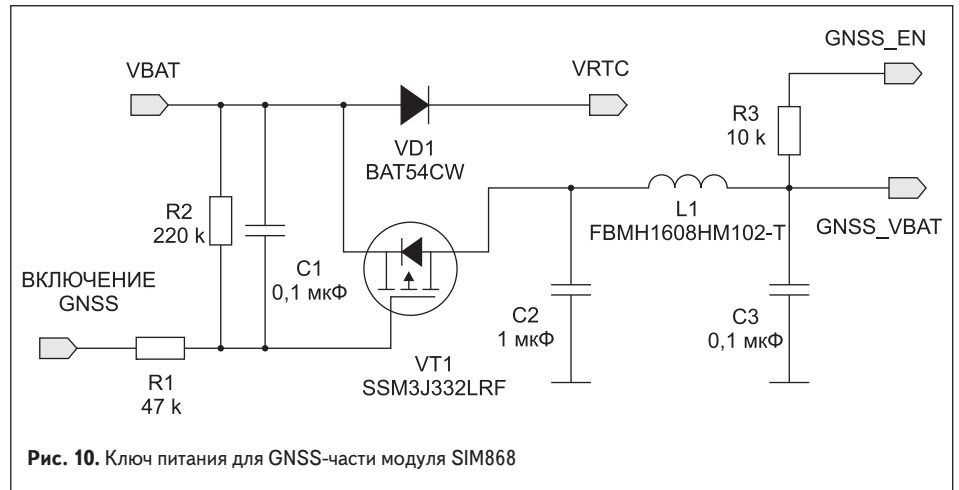


Рис. 10. Ключ питания для GNSS-части модуля SIM868

### Интерфейсы модуля SIM868

#### Интерфейсы SIM-карт

SIM-интерфейсы модуля соответствуют спецификациям GSM Phase 1 и GSM Phase 2+ и поддерживают работу SIM-карт FAST, обменивающихся данными с модулем на скорости 64 кбит/с. У SIM868 два таких интерфейса. Оба поддерживают SIM-карты, работающие от напряжений 1,8 и 3,0 В. Питание SIM-интерфейсов осуществляется от внутреннего стабилизатора модуля. Вариант подключения SIM-карты к модулю с использованием шестипинового SIM-холдера приведен на рис. 11.

При подборе сборки защитных стабилитронов VD1 необходимо выбирать их из числа имеющих максимальную собственную емкость до 50 пФ по каждой из линий. Помимо C1 (рис. 11), производитель рекомендует устанавливать защитные емкости номиналом 22 пФ со стороны модуля и на линии RST и CLK.

Вариант подключения SIM-карты к восьмипиновому SIM-холдеру, поддерживающему функцию детектирования модулем ее наличия, приведен в [3] (рис. 32, с. 35).

#### Последовательные порты и USB-интерфейс

Функционал последовательного порта:

- поддерживает режим функционально полного устройства (Full mode device);

- содержит линии приема и передачи данных UART1\_TXD/UART1\_RXD, линии аппаратного управления потоком UART1\_RTS/UART1\_CTS, линии контроля состояния UART1\_DTR, UART1\_DCD и UART1\_RI;
- предполагает использование последовательного порта для GPRS и обслуживания AT-связи;
- поддерживает следующие скорости передачи данных от хост-устройства в режиме автовыбора: 1200, 2400, 4800, 9600, 19 200, 38 400, 57 600 и 115 200 бит/с;
- поддерживает возможность перепрошивки модуля;
- UART2 представлен в модуле линиями RXD и TXD, имеет аналогичные скорости обмена и позволяет управлять модулем посредством AT-команд.

*Примечание.* Аппаратное управление потоком данных по умолчанию отключено. AT-команда **AT+IFC=2, 2** позволяет его включить. AT-команда **AT+IFC=0, 0** отключает аппаратное управление потоком данных. Более подробно этот функционал описан в [4].

#### Синхронизация между DTE и DCE в последовательном порту

Скорость канала определяется устройством, которое выступает в роли DCE (Data Communication Equipment), т. е. провайдера.

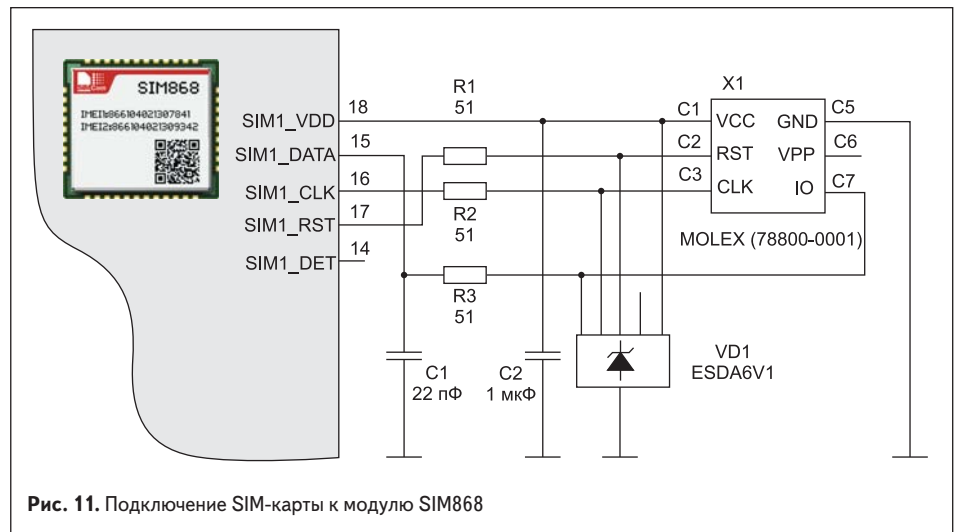


Рис. 11. Подключение SIM-карты к модулю SIM868

<sup>3</sup>Внимание! На вход VRTC нельзя подавать напряжение более 4,3 В.

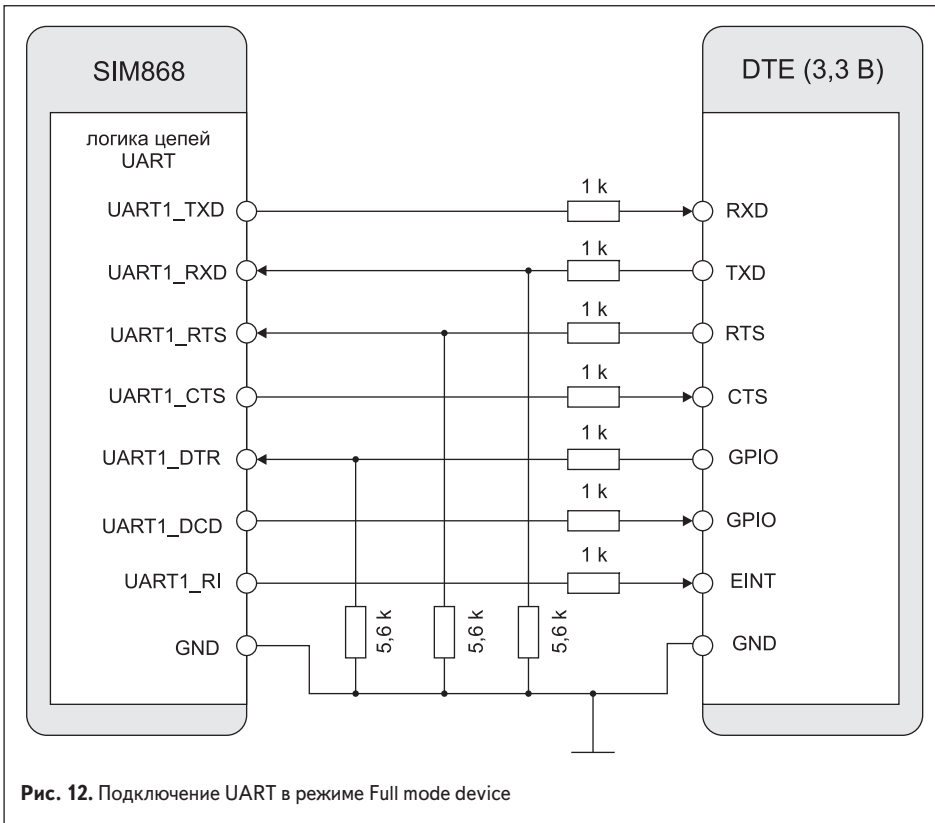


Рис. 12. Подключение UART в режиме Full mode device

Подключаемое к нему устройство выступает в роли DTE (Data Terminal Equipment), т. е. маршрутизатора, узнающего о скорости канала от DCE. Когда включен автовыбор скорости передачи, то необходимо со стороны DTE отправить символы «AT» или «at» (если это потребуется, то несколько раз), чтобы синхронизировать скорость передачи данных, пока DTE не получит ответ «OK», означающий, что DTE и DCE синхронизированы. В любом случае, везде, где это возможно,

рекомендуется фиксировать скорость обмена командой *AT+IPR=x*, настройка сохраняется в энергонезависимой flash-памяти командой *AT&W*.

#### Функциональные ограничения режима автовыбора

Последовательный порт DTE должен быть настроен на прием восьмибитных данных, без проверки их четности и с 1 стоп-битом. Без этого URC-сообщения, свидетельствующие

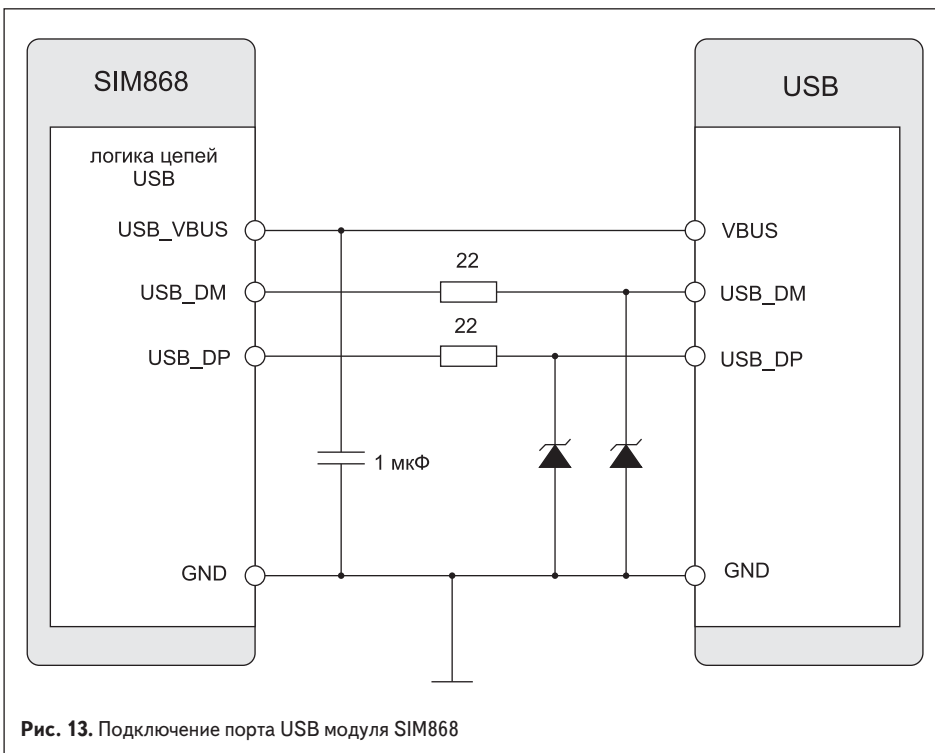


Рис. 13. Подключение порта USB модуля SIM868

о работоспособности SIM868, такие как «RDY», «+CFUN:1» и «+CPIN:READY», не будут приниматься.

Схемное включение последовательного порта в режиме Full mode device для напряжения UART в 3,3 В приведено на рис. 12.

Если напряжение UART составляет 3,0 В, необходимо заменить резисторы номинала 5,6 к на 14 к. Рекомендуемые схемные решения для других значений напряжений UART приведены в [3] (рис. 21–23, с. 29).

#### Функционал USB

Порт USB модуля SIM868 используется для перепрошивки его GSM-части и для снятия диагностических логов (debug-интерфейс). Перепрошивка модуля по USB в среднем на порядок быстрее, чем по UART, и считается более надежной. В связи со сказанным производителем настоятельно рекомендует разработчикам предусматривать возможность подключения к модулю по USB. Схемное включение порта USB модуля приведено на рис. 13.

Размещение указанных на схеме элементов рекомендовано как можно ближе к разъему USB.

Подробная инструкция по перепрошивке SIM868 и обновленные версии ПО предоставляются пользователям по отдельному запросу в службу технической поддержки «МТ-Системс».

#### Другие интерфейсы SIM868

Интерфейсы GPIO, ADC (10-битный аналого-цифровой конвертер, который может быть использован для измерения напряжения), SD и I<sup>2</sup>C решены в SIM868 стандартно, их подключение и характеристики подробно рассмотрены в техническом описании модуля. Подключение к интерфейсу I<sup>2</sup>C требует внешней подтяжки к напряжению 2,8 В посредством резистора 4,7 кОм. Модуль имеет один дифференциальный вход для подключения электретного микрофона и два дифференциальных аудиовыхода для подключения динамика с внутренним сопротивлением 8 Ом либо 32-омных головных телефонов (в модуле используются внутренние усилители АВ-класса). Для регулировки уровня входного усиления микрофона используется команда *AT+CMIC*. Команда *AT+SIDET* используется для компенсации местного эффекта (прослушивания в канале собственного голоса). Команда *AT+CLVL* регулирует уровень усиления на аудиовыходе. Схемное включение микрофона требует обязательной установки шунтирующих наводки конденсаторов и стабилитронов непосредственно в точке подключения микрофона. Подключение динамика — установки таких же емкостей, как на выходе модуля, так и вблизи самого динамика. Для прочтения значения напряжения на порту ADC используется команда *AT+CADC*. Интерфейс SD-карты поддерживает подключение карт емкостью до 32 Гбайт. Для питания SD-карт, работающих от источника 2,8 В, можно использовать выход модуля VDD\_EXT; если требуется источник

питания 3,3 В, необходимо использовать внешний стабилизатор напряжения.

## Bluetooth в SIM868

Реализация Bluetooth-функционала модуля SIM868 не представляет сколько-либо сложной задачи и достаточно полно описана в [8].

## Подключение антенн

Рекомендации по подключению GSM-, GNSS- и Bluetooth-антенн к модулю SIM868 изложены как в техническом описании модуля, так и в документе [7]. При необходимости произвести расчет соединительных линий от модуля до антенны следует пользоваться специализированными расчетными программами. При использовании коротких соединительных линий (до 3 см) чаще всего согласующие элементы можно не устанавливать, существенным образом на качестве работы изделия это не скажется. Тем не менее контактные площадки для их установки следует предусмотреть.

В схемном и топологическом отношении наиболее сложным моментом является подключение активной антенны GNSS (рис. 14).

Организация питания выбранной активной антенны GNSS (напряжение VCC\_ANT) зависит от ее паспортного напряжения питания. Оно может быть общим с питанием GSM- и GNSS-частей модуля, но при этом может потребовать отдельного стабилизатора, так как заявленные характеристики активных антенн чаще всего действительны для напряжения, рекомендованного для их питания. В частном случае для этих целей может быть использовано напряжение VDD\_EXT модуля (2,8 В, пин 40), но при этом следует учитывать, что, после выключения GSM-части модуля, будет обесточена и активная антенна.

## Отладочные средства

Разработчики могут протестировать работу SIM868 в соответствии с примерами, приведенными в настоящей статье и в документации на модуль, воспользовавшись специализированным отладочным комплектом производства компании SIMCom Wireless Solutions. Отладочный комплект состоит из двух основных компонентов: многофункциональной «материнской» платы SIMCom EVB KIT (для модулей SIM868-TE и SIM5300E-TE/EA-TE) (рис. 15) и мезонинной платы SIM868-TE, на которой распаян модуль SIM868. Оба этих компонента отладочного комплекта приобретаются отдельно. Наличие и состав отладочных комплектов, а также наличие модулей и их стоимость можно уточнить, отправив запрос в техническую поддержку «МТ-Системс».

В комплект плат SIMCom EVB KIT входят соединительные кабели, тестовые антенны, телефонная гарнитура и адаптер питания.

## Заключение

Мультифункциональность современных модулей — свершившийся факт. Переход

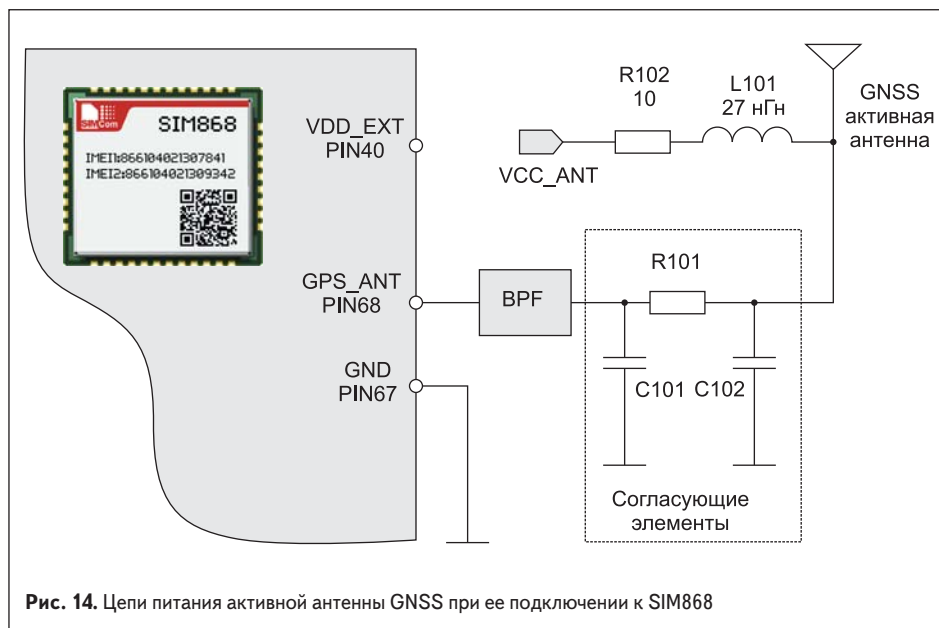


Рис. 14. Цепи питания активной антенны GNSS при ее подключении к SIM868

от использования SIM800C+SIM68M к SIM868 дает возможность сэкономить на печатной плате клиентского изделия до 30% ранее необходимой для этого решения площади. Выигрыш в компактности и бюджетности конечного решения может быть и более значительным. Это позволяет использовать модуль в автомобильных и персональных трекерах, в страховой телематике, охранных устройствах (в т. ч. закладках), в медицине, а также для мониторинга и управления по радио территориально распределенными системами. Низкое энергопотребление SIM868 делает его оптимальным для батарейных решений.

Немаловажным является тот момент, что гарантированный срок производ-

ства комбодулей SIM868 заявлен до 2022 г. ■

## Литература

1. [www.simcomm2m.com](http://www.simcomm2m.com)
2. [www.mt-system.ru](http://www.mt-system.ru)
3. SIM868\_Hardware\_Design\_V1.01.pdf
4. SIM800 Series\_AT Command Manual\_V1.10.pdf
5. SIM800 Series Port Application Note\_V1.02.pdf
6. SIM868\_GNSS\_Application Note.pdf
7. SIM868\_RF\_Design\_Application Note\_V1.00.pdf
8. Стукало С. Функционал Bluetooth в GSM-модулях серии SIM800x // Беспроводные технологии. 2016. № 3.

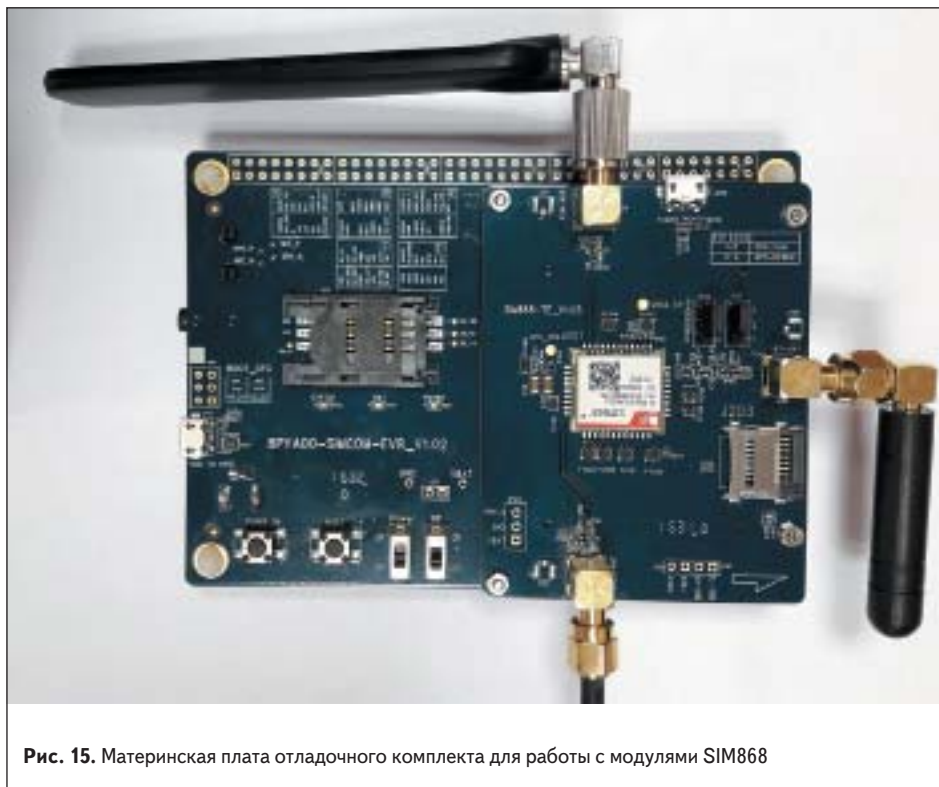


Рис. 15. Материнская плата отладочного комплекта для работы с модулями SIM868