

Использование встроенного TCP/IP-стека WISMO228

При разработке M2M-приложений для передачи данных через GSM-сеть можно использовать различные технологии — SMS, модемное соединение в голосовом канале (CSD) или GPRS. Использование GPRS позволяет минимизировать стоимость трафика, однако требует наличия стека IP-протоколов на хост-процессоре или в самом GSM-модуле. В данной статье описываются команды встроенного TCP/IP-стека GSM-модуля WISMO228 и приводятся примеры практической работы с публичными почтовыми серверами.

Олег Пушкарев
o.pushkarev@compel.ru

GSM-модули WISMO218 и WISMO228 компании Sierra Wireless являются продуктами нижнего ценового диапазона, при этом отличаются высоким качеством и построены на основе проверенных временем решений [1]. Модули WISMO производятся на фабрике, сертифицированной по стандарту ISO TS 16949, и проходят сборку и выходной контроль качества на том же оборудовании, что и продукты для автомобильных применений. Как и другие продукты Sierra Wireless, модули имеют защиту от возможных претензий в области нарушения прав на интеллектуальную собственность, поскольку компания производит все необходимые отчисления держателям патентов в области GSM/GPRS. К несомненным достоинствам изделий можно отнести широкий диапазон напряжения питания (3,2–4,8 В) и низкий ток потребления в режиме ожидания 1,3 мА (Idle Mode Paging 9). Более подробную техническую информацию по модулям WISMO можно найти в [2]. Основное различие между ними заключается в том, что WISMO218 является двухдиапазонным, в то время как WISMO228 может работать в четырех GSM-диапазонах. Начиная с версии прошивки L22 все модули WISMO содержат встроенный TCP/IP-стек. Для разработки приложений можно использовать недорогой встраиваемый модуль TE-WISMO228,

выпускаемый ООО «Терраэлектроника». Достоинством этой платы (рис. 1) является возможность подключения WISMO228 как к COM-порту ПК, так и к внешнему микроконтроллеру. Это облегчает знакомство с управляющими AT-командами с помощью терминальной программы и позволяет затем испытать написанную программу хост-контроллера на том же самом «железе». Доступная принципиальная схема [3] позволяет использовать схемотехнические решения платы в своем устройстве.

Команды встроенного TCP/IP-стека

Встроенный TCP/IP-стек работает со следующими протоколами: UDP, TCP in connect mode (Client), TCP in listen mode (Server). Поддерживается одновременная работа с несколькими сокетами: UDP — восемь сокетов, TCP Clients — восемь сокетов, TCP Servers — четыре сокета.

В M2M-приложениях обычно используется выделенный сервер, принимающий данные телеметрии на один или одновременно несколько сокетов в режиме TCP или UDP. При этом такой сервер должен иметь выделенный внешний статический IP-адрес. Использование публичных почтовых серверов может быть полезно в тех случаях, когда конечным получателем информации являются индивидуальные пользователи (физические лица) либо когда масштабы проекта не позволяют поддерживать свой собственный круглосуточно работающий сервер. Доступ к общедоступным серверам почты (mail.ru, yandex.ru, rambler.ru, gmail.com и др.) бесплатен, сами сервисы работают достаточно стабильно и предлагают гигабайты дискового пространства для хранения сообщений. Для доступа к своему почтовому ящику можно использовать не только веб-интерфейс: поддерживаются протоколы POP3 (чтение почты) и SMTP (для отправки почты). Именно с помощью этих протоколов обеспечивается доступ к почте для программ, установленных на ПК (Outlook, TheBat! и т. д.). Любое M2M-устройство, оснащенное GSM-модулем WISMO228,



Рис. 1. Встраиваемый модуль TE-WISMO228

может работать с почтой по протоколам POP3 и SMTP на основе команд встроенного TCP/IP-стека. Рассмотрим несколько практических примеров взаимодействия модуля WISMO228 с общедоступными почтовыми серверами. Во всех примерах мы отсылаем AT-команды с программы-терминала, запущенного на ПК. Модуль WISMO228 подключен к COM-порту компьютера через драйвер RS-232. Можно также подключить WISMO228 к USB-порту ПК через подходящий переходник USB/UART.

Во всех примерах далее применяется следующая цветовая маркировка сообщений: Данные, отправляемые в UART WISMO228:

```
at+wipcfg=1<CR><LF>
```

Ответы и незапрашиваемые сообщения, получаемые из UART WISMO228:

```
+WIPREADY: 2,1
```

Пример 1. Прием сообщений с сервера mail.ru

После включения модуля следует убедиться, что регистрация в сети успешно завершена: в ответ на команду

```
at+creg?<CR><LF>
```

мы должны получить сообщение

```
+CREG 0,1
```

Далее приступаем к работе с TCP/IP-стеком. Сначала запускаем (активируем) сам TCP/IP-стек:

```
at+wipcfg=1<CR><LF>
```

Определяем физическую среду передачи данных — GPRS Bearer («открываем GPRS-носитель»):

```
at+wipbr=1,6<CR><LF>
```

Устанавливаем точку доступа (в данном примере используется SIM-карта «Билайн»):

```
at+wipbr=2,6,11,"internet.beeline.ru"<CR><LF>
```

Выполняем подключение к GPRS («стартуем носитель»):

```
at+wipbr=4,6,0<CR><LF>
```

После этой команды возникает небольшая пауза (несколько секунд) до получения ответа «OK».

Теперь можно проверить полученный модулем IP-адрес:

```
at+wipbr=3,6,15<CR><LF>
+WIPBR: 6,15,"10.192.244.192"
```

Мы получили адрес внутренней сети оператора, к которому невозможно обратиться извне (т. е. с компьютера, подключенного к Интернету). Однако для приема и отправки

почты это не имеет существенного значения, т. к. эти процессы будут инициированы самим модулем WISMO228.

Создаем соединение (TCP-клиент) с указанным на сайте почтового сервиса адресом (pop.mail.ru) и номером порта (110):

```
at+wipcreate=2,1,"pop.mail.ru",110<CR><LF>
```

В ответ мы получаем две строки:

```
+WIPREADY: 2,1
```

(успешно создан TCP-клиент с идентификатором сессии (индексом) 1) и

```
+WIPDATA: 2,1,5
```

(получены 5 байт данных).

Переключаем UART в режим обмена данными в режиме Continuous:

```
at+wipdata=2,1,1<CR><LF>
```

После сообщения

```
CONNECT
```

мы видим 5 байт данных (с учетом<CR><LF>), которые прислал нам почтовый сервер:

```
+OK
```

Ура, мы соединились с почтовым сервером и теперь можем отправлять команды протокола POP3. Вводим адрес почтового ящика:

```
USER wismo@mail.ru<CR><LF>
+OK
```

Указываем пароль доступа:

```
PASS wismo228<CR><LF>
+OK Welcome!
```

Авторизация на сервере прошла успешно. Теперь можно производить манипуляции с почтовым ящиком. Например, мы можем посмотреть общее количество писем с помощью следующей команды:

```
STAT<CR><LF>
+OK 2 2048
```

(в нашем почтовом ящике два сообщения, которые занимают 2048 байт).

Прочитаем второе сообщение целиком:

```
RETR 2<CR><LF>
+OK 1262 octets
Return-path:<sierrawireless@rambler.ru>
Received: from [81.19.67.208]
(port=56076 helo=mcgi71.rambler.ru)
by mx19.mail.ru with esmtp
id 1QDyEA-0001TD-00
for wismo@mail.ru; Sun, 24 Apr 2011 16:15:50 +0400
Received-SPF: pass (mx19.mail.ru: domain of rambler.ru designates 81.19.67.208 as permitted sender) client-ip=81.19.67.208; envelope-from=sierrawireless@rambler.ru; helo=mcgi71.rambler.ru;
```

```
X-Mru-BL: 0
X-Mru-PTR: off
X-Mru-NR: 1
X-Mru-OF: unknown (ethernet/modem)
X-Mru-RC: RU
Received: from [109.173.54.73] by mcgi71.rambler.ru with
HTTP (mailimap); Sun, 24 Apr 2011 16:15:50 +0400
From:<sierrawireless@rambler.ru>
To:<wismo@mail.ru>
Subject: Test WISMO228 TCP/IP-stack
Date: Sun, 24 Apr 2011 16:15:50 +0400
MIME-Version: 1.0
Content-Disposition: inline
Content-Transfer-Encoding: 7bit
Content-Type: text/plain; charset="us-ascii";
format="flowed"
Message-Id:<808815459.1303647350.90353336.92159@mcgi71.rambler.ru>
X-Mailer: Ramail 3u, (chameleon), http://mail.rambler.ru
X-Spam: Not detected
X-Mras: Ok
This mail is just test message for WISMO228 TCP/IP-stack.
1111111111
2222222222
3333333333
4444444444
5555555555
6666666666
7777777777
8888888888
9999999999
0000000000
End of test message.
<CR><LF>
.
<CR><LF>
```

Сообщение заканчивается последовательностью кодов: <CR><LF><><CR><LF>, которые не являются телом письма. Эти байты добавляет почтовый сервер — они являются признаком конца сообщения.

В почтовом ящике может оказаться случайное очень большое сообщение, прием которого может занять продолжительное время. Чтобы не принимать его полностью, можно использовать команду **top msg n**. По этой команде можно получить *n* первых строк сообщения с номером *msg*. POP3-сервер в ответ на данную команду отправляет заголовок сообщения, затем пустую строку, затем требуемое количество строк сообщения (если их количество в сообщении меньше указанного в параметре *n*, то будет передано все сообщение).

В течение сеанса связи не следует допускать больших (более 1 мин.) пауз между отправкой команд протокола POP3, в противном случае сервер может инициативно разорвать соединение. При этом при отправке очередной команды мы получим в ответ последовательность:

```
<ETX><CR><LF><SHUTDOWN><CR><LF>
```

У нас более нет интереса к нашей почте, поэтому отключаемся от почтового сервера:

```
QUIT<CR><LF>
+OK POP3 server at mail.ru signing off
<ETX>
SHUTDOWN
```

Для корректного завершения GPRS-сессии выполняем следующие команды:

```
at+wipbr=5,6<CR><LF>
at+wipbr=0,6<CR><LF>
at+wipcfg=0<CR><LF>
```

Пример 2. Отправка E-mail-сообщений с помощью протокола SMTP

Протокол SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) создан для удобной отправки электронных почтовых сообщений (E-mail). Если не вдаваться в подробности, то это просто некоторый набор текстовых ASCII-команд и соответствующих ответов почтового сервера. Для практической отправки E-mail нам потребуется всего пять базовых команд SMTP-протокола. Прежде всего, запускаем TCP/IP-стек WISMO228 точно так же, как и в примере 1:

```
at+wipcfg=1<CR><LF>
at+wipbr=1,6<CR><LF>
at+wipbr=2,6,11,"internet.beeline.ru"<CR><LF>
at+wipbr=4,6,0<CR><LF>
```

Создаем соединение (TCP-клиент) с каким-либо почтовым сервером отправки почты. В нашем случае используем адрес smtp.mail.ru и 25 порт.

```
at+wipcreate=2,1,"smtp.mail.ru",25<CR><LF>
```

После получения ответов

```
+WIPREADY: 2,1
+WIPDATA: 2,1,41
```

переклюаемся в режим обмена данными:

```
at+wipdata=2,1,1<CR><LF>
CONNECT
```

Строка CONNECT говорит о том, что мы перешли из режима AT-команд в режим данных. Далее мы получаем приглашение почтового SMTP-сервера:

```
220 relay2.beelinegprs.ru ESMTP Postfix
```

Первая команда, отправляемая серверу:

```
EHLO server<CR><LF>
```

Строка данных *server* в команде-приветствии EHLO может быть и любой другой. В ответ мы получаем несколько кодов ответа. Каждый код, начинающийся с цифры 2, говорит об успешной транзакции — подробную расшифровку можно легко найти в Интернете:

```
250-relay1.beelinegprs.ru
250-PIPELINING
250-SIZE 10240000
250-VRFY
250-ETRN
250 8BITMIME
```

Работа с корпоративной SIM-картой «Билайн» не требует дополнительной авторизации, поэтому отправка письма значительно упрощается — нам достаточно задать адреса получателя и отправителя:

```
MAIL FROM:<anymail@gmail.com><CR><LF>
250 Ok
RCPT TO:<sierrawireless@rambler.ru><CR><LF>
250 Ok
```

Переходим к отправке содержимого письма:

```
DATA<CR><LF>
354 End data with<CR><LF>.<CR><LF>
```

Далее последовательно заполняем все поля обычного E-mail-сообщения:

```
from: OlegPushkarev<CR><LF>
to: sierrawireless@rambler.ru<CR><LF>
subject: WISMO228 SMPT Beeline test<CR><LF>
Hello world from WISMO!<CR><LF>My position: http://
maps.google.ru/maps?q=55.754000%2c37.620300<CR><
LF>END of FILE<CR><LF>.<CR><LF>
```

Ответ сервера говорит об успешном принятии письма к отправке:

```
250 Ok: queued as 50EC77215E3
```

Для корректного завершения сеанса используется команда QUIT:

```
QUIT<CR><LF>
```

Вид отправленного нами сообщения в почтовом ящике на Rambler.ru показан на рис. 2.

В текст данного письма мы включили ссылку с местоположением объекта, полученного, например, с помощью ГЛОНАСС-приемника. Получателю письма достаточно «кликнуть» по ссылке, чтобы увидеть на карте Google отметку, где во время отправки письма находился модуль WISMO228.

Пример 3. Использование авторизации

Отправка письма с помощью SIM-карты «МегаФон» требует ввода имени и пароля при открытии GPRS-сессии и дополнительного шага авторизации при подключении к SMTP-серверу. Это сделано для предотвращения рассылки спама или нежелательных анонимных сообщений. Для авторизации необходимо ввести команду

```
AUTH PLAIN
```

с логином и паролем, зашифрованным в формате base64. Base64 — это схема, по которой произвольная последовательность байт преобразуется в последовательность печатных ASCII-символов. Алгоритм формирования base64 можно найти в «Википедии». После удачной авторизации выводится сообщение

```
235 Authentication succeeded
```

В отличие от примера 2, адрес отправителя должен быть привязан к логину, поэтому подставить произвольный текст в поле «from:» здесь не получится, т. к. это приводит к сообщению:

```
501 sender address must match authenticated user
```

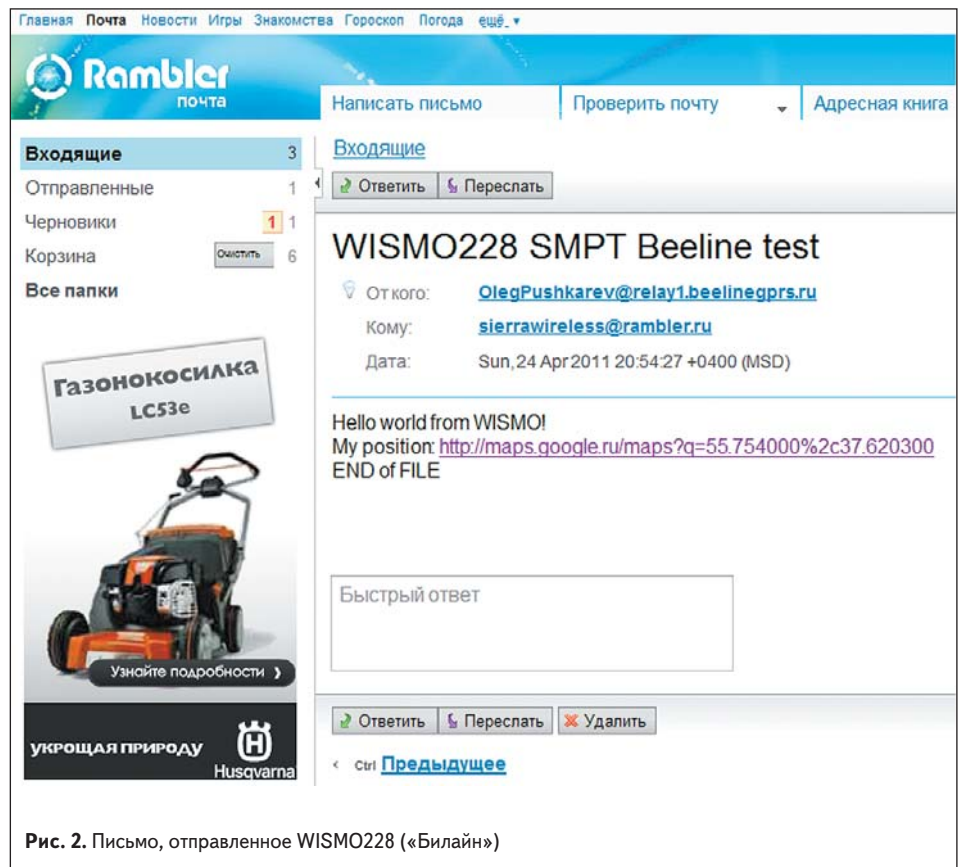


Рис. 2. Письмо, отправленное WISMO228 («Билайн»)

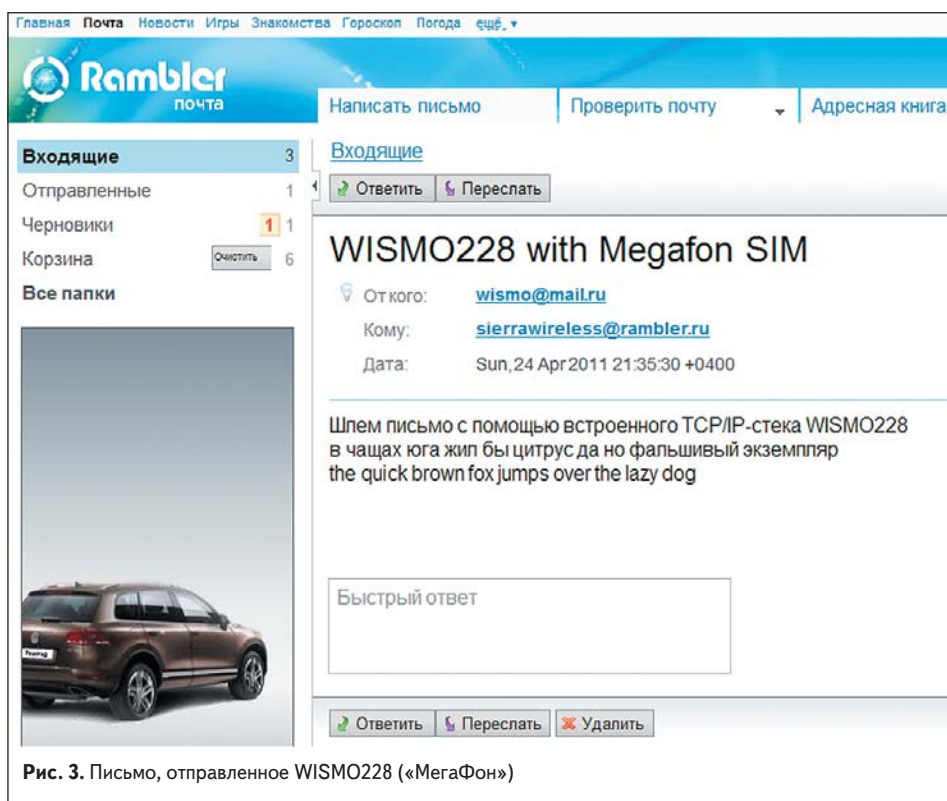


Рис. 3. Письмо, отправленное WISMO228 («МегаФон»)

Более требователен сервер в этом случае и к содержимому письма. Несколько раз наблюдалось срабатывание антиспамового фильтра на, казалось бы, довольно безобидные сообщения: 550 spam message rejected. Please visit <http://mail.ru/notspam/> or report details to abuse@corp.mail.ru. Error code: D8A3EC38EDCF8F820159836E676F914F5BE1AA86CA67C58B.

Итак, вот как выглядит протокол работы с SMTP-сервером с обычной коммерческой SIM-картой «МегаФон» (ответы модема «ОК» опущены):

```
at+wipcfg=1<CR><LF>
at+wipbr=1,6<CR><LF>
at+wipbr=2,6,1,1,"internet.ru"<CR><LF>
at+wipbr=2,6,0,"gdata"<CR><LF>
at+wipbr=2,6,1,"gdata"<CR><LF>
at+wipbr=4,6,0<CR><LF>
at+wipbr=3,6,15<CR><LF>
+WIPBR: 6,15»10.215.134.95»
at+wipcreate=2,1,"smtp.mail.ru",25<CR><LF>
```

```
+WIPREADY: 2,1
at+wipdata=2,1,1<CR><LF>
CONNECT
EHLO 1234567890<CR><LF>
220 smtp2.mail.ru SMTP ready
250-smtp2.mail.ru
250-SIZE 31457280
250-8BITMIME
250-AUTH PLAIN LOGIN
250 STARTTLS
AUTH PLAIN AHdpc21vAHdpc21vMjI4<CR><LF>
235 Authentication succeeded
MAIL FROM:<wismo@mail.ru><CR><LF>
250 OK
RCPT TO:<sierrawireless@rambler.ru><CR><LF>
250 Accepted
DATA<CR><LF>
354 Enter message, ending with "." on a line by itself
from: wismo@mail.ru<CR><LF>
to: sierrawireless@rambler.ru<CR><LF>
subject: WISMO228 with Megafon SIM<CR><LF>
```

Шлем письмо с помощью встроенного TCP/IP-стека WISMO228<CR><LF>

в чащах юга жил бы цитрус да но фальшивый экземпляр<CR><LF>

the quick brown fox jumps over the lazy dog<CR><LF>

.<CR><LF>

250 OK id=1QE3DQ-0004pu-00
QUIT<CR><LF>

221 smtp2.mail.ru closing connection
<ETX>

Полученное письмо приведено на рис. 3. Использование GPRS-канала передачи данных является наиболее экономным с точки зрения расходов на трафик. На стоимость влияет используемый тарифный план и величина округления трафика. При стоимости в диапазоне 1–7 руб. за 1 Мбайт передачи данных и округлении объема 1 кбайт отправка коротких E-mail не приводит к заметным расходам на связь. Если размер письма укладывается в 1 кбайт, то стоимость отправки одного почтового сообщения не превысит 0,7 коп. Если ориентироваться на наиболее экономичные тарифные планы, например «Интернет старт» от «МегаФон», то первоначального платежа на SIM-карте (100 руб.) хватит на отправку 100 000 коротких писем. У каждого оператора, как правило, можно подобрать тарифный план, оптимальный для отправки коротких пакетов данных от M2M-устройств.

Заключение

Использование бюджетного GSM-модуля WISMO228 позволяет организовать взаимодействие с почтовыми серверами POP3 и SMTP при помощи простого набора AT-команд встроенного TCP/IP-стека. Использование GPRS минимизирует расходы на трафик, делая этот вид связи существенно более выгодным по сравнению с отправкой SMS и передачей данных в голосовом канале (CSD).

Литература

1. Пушкарев О. GSM-модуль начального уровня WISMO 218 // Новости электроники. 2009. № 10.
2. WISMO228. Техническое описание. www.sierrawireless.com/en/Support/Downloads.
3. Описание TE-WISMO228. www.terraelectronica.ru.