

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ GSM В ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРАХ ДЛЯ СИСТЕМ УДАЛЕННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Бычков В.И., студ.; Суков С.Ф., проф., к.т.н.

(ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

С развитием и распространением беспроводных телефонных технологий GSM канал связи стал активно использоваться для систем автомобильных, дверных сигнализаций, в системах «умного дома» и т.д. Вначале в качестве каналаобразующего оборудования использовались мобильные телефоны, которые подключались к устройствам через интерфейс RS-232 и управлялись AT-командами. Данное решение было очень ненадежным, так как могло привести к ошибкам и сбоям телефонов или произойти отключение, кроме того, условия эксплуатации мобильных телефонов не предусматривали работу в сырых и неотапливаемых помещениях, что существенно ограничивало область их применения. Производители оборудования мобильной связи выпускают специализированные GSM-модемы для построения на их основе беспроводных систем безопасности. Данное решение существенно повысило надежность работы системы, а также предоставило разработчикам данных систем дополнительные возможности по работе с сервисами GSM. В этих системах реализуются либо одна, либо несколько функций удаленного мониторинга и управления: сигнализации, контроля и управления, где

- сигнализация – информирование об изменении дискретных или аналоговых входов;
- контроль – получение информации о состоянии дискретных и аналоговых входов по запросу оператора;
- управление – изменение состояния дискретных и аналоговых выходов по запросу оператора.

Запрос от оператора осуществляется совершением звонков (режим DTMF) и отправкой SMS-сообщений на GSM-модем, который используется для формирования GSM канала связи.

Данные устройства можно использовать в качестве промышленного контроллера, только в узкоспециализированных системах автоматизированного управления, поскольку в этих системах не заложены возможность использования всех функций (сигнализация, контроль, управление) и наличие модулей входов и выходов, которые могут отличаться типом – по току и/или по напряжению, и/или аналоговым и дискретным типами. Они являются не универсальными системами, поэтому их применение ограничено. В связи с широким распространением мобильных телефонов и возможности пользователя при помощи элементарных действий связаться с устройством, GSM канал начал использоваться в промышленных контроллерах. На рисунке 1 представлено «классическая» топология системы удаленного управления оборудованием по сетям GSM.



Рисунок 1 - «Классическая» топология системы удаленного управления оборудованием по сетям GSM

Управление GSM-модемами осуществляется при помощи AT-команд. AT-команды — набор команд, разработанных в 1977 году компанией Hayes для собственной разработки,

модема «Smartmodem 300 baud». Набор команд состоит из серий коротких текстовых строк, которые объединяют вместе, чтобы сформировать полные команды операций, таких как набор номера, начала соединения или изменения параметров подключения.

Для того, чтобы модем распознал эти команды, они должны быть записаны в специфической форме. Каждая команда всегда начинается буквами AT или at, дополненных одной или больше командой и завершаемой в конце нажатием клавиши «Enter». Команды воспринимаются модемом только тогда, когда он находится в «командном режиме» или «offline».

Для настройки (активации, деактивации и перенастройки установок) модема, Hayes-команды могут использовать различные профили модема. Набор команд и архитектура оказались весьма удачными и неоднократно расширялись и дополнялись. ETSI (Европейский институт телекоммуникационных стандартов) выпустил ряд стандартов описывающих управление мобильными телефонами и модемами стандарта GSM, таких как GSM 07.05 и GSM 07.07. Некоторые производители коммуникационного оборудования дополняют стандартный набор AT-команд своими собственными расширениями.

Стандартные AT-команды разработанные фирмой Hayes, которые являются универсальными, т.е. применимы для всех модемов существующих фирм производителей. На рисунках 2 и 3 представлены некоторые стандартные AT-команды и AT-команды GSM 07.07.

ATA	Прием вызова
ATD	Набор абонентского номера с носимого телефона
ATD<mem><n>	Установление соединения по абонентскому номеру <n> в памяти <mem>
ATD=<n>;	Установление соединения по абонентскому номеру <n> в текущей памяти
ATD<str>	Установление соединения по абонентскому номеру в памяти с соответствующим алфавитно-цифровым полем
ATDI<n>	Установление соединения по абонентскому номеру ЦСИС <n> с носимого телефона
ATDL	Набор последнего использованного номера (повторный набор)
ATDS	Набор абонентского номера из телефонного справочника оконечного устройства
ATE	Режим "эхо" вводимых команд
ATH	Разъединение установленного соединения
ATI	Вывод данных об изделии
ATL	Регулировка громкости громкоговорителя Команда игнорируется, только для совместимости с V.25ter.
ATM	Задание режима работы громкоговорителя Команда игнорируется, только для совместимости с V.25ter.
ATO	Переключение из командного режима в режим передачи данных
ATP	Задание импульсного способа набора номера Команда игнорируется, только для совместимости с V.25ter.
ATQ	Выбор режима вывода кодов результатов
ATS0	Автоматический прием вызова после n вызывных сигналов
ATS3	Задание символа окончания командной строки
ATS4	Задание символа форматирования для кодов результатов
ATS5	Задание символа редактирования для командной строки
ATS6	Задание паузы перед "слепым" набором Команда игнорируется, только для совместимости с V.25ter.
ATS7	Задание времени ожидания в секундах перед установлением соединения
ATS8	Задание времени ожидания в секундах для модификатора набора "запятая" Команда игнорируется, только для совместимости с V.25ter.
ATS10	Задание задержки разъединения при потере несущей
ATT	Задание тонального способа набора номера Команда игнорируется, только для совместимости с V.25ter.
ATV	Задание режима форматирования для кодов результатов
ATX	Задание формата ответа CONNECT и контроля соединения
ATZ	Задание всех параметров в соответствии с настройками пользователя

Рисунок 2 – Стандартные AT-команды

Команды GSM 07.07	Функция
AT+CACM	Опрос/сброс текущего счетчика тарификации (ACM)
AT+CAMM	Опрос/сброс максимального значения для суммирующего счетчика тарификации (ACMmax)
AT+CAOC	Данные тарификации (Advice of Charge)
AT+CBC	Зарядка аккумулятора
AT+CBST	Выбор типа службы связи
AT+CCFC	Задание абонентского номера и условия для переадресации вызовов
AT+CCUG	Управление закрытыми группами пользователей (CUG)
AT+CCWA	Управление сигнализацией второго вызова (Call Waiting)
AT+CEER	Опрос причины разъединения последнего соединения
AT+CGMI	Опрос кода изготовителя
AT+CGMM	Опрос кода модели
AT+CGMR	Опрос кода версии
AT+CGSN	Опрос серийного номера изделия (IMEI)
AT+CHLD	Удержание вызова и конференц-связь (Call Hold и Multiparty)
AT+CHUP	Завершение всех соединений (Hangup)
AT+CIMI	Опрос международного кода мобильного абонента (IMSI)
AT+CLCC	Список текущих соединений оконечного устройства
AT+CLCK	Включение и выключение блокировки
AT+CLIP	Индикация абонентского номера вызывающего абонента (CLIP)
AT+CLIR	Подавление индикации абонентского номера вызывающего абонента (CLIR)
AT+CMEE	Сообщение о неисправностях носимого устройства

Рисунок 3 – AT-команды GSM 07.07

Например, AT-команды фирмы Siemens для расширенных функций. Эти команды не должны реализовываться в соответствии с официальным синтаксисом. Поэтому последовательность символов «+C» замена на «^S». На рисунке 4 представлен список AT-команд для модемов Siemens.

Список команд, определенных фирмой Siemens	Функция
AT^SACM	Опрос данных тарификации (AOC) и ACM/ACMmax
AT^SCID	Вывод кода карточки SIM
AT^SCKS	Подключение карточки SIM: задание режима индикации и опрос состояния
AT^SCNI	Листание информации об абонентских номерах
AT^SCTM	Критическая рабочая температура: задание режима индикации или опрос температуры
AT^SLCK	Включение и выключение блокировок (включая специфичные блокировки Siemens)
AT^SMGO	Переполнение SMS: задание режима индикации и опрос переполнения
AT^SMSO	Выключение носимого аппарата
AT^SNFA	Задание и опрос уровня затухания микрофона
AT^SNFE	Задание или опрос параметров подавления эхо
AT^SNFI	Задание параметров микрофона
AT^SNFM	Отключение микрофона (Mute)
AT^SNFO	Задание или опрос параметров для аудиовыхода (= канал громкоговорителя)
AT^SNFS	Выбор аудиооборудования
AT^SNFV	Задание или опрос громкости громкоговорителя
AT^SPIC	Вывод значения счетчика PIN-кода
AT^SPLM	Чтение списка сетей (PLMN)
AT^SPLR	Чтение записи из списка предпочтительных операторов сети
AT^SPWD	Изменение пароля блокировки (включая специальные блокировки Siemens)
AT^SRTC	Выбор, опрос или проверка вызывного сигнала
AT^MONI	Контроль режима готовности и режима работы по выделенному каналу
AT^MONP	Контроль соседних сотов
AT^CXXCID	Вывод кода карточки SIM (команда идентична AT^SCID)

Рисунок 4 – Специальные AT-команды фирмы Siemens

Для задач сигнализации, контроля и управления широкое распространение получила функция SMS-сообщений. Такая популярность обуславливается низкой стоимостью (абонентская плата) и простотой эксплуатации.

Для передачи извещений посредством SMS сообщений используется самый известный GSM-сервис мобильных операторов. И одновременно самый простой в реализации метод. GSM модемы с SMS-передатчиком имеют доступную цену, в тоже время просты в настройке, а пультовым приемным устройством может являться любой сотовый телефон.

SMS (англ. Short Message Service - служба коротких сообщений) - система, позволяющая посылать и принимать сообщения в виде текста при помощи мобильного телефона.

Текст может состоять из алфавитно-цифровых символов. Максимальный размер сообщения в стандарте GSM - 140 байт. Таким образом, при использовании 7-битной кодировки (латинский алфавит и цифры) можно отправлять сообщения длиной до 160 символов. При использовании 8-битной кодировки (немецкий, французский язык) можно отправлять сообщения длиной до 140 символов. Для поддержки других национальных алфавитов (китайского, арабского, русского и др.) используется 2-байтная кодировка UTF-16 (Unicode). Таким образом, SMS-сообщение, написанное кириллицей, не может превышать 70 знаков. Что весьма ограничивает использование данного сервиса в охранном оборудовании. Для работы с SMS-сообщениями используется стандарт AT-команд GSM 07.05. На рисунке 5 приведен список AT-команд GSM 07.05. и их краткое описание.

Команда GSM 07.05	Функция
AT+CMGD	Стирание сообщения SMS
AT+CMGF	Выбор формата сообщения SMS
AT+CMGL	Листание сообщений SMS в выбранной памяти
AT+CMGR	Чтение сообщения SMS
AT+CMGS	Передача сообщения SMS
AT+CMGW	Запись сообщения SMS в память SMS
AT+CMSS	Передача сообщения SMS из памяти SMS
AT+CNMI	Индикация новых полученных сообщений SMS
AT+CPMS	Выбор памяти сообщений SMS
AT+CRES	Восстановление настроек сообщений SMS
AT+CSAS	Сохранение настроек текстовых сообщений SMS
AT+CSCA	Адрес сервисного центра сообщений SMS
AT+CSCB	Выбор информационных сообщений SMS
AT+CSDH	Индикация параметров текстового режима SMS
AT+CSMP	Задание параметров текстового режима SMS
AT+CSMS	Выбор услуги текстовых сообщений (Short Message Service)

Рисунок 5 - AT-команды GSM 07.05

Для функций сигнализации, контроля и управления выделим список AT-команд из стандартных, GSM 07.05 и GSM 07.07. Для задачи сигнализации потребуются следующие AT-команды:

«ATD+<номер телефона пользователя>;» - совершает звонок на указанный номер пользователя;

«AT+CMGF=0» - включает модем в цифровой режим, поскольку большинство модемов поддерживают этот режим;

«AT+CMGS=<длина сообщения>» - указывает длину SMS-сообщения. После этой команды появляется символ «>», после чего указывается само SMS-сообщение в цифровом формате. Сообщение должно заканчиваться шестнадцатеричным кодом 1A, что соответствует комбинации клавиш <Ctrl+Z>.

Для задач контроля и управления потребуются следующие AT-команды:

«ATA» – поднять трубку, т.е. ответить на звонок;

«ATH» – положить трубку;

«AT+CLIP=1» - позволяет определить номер входящего звонка;

«AT+CPMS="ME"» - сохраняет входящие SMS-сообщения в памяти телефона;

«AT+CNMI=<параметры>» – включает перехват SMS-сообщений, т.е. модем будет отчитываться в приходе нового SMS-сообщения. В поле параметры указываются цифры через запятую в определенном порядке;

«AT+CMGR=<номер>» – позволяет считать СМС-сообщение из памяти телефона под указанным номером;

Все AT-команды должны заканчиваться шестнадцатеричным кодом 0D, что соответствует клавиши <Enter>.

В DTMF при нажатии на клавишу кнопочного телефона раздается звук (тон), который является комбинацией двух тонов, высоко - и низкочастотного. Система сигналов DTMF включает восемь тонов, которые были специально подобраны таким образом, чтобы передаваться через телефонную сеть без затухания и с минимальным воздействием друг на друга. Поскольку эти звуковые сигналы попадают в частотный диапазон человеческого голоса, были дополнительно введены меры для того, чтобы голос не воспринимался как набор. Одна из таких мер - деление тонов на две группы, высоко - и низкочастотную.

Использование DTMF форматов предъявляет дополнительные требования к проработке звукового тракта GSM-модема. Аналого-цифровые преобразования влекут за собой искажения при передаче сигнала. Из-за этого могут происходить сбои при приеме отчетов от объектового оборудования. И хотя сигнал не потеряется в сети (большинство систем контролируют передачу данных, запрашивая подтверждение приема), но значительно увеличится время прохождения сигнала.

На сегодняшний день беспроводные системы на базе GSM получили достаточно широкое распространение благодаря их относительно невысокой стоимости и простоте установки и эксплуатации. Однако существенным недостатком подобных систем является низкая помехозащищенность. Легкая подавляемость GSM-канала, да и работа сети GSM не всегда отличается высокой стабильностью и может отказать в самый неподходящий момент. Указанные недостатки ограничивают применение оборудования подобного класса при построении систем удаленного управления. В большей степени данные системы применяются в качестве резервных (дополнительных) каналов связи или для построения систем мониторинга удаленных объектов и для сбора телеметрической информации.

Эффект от использования технологий беспроводной передачи данных в системах промышленной автоматике, на первый взгляд, очевиден – экономия материальных и человеческих ресурсов, снижение убытков от простоя оборудования, увеличение точности измерений. Однако этот стандарт передачи данных, кроме явных преимуществ, имеет также целый ряд ограничений. Например, использование GSM технологий не подходит для потоков данных, критичных ко времени доставки. Поэтому сотовую связь не рекомендуется использовать при построении ответственных управляющих систем, тем более систем управления реального времени. В первую очередь это связано с тем, что качество сотовой связи зависит от загруженности сети, удаленности от базовых станций, количества активных абонентов сети.

#### Перечень ссылок

1. <http://www.specautomatik.ru/index.php/article/210-gsm-channel-signaling>
2. <http://controlengrussia.com/bezopasnost/gsmgprs-tekhnologii-v-sistemakh-promyshlennoi-promyshlennoi/>
3. [www.telescada.ru/files/gsm/m20rus.pdf](http://www.telescada.ru/files/gsm/m20rus.pdf)