

*Б.Г. ТАГИЕВ*, д.ф.-м.н., чл.корр. НАНА, г. Баку,  
*Р.А. ИБРАГИМОВ*, к.т.н., нач. отд. НАА, г. Баку,  
*Н.М. СВИХНУШИН*, с.н.с. НАА, г. Баку,  
*ИСКЕНДЕРОВ НАСРЕДДИН ИСКЕНДЕР ОГЛЫ*, аспирант НАА,  
г. Баку

## **АВТОНОМНАЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ НА ОСНОВЕ WXT520 И С ТЕЛЕМЕТРИЕЙ НА GSM МОДЕМЕ**

Представлено описание автономной метеостанции с телеметрией на GSM модеме Fargo Maestro 100 TSP/IP. Основным преимуществом автономной метеостанции является ее мобильность, полная автономность и продолжительная работа без участия обслуживающего персонала. Применение GSM технологии в организации связи и сбора информации позволило обеспечить оперативность, надежность и минимизацию эксплуатационных затрат на функционирование системы. Ил.: 1. Библиогр.: 6 назв.

**Ключевые слова:** автономная метеостанция, телеметрия, модем, мобильность.

**Постановка проблемы.** Разработанная нами автоматическая метеостанция предназначена для контроля метеопараметров в городских и сельских условиях, в морских портах, аэропортах, на автомагистралях и т.п. Она недорога, имеет достаточное быстродействие и точность, а для многофункционального применения сопряжена с компьютером по интерфейсу RS232 или RS485 [1]. При создании сети метеорологических станций возникла необходимость в доработки ее для размещения в горном массиве Большого Кавказского хребта вдалеке от населенных пунктов, дорог и линий электропередач.

Основными требованиями к аппаратуре такой метеостанции являются ее мобильность, отсутствие механических датчиков метеорологических параметров (чашечных вертушек, флюгарок, плювиографов), полная автономность, работа без участия обслуживающего персонала и продолжительный интервал между техническими обслуживаниями. Этим требованиям в полной мере удовлетворяет автономная метеостанция на основе преобразователя метеопараметров WXT520 фирмы Vaisala. Преобразователь WXT520 представляет собой компактный прибор, не имеющий механических датчиков, который измеряет и выдает информацию о шести метеопараметрах: скорость и направление ветра, осадки, атмосферное давление, температура и относительная влажность воздуха. Для связи с компьютером или модемом имеются интерфейсы: USB, RS232 и RS485 [2].

Автономное питание метеостанции осуществляется от двух аккумуляторных батарей PM 7.2-12, подзарядка которых осуществляется от двух солнечных панелей M20 W (рис. 1). Управление режимами заряда аккумуляторных батарей осуществляется при помощи контроллера заряда CQ1205LT.

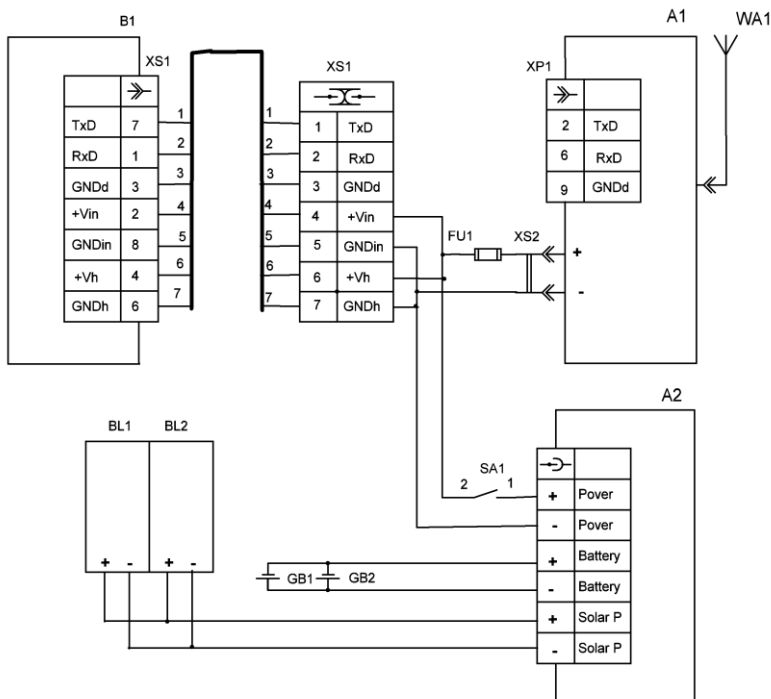


Рис. Схема подключения устройств метеостанции: A1 – GSM модем Fargo Maestro 100 TCP/IP; A2 – Solar controller CQ1205LT; B1 – WXT520 AAB1BB11A0; BL1, BL2 – Solar Panel M20 W; GB1, GB2 – Battery PM 7.2-12; WA1 – GSM антенна

Важной проблемой при создании распределенной сети метеорологических станций оказывается организация связи и сбора информации. При организации систем сбора информации (телеметрии) на многочисленных объектах, распределенных по значительным территориям, приходится решать задачу организации связи. Особое внимание приходится уделять таким вопросам, как оперативность передачи информации между метеостанциями и центральным пунктом

(ЦП), надежность передачи информации и минимизация затрат на функционирование системы. Под оперативностью передачи информации понимается минимизация времени, необходимого для реализации сеанса передачи данных. Сюда входит время на установление канала связи, время на непосредственную передачу данных (обмен данными) и время на разрыв канала связи. Под надежностью передачи данных понимается достоверность передачи данных, защита передаваемых данных от несанкционированного доступа и доступность самого канала связи.

Основными затратами на функционирование системы телеметрии являются затраты по оплате услуг связи. Прокладка линий связи до каждого объекта невозможна по техническим и финансовым соображениям. Всё это говорит в пользу применения систем передачи данных по радиоканалу. Однако использование радиомодемов с выделенной частотой тоже имеет свои недостатки: во-первых, существует необходимость лицензирования частоты, а во-вторых, для получения большой зоны охвата территории потребуется установка репитеров.

И как показывает опыт проектирования и разработок подобных систем, наиболее перспективным направлением развития в этой области является передача данных с применением средств сотовой связи, в частности – стандарта GSM.

Современные сети GSM поддерживают ряд специальных технологий, ориентированных на передачу цифровых данных, которые позволяют объединить преимущества радиосвязи – мобильность и простоту организации с достоинствами Интернет-технологий. Выбор тех или иных способов передачи данных при построении конкретной системы должен выполняться с учетом особенностей данной системы, требований, предъявляемых к ней, и цены, качества и возможностей услуг, предоставляемых оператором GSM. Основные требования к рассматриваемой системе являются: оперативная и достоверная передача результатов измерений по запросу ЦП и минимизация затрат на услуги связи. Её особенностью является незначительный объем передаваемой информации (порядка 500 байт за один сеанс связи), ограниченное число сеансов связи (8 за одни сутки) и непредсказуемый уровень сигнала.

Рассмотрим вкратце основные технологии передачи данных в сетях GSM и особенности их применения в рассматриваемой системе.

**SMS-сообщения** удобны при относительно редкой передаче информации, оплата производится на основании количества сообщений (у оператора AZERCELL 0.05 AZN за 1 SMS (AZN-код валюты официальной денежной единицы Азербайджанской Республики – маната – по ISO)). Однако время доставки SMS-сообщений в сетях операторов,

как правило, не гарантируется, разброс может достигать значительных величин (иногда до суток) и поэтому этот вариант не удовлетворяет требованиям поставленной задачи.

**CSD (Circuit Switched Data)** – технология передачи данных в сетях мобильной связи с коммутацией каналов по голосовым каналам со скоростью до 9,6 Кбит/сек. Это наиболее надежный и универсальный (хотя и низкоскоростной) способ передачи данных в GSM-сетях. Оплата трафика производится на основе общего времени соединения (у оператора AZERCELL 0.1 AZN за 1 мин.).

Для обеспечения передачи данных по технологии CSD применяются два GSM модема – местный, подключаемый к компьютеру на ЦП, и удаленный, устанавливаемый на метеостанции. Возможность передачи данных входит в стандартный пакет услуг оператора, доступных при активизации SIM карты. Оплата услуги связи производится по SIM карте вызывающего модема, т.е. расположенном на ЦП. Для удаленного модема входящие звонки бесплатные и требуется лишь ежемесячная абонентная плата за поддержание SIM карты в активном состоянии (1,18 AZN в месяц). Ввиду незначительного объема передаваемых данных основную долю времени сеанса связи составляет время установления и разрыва канала связи.

По результатам тестирования было установлено, что наименьшее время соединения достигается при использовании обоими GSM модемами протокола V.110 и режимов передачи: прозрачный, асинхронный, без сжатия данных. В этом случае время, затрачиваемое на установление соединения, составляет около 2 секунд. При использовании вызывающим модемом прозрачного, а вызываемого – непрозрачного режимами передачи время соединений составляет 6 секунд. Очевидным преимуществом использования прозрачного режима передачи является возможность быстрого установления соединения между двумя GSM-модемами. Однако нельзя не отметить и определенные недостатки режима, среди которых, в первую очередь, проявляется снижение помехозащищенности передачи. Соответственно, при работе в прозрачном режиме повышается вероятность разрыва соединения, и, кроме того, ужесточаются требования по минимально допустимому уровню сигнала (около минус 60dBm) [3]. На метеостанциях, расположенных на значительном расстоянии от базовых станций или со сложным пересеченным ландшафтом, где уровень сигнала меньше минус 60dBm и непостоянен, используется непрозрачный, а на метеостанциях с достаточным уровнем сигнала – прозрачный режим передачи.

Местный модем на ЦП при помощи стандартного кабеля подключается к COM порту компьютера. AT, командами

AT+CBST=71,0,0 и AT+IPR=9600 задается протокол V.110, асинхронный, прозрачный, без сжатия, со скоростью 9600 бит/с режим обмена. В качестве местного модема возможно применение любого мобильного телефона, подключенного к Notebook, что позволяет оперативно запрашивать данные всем заинтересованным службам вне зависимости от их места расположения в пределах зоны покрытия сетью GSM. Подключение удаленных модемов к блоку обработки метеостанции (рис.) осуществляется по RS232 с использованием только линий данных TxD и RxD.

Алгоритм функционирования блока обработки не предусматривает процедуру управления модемом, поэтому в их энергонезависимую память при помощи программы HyperTerminal заносятся AT команды, задающие режим работы модема. Ниже приведен необходимый перечень настроечных AT команд с комментариями [4].

AT&F	– установка заводских установок
AT&D0	– игнорировать DTR
AT&C1	– DCD включать при соединении
AT&S0	– DSR всегда активен
AT&Q0	– управление CTS-RTS отключено
ATE1	– повтор эхо символов включен
ATS0=1	– автоответ после 1 <sup>го</sup> звонка
AT+CSNS=4	– режим данных для всех типов звонков
AT+CBST=71,0,1	– V.110, нет сжатия, непрозрачный режим
AT+CBST=71,0,0	– V.110, нет сжатия, прозрачный режим
AT+IPR=9600	– скорость обмена бит/с
AT&W	– сохранить настройки в энергонезависимой памяти
AT&V	– проверить сохраненные настройки

На компьютере ДП установлена программа управлением модемом для выполнения процедур дозвона, запроса и приема данных, разъединения сеанса связи.

Время сеанса связи с модемом в непрозрачном режиме составило 12 секунд, что в денежном эквиваленте составляет 0,034 AZN, и 6 секунд в прозрачном режиме, что соответствует 0,017 AZN. За 8 месяцев непрерывной эксплуатации не было ни одного сбоя или зависания модемов, что доказало высокую надежность и относительную дешевизну CSD технологии передачи данных при решении рассматриваемой задачи с предоставлением услуг связи конкретным оператором.

**GPRS (General Packet Radio Service – пакетная радиосвязь общего назначения)** – технология передачи пакетов протокола IP в сотовой сети, обеспечивающая доступ мобильного оборудования к сети Интернет [5]. По сравнению с CSD использует более эффективные способы передачи информации, позволяющие абоненту одновременно вести обмен цифровыми данными и использовать речевой канал связи. GPRS минимизирует стоимость трафика (оплата зависит от объема переданной информации), что обеспечивает существенную экономическую выгоду при передаче большого объема информации. Эта технология отличается более высокими, по сравнению с CSD, требованиями к уровню сигнала, а надежность соединения зависит от ресурсов и качества услуг конкретного оператора.

Технология пакетной передачи GPRS использует в качестве механизма доставки пакетов данных протоколы TCP/IP, в случае применения которых каждому из устройств сети присваивается уникальный IP адрес. Возможны разные варианты выделения IP адресов местному и удаленным устройствам. Наиболее оптимальный вариант – наличие у местного статического, а у удаленных устройств динамических IP адресов. Удаленные устройства должны иметь встроенный TCP/IP стек, в нашем случае это GSM модемы Fargo Maestro 100 TCP/IP с версией программного обеспечения интернет протокола WIP Soft V201 on Open AT OS V312. При такой организации системы возможен следующий сценарий установления соединения между удаленными и местным устройствами. Иницирующим соединением устройством является удаленное, оно организует GPRS сеанс с инфраструктурой сотового оператора, получает от него динамический IP адрес и, зная статический IP адрес местного устройства, устанавливает с ним TCP/IP соединение. Местное устройство должно быть сконфигурировано на прием и обработку запросов на соединение по выделенному каналу доступа в Интернет. При поступлении запроса на соединение от удаленного устройства его динамический IP адрес станет известен (в IP заголовке пакета содержится информация об адресе отправителя), что делает возможным двухсторонний обмен информацией.

Сценарий установления соединения удаленным устройством обеспечивается ниже приведенной последовательностью команд [6]:

AT+WOPEN=1	; запустить приложение OPEN AT
AT+WIPCFG =1	; запустить TCP/IP stack
AT+WIPBR=1,6	; задать поддержку GPRS
AT+WIPBR=2,6,11,"APN"	; активизировать APN сервер
AT+WIPBR=4,6	; старт GPRS

AT+WIPCREATE=2,1,"XXX.XXX.XXX.XXX",YYYY ; задать IP адрес,  
номер TCP порта  
AT+WIPDATA=2,1,1 ; открыть сокет 1, непрерывный режим  
передачи

Для поддержания виртуального GPRS канала в активном состоянии необходимо через определенные временные интервалы (для AZERCELL 50 минут) передавать сигнальные пакеты на любой известный IP адрес или на сервер местного устройства, который должен быть включен круглосуточно, в противном случае оператор разъединяет соединение с сетью. Цена каждого GPRS соединения составляет 0,014 AZN, что незначительно дешевле одного сеанса связи по CSD технологии в рассматриваемом варианте системы. Тестирование системы при размещении удаленных устройств в пунктах реального расположения показал частое разъединение с сетью (возможно из-за низкого и нестабильного уровня сигнала или ограниченных ресурсов оператора), что свело на нет экономическую целесообразность в применении GPRS технологии.

**Выводы.** В рассматриваемом варианте системы целесообразно использовать CSD технологию передачи данных как более надежную и простую в реализации.

**Список литературы:** 1. *Касимов Ф.Д.* Система автоматической регистрации метеорологических параметров / *Ф.Д. Касимов, Н.Г. Джавадов, Р.А. Ибрагимов, Н.М. Свихнушин* // Датчики и Системы. – 2009. – № 6 (121). – С.57-59. 2. Преобразователь метеоданных WXT520. Руководство пользователя. – Vaisala – 2009. 3. *Моисеенко Д.* Оптимизация работы модемов в режиме передачи данных по сети GSM / *Д. Моисеенко* // Компоненты и технологии. – 2003. – № 4. 4. AT-команды. Руководство по использованию AT-команд для GSM/GPRS модемов. – М.: Серия "Библиотека Компэла". – ЗАО "Компэл", 2005. – 432 с. 5. *Алексеев В.* Работа в режиме GPRS с модемами Wavecom / *В. Алексеев, А. Бараев* // Мобильные Системы. – 2003. – № 2. 6. WIP AT COMMANDS USER GUIDE (WIPSOFT V2.01) // WAVECOM. – January 12, 2007.

УДК 651.326

**Автономна метеостанція на основі WXT520 і з телеметрією на GSM модемі / Тагієв Б.Г., Ібрагімов Р.А., Свихнушин Н.М.** // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2011. – № 36. – С. 164 – 171.

Представлено опис автономної метеостанції з телеметрією на GSM модемі Fargo Maestro 100 TCP/IP. Основною перевагою автономної метеостанції є її мобільність, повна автономність і тривала робота без участі обслуговуючого персоналу. Вживання GSM технології в організації зв'язку і збору інформації дозволило забезпечити оперативність, надійність і мінімізацію експлуатаційних витрат на функціонування системи. Іл.: 1. Бібліогр.: 6 назв.

**Ключові слова:** автономна метеостанція, телеметрія, модем, мобільність.

UDC 651.326

**Independent meteorological station on the basis of WXT520 and with telemetry on GSM the modem / Tagiev B.G., Ibragimov R.A., Svikhmushin N.M.** // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2011. – № 36. – P. 164 – 171.

The description of an independent meteorological station with telemetry on GSM modem Fargo Maestro 100 TCP/IP is presented. The basic advantage of an independent meteorological station is its mobility, full autonomy and long work without participation of attendants. Application GSM of technology in the organization of communication and information gathering has allowed to provide efficiency, reliability and minimization of operational expenses for system functioning. Figs: 1. Refs: 6 titles.

**Keywords:** Independent meteorological station, telemetry, the modem, mobility.

*Поступила в редакцию 15.06.2011*