

УДК 656.56

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ОСНОВЕ СЕТИ СВЯЗИ СТАНДАРТА GSM

Д.Д. Зыков, А.А. Шелупанов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

E-mail: zdd@udcs.ru

Освещается исследование системы телемеханики магистрального трубопровода на основе сети связи стандарта GSM, приводятся результаты экспериментов для двух услуг GSM. Предлагается способ увеличения быстродействия системы и проводится сравнение GSM с другими видами связи, применяемыми в настоящий момент в системах телемеханики магистральных трубопроводов.

По всему миру различные компании предлагают решения на основе GSM для задач учёта энергоресурсов, навигации, телеметрии, логистики, безопасности и др. [1–3].

Перечислим основные услуги сети стандарта GSM: SMS, режим Data Call и режим GPRS [4].

SMS (Short Message Service – услуга коротких сообщений) благодаря низкой стоимости, простоте использования и удобному сервису находит широкое применение в промышленных системах. Недостатком этой услуги является ограничение по длине сообщения (не более 140 байт). SMS удобны при небольшом объеме передаваемых данных. Например, счетчик электроэнергии может опрашиваться один раз в сутки.

Режим Data Call по своим характеристикам идентичен обычному голосовому режиму, только при этом передаётся не кодированный звуковой сигнал, а пользовательские данные. Максимальная скорость передачи (которая остаётся неизменной в течение всего сеанса связи) равна 9600 бит/с.

GPRS – это технология пакетной передачи данных (General Package Radio Service) в сетях GSM. Особенность этого режима в том, что после установления соединения оплата осуществляется за фактически переданный объем информации, а не за время существования соединения.

Рассмотрим систему телемеханики линейной части магистрального трубопровода. Она включает несколько контрольных пунктов (КП), установленных на трубопроводе через каждые 10...15 км, и один диспетчерский пункт (ДП), рис. 1.



Рис. 1. Схема системы телемеханики с использованием сети связи стандарта GSM

В телемеханических системах (ТС) могут передаваться все или только некоторые виды контрольной и управляющей информации. При передаче информации лишь о значениях параметров объектов ТС называется системой телеизмерения (ТИ); в системе телесигнализации (ТС) передается преимущественно информация о том, в каком из возможных состояний (обычно из двух) находится контролируемый объект; в системе телеуправления (ТУ) передаются только команды управления. В комбинированных ТС осуществляется передача информации двух видов, например измерительной и сигнализирующей (ТИ – ТС), управляющей и сигнализирующей (ТУ – ТС). В комплексных ТС возможна передача контрольной и управляющей информации всех видов (ТУ – ТС – ТИ).

Данные ТУ, ТС и ТИ имеют следующие свойства (табл. 1).

Таблица 1. Свойства данных, передаваемых в системе телемеханики

Свойство	ТИ	ТС, ТУ
Объем	Большой	Маленький
Время доставки	Менее критично	Более критично
Надёжность доставки	Стандартные требования	Повышенные требования

В рассматриваемой системе от ДП к КП передаются команды управления (ТУ), а в обратном направлении – данные, необходимые для контроля (ТИ и ТС). Таким образом, рассматриваемая система является комплексной телемеханической системой.

Изучение существующих разработок показало, что необходимо создание новой комплексной системы телемеханики на основе GSM [5].

К основным свойствам системы телемеханики магистрального трубопровода следует отнести:

- надежность;
- достоверность;
- быстродействие;
- эффективность;
- экономичность;
- защищенность передаваемой информации.

Для оценки быстродействия систем телемеханики применяют время:

- получения сигналов ТИ со всех КП;
- доставки одного сигнала ТС, ТУ.

Чтобы сделать предварительный вывод о возможности создания системы телемеханики магистрального трубопровода на основе связи стандарта GSM, было проведено экспериментальное исследование макета системы.

В состав макета входили коммуникационный контроллер и контроллеры КП линейной телемеханики производства ЗАО «ЭлеСи», г. Томск [6]. К каждому контроллеру был подключен GSM модем Siemens TC35i Terminal.

Исследование проводилось с использованием услуги Data Call оператора сети стандарта GSM ОАО «ВымпелКом» (торговая марка «Bee Line»).

Программа исследования состояла из трех серий опытов, проведенных в разное время. Каждая серия включала передачу сигналов телесигнализации, телеизмерения (которые передавались за один сеанс связи с КП) и телеуправления, при этом в каждом опыте измерялось время передачи сигналов. Количество опытов в каждой серии для каждого типа сигналов было равно 10.

Суммарное время на опрос одного КП составило минимум 23 с, максимум — 41 с, в среднем — 32 с.

В результате проведения предварительного исследования был сделан вывод, что макет системы является работоспособным и целесообразна разработка системы телемеханики на основе связи стандарта GSM [7].

Также были сформулированы следующие предложения по улучшению характеристик системы:

1. Исследовать возможность сокращения времени опроса КП.
2. Произвести поиск способов сокращения времени доставки команд управления.
3. Предусмотреть защиту информации в системе.

Третья задача была освещена в других публикациях [8, 9], остановимся подробнее на первых двух.

В качестве альтернативы Data Call были рассмотрены другие услуги передачи данных, предоставляемые оператором: SMS и GPRS.

Как и в предварительном исследовании изучались характеристики услуг, предоставляемых ОАО «ВымпелКом» (торговая марка «Bee Line») в г. Томске. Проведенные опыты показали, что минимальное время доставки SMS равно 7 с. Надежность услуги GPRS оказалась неудовлетворительной (в силу большой частоты ошибок установления связи и разрывов соединения), и эта услуга была исключена из рассмотрения.

Сравним показатели быстродействия при использовании услуг Data Call и SMS.

Для примера рассмотрим типичную систему телемеханики магистрального трубопровода, состоящую из пяти КП и одного ДП. Пусть с каждого КП необходимо получать данные ТИ объемом 1 кб и

данные ТС в количестве 10 сигналов, размер каждого сигнала 1 байт. Также нужно передавать на каждый КП 10 сигналов ТУ (размером 1 байт).

Рассчитанные значения показателей быстродействия для данной задачи при использовании услуг Data Call и SMS представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значения показателей быстродействия для услуг Data Call и SMS

Услуга сети GSM	Время получения сигналов ТИ со всех КП, с	Время доставки одного сигнала ТС, ТУ, с
Data Call	140	27
SMS	280	7

Из таблицы видно, что по первому показателю выигрывает Data Call, а по второму, наоборот, SMS.

Для улучшения быстродействия системы было предложено следующее решение: сигналы ТИ передавать посредством Data Call, а сигналы ТС, ТУ посредством SMS.

Связь стандарта GSM является принципиально новым видом связи для автоматизации магистральных трубопроводов. До настоящего момента в системах телемеханики магистральных трубопроводов наибольшее распространение получили каналы тональной частоты (КТЧ) и волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). В обоих случаях каналы связи являются выделенными, сеть GSM, наоборот, является сетью общего пользования.

В КТЧ и ВОЛС в силу их физической природы время установления соединения (которое является главным недостатком GSM) практически отсутствует. Однако скорость передачи данных для КТЧ при промышленном использовании, как правило, не превышает 2400 бит/с, так как нормативными актами не предусмотрены требования для скоростей выше указанной [10]. На рис. 2 изображен сравнительный график зависимости времени передачи информации от ее количества для КТЧ и GSM.

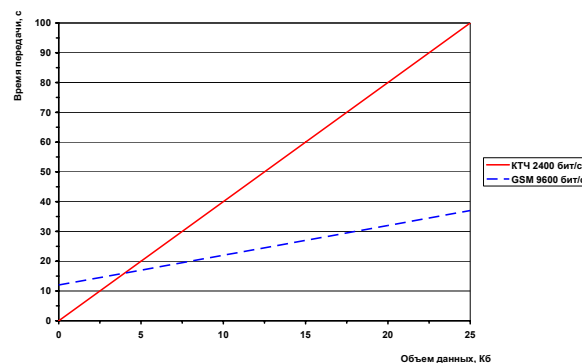


Рис. 2. КТЧ и GSM. Сравнительный график зависимости времени передачи от объема данных

График показывает, что при объемах данных менее 4 кб, GSM проигрывает КТЧ из-за времени установления соединения. При объеме 4 байта оба вида связи обеспечивают одинаковое быстродействие. При больших объемах чем больше объем данных, тем больший выигрыш дает использова-

ние GSM благодаря 4-кратному преимуществу в скорости передачи.

Связь стандарта GSM имеет большее быстродействие и надежность, чем используемая в ряде случаев в качестве резервного канала спутниковая связь Globalstar. Время соединения для Globalstar составляет около минуты, а для GSM это только 12 с. Из-за того, что еще не все спутники выведены на орбиту, при использовании Globalstar иногда наблюдается полное отсутствие связи в течение 1...2 ч.

Одним из главных достоинств GSM является простота и скорость внедрения этого вида связи. В этом случае не требуется прокладка дорогостоящих кабелей или лицензирование частоты, присущее радиомодемам. Необходимо только приобрести GSM терминалы с антеннами, SIM-карты и подключить их к контроллерам.

Связь GSM также гораздо дешевле всех видов связи, используемых в настоящее время для автоматизации магистральных трубопроводов. GSM выигрывает как по стоимости оборудования, так и по стоимости эксплуатации. Ниже приведена сравнительная таблица с приблизительными годовыми затратами на эксплуатацию различных видов связи

для обслуживания одного КП при объеме данных ТИ 3 кб (табл. 3). Расчет произведен при условии, что данные ТИ передаются каждый час.

Таблица 3. Сравнение годовых затрат на эксплуатацию

Вид связи	Стоимость, т. р./год
Аренда выделенного КТЧ	20
Globalstar	300
GSM	1,7

Приблизительный расчет суммы эксплуатации КТЧ произведен для протяженности участка связи 10 км. Расчет для GSM произведен по тарифу «Корпорация-1» 1,41 р за минуту эфирного времени.

Исходя из результатов исследования характеристик системы телемеханики на основе GSM и сравнения с другими видами связи, можно сделать следующее заключение. Связь GSM для автоматизации магистральных трубопроводов целесообразно использовать в районах, где прокладка кабельных линий связи является невозможной или экономически неэффективной, а также в качестве резервного канала связи на особо опасных участках трубопровода [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Company portrait. – Sensile Technologies SA, 2003. – 1 р.
2. Потемкин В.В., Кузнецов В.С., Бондаренко Д.В. Опыт применения GSM-технологий в распределенных системах автоматизации по учету // http://www.wws.donin.com/news/20032502/opr_teplovoyz.htm
3. Зыков Д.Д., Шелупанов А.А. Примеры использования GSM в автоматизации // Научная сессия ТУСУР – 2007: Матер. докл. Всерос. научно-технич. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 3–7 мая 2007 г. – Томск: Изд-во «В-Спектр», 2007. – Ч. 2. – С. 100–102.
4. Хуторной С.В. Сотовые модемы фирм Fargo Telecom и DAI Telecom в автоматизированных системах управления и мониторинга // Автоматизация в промышленности. – 2004. – № 8. – С. 54–57.
5. Зыков Д.Д., Шелупанов А.А. Управление магистральным трубопроводом через сеть связи стандарта GSM // Интеллектуальные системы в управлении, конструировании и образовании: Сб. статей. Вып. 5 / Под ред. А.А. Шелупанова. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы, 2006. – С. 93–98.
6. Нестеренко П.Г., Галкин И.А. Коммуникационный контроллер «Элси-КОМ» // Современные средства и системы автоматизации – гарантия высокой эффективности производства. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – С. 30–33.
7. Зыков Д.Д., Шелупанов А.А. Основные задачи, требующие решения для создания комплексной системы телемеханики на основе GSM // Современные проблемы радиоэлектроники: Сб. науч. тр. / ред.: А.И. Громыко, А.В. Сарафанов. – М.: Радио и связь, 2006. – С. 527–529.
8. Савельев Д.В., Филькин К.Н., Сарин К.С., Зыков Д.Д. Надёжность проектирования программного обеспечения // Научная сессия ТУСУР – 2005: Матер. Всерос. научно-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов, Томск, 26–28 апреля 2005 г. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2005. – Ч. 2. – С. 171–173.
9. Зыков Д.Д., Шелупанов А.А. Защищённая система управления магистральным трубопроводом // Научная сессия ТУСУР – 2006: Матер. докл. Всерос. научно-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 4–7 мая 2006 г. – Томск: Изд-во «В-Спектр», 2006. – Ч. 3. – С. 186–188.
10. РД.45.128-2000. Сети и службы передачи данных [текст]. – М: Министерство Российской Федерации по связи и информатизации, 2001. – 72 с.
11. Зыков Д.Д., Шелупанов А.А. Качество работы системы телемеханики магистрального трубопровода на основе сети связи стандарта GSM // Сложные системы управления и менеджмент качества CCSQM'2007: Сб. трудов Междунар. науч. конф. / Под ред. проф. Ю.И. Еременко. – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2007. – С. 171–173.

Поступила 03.11.2006 г.