

Статья из журнала «Транспорт на альтернативном топливе». 2010. № 1. Стр. 36-41.

## Современные технологии передачи данных в системах автоматизированного управления и учета СУГ

**В. И. Терешин,**

генеральный директор ЗАО "Техносенсор"

**А. С. Совлуков,**

зам. генерального директора ЗАО "Техносенсор", профессор, д.т.н.

**К. С. Лоос,**

начальник отдела ЗАО "Техносенсор"

Современные технологии автоматизации ориентированы преимущественно на использование SCADA-систем [1]. Большинство SCADA-систем предоставляют информацию о процессах в форме отчетов, экранов, архивных данных, сообщений, статистических графиков. Источниками данных обычно являются либо непосредственно контроллеры, либо посредники между SCADA-системами и контроллерами – OPC-серверы и им подобные. Индустриальные базы данных считывают информацию о процессе с этих же устройств и сохраняют их в своих базах. Предоставление архивных данных имеет большое значение, так как ведение процесса на основе анализа трендов (графиков значений) является в большинстве случаев более удобным, чем только по текущим значениям. Современные SCADA-системы способны сами вести архивацию значений параметров, но их возможности ограничены как по функциональности, так и по объему архивных данных.

Основные принципы работы индустриальных системы управления базами данных (СУБД) схожи с общераспространенными СУБД, такими, как MS SQL и Oracle [2]. Основным отличием является лишь то, что индустриальные СУБД должны быть более быстрыми, т.к. информацию необходимо предоставлять в реальном режиме, задержки не должны превышать несколько секунд.

Комплексная автоматизация объектов газового хозяйства (АГЗС, ГНС и другие) на основе SCADA-систем имеет свои характерные особенности. В одну систему автоматизации может входить большое количество удаленных объектов, имеющих различное техническое оснащение.

В статье рассматриваются технические решения на основе современных технологий передачи данных в системах автоматизированного управления и учета сжиженных углеводородных газов (СУГ), которые позволяют с небольшими затратами обеспечить интеграцию имеющегося на объектах оборудования в АСУ верхнего уровня – SCADA-системы и СУБД.

### Функциональная схема измерительного комплекса

Измерительный комплекс (рис. 1) состоит из систем учета сжиженного СУГ, оснащенных GSM-модемами, и сервера. К серверу дополнительно могут быть подключены другие компьютеры – сетевые клиенты (находящиеся в сети предприятия) и удаленные клиенты (компьютер в головном офисе предприятия, мобильный компьютер руководителя для получения оперативной информации, соединение через Интернет). С системы учета СУГ может осуществляться также выдача информации непосредственно в ПЭВМ и через OPC-сервер – в SCADA-систему.

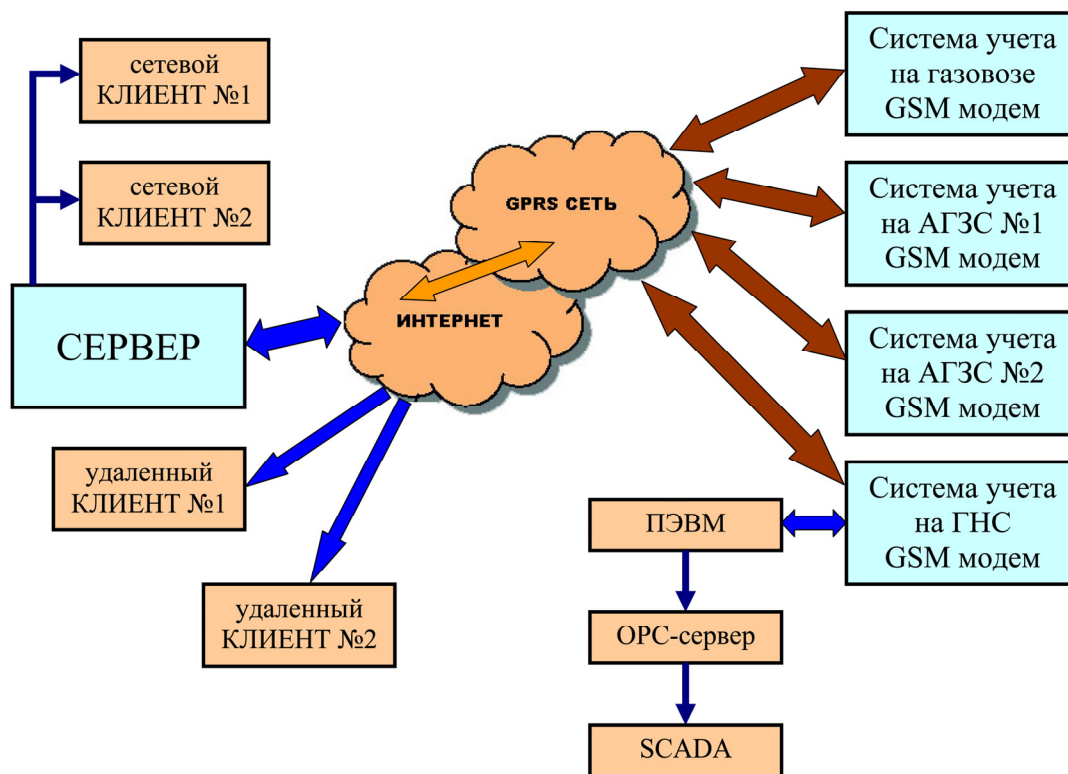


Рис. 1. Функциональная схема

### Система учета СУГ

Системы учета СУГ могут быть установлены на подвижных объектах (газовозах) и на удаленных объектах (АГЗС, ГНС).

Каждая система учета СУГ состоит из датчиков, микропроцессорного блока искрозащиты и GSM-модема. Блок искрозащиты выдает информацию по интерфейсу RS-485 в GSM-модем, а также, при необходимости, в ПЭВМ с программой учета или в АРМ оператора. Через GSM-модем информация поступает на сервер.

### Проблемы учета СУГ

Проблемы точного учета массы СУГ подробно изложены в публикациях авторов [3-5], с которыми можно ознакомиться на сайте ЗАО "Техносенсор" [6].

ЗАО "Техносенсор" по заказу НК "Лукойл" разработало Методики выполнения измерений (МВИ) массы СУГ [7]. МВИ позволяют для каждого объекта выбрать такой способ измерения массы СУГ, который обладает наименьшей погрешностью в конкретных условиях проведения измерений.

Для точного определения количества СУГ в резервуаре необходимо иметь достоверную информацию об уровне, плотности жидкости и плотности пара. Плотность жидкости зависит от температуры и от состава газа (процентное содержание пропана и бутана). Плотность жидкости может быть определена с помощью плотномера или лабораторным методом с помощью хроматографа.

Плотность пара СУГ зависит от температуры и от состава СУГ. На основе данных, приведенных в [8], получены зависимости давления пара СУГ от состава СУГ при различных температурах (рис. 2): ряд 1 – -40 °С, ряд 2 – -20 °С, ряд 3 – 0 °С, ряд 4 – +20 °С, ряд 5 – +40 °С.

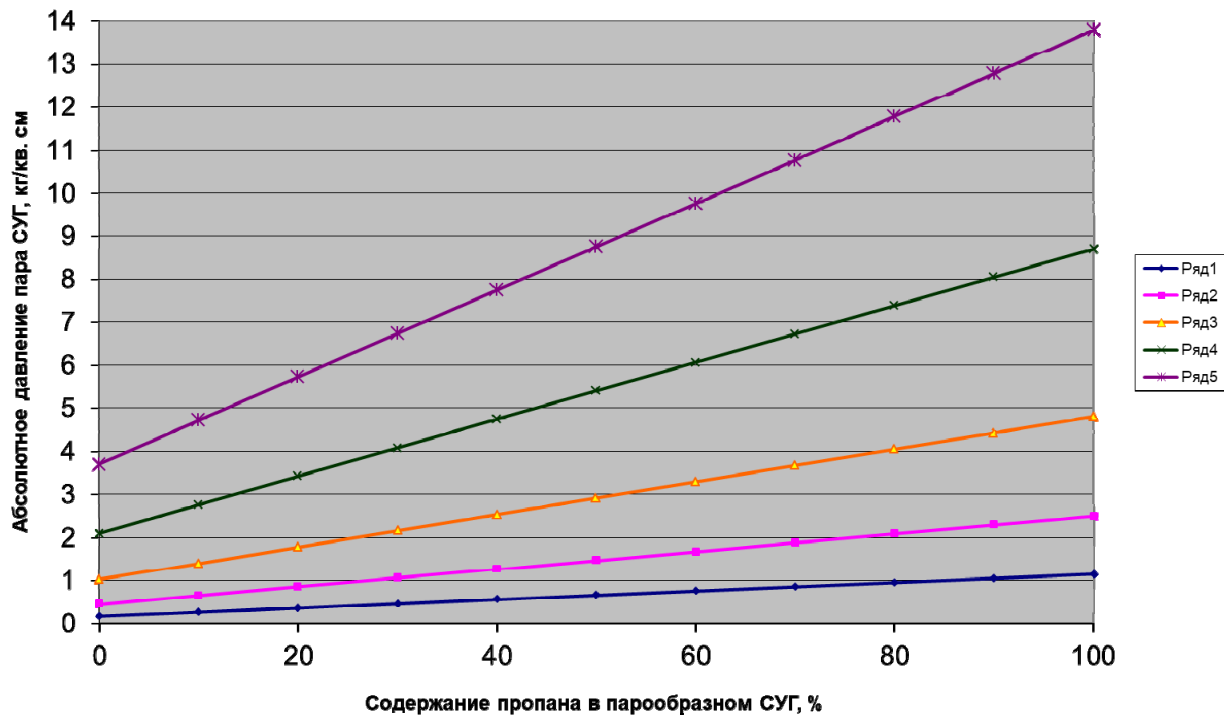


Рис. 2. Зависимости давления пара СУГ от состава газа при различных температурах

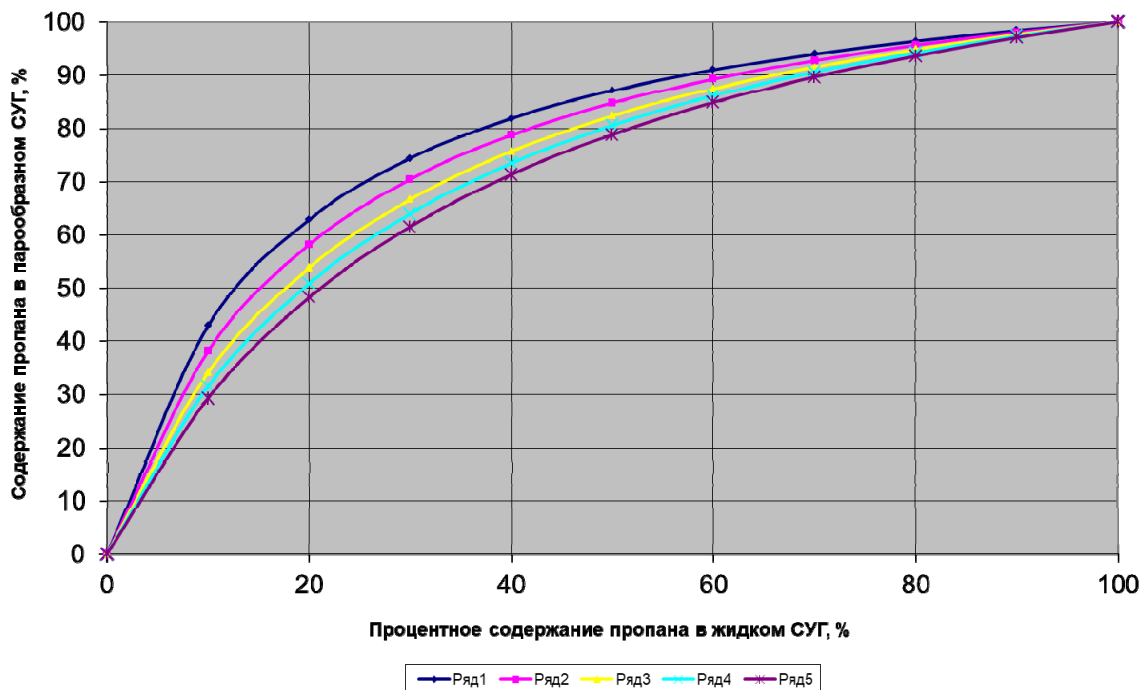


Рис. 3. Зависимости состава пара СУГ от состава жидкого СУГ при различных температурах

Масса кубического метра газообразного пропана составляет 2,019 кг, бутана – 2,703 кг при давлении 1 кг/см<sup>2</sup>. Если рассчитывать массу пара СУГ в резервуаре по величине давления, будут большие погрешности, потому что плотности пропана и бутана значительно отличаются.

В смеси пропана и бутана состав пара всегда отличается от состава жидкости [8]. На основе данных, приведенных в [8], получены зависимости состава пара СУГ от состава жидкого СУГ при различных температурах (рис. 3): ряд 1 –  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ряд 2 –  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ряд 3 –  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ряд 4 –  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ряд 5 –  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Как видно из графиков на рис. 3, уже при содержании пропана в жидком СУГ, равном 10%, содержание пропана в паре СУГ составляет  $30 \div 40\%$ , а при содержании пропана в жидком СУГ, равном 30%, содержание пропана в паре СУГ составляет  $60 \div 75\%$ .

### Датчики

ЗАО "Техносенсор" разработало и производит датчики ДЖС-7 (входят в систему измерения СУ-5Д), которые измеряют уровень, плотность жидкости, плотность пара и температуру и позволяют обеспечить учет СУГ в резервуаре с погрешностью не более  $\pm 0,5\%$  по массе. В каждом датчике имеется измерительный преобразователь на микроконтроллере ATmega168. Датчики подключаются по четырехпроводной схеме (2 провода питания и 2 провода – интерфейс RS-485). На один кабель может быть подключено несколько датчиков по схеме последовательного шлейфа, каждый датчик имеет свой адрес и опрос производится по адресам. Датчики имеют малое потребление (при напряжении питания  $+10\text{В}$  ток при включении не более 4 мА, а в режиме опроса – не более 30 мА).



Рис. 4. Датчик ДЖС-7Б.

На рис. 4 показана установка датчика ДЖС-7Б на боковой или торцевой лючок на место стрелочного показывающего прибора.

### Электронные блоки

Датчики подключаются к блоку искрозащиты ИЗК-3. К одному блоку искрозащиты можно подключить до шести датчиков ДЖС-7. Блок искрозащиты имеет 8 релейных выходов (на оптореле) и два гальванически изолированных интерфейса RS-485 (один – для опроса датчиков, а другой – для обмена с ПЭВМ, GSM-модемом и индикатором).

На рис. 5 изображена установка блока искрозащиты с GSM-модемом в кабине газовева. Антенна GSM-модема крепится с помощью магнита в удобном месте.

На рис. 6 изображен индикатор, подключенный к блоку искрозащиты по интерфейсу RS-485 и установленный в кабине водителя. На индикатор выдается значение массы (суммарная масса жидкого и газообразного СУГ в резервуаре) в тоннах и объема в

кубических метрах. При нажатии кнопки на передней панели происходит переключение режима, выдается уровень и плотность СУГ.



Рис. 5. Блок искрозащиты с GSM модемом



Рис. 6. Индикатор в кабине водителя

Блоки для установки на газовойозе питаются от сети напряжением +24 В. Для стационарной установки (на АГЗС или ГНС) используются блоки с питанием от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

Система может быть укомплектована индикатором во взрывозащищенном исполнении.

## GSM-модем

GSM-модем должен обеспечивать следующие функции:

- поддержка протокола Интернета TCP/IP контроллером модема;
- автоматическое соединение с удаленным сервером обработки данных при появлении данных от контролируемого прибора;
- при разрыве связи быстрое восстановление соединения (не более 5 с) и восстановление потерянных данных;
- возможность программирования настроек модема через Интернет;
- автоматическое подключение к серверу по основному или альтернативному IP-адресам;
- полностью прозрачный режим без контроля содержимого пакетов;
- режим работы в системном протоколе DPP; позволяет использовать весь функционал прибора и интегрировать или создавать приложения на основе имеющихся программных библиотек;
- наличие средств разработки собственного обработчика данных и исходные коды для упрощения начального процесса программирования;
- высокая надежность и возможность работы при температурах до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Программные средства

Серверная часть программного обеспечения комплекса системы учета СУ-5Д, является ее основным ядром. Под сервером понимается комплекс программных средств, обеспечивающих взаимодействие с электронными модулями системы СУ-5Д (получение, хранение и обработка информации), так же сервер обеспечивает раздачу информации по локальной сети и сети Интернет.

Информация выводится на ПЭВМ мнемоническом, графическом и табличном виде в реальном времени. Имеется возможность просмотра архивов и формирования отчетов.

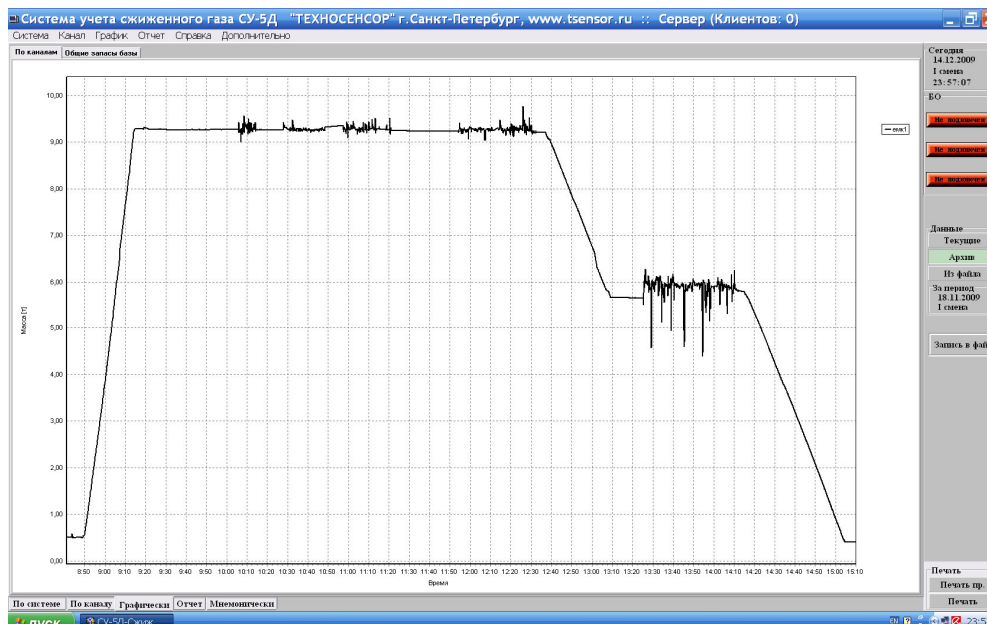


Рис. 7. Рабочее окно программы

На рис. 7 показано рабочее окно программы в режиме просмотра архива – графика заполнения и слива резервуара газовоза. В 9 часов утра производилось заполнение

резервуара газовоза на ГНС. В 12 часов и в 14 часов производились сливы СУГ на АГЗС.

В процессе движения газовоза имеется нестабильность показаний, которая связана с перемещением СУГ в резервуаре при движении газовоза (уровень изменяется на  $50 \div 150$  мм). Это позволяет контролировать несанкционированные остановки газовозов.

Показания после первого слива и перед вторым сливом на АГЗС несколько отличаются. Это связано с неровностью площадки, на которой стоит газовоз при сливе. При неровности площадки возникает изменение уровня СУГ в месте установки датчика. Для корректной работы прибора на газовозе площадки для газовозов на АГЗС должны проектироваться по требованиям, которые предъявляются к площадкам на бензиновых АЗС.

Электронные модули системы СУ-5Д могут быть подключены к серверу как локально (через интерфейс RS-485), так и удаленно (через сеть Интернет).

Связь с удаленными устройствами можно установить двумя способами:

- если ПО сервера поддерживает работу с Интернет-сокетами (предоставляет точку соединения в сети Интернет), то GSM-модем удаленного устройства может напрямую подключаться к открытому сервером Интернет-сокету;
- если ПО сервера ориентированно на работу с устройствами только через последовательный интерфейс, то в этом случае на сервере необходимо организовать виртуальный СОМ-порт (аналог физического порта для подключения по интерфейсу RS-232 или RS-485), к которому выполнит подключение GSM-модем удаленного устройства.

Существует много поставщиков программ для организации виртуального СОМ-порта, имеющего, с одной стороны, открытый Интернет-сокет для удаленного подключения, и, с другой стороны, – обычный последовательный интерфейс, понятный для всех, без исключения, программ, которые работают с последовательными портами. Таким образом, связка "GSM-модем и виртуальный СОМ-порт" является готовым решением для подключения любого устройства, работающего по последовательному интерфейсу, удаленно (без использования кабеля), не требующее модернизации уже имеющегося ПО. На рис. 8 продемонстрирована настройка виртуально СОМ-порта с помощью сервисной программы TIBBO VSP MANAGER.

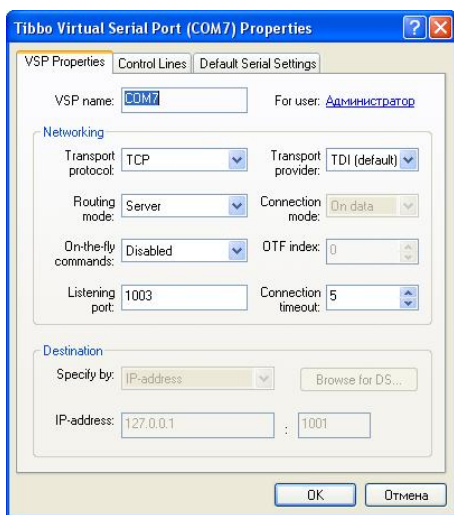


Рис. 8. Настройка виртуально СОМ-порта.

Сервер предоставляет клиентам возможность получать данные в реальном времени. Каждое измерение, выполненное системой, не останется без внимания сервера в независимости от того, подключены к нему клиенты или нет. Это будет происходить до тех пор, пока сервер запущен в работу и на него поступают данные от измерительных систем.

Подключение клиента к серверу по локальной сети осуществляется по протоколу ТСР/ІР с использованием внутренних ІР-адресов, а удаленные клиенты используют для подключения внешний ІР-адрес сервера.

Сервер должен иметь доступ в Интернет с внешним фиксированным ІР-адресом, это является необходимым условием для обеспечения возможности подключения удаленных клиентов. Большинство провайдеров проводного доступа в Интернет предоставляют своим клиентам возможность иметь внешний фиксированный ІР-адрес. Этого нельзя сказать о сотовых операторах, предоставляющих мобильный доступ в Интернет, единицы из них предоставляют данную услугу.

Клиентская часть программного обеспечения так же, как и серверная, отображает текущие данные в табличном, графическом и мнемоническом виде, ведет архив измерений.

Настройку удаленных систем учета СУ-5Д, оснащенных GSM-модемом, можно производить с помощью программы конфигуратора, установленной на сервере заказчика или на сервере поставщика оборудования.

Система СУ-5Д может быть интегрирована в большинство существующих SCADA-систем с помощью OPC-сервера. OPC-протокол является стандартным и поддерживается многими SCADA-системами.

### **Защита информации**

Рабочая программа и настроечные параметры вычислительного блока системы СУ-5Д и модема хранятся в энергонезависимой памяти и не подвержены воздействию вирусов.

Несанкционированное подключение через сеть Интернет к системе СУ-5Д, оснащенной GSM-модемом, практически невозможно, так как модем настроен на работу в роли клиента, в такой конфигурации модем не имеет открытых Интернет-сокетов для внешних подключений. Адреса для подключения к серверам (основной и альтернативный) жестко прописаны в его энергонезависимой памяти. Таким образом, риск потери или утечки информации со стороны удаленного вычислительного блока системы СУ-5Д сведен к минимуму. Если несанкционированное подключение все же произойдет, то информация перестанет приходить на сервер, потому что модем не может выдавать информацию в два места сразу.

Для обеспечения целостности и конфиденциальности информации достаточно надежно защитить сервер. Для защиты компьютеров, имеющих доступ в сеть Интернет, обычно используются брандмауэры (Firewall). Они помогают обезопасить данные, находящиеся на дисках компьютера, как от несанкционированного доступа, так и от попыток несанкционированной передачи их в сеть, а также контролируют порты (Интернет-сокеты), предотвращая внешние проникновения. Брандмауэр фильтрует весь входящий и исходящий трафик.

Для надежной защиты ПЭВМ и данных необходимо также использование антивирусного программного обеспечения. Антивирусное ПО блокирует выполнение вирусных кодов, ведет сканирование файлов, находящихся на дисках ПЭВМ, на предмет заражения их вирусами и обеспечивает работоспособность системы в критической ситуации.

### **Пуско-наладочные работы, диагностика и настройка оборудования.**

Затраты на пуско-наладочные работы и техническую поддержку при эксплуатации высокотехнологичного оборудования могут быть весьма значительными. Применение современных технологий передачи данных позволяет поставщику оборудования производить диагностику, настройку и конфигурацию оборудования непосредственно из своего офиса через Интернет. При этом значительно снижаются как затраты заказчика (не надо оплачивать командировочные расходы), так и затраты поставщика (один специалист может



одновременно выполнять настройку и диагностику нескольких измерительных систем, находящихся в разных городах или в разных странах). На рис. 9 показана схема обмена данными при выполнении настроек и пуско-наладочных работ. Для настройки система учета СУГ подключается через GSM-модем по альтернативному IP-адресу на сервер поставщика оборудования. Компьютер покупателя подключается к серверу поставщика как удаленный клиент.

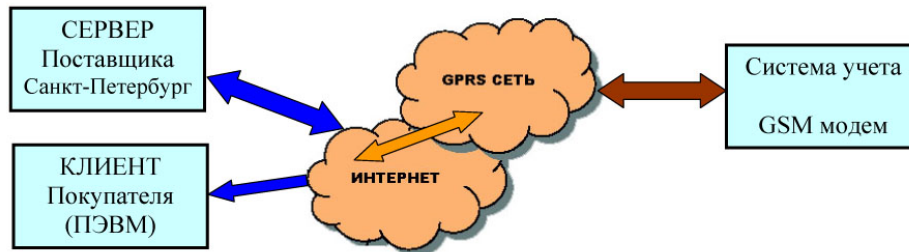


Рис. 9. Схема подключения при выполнении пуско-наладочных работ

#### **Предлагаемые технические решения при оснащении АГЗС и газовозов позволяют:**

- обеспечить как в офисе предприятия, так и на мобильном компьютере руководителя получение в реальном времени информации с газовозов о слитом СУГ и с АГЗС – о полученном и отпущенном СУГ;
- контролировать несанкционированные сливы СУГ и непредусмотренные остановки газовозов;
- обеспечить автоматизированный сбор информации и выдачу ее в АСУ верхнего уровня;
- контролировать в реальном времени товарные операции в автоматизированном режиме, исключить человеческий фактор.

#### **Литература**

1. **Деменков Н.П.** SCADA-системы как инструмент проектирования АСУ ТП: Учебное пособие – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 328 с.
2. **Коннолли Т., Бегг К.** Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. (3-е издание). Пер. с англ. М.; СПб.; К.: изд-во "Вильямс". 2003. – 1440 с.
3. **Терешин В., Совлуков А.** Комплексный подход к организации высокоточного учета СУГ на ГНС и АГЗС / Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2005. № 5. С. 10-13.
4. **Совлуков А.С., Терешин В.И.** Радиочастотный метод измерения количественных параметров сжиженных углеводородных газов в резервуарах / Измерительная техника. 2005. № 10. С. 68-71.
5. **Совлуков А.С., Терешин В.И.** Измерение количества сжиженного углеводородного газа в резервуаре / Измерительная техника. 2006. № 2. С. 40-42.
6. <http://www.tsensor.ru>
7. [http://au98.ru/m/188335/metodiki\\_wypolneniya\\_izmereniy\\_massy\\_sug\\_razrabotanny.html](http://au98.ru/m/188335/metodiki_wypolneniya_izmereniy_massy_sug_razrabotanny.html)
8. **Преображенский Н.И.** Сжиженные углеводородные газы. – Л.: изд-во "Недра", 1975. – 279 с.