

## По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04

Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15

Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Единый адрес: [tsr@nt-rt.ru](mailto:tsr@nt-rt.ru) Веб-сайт: [www.tersy.nt-rt.ru](http://www.tersy.nt-rt.ru)

## Система автоматизированного управления газораспределительной станцией, интегрированная в сеть ГРС Терси

### Описание объекта автоматизации

Сеть газораспределительных станций (ГРС) представляет собой комплекс территориально распределенных станций, сооруженных на газопроводах-отводах от магистрального газопровода, по которым производится доставка природного газа потребителям.

Основной функцией ГРС является преобразование состояния газа (снижение давления, очистка, подогрев, одоризация) до условий, пригодных для дальнейшего транспорта и подачи продукта потребителю.

Дополнительно производится распределение выходного потока и учет расхода газа по всем подключенным потребителям, включая расход газа на собственные нужды.

Основные и дополнительные функции объектов реализуются с помощью специализированного оборудования: запорная арматура, редуктора, одоризаторы, корректора расхода газа и другие локальные подсистемы.

ГРС функционируют как автономно, так и в режиме постоянного присутствия обслуживающего персонала. В любом случае, текущее состояние станции контролируется соответствующей службой линейно-производственного управления магистральным трубопроводом (ЛПУ МГ), на территории которого расположена станция.

Для постоянного контроля и управления (в том числе автоматического) состоянием всех локальных подсистем ГРС необходимо наличие локальной системы автоматизированного управления ГРС, связанной с системой диспетчерского контроля и управления всей сетью ГРС из ЛПУ МГ.

### Типовое решение



Разработанная предприятием НТО «Терси-КБ» система автоматизации предназначена для сбора данных телеметрии и управления оборудованием ГРС и включает следующие узлы и подсистемы:

- запорная арматура (краны);
- узлы редуцирования, очистки и одоризации газа;
- подсистемы электроснабжения, пожарообнаружения и охранной сигнализации;
- подсистемы сигнализации загазованности, электрохимической защиты, отопления и вентиляции;
- узлы учета расхода газа.

Кроме этого, система автоматизации ГРС реализует следующие функции:

- защита потребителя (автоматический контроль и управление запорной арматурой для предотвращения аварийных ситуаций);
- учет расхода ресурсов (коммерческий учет расхода газа, включая расход на собственные нужды, технический учет расхода электроэнергии и технический учет расхода одоранта);
- телемеханика (обмен данными с системой диспетчерского контроля и управления).

Данное типовое решение вместе с требованиями ГОСТ и руководящих документов РАО «ГАЗПРОМ» также учитывает следующие важные для эксплуатации факторы:

- компактность размещения оборудования (для установки и обслуживания системы автоматизации может быть использовано помещение 2x2 м);
- наличие в системе блоков управления запорной арматурой для отображения состояния и управления кранами в случае выхода из строя сложных компонентов системы, включая блоки ввода-вывода, технологический контроллер и систему отображения;
- поддержка существующего оборудования заказчика (корректоры расхода газа различных производителей и другое оборудование ГРС с интерфейсным выходом);
- поддержка существующих линий связи с ГРС, допускающих низкое качество передачи сигнала через многочисленные ретрансляторы, усилители и аппаратуру уплотнения, а также долговременные обрывы связи;
- возможность модификации системы без существенных затрат в процессе эксплуатации.

В число аппаратных блоков в данном типовом решении входят специально разработанные блоки управления кранами, адаптированные к запорной арматуре ГРС, и энергонезависимая память с неограниченным количеством циклов записи, необходимая для сохранения оперативных настроек системы и данных коммерческого учета расхода газа.

На данной системе в комплексе Каскад-САУ используется встроенный АРМ оператора, представляющий собой компьютер, монитор которого встроен в лицевую панель (дверь) системного щита и оснащен сенсорной панелью. Такое решение существенно экономит размеры требуемого пространства для эксплуатации системы, позволяя оператору работать с комплексом без дополнительного рабочего места.

### **Структура и функции системы САУ ГРС**

Структурная схема автоматизации и внешний вид щита САУ ГРС представлены ниже.



Сигналы датчиков, блоков управления кранами и данные приборов учета регистрируются технологическим контроллером на базе программируемого логического контроллера ВСЕ-5 или ВСП-А9 и блоков ввода-вывода серии PLC4.

Блоки ввода-вывода входят разъемами один в другой, образуя линейку с единой шиной. Для подключения внешних сигналов все блоки ввода-вывода имеют съемные клеммные колодки, что позволяет производить быструю замену блоков в случае неисправности. Блоки ввода-вывода выполняют преобразование сигналов от нижнего уровня системы в цифровую форму и обмен информацией с контроллером по шине ввода-вывода.

Количество каналов ввода-вывода одной линейки блоков ввода-вывода может достигать следующих значений:

- каналы телеуправления (ТУ) - 210;
- каналы телесигнализации (ТС) - 210;
- каналы телеизмерений текущих (ТТ) - 120;
- каналы телеизмерений интегральных (ТИ) - 60;
- каналы телерегулирования (ТР) - 15.



Приборы учета с интерфейсом связи RS-232 и RS-485 подключаются непосредственно к последовательным портам контроллера. При нехватке аппаратных портов на контроллере или значительном удалении устройств приборы учета подключаются к контроллеру по сети Ethernet с помощью блоков коммуникационных ВСЕ-2.

Программное обеспечение программируемого контроллера состоит из операционной системы реального времени и среды исполнения Каскад-САУ, работающих в жестком цикле длительностью 500 мс. В течение цикла последовательно производится ввод данных, выполнение технологических алгоритмов, вывод управляющих сигналов и передача информации на верхний уровень - в подсистемы архивирования и отображения САУ ГРС, а также в систему диспетчерского контроля и управления сети ГРС.

Типовое программное обеспечение контроллера поддерживает ввод-вывод данных следующего оборудования, используемого на ГРС:

- электронные корректора расхода газа Электроника ЕК-88К, ЕК-260, ЕК-270, Логика СПГ-761, СуперФло-ИЕТ;
- счетчик электроэнергии Меркурий-230, ПСЧ-3ТА, СЭБ-2А;
- устройство удаленной сигнализации УДКС-4604;
- другое оборудование с протоколом обмена данными Modbus RTU/ТСП.

Для связи контроллера с системой диспетчерского контроля и управления ГРС в системе используется блок связи ВМІ-1. Блок осуществляет связь по двухпроводной выделенной линии со скоростью 1200 бод с удалением до 30 км по протоколу V.23. Используемый протокол и физические характеристики сигнала блока позволяют поддерживать устойчивую связь на линиях с промежуточными аналоговыми фильтрами-усилителями, участками радиорелейной связи и другим промежуточным оборудованием, используемым в данное время на реальных объектах. Это позволяет устанавливать связь с ГРС, удаленными от диспетчерского пункта на несколько сотен километров. Допускается также подключение нескольких блоков связи разных САУ ГРС к одной линии связи с диспетчерским пунктом. Для защиты блока связи и технологического контроллера от повышенного напряжения и высоковольтных помех между вводом линии связи и блоком размещается блок защиты ВРІ.

Для связи контроллера с встроенным АРМ используется коммутатор Ethernet. Кроме этого, через данный коммутатор могут подключаться дополнительные устройства, поддерживающие Ethernet, а также переносное терминальное устройство ПТУ (ноутбук обслуживающего персонала). С помощью ПТУ можно производить контроль технологических параметров, управление технологическим оборудованием, конфигурирование системы и калибровку каналов измерения.

Встроенный АРМ состоит из компьютера и LCD монитора, закрепленных на передней двери шкафа.



Программное обеспечение встроенного АРМ состоит из операционной системы Microsoft Windows 7 системы управления базами данных Firebird, а также модулей среды разработки и исполнения комплекса Каскад-САУ.

Основным назначением среды исполнения Каскад-САУ встроенного АРМ является отображение и архивирование данных технологического контроллера. На экране монитора АРМ в полноэкранном режиме отображаются мнемосхемы, содержащие технологическую схему автоматизации, положение кранов, показания датчиков и сигнализаторов с указанием точек их установки и другие параметры системы. Подсистема голосового оповещения проигрывает звуковые сообщения при наступлении соответствующих событий. Монитор снабжен сенсорной панелью, с помощью которой без помощи манипулятора или клавиатуры, можно просматривать мнемосхемы системы и управлять исполнительными устройствами.

Кроме визуализации, компьютер встроенного АРМ выполняет функции конфигурационного и архивного серверов. Для хранения конфигурации и архивов используются базы данных (БД). Конфигурационная БД содержит полное описание системы, включающее конфигурацию устройств, точек ввода-вывода, значения уставок, код технологических алгоритмов, мнемосхемы и пр. Архивная БД содержит предысторию данных и событий системы, сводки расходов и журналы состояния системы.

### **Интерфейс пользователя САУ ГРС**

В процессе работы САУ ГРС все действия персонала сведены к работе с встроенным АРМ, на котором представлены все требующиеся данные и настройки.

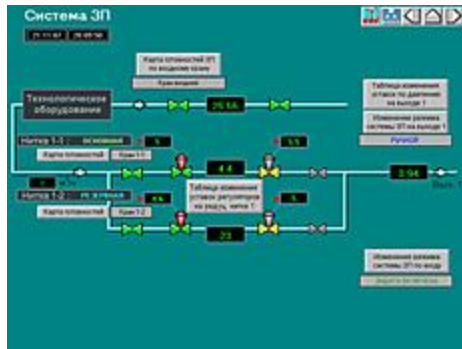
На общей технологической мнемосхеме АРМ представлена технологическая схема оборудования ГРС с отображением текущего состояния оборудования и технологических параметров. Отдельная область экрана отведена для индикации таких аварийных состояний как «Авария», «Пожар», «Охрана» и др. В правом верхнем углу экрана размещены кнопки навигации, позволяющие пользователю перемещаться между мнемосхемами АРМ и вызвать окна настройки уставок и других параметров системы. Карты команд (окна, содержащие кнопки управления) вызываются непосредственно с мнемознаков оборудования.



Для доступа к управлению оборудованием пользователь должен ввести свое имя и пароль при помощи встроенной клавиатуры. Являясь многопользовательской системой управления, комплекс Каскад-САУ допускает к управлению только пользователей, имеющих специальное разрешение и соответствующий уровень доступа. Подсистема администрирования комплекса

позволяет вместе с зарезервированными системными разрешениями (управление, квитирование тревог и др.) использовать дополнительно до 30 технологических разрешений, что дает возможность разделить доступ пользователей к конфигурации отдельных частей системы. Например, можно разделить права доступа к модификации параметров между работниками службы КИПиА и службы метрологии таким образом, чтобы работники могли модифицировать только те настройки системы, которые относятся к их службе.

Состояние ниток редуцирования, определяемое с долей вероятности на основании текущих показаний датчиков давления, а также состояние функции защиты потребителя отображается на отдельных мнемосхемах АРМ.



На вспомогательных мнемосхемах АРМ можно увидеть детальное состояние остальных частей оборудования ГРС. Специальная мнемосхема содержит настройки параметров учета расхода газа. Большой объем настроечных параметров обусловлен наличием счетчика расхода газа, встроенного в комплекс «Каскад-САУ». Сертификат об утверждении типа средств измерения разрешает использовать комплекс в системах коммерческого учета расхода газа и электроэнергии. Поэтому для организации дублирующего счетчика расхода имеется возможность задействовать внутренние функции комплекса, подав на его входы прямые показания датчиков давления, температуры замерного узла, а также импульсный выход ротационного счетчика или значение перепада давления на сужающем устройстве.

Отдельная мнемосхема АРМ предназначена определения настроек и просмотра текущих показаний расхода электроэнергии и одоранта.

В случае отсутствия распределительного щита или счетчика электроэнергии с интерфейсным выводом данных, система САУ ГРС принимает информацию о расходе электроэнергии с импульсного выхода электросчетчика, который присутствует на большинстве моделей.

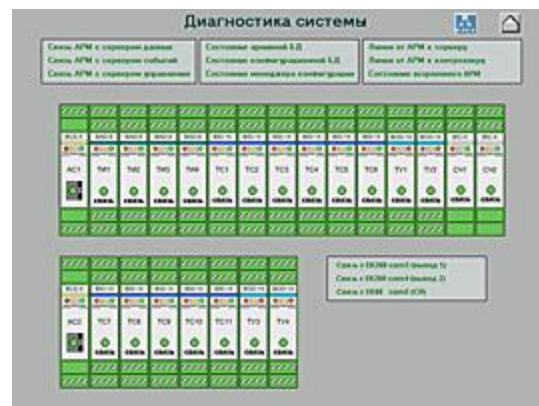


Расход одоранта определяется на основании показаний уровнемера, размещаемого на расходной ёмкости или на ёмкости подземного хранения одоранта. Для универсальности настройки системы на любую ёмкость предусмотрен ввод данных в специальную тарифовочную таблицу.

Для удобства проверки и настройки системы предусмотрены специальные мнемосхемы, отображающие состояние дискретных и аналоговых точек ввода-вывода



Работая на данных мнемосхемах, наделенный соответствующими правами пользователь может изменить текущее значение любого параметра (имитация) или запретить его обработку технологическим алгоритмом (маскирование). Дополнительная информация по состоянию параметра доступна при вызове информационной карты (окно, в котором в табличной форме представлены все текущие данные точки - адресная привязка, режим обработки значения, действующие уставки и др.).

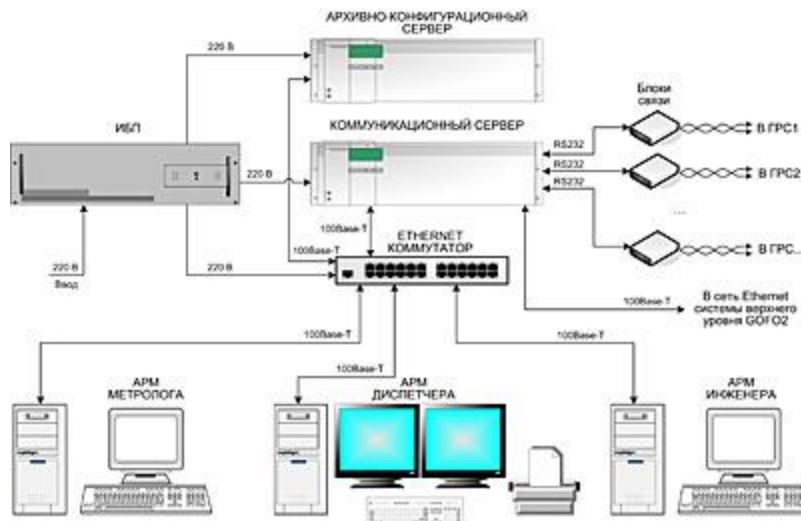


В список мнемосхем АРМ также включена мнемосхема диагностики программно-аппаратного обеспечения контроллера и встроенного АРМ. На этой мнемосхеме отображается текущее состояние диагностических данных системы, включая поблочную диагностику подсистемы ввода-вывода данных и состояние встроенного АРМ.

Показатели надежности системы соответствуют стандартным требованиям и опираются на применение в системе проверенных программных и аппаратных решений. Для повышения отказоустойчивости системы в программируемый контроллер был встроен блок энергонезависимой памяти и задействован аппаратный сторожевой таймер (watchdog). Дополнительно имеется возможность дублирования линии связи между контроллером и блоками ввода-вывода.

### Система диспетчерского контроля и управления ДП ГРС

Совместно с системой автоматизации ГРС в состав типового решения на базе комплекса Каскад-САУ входит система диспетчерского контроля и управления, обслуживающая распределенную сеть ГРС. Структурная схема этой системы представлена ниже.

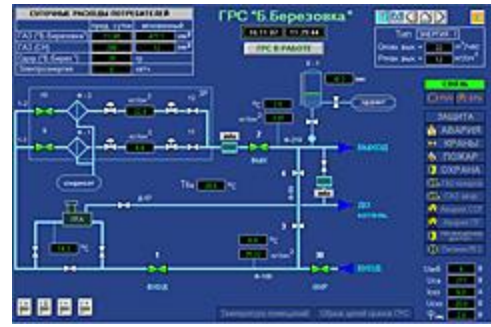
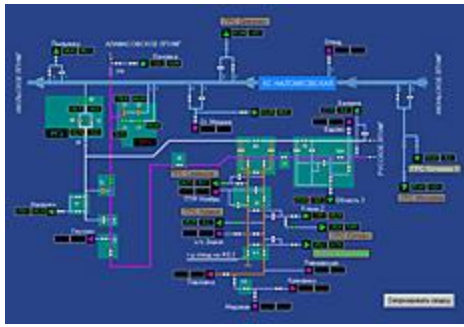


В щите данной системы размещаются коммуникационный и архивно-конфигурационный сервера системы, блоки связи, коммутатор Ethernet и источник бесперебойного питания. Сервера имеют промышленное исполнение. Связь между серверами производится через коммутатор сети Ethernet, к которому также подключены АРМы операторов, размещенные вне щита в виде обычных офисных компьютеров.

Сбор данных непосредственно с технологических контроллеров ГРС выполняется коммуникационным сервером по протоколу с форматом кадра FT3 (ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95), рекомендованным руководящими документами РАО «ГАЗПРОМ». Алгоритм опроса ГРС адаптирован к срочной доставке данных аварийной телесигнализации (ТСА), а также к опросу данных предыстории ТСА и коммерческих данных по учету расходов ГРС. Доставка данных предыстории позволяет получить информацию о работе ГРС даже в случае долговременной потери связи (более 72 часов). Полученная от ГРС информация обрабатывается коммуникационным сервером и передается в виде данных и тревог в архивно-конфигурационный сервер для архивирования и на все подключенные АРМ для отображения и сигнализации.

Кроме этого коммуникационный сервер может осуществлять шлюзование данных в систему верхнего уровня GOF O2. Для разделения сетей Ethernet соединение коммуникационного сервера с системой GOF O2 производится через отдельную сетевую карту. В процессе шлюзования данных сервер выполняет передачу в систему GOF O2 текущих данных ГРС, прием из GOF O2 управляющих команд и настроек точного времени. В свою очередь коммуникационный сервер является источником точного времени для САУ ГРС и всех других компьютеров системы.

Комплекс Каскад-САУ обладает многопрофильным АРМ, что позволяет создавать в одной системе отдельные профили АРМ для различных служб. В каждом профиле может быть свой набор мнемосхем, анимационных элементов и звуковых сообщений. Полученные коммуникационным сервером данные одновременно рассылаются на АРМ всех заинтересованных служб: служба диспетчера, служба КИПиА и ТМ, служба метрологии, служба связи.



В состав мнемосхем АРМ диспетчера ДП включена мнемосхема сети ГРС и мнемосхемы отдельных ГРС. Каждая мнемосхема ГРС фактически повторяет общую технологическую мнемосхему на соответствующем АРМ САУ ГРС. Управление и настройка параметров ГРС осуществляется непосредственно с данной мнемосхемы с помощью карт команд, таблиц уставок и других элементов управления. Удаленное управление оборудованием ГРС и настройками системы автоматизации делает возможным дистанционное обслуживание ГРС, что особенно необходимо для ГРС без постоянного присутствия персонала. Все действия диспетчера по управлению оборудованием и настройками САУ ГРС проходят контроль на наличие соответствующих разрешений и автоматически регистрируются в подсистеме событий. Зарегистрированное событие сохраняется в архиве и рассылается на все АРМы операторов системы ДП.

### Преимущества типового решения

Предлагаемая система автоматизации ГРС и диспетчерского пульта построены на базе одного комплекса Каскад-САУ, с применением одинаковых программных средств. Возможностей программного обеспечения комплекса достаточно для создания полнофункциональной системы диспетчерского контроля и управления. Для уровня САУ ГРС возможности комплекса Каскад-САУ не только удовлетворяют текущим требованиям к системе автоматизации, но и предоставляют запас для развития системы и соответствия современному уровню в течение всего срока эксплуатации. Кроме этого, применение одинаковых программных средств на всех уровнях автоматизации позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем. Наличие в комплексе Каскад-САУ средств разработки предоставляет заказчику возможность выполнять работы по модификации технологического обеспечения собственными силами без привлечения разработчика и дополнительных затрат. Модификация может охватывать как несложные вопросы замены датчиков, добавления каналов системы, изменения мнемосхем, так и вопросы программирования математического обеспечения системы с помощью языков программирования IEC 1131-3.

Применение одного SCADA пакета на всех уровнях автоматизации ГРС даёт перечисленные выше возможности и является отличительной особенностью описанной системы от большинства аналогов. Эта особенность играет положительную роль и при внедрении систем, существенно сокращая сроки подготовки и проведения пуско-наладочных работ на объектах заказчика.

### Опыт эксплуатации

Системы САУ и ДП ГРС на базе представленного решения эксплуатируются с 2002 года на объектах ООО «Волготрансгаз». В 2006 году выпущена новая версия системы, в которой реализовано большое количество пожеланий эксплуатирующей организации, связанных с модификацией программного и технологического обеспечения. В январе 2007 года система автоматизации ГРС на базе комплекса «Каскад-САУ» успешно прошла **межведомственные испытания** РАО «ГАЗПРОМ».

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04

Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15

Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

**Единый адрес:** [tsr@nt-rt.ru](mailto:tsr@nt-rt.ru) **Веб-сайт:** [www.tersy.nt-rt.ru](http://www.tersy.nt-rt.ru)