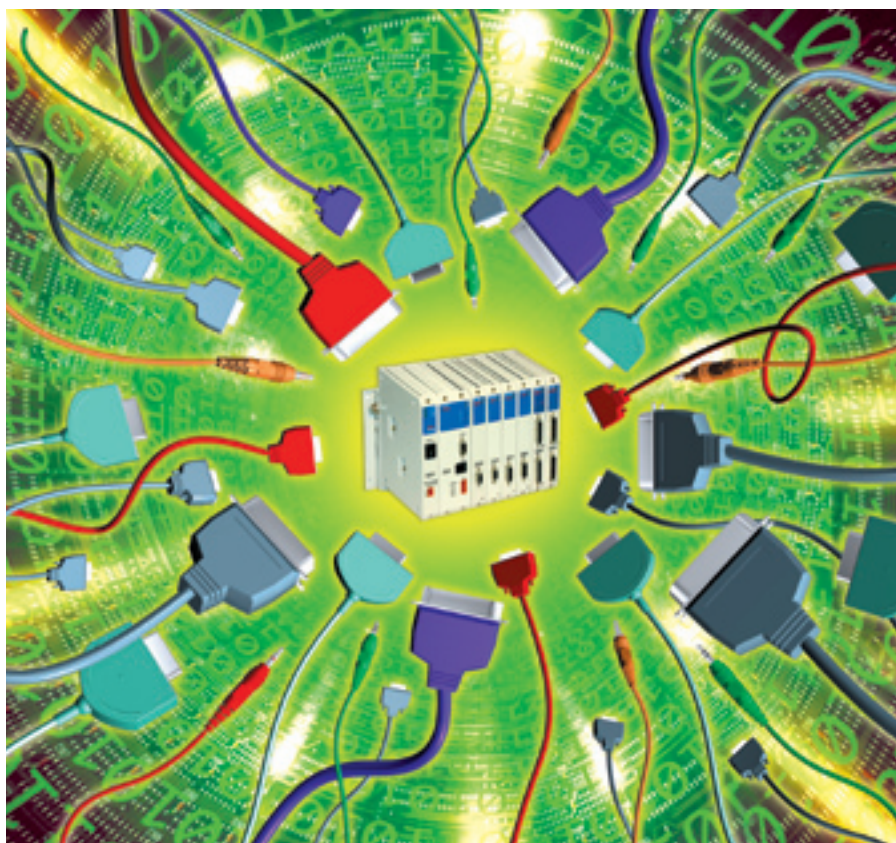


СВЯЗУЮЩЕЕ ЗВЕНО В ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

На сегодняшний день наиболее актуальной становится задача объединения в единую систему всех компонентов, сбора информации от различных подсистем и перераспределения ее между ними. Одним из решений данной задачи является использование специализированных коммуникационных устройств. Специалистами томского НИИ электронных систем был разработан коммуникационный контроллер ЭЛСИ-КОМ, призванный решать задачу сбора информации от различных подсистем и перераспределения (маршрутизации) информации между подсистемами

П.Г. Нестеренко,
А.В. Климов

В современных условиях, когда существует огромное многообразие оборудования различных фирм-производителей, и выдвигаются различные критерии выбора оборудования для конкретных реализаций объектов управления, когда оснащение объектов проводится в различные периоды времени разными поставщиками технических решений, обычным явлением стало наличие на одном объекте управления систем различных производителей [1]. Как правило, оборудование от разных производителей имеет различные интерфейсы и протоколы обмена данными. С учетом накопленного опыта работы и актуальности проблемы [1] специалистами томского НИИ электронных систем



был разработан коммуникационный контроллер ЭЛСИ-КОМ, призванный решать задачу сбора информации от различных подсистем и перераспределения (маршрутизации) информации между подсистемами. ЭЛСИ-КОМ представляет собой специализированное устройство, предназначенное для организации информационного обмена между оборудованием систем автоматики и телемеханики, использующих различные интерфейсы в рамках единого программно-технического комплекса (ПТК). Контроллер позволяет реализовать информационный обмен между несколькими каналами с различными интерфейсами связи, объединить в единую систему оборудование различных производителей или типов, а также осуществить преобразование одних

протоколов в другие. **По сути, контроллер ЭЛСИ-КОМ является связующим звеном в сложных технических системах.**

Контроллер построен на базе серийно выпускаемого промышленного контроллера общего назначения ЭЛСИ-ТМ и предназначен для непрерывной неослуживаемой эксплуатации на технологических объектах. Унификация с серийно выпускаемым изделием обеспечивает высокое качество исполнения аппаратной части и дает гарантию сопровождения устройства в течение как минимум 10 лет.

Примером, аналогичным по своим функциональным свойствам, может служить устройство **Anybus** компании **HMS**. В таблице 1 приведено краткое сравнение обоих устройств.

Контроллер ЭЛСИ-КОМ имеет модульную структуру. Минимальный состав контроллера: источник питания, процессорный модуль, коммутационная панель (учитывая наличие в центральном процессоре Ethernet-интерфейса, даже в минимальном составе коммуникационный контроллер может выполнять ряд задач). Помимо этого, в контроллер можно установить до 10 интерфейсных модулей, выбираемых в соответствии с требованиями объекта управления (рис. 1). Каждый интерфейсный модуль представляет собой законченное устройство поддержки интерфейса и протокола. **Эта особенность позволяет добавлять в состав ЭЛСИ-КОМ практически неограниченное количество новых протоколов и интерфейсов связи только за счет добавления нового модуля.**

Набор модулей и правила их взаимодействия определяют функциональность коммуникационного контроллера.

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКА	ANYBUS	ЭЛСИ-КОМ
Возможность автономной работы в необслуживаемом режиме	+	+
Возможность согласования интерфейсов связи	+	+
Возможность преобразование одного протокола в другой	+	+
Возможность преобразование одного протокола в несколько других	-	+
Возможность перераспределения информации нескольких потоков	-	+
Поддержка практически всех известных протоколов связи	+	-
Возможность резервирования каналов связи	-	+

В таблице 2 приведен набор поддерживаемых контроллером протоколов и интерфейсов связи.

Основные функции коммуникационного контроллера ЭЛСИ-КОМ:

- согласования интерфейсов связи,
- преобразования протоколов,
- резервирование каналов связи в различных комбинациях.

Среди особенностей используемых протоколов можно выделить свойство передачи информации по изменениям, что обеспечивает надежную работу на низко-

скоростных каналах связи. К отличительным особенностям реализации протоколов также относится следующее:

- два класса передачи данных (данные, передающиеся только при изменении, имеют высший приоритет передачи),
- эстафетная передача данных (применяется при отсутствии прямой связи между объектами).

Контроллер имеет сертификат соответствия ГОСТ Р и разрешение на при-

средства автоматизации ▶

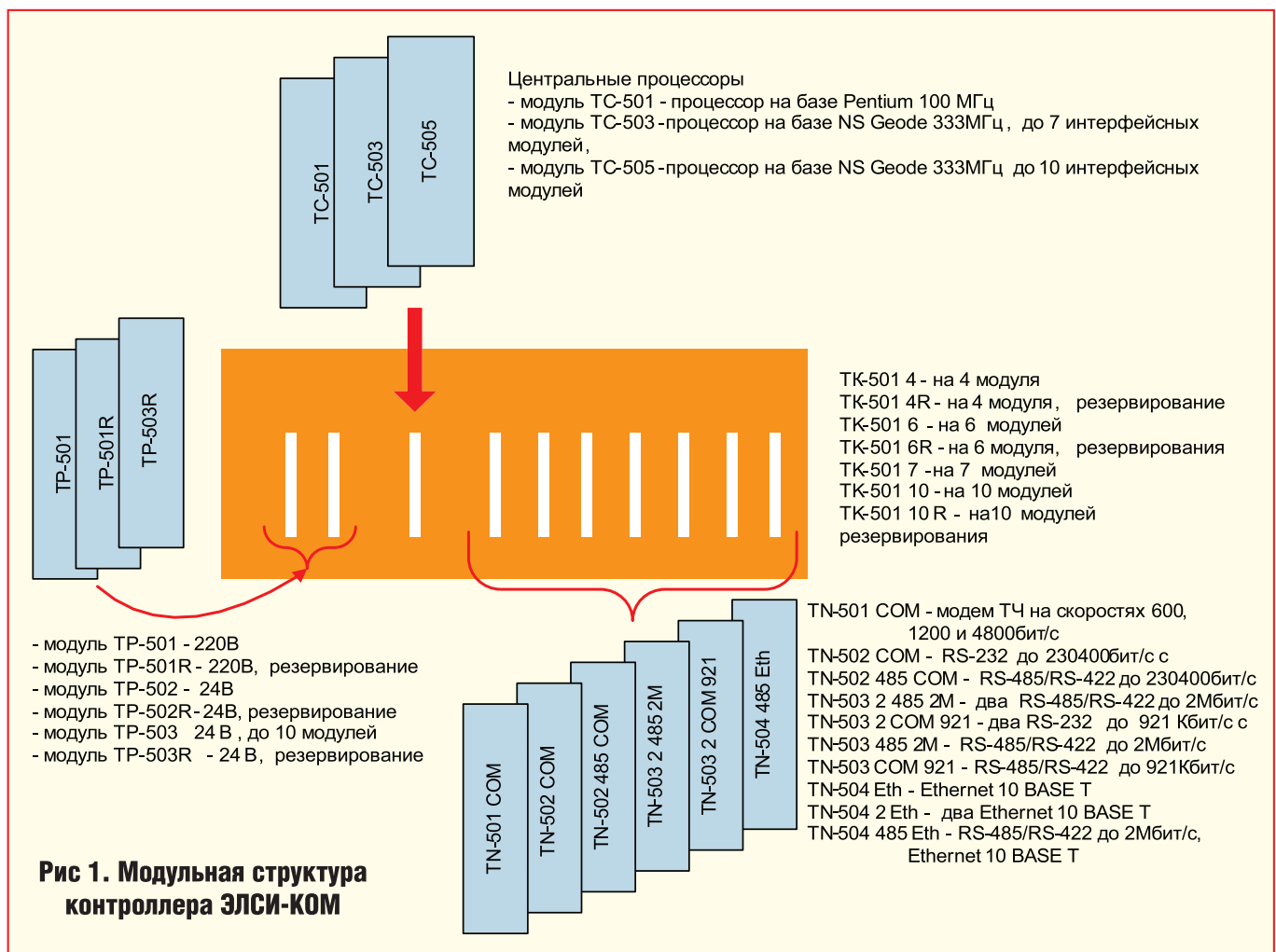


Рис 1. Модульная структура контроллера ЭЛСИ-КОМ

Таблица 2. Модули входящие в состав ЭЛСИ-КОМ

МОДУЛЬ	ОПИСАНИЕ	ИНТЕРФЕЙС	ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН
КОММУТАЦИОННЫЕ ПАНЕЛИ			
TK-501 4	панель на 4 интерфейсных модуля		от 40 до +60 °C
TK-501 4R	панель на 4 интерфейсных модуля с возможностью резервирования источника питания и центрального процессора		от 40 до +60 °C
TK-501 6	панель на 6 интерфейсных модулей		от 40 до +60 °C
TK-501 6R	панель на 6 интерфейсных модулей с возможностью резервирования источника питания и центрального процессора		от 40 до +60 °C
TK-501 7	панель на 7 интерфейсных модулей		от 40 до +60 °C
TK-501 10	панель на 10 интерфейсных модулей		от 40 до +60 °C
TK-501 10R	панель на 10 интерфейсных модулей с возможностью резервирования источника питания		от 40 до +60 °C
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ			
TP-501	входное напряжение 220 В переменного тока, поддержка крейта до 7 интерфейсных модулей		от 40 до +60 °C
TP-501R	входное напряжение 220 В, наличие функций резервирования и горячей замены, поддержка крейта до 7 интерфейсных модулей		от 40 до +60 °C
TP-502	входное напряжение 24 В постоянного тока, поддержка крейта до 7 интерфейсных модулей		от 40 до +60 °C
TP-502R	входное напряжение 24 В постоянного тока, поддержка крейта до 7 интерфейсных модулей, наличие функций резервирования и горячей замены		от 40 до +60 °C
TP-503	входное напряжение 24 В постоянного тока, поддержка крейта до 10 интерфейсных модулей		от 40 до +60 °C
TP-503R	входное напряжение 24 В постоянного тока, поддержка крейта до 10 интерфейсных модулей, наличие функций резервирования и горячей замены		от 40 до +60 °C
ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ			
TC-501	процессор на базе Pentium 100 МГц, 32 МБ RAM, 128 МБ Flash, обеспечивает работу с коммутационной панелью до 7 интерфейсных модулей	Ethernet 10 BASE T	от 40 до +60 °C
TC-503	процессор на базе NS Geode 333МГц, 256 МБ RAM, 128 МБ Flash, обеспечивает работу с коммутационной панелью до 7 интерфейсных модулей	Ethernet 100 BASE T	от 20 до +60 °C
TC-505	процессор на базе NS Geode 333МГц, 256 МБ RAM, 128 МБ Flash, обеспечивает работу с коммуникационной панелью до 10 интерфейсных модулей, различные варианты исполнения по диапазону рабочих температур	Ethernet 100 BASE T	от 40 до +60 °C, от 20 до +60 °C, от 0 до +60 °C
ИНТЕРФЕЙСНЫЕ МОДУЛИ			
TN-501 МДМ	модем для работы по выделенным каналам ТЧ на скоростях 600, 1200 и 4800 бит/с	C1-ТЧ	от 40 до +60 °C
TN-502 COM	интеллектуальный модуль интерфейса RS-232 для работы на скоростях до 230400 бит/с с поддержкой различных протоколов передачи данных	RS-232	от 40 до +60 °C
TN-502 485	интеллектуальный модуль интерфейса RS-485/RS-422 для работы на скоростях до 230400 бит/с с поддержкой различных протоколов передачи данных	RS-485/RS-422	от 40 до +60 °C
TN-503 2 485 2M	интеллектуальный модуль на два независимых интерфейса RS-485/RS-422 для работы на скоростях до 2 Мбит/с* с поддержкой различных протоколов передачи данных	RS-485/RS-422 (2 канала)	от 40 до +60 °C
TN-503 2 COM 921	интеллектуальный модуль на два независимых интерфейса RS-232 для работы на скоростях до 921 Кбит/с с поддержкой различных протоколов передачи данных	RS-232 (2 канала)	от 40 до +60 °C
TN-503 485 2M	интеллектуальный модуль интерфейса RS-485/RS-422 для работы на скоростях до 2 Мбит/с с поддержкой различных протоколов передачи данных	RS-485/RS-422	от 40 до +60 °C
TN-503 COM 921	интеллектуальный модуль интерфейса RS-232 для работы на скоростях до 921 Кбит/с с поддержкой различных протоколов передачи данных	RS-232	от 40 до +60 °C
TN-504 Eth	интеллектуальный модуль интерфейса Ethernet 100 BASE T	Ethernet 100 BASE T	от 20 до +60 °C
TN-504 2 Eth	интеллектуальный модуль с двумя независимыми интерфейсами Ethernet 100 BASE T	Ethernet 100 BASE T (2 канала)	от 20 до +60 °C
TN-504 485 Eth	модуль с интерфейсом RS-485/RS-422 для работы на скоростях до 2 Мбит/с с поддержкой различных протоколов передачи данных и с интерфейсом Ethernet 100 BASE T	Ethernet 100 BASE T, RS-485/RS-422	от 20 до +60 °C

◀ связующее звено в технической системе

менение Федеральной службы по технологическому надзору.

Контроллер ЭЛСИ-КОМ обеспечивает следующие физические интерфейсы:

- Ethernet,
- RS-232,
- RS-422,
- RS-485,
- Стык С1-ТЧ.

Коммуникационный контроллер имеет следующие характеристики:

- Напряжение питания постоянного тока - 24 +4 В,
- Напряжение питания переменного тока частотой (50+1)Гц - 220 +44 В,
- Потребляемая мощность, не более - 80 Вт (при наличии 10 коммуникационных модулей),
- Количество интерфейсных модулей - до 10,
- Возможность резервирования модулей источника питания и центрального процессора,
- Возможность горячей замены модулей без выключения и переинициализации контроллера,
- Диапазон рабочих температур - от -40 до +60 °С.

Состав модулей контроллера ЭЛСИ-КОМ продиктован обеспечением возможности обмена с использованием различных физических сред передачи информации, различного количества каналов связи, разнообразных протоколов передачи данных, напряжением входного электропитания, широкого диапазона рабочих температур (опционально), необходимостью резервирования источника питания.

ПРОТОКОЛ IEC 4-101

Особенности

Протокол реализован в соответствии с ГОСТ Р МЭК 870-5-101 [4]. Протокол имеет Master-Slave организацию и позволяет одной Master-станцией опрашивать несколько подчиненных станций (количество зависит от интерфейса). Данные делятся на два класса (как правило, всем аварийным сообщениям присваивается первый класс передачи), причем данные первого класса передаются событийно (по изменениям), а данные второго класса

передаются циклически. Этим достигается минимальная задержка передачи важных сообщений (сообщений об авариях или других критических событиях). Адресное пространство поделено на несколько групп по 32766 сигналов в каждой группе. В соответствии с ГОСТ Р МЭК 870-5-101, для сигналов определяется индивидуальная метка времени - статус. Применяются следующие группы сигналов:

- телесигнализация ТС (8bit);
- телеуправление ТУ (8bit);
- телеизмерение ТИ1 (Byte);
- телеизмерение ТИ2 (Word);
- телеизмерение ТИ4 (Float);
- телесчет ТИИ (Long);
- телерегулирование ТР1 (Byte);

Таблица 3. Набор поддерживаемых протоколов и интерфейсов связи контроллера ЭЛСИ-КОМ

ТИП МОДУЛЯ	ИНТЕРФЕЙС	ПРОТОКОЛ	ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ
TC-501, TC-503, TC-505	Ethernet	Modbus TCP IEC TCP Intercom	Является центральным процессором, устанавливается только один модуль
TN-501 COM	V.23	IEC 3 IEC 4 «Старт» TM120.1	(600, 1200, 4800 бит/сек.)
TN-502 COM	RS-232	Modbus RTU IEC 3 IEC 4 ElsyGSM «Барс» ElsyGS HART	До 230400 бит/сек. Канал GlobalStar
TN-502 485 COM	RS-485	Modbus RTU IEC 3 IEC 4	
TN-503 2 485 2M	RS-485, 2 канала	IEC 4, Modbus RTU	
TN-503 2 COM 921	RS-232, 2 канала	Modbus RTU, IEC 4	
TN-503 485 2M	RS-485	Modbus RTU, IEC 4	
TN-503 COM 921	RS-232	Modbus RTU, IEC 4	
TN-504 Eth	Ethernet	IEC TCP, Modbus TCP	
TN-504 2 Eth	Ethernet, 2 канала	IEC TCP, Modbus TCP	
TN-504 485 Eth	RS-485 + Ethernet	IEC 4, IEC TCP, Modbus RTU, Modbus TCP	Резервирование каналов связи

- телерегулирование ТР2 (Word);
- телерегулирование ТР4 (Float).

Поддерживается функция эстафетной передачи данных по радиоканалу.

Область применения

Рекомендуется использовать протокол для связи с верхним уровнем по проводным каналам тональной частоты, а также цифровым и тональным радиоканалам, в том числе при отсутствии прямой видимости между главным и подчиненным узлами (в этом случае связь осуществляется через один или несколько узлов при помощи эстафетной передачи данных).

◀ связующее звено в технической системе

ПРОТОКОЛ MODBUS RTU

Особенности

Modbus RTU - протокол имеет Master-Slave организацию и позволяет одной Master-станцией опрашивать несколько подчиненных станций (количество зависит от интерфейса). Протокол оперирует с ячейками (размерность 1bit) и регистрами (размерность Word), позволяя адресовать 65535 элементов каждого типа. Запрос формируется на конкретные данные, поэтому для получения информации Master должен циклически опрашивать все интересующие его регистры и ячейки.

Область применения

Открытый протокол, поддерживаемый большим количеством производителей оборудования. Используется для стыковки с устройствами, поддерживающими этот протокол.

ПРОТОКОЛ MODBUS TCP

Особенности

Modbus TCP – Modbus RTU, реализованный применительно к интерфейсу Ethernet. Возможности аналогичны Modbus RTU, но в сети может быть несколько Master-устройств.

Количество Master-устройств, одновременно подключенных к контроллеру, не может превышать четырех.

Область применения

Открытый протокол, поддерживается многими производителями. Может использоваться для стыковки с устройствами, поддерживающими этот протокол, а также для связи с верхним уровнем по оптоволоконным каналам связи с достаточно высокой скоростью передачи.

ПРОТОКОЛ TM120.1

Особенности

TM 120.1 реализуется на стыке C1-TЧ. Имеет Master-Slave организацию и

позволяет одной Master-станцией опрашивать 32 подчиненных станции. Применены следующие группы сигналов:

- телесигнализация ТС (8bit, но не более 256 сигналов ТСН и ТСЛ с КП);
- телеуправление ТУ (8bit, но не более 256 станционных сигналов с КП – ТУВН, ТУОН и 256 линейных сигналов с КП – ТУВЛ, ТУОЛ);
- телеизмерение ТИ (Byte, но не более 256 сигналов с КП);
- телеизмерение СИ (Byte, но не более 256 сигналов с КП).

Область применения

Используется в старых системах телемеханики. Не рекомендуется применять в новых разработках в связи с малой информативной емкостью протокола.

ПРОТОКОЛ INTERCOM

Особенности

Intercom – протокол имеет клиент-серверную организацию. Для передачи

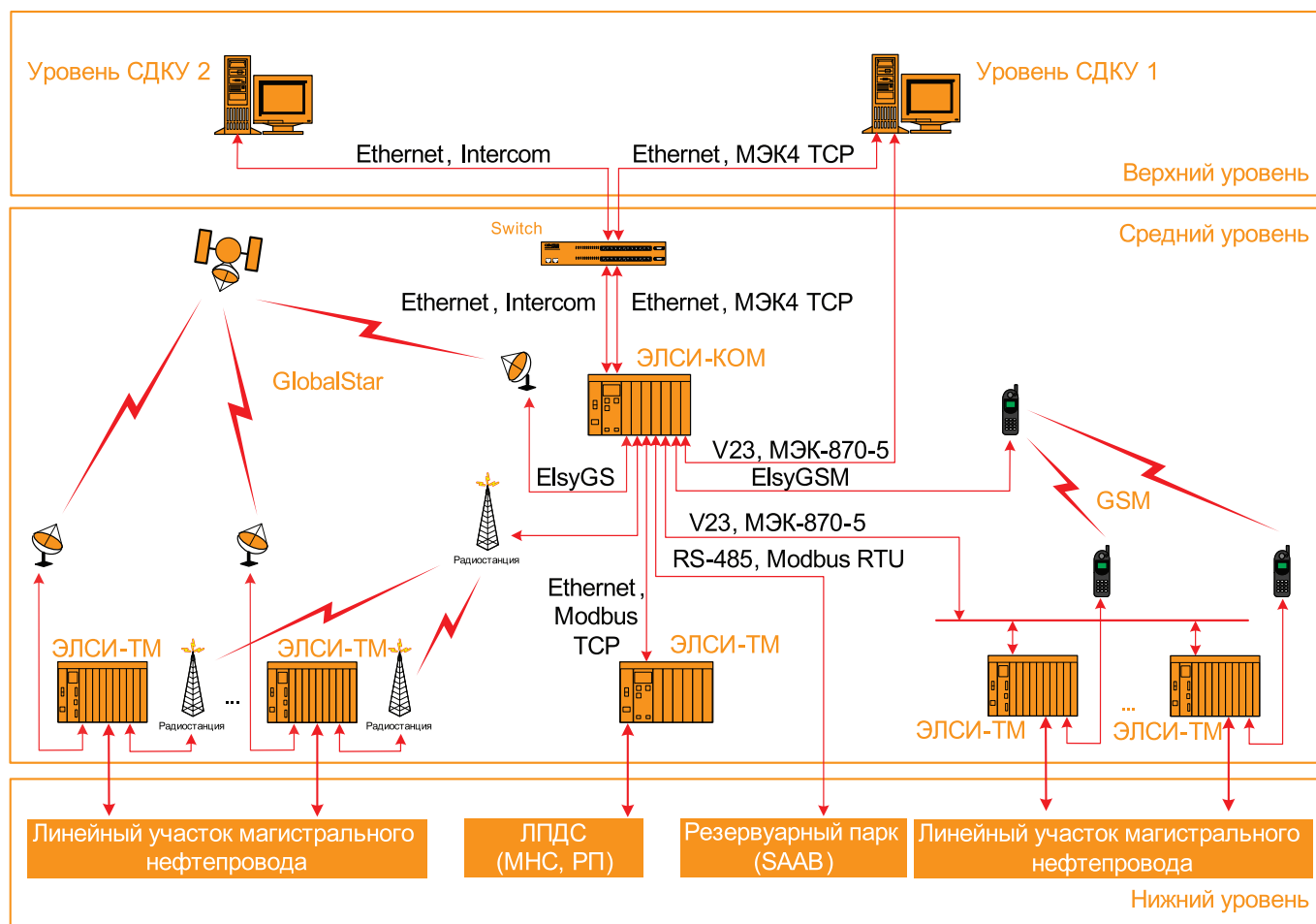


Рис 2. Вариант использования коммуникационного контроллера ЭЛСИ-КОМ

данных от сервера клиенту последним организуется подписка на интересующие его сигналы в базе сервера, после чего сервер при изменении сигнала рассылает его всем клиентам, которые организовали на него подписку. Применительно к контроллеру ЭЛСИ-КОМ, который выступает в роли сервера, на протокол дополнительно накладываются следующие ограничения:

- количество сигналов, передаваемых по протоколу, не может превышать 6000,
- количество клиентов, одновременно подключенных к контроллеру, не может превышать 6.

Область применения

Рекомендуется использовать протокол для связи с верхним уровнем по оптоволоконным каналам связи. Обеспечивает поддержку контроллером ЭЛСИ-КОМ OPC-технологии.

ПРОТОКОЛ ELSYGSM

Особенности

ElsyGSM — использует в качестве канала связи систему сотовой связи GSM900/1800. Для повышения надежности передачи данных по GSM-каналам протокол ElsyGSM поддерживает гибридный режим работы. Передача важных (аварийных) событий производится через сервис SMS. Параллельно с сервисом SMS используется режим последовательного опроса каждого узла с непосредственной установкой соединения (dialup-режим). Особенностью работы протокола является использование до четырех виртуальных каналов. Возможна работа с несколькими Master-узлами.

Количество аварийных сигналов с КП — не более 100. Количество сигналов, передаваемых с 1 КП, не может превышать 512. Количество опрашиваемых КП по протоколу — 32.

Область применения

Может использоваться для связи с верхним уровнем с ограниченным количеством сигналов.

ПРОТОКОЛ ELSYGS

Особенности

ElsyGS — использует в качестве канала связи систему спутниковой связи GlobalStar. Протокол имеет Master-Slave организацию и позволяет одной Master-

станцией опрашивать несколько подчиненных станций. Адрес подчиненной станции определяется номером абонента в телефонной сети (федеральный номер). Протокол ElsyGS поддерживаются все функции протокола IEC 4-101 с некоторыми ограничениями физической реализации канала связи (нет эстафетной передачи, точность синхронизации времени меньше). Скорость передачи 9600 бит/с.

Область применения

За счет использования спутниковой группировки может применяться в любой точке земного шара (до 76 гр. С.Ш.). Может использоваться для связи с АСУ ТП с ограничениями по времени реакции системы. Рекомендуется использовать как резервный или аварийный канал связи.

ПРОТОКОЛ IEC TCP

Особенности

МЭК TCP — протокол реализован на основе ГОСТ РМЭК 60870.5-104 [5]. Особенность данного протокола в том, что в качестве канала передачи используется TCP/IP.

Область применения

Рекомендуется использовать протокол для связи с верхним уровнем по цифровым каналам связи, в том числе оптоволоконным каналам связи. Может использоваться в каналах связи, ориентированных на TCP/IP-соединение. Обеспечивает меньшее время реакции по сравнению с другими протоколами.


Протоколы HART, BARS, СТАРТ — применяются для подключения к коммуникационному контроллеру различных датчиков и специализированных систем.

В качестве примера использования можно рассмотреть коммуникационный контроллер, который должен собирать данные с двух направлений станций линейной телемеханики по протоколу МЭК3, резервированному через GlobalStar, опрашивать линейку интеллектуальных датчиков резервуарного парка, собирать данные о работе насосной станции и отдавать собранную информацию на верхний уровень через TCP/IP по OPC Intercom и МЭК4 TCP [2,4]. Такой контроллер должен иметь в своем составе 7 аппаратных модулей ТН, программный модуль сервера

Intercom, программный модуль МЭК4 TCP (рис. 2). В конфигурации контроллера задаются правила маршрутизации информации из модулей-источников в модули-приемники. Задаются такие правила, как: протокольные адреса сигналов, класс данных и т.п. Кроме того, в конфигурации определяются параметры инициализации программных и аппаратных модулей, например, скорости работы в каналах для проводных цифровых сетей, таблицы опроса и т.п.

Данная технология уже успела хорошо зарекомендовать себя в сложных и ответственных применениях [3]. В частности, такие решения используются на следующих объектах нефтегазовой отрасли:

- Комплекс перевалки нефти станции Уяр, «ТрансНефть»,
- НПС «Студенец», «ТрансНефть»,
- НПС «Пермь-3», «ТрансНефть»,
- НПС «Урманское», «ТрансНефть»,
- НПС «Игол», «ТрансНефть»,
- ЛПДС «8Н», «Транснефтепродукт».

Применение коммуникационного контроллера ЭЛСИ-КОМ в разнородных по структуре информационных связей промышленных системах управления позволяет эффективно и надежно решить проблему преобразования интерфейсов и протоколов, согласования различного телекоммуникационного оборудования. 

ЛИТЕРАТУРА

1. П.Г. Нестеренко, М.Н. Гончарова И.В. Волженин. «Проблемы информационного обмена в современных системах автоматизации». Журнал «itech - интеллектуальные технологии», октябрь 2005 г.
2. Анашкин А.С., Кадыров Э.Д., Харзов В.Г. Техническое и программное обеспечение систем управления. С.-Петербург: «П-2», 2004.
3. Стандарт организации «Положение по автоматизации и телемеханизации объектов систем трубопроводного транспорта нефтепродуктов ОАО «АК Транснефтепродукт».
4. ГОСТ Р МЭК 870-5-101-2001.
5. ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.
6. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования.