



Автоматизация территориально-распределённых объектов с использованием средств MicroPC

Виктор Сумительнов, Константин Козлов, Денис Афонин

В статье предложены решения по автоматизации территориально-распределённых объектов с передачей сигналов на устройства и системы по радиоканалу связи и формированием сообщений в соответствии с требованиями стандартов серии ГОСТ Р МЭК 870. Предложенные решения реализованы с использованием аппаратных средств MicroPC.

Задача создания автоматизированных систем управления территориально-распределёнными процессами решается системными интеграторами достаточно часто, что можно проследить, например, по количеству публикаций на эту тему.

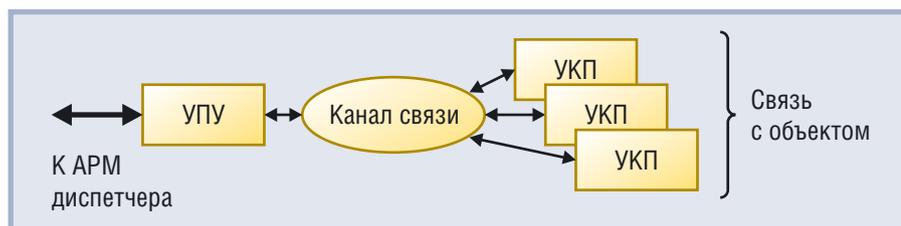
Такие разработки выполняются по технологии телемеханики. Их большое разнообразие является следствием стремления системных интеграторов найти наиболее предпочтительные решения с учётом широкого разброса требований к организации каналов связи, к составу и объёму телемеханических функций, к условиям эксплуатации оборудования на объектах нефтяной и газовой промышленности, электроэнергетики, железных дорог, мелиорации, гидрометеорологии, жилищно-коммунального хозяйства и т.д. Очевидно, что потребность в специфических разработках будет всегда, но

наряду с этим имеется множество территориально-распределённых процессов, для которых предпочтительнее унифицированные решения автоматизации на основе проектной компоновки программно-технических комплексов телемеханического назначения с использованием современных системотехнических средств: программируемых контроллеров с широким набором функциональных модулей, промышленных шин и средств связи, обеспечивающих передачу сигналов по проводным (в том числе и оптоволоконным) и беспроводным линиям или каналам связи. Принципиально новые возможности унификации появились с введением стандартов серии ГОСТ Р МЭК 870, в которых нормируются не только технические требования и условия эксплуатации, но также форматы данных и протоколы передачи телемеханических сообщений.

В данной статье рассмотрены варианты проектного решения задач автоматизации территориально-распределённых объектов на базе технических средств, объединяемых технологией MicroPC, радиоканала связи и протоколов передачи телемеханических сообщений в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 870-5-1. Статья предназначена для тех, кто ориентирован на применение средств MicroPC и кого интересуют вопросы унификации решений телемеханических систем в соответствии с действующими стандартами.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Известно, что АСУ ТП создаются на основе принципов системного подхода, одним из которых является разбиение всей системы на подсистемы и учёт при разработке не только свойств отдельных подсистем, но и связей между ними. По этой причине в составе территориально-распределённых АСУ ТП методически важно выделить в качестве отдельной подсистемы *телемеханическую сеть* (ТМС) – совокупность устройств телемеханики, объединяющих их каналы связи и протокола передачи телемеханических сообщений [1]. Общая структура ТМС показана на рис. 1, где УПУ – устройство пункта управления, подключаемое к автоматизированному рабочему месту (АРМ)



Условные обозначения:
УПУ — устройство пункта управления; АРМ — автоматизированное рабочее место;
УКП — устройства контролируемых пунктов.

Рис. 1. Общая структура телемеханической сети

Таблица 1

Уровни укрупнённой модели взаимодействия открытых систем и соответствующие стандарты

Уровень	Наименования уровней	Определяющие стандарты	Предмет стандартизации
7	Пользовательский (уровень SCADA, драйвера или OPC-сервера)	ГОСТ Р МЭК 870-5-5	Протоколы передачи Основные прикладные функции
		ГОСТ Р МЭК 870-5-4	Протоколы передачи Определение и кодирование элементов пользовательской информации
		ГОСТ Р МЭК 870-5-3	Протоколы передачи Общая структура данных пользователя
2	Канальный	ГОСТ Р МЭК 870-5-2	Протоколы передачи Процедуры в каналах передачи
		ГОСТ Р МЭК 870-5-1	Протоколы передачи Форматы кадров передачи
1	Физический	По типу канала связи	Состав и уровни электрических сигналов

диспетчера, а УКП – устройства контролируемых пунктов, обеспечивающих либо непосредственное взаимодействие с объектом (УКП терминальное), либо через некоторое устройство связи с объектом (УКП интерфейсное), реализованное на базе программируемого контроллера с набором модулей ввода-вывода.

В настоящее время в создаваемых системах управления территориально-рассредоточенными (пространственно-распределёнными) технологическими процессами широко используются различные промышленные шины. Принципиальное отличие ТмС от сетей на базе промышленных шин состоит в том, что УКП подключаются к УПУ с использованием *протяжённых каналов связи* разнообразных конфигураций, в которых километрами измеряется расстояние не только между УПУ и УКП, но и между отдельными УКП. Такие каналы связи характеризуются узкой полосой пропускания и, следовательно, низкой скоростью передачи сигнала в условиях активного воздействия внешних помех. Причём каналы связи ТмС, как правило, находятся вне зоны административной ответственности предприятия, создающего АСУ ТП, и поэтому возможности их конструктивной защиты от воздействия помех отсутствуют. Тем не менее в указанных условиях характеристики ТмС должны гарантировать нормированное время передачи аварийного сообщения, нормированное время отклика на команду управления, а также высокую степень системной достоверности, обеспечивающую в реальном времени идентичность физического состояния переменных процесса и их представления в АРМ диспетчера.

Отмеченные и другие особенности проектирования и эксплуатации ТмС, по нашему мнению, подтверждают необходимость выделения устройств телемеханики в отдельный класс устройств автоматизации, для которого остаются действующими «старые» стандарты ГОСТ 26.005 и ГОСТ 26.205, а также введена в употребление серия «новых» международных стандартов ГОСТ Р МЭК 870, позволяющая решать задачу обеспечения совместимости аппаратуры телемеханики различных производителей на принципах открытых систем.

Стандарты группы ГОСТ Р МЭК 870-5 позволяют описать ТмС на уровне укрупнённой модели взаимодейст-

вия открытых систем в соответствии с табл. 1.

Уже общепринято, что прикладное программное обеспечение АРМ диспетчера разрабатывается инструментальными средствами SCADA, следовательно, поддержка работы ТмС на уровне АРМ диспетчера должна осуществляться в SCADA-среде. Для этого нужен либо драйвер, написанный для конкретной SCADA, либо OPC-сервер, предназначенный для тех SCADA, которые поддерживают OPC-технологии. На данном *пользовательском уровне* стандартами определяются принципы описания ТмС в виде:

- блока пользовательских данных, включающего в себя идентификатор блока данных и объект информации (идентификатором блока данных в общем случае определяется тип блока данных, длина блока и причина передачи, а объект информации определяется типом и адресом объекта информации, набором элементов информации и при необходимости временной отметкой);
- требований к содержанию и форматам представления элементов информации (целое число без знака, целое число со знаком, число без знака с фиксированной запятой, число с фиксированной запятой положительное или отрицательное, действительное число с плавающей запятой, строка битов, строка байтов);
- основных прикладных функций (инициализация работы УКП, сбор данных при помощи опроса, циклическая передача данных, сбор данных о событиях, временная синхронизация, передача команд управления, пересылка файлов, тестовые процедуры и другие функции).

На *канальном уровне* в стандартах определяются процедуры передачи те-

лемеханических сообщений и форматы кадров телемеханического сигнала. Процедуры определяются 3 классами: S1 – посылка без ответа (циклическая передача), S2 – посылка с подтверждением приёма (передача при изменении состояния, спорадическая передача), S3 – запрос/ответ (передача по запросу). Определены 4 формата кадров телемеханических сообщений (FT1.1, FT1.2, FT2, FT3), предназначенных для передачи данных различного объёма и с разным уровнем достоверности [2]. Поскольку для телемеханических систем показатель достоверности имеет особое значение, то в ГОСТ Р МЭК 870-5-1 приведены графики, устанавливающие зависимость вероятности появления необнаруженной ошибки в телемеханическом сообщении от характеристики канала связи, определяемой вероятностью искажения бита. Отметим, например, что вероятность появления необнаруженной ошибки не выйдет за 10^{-12} для формата FT1.2 с фиксированной длиной кадра при вероятности искажения бита в канале связи до 10^{-4} , а для формата FT3 с короткой и фиксированной длиной кадра – при вероятности искажения бита в канале связи до 10^{-3} .

Согласно рис. 1 канальное описание ТмС должно представляться на трёх интерфейсных уровнях: АРМ диспетчера – УПУ, УПУ – УКП, УКП (интерфейсное) – контроллер устройства связи с объектом. На каждом из этих интерфейсных уровней каналы связи могут иметь различные характеристики, и, следовательно, для каждого уровня может быть выбран наиболее подходящий формат кадра. Поскольку форматы кадров «однородны», то их преобразования друг в друга трудности не представляют.

Таблица 2

Форматы кадров FT1.2 и FT3

Состав кадра	Формат FT1.2	Формат FT3	
Стартовые слова (заголовок кадра)	10h	05h	
		64h	
Блок пользовательских данных (БПД)	БПД – 12 байт Структура байта: • стартовый бит, • 8 информационных битов, • бит паритета, • стоповый бит	БПД – 12 байт Структура байта: 8 информационных битов	
		Контрольная последовательность	CS (1.2)
CS (1.2)	CS (3)		Байт 2
Слово окончания	16h	—	

Примечание. CS (1.2) – арифметическая сумма по модулю 256; CS (3) – 16-битовый полином с инверсией.

Физический уровень определяется типом выбранного канала связи и теми стандартными устройствами, с помощью которых он реализуется: блоки линейных узлов, модемы различного назначения (телефонный, сотовый, радио, для линий электропередач), радиостанции общепромышленного назначения.

Принцип проектной компоновки

Создание АСУ ТП — это всегда единичное производство, поскольку даже в рамках одного технологического про-

цесса разными предприятиями формируются разные требования к объёму автоматизации. Разрешение противоречия между стремлением производственного предприятия к ограничению номенклатуры выпускаемых устройств и индивидуальными требованиями заказчиков различных АСУ ТП наиболее эффективно осуществляется путём создания устройств с требуемыми функциональными возможностями *методом проектной компоновки*, который по существу реализует *индустриальную технологию единичного производства*. В этом случае требуемое устрой-

ство создаётся на основании технического задания (ТЗ), которое представляется проектной организацией (или разрабатывается в соответствии с техническими требованиями заказчика), а сдаётся заказчику на основании результатов приёмочных испытаний, подтверждающих соответствие изготовленного устройства требованиям ТЗ.

От опытно-конструкторских разработок проектная компоновка отличается тем, что устройство с требуемым набором функций создаётся из «кирпичиков» с гарантированными техническими характеристиками в определённых условиях их эксплуатации и в пределах «поддерживающих» возможностей прикладного программного обеспечения. Состав технических средств-«кирпичиков», которые допускаются для использования в проектной компоновке, реально всегда ограничен. Нами такой базовый набор технических средств определяется как субкомплекс телемеханики (СК), ориентированный на решение определённого класса задач. Меняется базовая совокупность технических и программных средств — вводится понятие нового СК.

При создании АСУ ТП технология проектной компоновки телемеханических устройств на базе СК для проектной организации удобна тем, что, зная состав средств СК, проектировщик может указать в проектной документации все вводы и выходы сигналов, разработать схемы подключения средств измерения, сигнализации, управления и сбора данных. И уже на основании принятых проектных решений формулируется ТЗ на проектную компоновку требуемого устройства телемеханики.

В процессе проектной компоновки разрабатывается конструкторская и эксплуатационная документация, включая программу и методику приёмочных испытаний при выпуске изделия из производства и по завершении наладки на объекте, решаются вопросы организации гарантийного обслуживания и технической поддержки после окончания срока гарантии. При создании измерительных систем каналы ввода аналоговых сигналов только калибруются, так как в законченном виде система реализуется только вместе с каналами связи непосредственно на объекте. В этом случае система как изделие единичного производства должна быть подвергнута испытаниям

в качестве средства измерения с целью утверждения типа средства измерения.

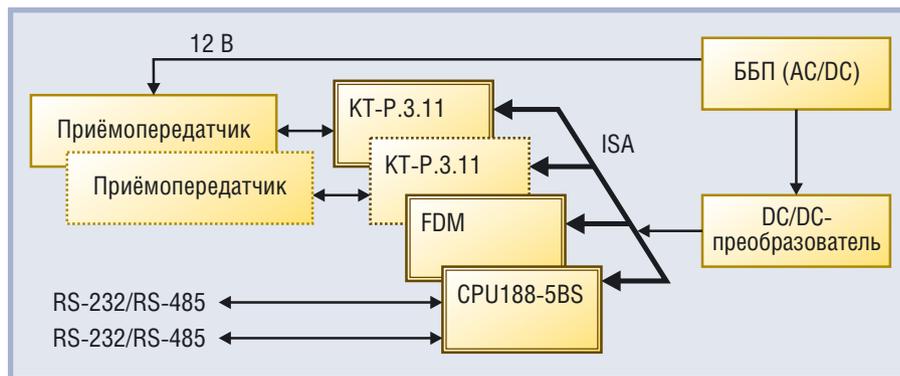
В данной статье рассмотрены три типа СК, ориентированных на решение задач автоматизации объектов тепло-, водо- и электроснабжения. Требование по обеспечению IBM PC совместимости предопределило выбор для этих СК базовой совокупности технических средств, объединяемых технологией MicroPC. Эти средства были применены с учётом изложенных в [3] рекомендаций по минимизации стоимости каналов ввода-вывода. Специфика телемеханики учтена при создании контроллера телемеханического типа КТ-Р.3.11, который выполнен в формате MicroPC и вместе с комплектом радиостанции (приёмопередатчик, блок питания, антенна с кабелем, грозозащитное устройство) является элементом телемеханической сети с радиоканалом связи.

Из трёх СК один предназначен для проектирования УПУ (СК-ПУ), а два — для проектирования УКП: СК-ТМ — для решения задач телемеханики, СК-ТА — для решения задач телеавтоматики.

Для СК выбраны два формата кадра сообщения по ГОСТ Р МЭК 870-5-1: FT1.2, обеспечивающий защиту с минимальным кодовым расстоянием $d=4$ при взаимодействии ТмС с АРМ диспетчера, и FT3, обеспечивающий защиту с минимальным кодовым расстоянием $d=6$ при передаче сообщений в радиоканале связи, в котором сигнал подвержен активному воздействию помех. Форматы кадров FT1.2 и FT3 представлены в табл. 2 [1]. В формате FT1.2 кадр сообщения обрамляется байтами заголовка (10h) и окончания (16h), а в формате FT3 задаются только два байта заголовка: 05h, 64h. Контрольная последовательность CS (1.2) представляется байтом арифметической суммы по модулю 256, а CS (3) — двумя байтами циклического кода с инверсией всех 16 контрольных битов.

В радиоканале связи реализуется множественный доступ с прослушиванием несущей, а процедуры передачи осуществляются:

- адресным запросом УКП по инициативе диспетчера, реализуемым по заданной программе или циклически с заданным значением периода (S3 — «запрос-ответ с запрошенными данными»);
- спорадической передачей высокоприоритетных сообщений из УКП



Условные обозначения:

CPU188-5BS — микроконтроллер; FDM — модуль флэш-диска; БП — блок бесперебойного питания; КТ-Р.3.11 — контроллер телемеханический.

Рис. 2. Структура СК-ПУ

по факту изменения состояний сигнализации, а также по результатам контроля измеряемых величин относительно минимального и максимального значений уставок рабочей зоны (S2 — «посылка с подтверждением приёма»); сообщения передаются N повторами в M сериях, предусмотрен механизм защиты от потери сообщений при одновременном выходе в эфир двух и более УКП);

- спорадическими передачами низкоприоритетных сообщений из УКП по заданной временной уставке или в соответствии с амплитудной дискретизацией параметров контролируемого процесса (S1 — «посылка без ответа»).

Интерфейс связи АРМ диспетчера с радиотелемеханической сетью реализован в виде OPC-сервера. В качестве HAL (Hardware Abstraction Level — уровень аппаратной абстракции) используется класс Item. С одной стороны, Item связан непосредственно с аппаратным или логическим источником данных, позволяя приложениям-пользователям (техпроцессам), владеющим Item, не заботиться об аппаратуре и одинаково работать с разными физическими и логическими устройствами. С другой стороны, внутренние свойства Item направлены на автоматическую поддержку OPC ориентированной диспетчеризации, ведение архивов и журналов событий.

OPC-сервер NTComm состоит из двух взаимозависимых компонентов: выполняемого модуля NTComm.exe и набора сменных модулей поддержки устройств — динамических библиотек (dll).

Выполняемый модуль NTComm.exe обеспечивает и поддерживает:

- оболочку OPC-интерфейсов;
- сетевую коммуникацию экземпляров программы через WinSocket;
- поток вывода отладочной информации в окно, файл и т.п.;
- единый пользовательский интерфейс;
- экспорт ряда функций общего применения.

Для работы систем диспетчеризации с OPC-сервером необходима его настройка для использования определённого коммуникационного устройства (KTRPorts.INI). В настоящее время сервер поддерживает передачу данных по радиоканалу через контроллер, подключаемый к последовательным портам (RS-232) компьютера. Формат передачи данных в канале RS-232 соответствует FT1.2. Настройки коммуникационных устройств хранятся в файле KTRPorts.INI установочного каталога программы. Настройки объектов диспетчеризации хранятся в файле KoratObj.INI установочного каталога программы; объекты, определённые в этом файле, включаются в алгоритм опроса системой. Содержимое этих файлов должно изменяться специалистами.

СУБКОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ (СК-ПУ)

Проектная компоновка УПУ осуществляется из технических средств СК-ПУ, представленных на рис. 2: модуля микроконтроллера CPU188-5BS (Fastwel), модуля флэш-диска FDM (Fastwel) и контроллеров телемеханических типа КТ-Р.3.11. Все эти устройства выполнены в формате MicroPC. Программные средства работают под DOS и включают в себя драйвер КТ-Р.3.11, драйвер сопряжения с персо-

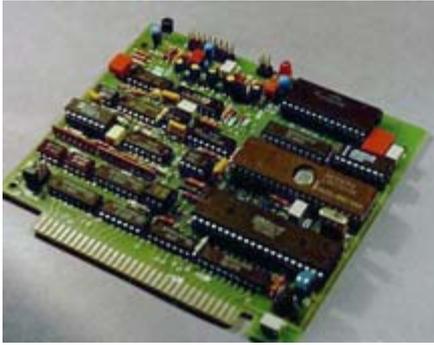
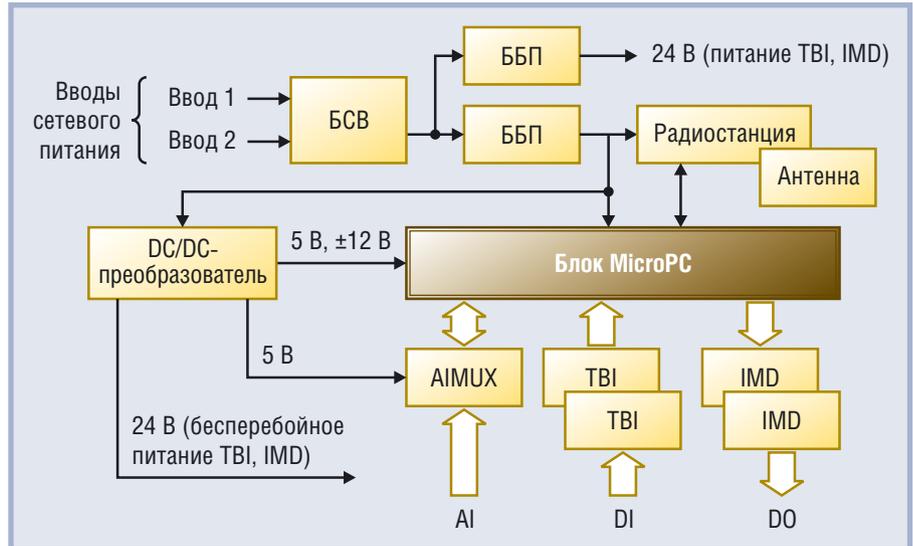


Рис. 3. Внешний вид платы контроллера телемеханического КТ-Р.3.11, выполненной в формате MicroPC

нальным компьютером АРМ диспетчера по каналу последовательной связи (RS-232/RS-485) в формате FT1.2, подпрограмму организации циклических опросов и подпрограмму ведения архивов на флэш-диске.

Основой СК-ПУ является микроконтроллер CPU188-5BS. Работа в ТМС поддерживается контроллером телемеханическим КТ-Р.3.11 (рис. 3), реализующим приём-передачу сообщений в формате FT3, и приёмопередатчиком радиостанции.

В общем случае на шину ISA может быть установлено несколько КТ-Р.3.11, при этом каждый из них может обслуживать ТМС, работающую на «своей» радиочастоте. Питание СК-ПУ осуществляется от блока бесперебойного питания ББП (выходное напряжение 12 В постоянного тока, ток нагрузки до 20 А) с аккумуляторной батареей ёмкостью 12 А·ч. Причём питание приёмопередатчика радиостанции осуществляется от ББП непосредственно, а устройств MicroPC – через специальную плату с набором DC/DC-преобразователей. Два канала последовательной связи CPU188-5BS обеспечивают возможность доступа к ТМС двум АРМ диспетчеров или АРМ диспетчера и АРМ сервисной службы. Наличие гальванически изолированного канала RS-485 позволяет удалять СК-ПУ от АРМ на расстояние до 1200 м. Такая необходимость может диктоваться, например, выбором удалённого места для монтажа антенны, из которого лучше обеспечивается радиовидимость объектов АСУ ТП. Возможно подключение к одному из последовательных каналов GSM-модема как дополнительного канала связи с объектами или промышленной шины с протоколом RS-485 для обслуживания функциональных контроллеров на тех пунктах управления, на которых дополнитель-



Условные обозначения:

БСВ — блок сетевого ввода с автоматическим включением резерва и контролем напряжения на вводах; ББП — блок бесперебойного питания (12 В постоянного тока); БП — блок питания («обычное питание»); AIMUX — плата мультиплексора; ТБИ — плата ввода дискретных сигналов; IMD — плата релейного вывода; АИ — аналоговый вход (аналоговые сигналы); ДИ — дискретный вход (дискретные сигналы); ДО — дискретный выход (команды управления).

Рис. 4. Блок-схема одного из проектных решений построения СК-ТМ

Таблица 3

Базовый состав аппаратных средств СК-ТМ

Наименование изделия	Обозначение
Модуль микроконтроллера	CPU188-5MX
Модуль ввода-вывода	UNI096-1
Модуль ввода-вывода	UNI096-5
Контроллер телемеханический	КТ-Р.3.11
Модуль флэш-диска	FDM
Плата мультиплексора	AIMUX-32
Плата ввода дискретных сигналов	TBI-24/0
Плата вывода дискретных сигналов	TBI-0/24
Плата ввода-вывода	TBI-16/8
Плата релейной коммутации	TBR-8
Плата релейных выходов	IMD-240
Плата клеммная	TBI-24LC

но решаются задачи локального сбора информации и управления.

Применение СК-ПУ представляет интерес с позиции автономного управления циклическими опросами УКП, так как эта задача «трудно» решается некоторыми SCADA. Программное обеспечение СК-ПУ позволяет задавать различные периоды циклических опросов, вести архивы результатов таких опросов и архивы аварийных сообщений в модуле флэш-диска FDM ёмкостью от 8 до 32 Мбайт. В этом случае СК-ПУ представляется автономным устройством, к которому в некоторых системах АРМ диспетчера может обращаться периодически, по мере необходимости обновления данных.

По требованию заказчика могут быть реализованы возможности CPU188-5BS

по выводу информации на ЖК-дисплей и вводу информации с матричной клавиатуры.

СУБКОМПЛЕКС ТЕЛЕМЕХАНИКИ (СК-ТМ)

СК-ТМ предназначен для проектной компоновки УКП, в которых взаимодействие с объектом выполняется на уровне телемеханических функций: телеизмерения (ТИ), телесигнализации (ТС), телеконтроля (ТК), телеуправления двухпозиционного (ТУ).

Базовый состав аппаратных средств СК-ТМ представлен в табл. 3. Микроконтроллер CPU188-5MX является образующим: с его использованием создаются все проектные конфигурации. Состав других средств может расширяться по мере отработки новых технических решений. Объём телемеханиче-



Рис. 5. Шкаф с оборудованием субкомплекса телемеханики СК-ТМ

ских функций, поддерживаемых СК-ТМ: ТИ – от 8 до 96, ТК – от 16 до 192, ТС – от 16 до 136 (в том числе ТИ интегральных – до 32), ТУ – до 120. Количество каналов передачи данных (RS-232/RS-485) – 2.

В табл. 3 различаются два типа технических средств: модули, устанавливаемые в каркас MicroPC, и платы функциональные с клеммами WAGO, предназначенные для непосредственного подключения линий связи с датчиками, сигнализаторами, средствами

управления. В проектном решении средства MicroPC дополняются комплектом оборудования радиостанции с ББП (выходное напряжение 12 В постоянного тока) и блоком сетевого ввода (БСВ) с автоматическим включением резерва и контролем напряжения на вводах. Блок-схема одного из таких проектных решений

представлена на рис. 4.

Подобные СК-ТМ (рис. 5) установлены на распределительных трансформаторных подстанциях Химкинских районных распределительных электросетей Мосэнерго и Магнитогорских городских электрических сетей. Всё оборудование СК-ТМ размещается в корпусе шкафа фирмы Schroff с габаритными размерами 800×600×220 мм и степенью защиты IP66. Поскольку при использовании ББП нижний температурный предел

условий эксплуатации «поднимается» до минус 10°C, то для более жёстких условий в корпусе шкафа между задней стенкой и монтажной плоскостью предусмотрена установка нагревательной панели неметаллического типа, управление которой осуществляется контактами датчика-реле температуры.

Работа СК-ТМ управляется прикладной программой телемеханики (ППТ), выполняющейся под DOS. ППТ осуществляет взаимодействие с ТмС на уровне команд: запись данных, чтение данных, спорадическая передача аварийного телемеханического сообщения (N повторами в M сериях), спорадическая передача телемеханического сообщения по временной уставке (однократно). Типы телемеханических сообщений определяются идентификаторами типа сообщения (ИТС) [1]. Результаты измерения аналоговых сигналов (AI) в зависимости от ИТС представляются в трёх форматах двоичного кода: 8 битов без знака, 7 битов и знак, 11 битов и знак. Осуществляется автоматический контроль результатов измерений относительно уставок минимального и максимального значений рабочей зоны с активной сигнализацией. Каналы ввода

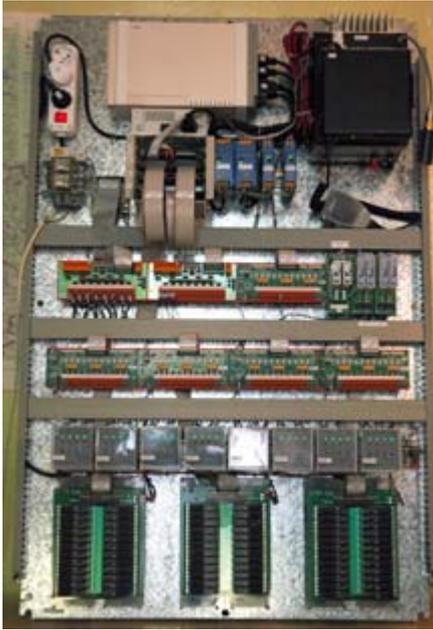


Рис. 6. Внешний вид одного из вариантов исполнения аппаратной части СК-ТА

дискретных сигналов (DI) могут выполнять как функцию сигнализации, так и функцию интегрального измерения (счёта импульсов). Номинально все каналы сигнализации активные, то есть изменение состояния сигнала вызывает спорадическую передачу сообщения. Изменение режима работы канала DI с активного на пассивный осуществляется программным маскированием, и в этом случае изменение состояния DI может быть установлено только опросом. Результаты интегрального измерения могут представляться в 2-байтовом формате (счёт импульсов на заданном временном интервале) или в 4-байтовом формате (счёт импульсов от момента ввода канала в эксплуатацию). Команды управления DO формируются в виде импульсного воздействия, длительность которого программируется от 1 до 60 с (дискретность 0,25 с) или до факта изменения состояния DI, адрес которого указан в телемеханическом сообщении (но не более 60 с). Естественно, что в соответствии с общими техническими условиями на устройства телемеханики (ГОСТ 26.205) в каждый момент времени СК-ТМ может исполнять только одну команду управления DO. Каналы дискретных сигналов представлены двумя типами: с бесперебойным питанием и с обычным питанием. Такой подход позволяет сохранить контроль за рядом сигнализаций (охранная, пожарная, загазованность, затопление и др.) при аварийном отключении электроэнергии как

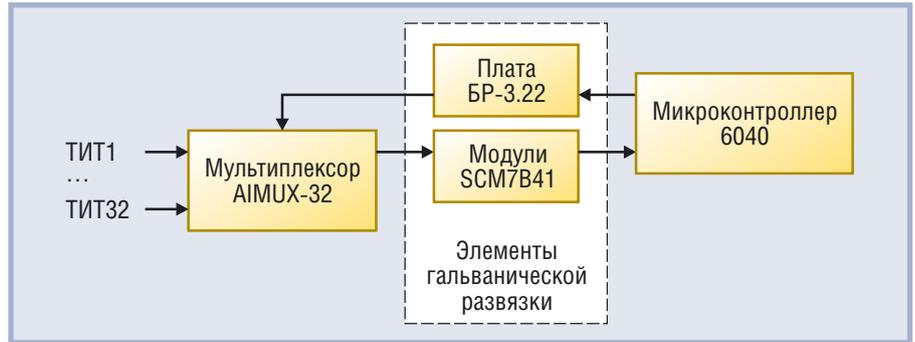


Рис. 7. Организация каналов ввода аналоговых сигналов в СК-ТА

по основному, так и по резервному вводам.

Каналы последовательной связи предназначены для внешнего подключения узлов коммерческого учёта, устройств контроля и управления с помощью промышленных шин. Резервируется возможность подключения СК-ТМ к GSM-модему.

СУБКОМПЛЕКС ТЕЛЕАВТОМАТИКИ (СК-ТА)

Проектная компоновка СК-ТА рекомендуется для комплексного решения двух задач: телемеханики и локальной автоматики, осуществляющей двухпозиционное управление исполнительными механизмами по заданной программе и/или автоматическое регулирование в контурах управления выходными величинами по заданным законам. Принципиальное отличие СК-ТА от СК-ТМ состоит в том, что СК-ТМ – это закрытое устройство, которое позволяет пользователю только корректировать настройки функций телемеханики, а СК-ТА – это программно-технический комплекс на базе Micro TRACE MODE 4.20, ориентированный на возможность развития пользователем.

СК-ТА главным образом ориентированы на предприятия тепловых сетей. С 1998 года они последовательно устанавливаются на котельных и центральных тепловых пунктах Красногорских

тепловых сетей Московской области [4]. Внешний вид одного из вариантов исполнения аппаратной части СК-ТА показан на рис. 6.

Базовый состав аппаратных средств СК-ТА представлен в табл. 4. Микроконтроллер 6040 фирмы Octagon Systems является образующим: с его использованием создаются все проектные конфигурации для следующих объёмов телемеханических функций: ТИ – от 8 до 64, ТК – от 16 до 128, ТС – до 128, ТУ – до 64. Количество каналов передачи данных (RS-232/RS-485) – 2.

Ядро СК-ТА реализуется в корпусе MicroPC с блоком питания 5101 (Octagon Systems), с модулями ввода-вывода 5600 (Octagon Systems), а также с контроллером телемеханическим КТ-Р.3.11, который через радиостанцию поддерживает работу в составе ТмС. Сопряжение со средствами измерения, сигнализации и управления осуществляется с использованием аппаратных средств как фирмы Octagon Systems (плата МРВ-24 с модулями Grayhill), так и фирмы Fastwel (платы AIMUX-32, TBI-24/0, TBI-0/24, TBR-8).

Известно, что в микроконтроллере 6040 каналы аналогового ввода не имеют гальванической развязки. Поэтому в СК-ТА гальваническая развязка аналоговых каналов микроконтроллера 6040 и мультиплексора AIMUX-32 (рис. 7) реализована с использованием

Таблица 4

Базовый состав аппаратных средств СК-ТА

Наименование изделия	Обозначение
Модуль микроконтроллера	6040
Модуль ввода-вывода	5600
Контроллер телемеханический	КТ-Р.3.11
Плата мультиплексора	AIMUX-32
Плата ввода дискретных сигналов	TBI-24/0
Плата вывода дискретных сигналов	TBI-0/24
Плата релейной коммутации	TBR-8
Плата модулей оптической изоляции	МРВ-24

элементов SCM7B41-04A фирмы Dataforth, а дискретных каналов управления работой мультиплексора — с использованием специальной платы БР-3.22, от которой, помимо этого, через DC/DC-преобразователь осуществляется питание AIMUX-32.

Организация каналов ввода дискретных сигналов аналогична тому, как это сделано в СК-ТМ, а вывод дискретных сигналов в отличие от СК-ТМ осуществляется как в импульсной, так и в ступенчатой формах и в виде широтно-импульсного воздействия. Поэтому в СК-ТА нет ограничения на количество одновременно выполняемых команд управления. В тех случаях когда в качестве выходных элементов ступенчатого управления в цепях переменного тока с индуктивной нагрузкой используются элементы Grayhill, устанавливаются защитные фильтры, входящие в состав дополнительных средств субкомплекса.

Питание СК-ТА осуществляется от источника бесперебойного питания, что позволяет передавать в радиоканал сообщения об аварийном отключении основного и резервного вводов и сохранять контроль над охранной сигнализацией, сигнализаторами загазованности, пожарной опасности и других аварийных состояний.

СК-ТА изготавливаются в металлических шкафах настенного крепления с габаритными размерами 800/1000/1200×600×220/320 мм производства фирм Schroff или Rittal.

Для решения задач телеавтоматики программные средства субкомплекса должны обеспечивать возможность программирования и отладки алгоритмов контроля, управления и регулирования с представлением результатов измерения величин в их истинной размерности. В эксплуатируемых СК-ТА программные средства работают под управлением DOS и включают в свой состав монитор реального времени (MPB), драйвер КТ-Р.3.11 под MPB и прикладную программу автоматизации конкретных объектов, разработанную средствами SCADA для выполнения следующих функций:

- автоматического сбора информации о состоянии объекта;
- контроля результатов каждого ТИ относительно минимального и максимального значений уставок рабочей зоны с высокоприоритетной активной сигнализацией о несоответствии;
- оперативного контроля результатов измерения внутри заданной рабочей

зоны с использованием механизма апертуры (в диапазоне от 0,4 до 5%) и спорадической передачи телемеханического сообщения низкого приоритетного уровня;

- ввода дискретных сигналов с антидребезговой защитой;
- активной сигнализации изменения состояния входных сигналов посредством спорадической передачи сообщения высокого приоритета;
- вывода дискретных сигналов двухпозиционного управления в виде импульса или ступенчатого воздействия;
- реализации законов ПИД-регулирования в 4 контурах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье показаны варианты решения задач создания территориально-распределённых АСУ ТП на уровне проектной компоновки средств MicroPC. Перспектива унификации подобных технических решений нам видится на пути активного использования ГОСТ Р МЭК 870-5-1/2/3 и OPC-технологии для взаимодействия с различными SCADA. Все технические решения многократно апробированы, что позволяет нам рекомендовать их

для проектных организаций и системных интеграторов. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Сумительнов В.Н. Радиотелемеханическая сеть комплекса «Корат» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2002. № 7. С. 28-31.
2. Митюшкин К.Г. Телеконтроль и телеуправление в энергосистемах. — М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Кашин М., Корнеев К. Средства автоматизации, совместимые с продукцией фирмы Octagon Systems // Современные технологии автоматизации. 1998. № 4. С. 6-12.
4. Сумительнов В.Н., Агрес Е.Л. Опыт создания, эксплуатации и перспективы развития АСУ теплоснабжением ОАО «Красногорская теплосеть» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2004. № 7. С. 15-19.

**Авторы — сотрудники
ЗАО КТЦ «Автоматика
и метрология»,
телефон: (495) 993-4411,
факс: (496-53) 675-21,
и фирмы ПРОСОФТ,
телефон: (495) 234-0635,
факс: (495) 234-0640,
E-mail: info@prosoft.ru**