

Процессорный модуль MDS 100 CPU – ВЫЧИСЛИТЕЛЬ И КОММУНИКАТОР



В статье рассматривается процессорный модуль MDS 100 CPU, выпускаемый НПФ «Контравт» и предназначенный для построения распределенных систем сбора данных, автоматического управления и телемеханики.

НПФ «Контравт», Нижний Новгород

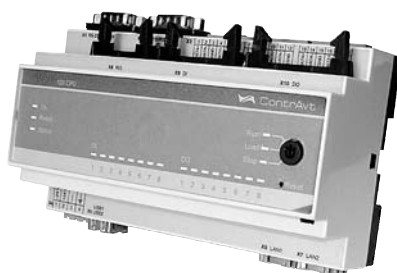
Введение

НПФ «Контравт» уже давно зарекомендовала себя как производитель модулей ввода/вывода серии MDS. Полный обзор модулей ввода/вывода серии MDS был опубликован в журнале «ИСУП» № 5 за 2010 г. Модули ввода предназначены для сбора информации от первичных датчиков, ее первичной обработки (например, фильтрации, линеаризации и подсчета событий) и передачи информации управляющему устройству по цифровому интерфейсу. Модули вывода – для получения информации от управляющего устройства в цифровом виде через интерфейс и в соответствии с ней формирования выходных дискретных или унифицированных аналоговых сигналов. Процессорный модуль MDS 100 CPU – это головное управляющее устройство в сети модулей MDS. Этот модуль предназначен для получения информации от модулей ввода/вывода, ее обработки, консолидирования, проведения сложных математических расчетов, передачи данных на более высокие уровни управления и/или выдачи сигналов исполнительным устройствам посредством модулей вывода. Именно для решения указанных задач при разработке процессорного модуля основной акцент был сделан на его вычислительные и коммуникационные возможности.

Процессорный модуль MDS 100 CPU совместно с модулями ввода/вывода серии MDS образует про-

граммируемый логический контроллер (ПЛК) с распределенной архитектурой, который способен решать очень широкий класс задач. Вот только некоторые из возможных задач, решаемых ПЛК на базе модулей MDS:

- ▶ управление станками, оборудованием, конвейерами (машиностроение);
- ▶ управление технологическими процессами (химия, нефтехимия, пищевая промышленность, металлургия, энергетика);
- ▶ реализация алгоритмов аварийной защиты (химия, нефтехимия, пищевая промышленность, металлургия, энергетика, железнодорожный транспорт, другие отрасли);



▲ Внешний вид контроллера

- ▶ управление микроклиматом (сельское хозяйство, системы «умный дом»);
- ▶ управление большими агрегатами (нефте- и газотранспортировка);
- ▶ коммерческий учет энергоносителей.

1.1. Чем интересен ПЛК MDS
Концепцию модуля MDS 100 CPU можно сформулировать таким

образом: мощная вычислительная и коммуникационная платформа промышленного исполнения по невысокой цене.

Совокупность модуля MDS 100 CPU, всех модулей серии MDS и среды программирования можно охарактеризовать так: ПЛК средней мощности по невысокой цене, предназначенный для решения задач сбора данных, управления технологическими процессами, телемеханики, простой в освоении и программировании.

По отношению к другим аналогичным продуктам ПЛК позиционируется следующим образом – это ПЛК, идеально подходящий для решения тех задач, где не предъявляются высокие требования по времени отклика, но требуются высокие коммуникационные возможности, высокая вычислительная мощность для различных расчетов, высокая надежность, обеспечиваемая резервированием основных частей системы автоматизации.

Главные достоинства и отличительные особенности процессорного модуля MDS 100 CPU приведены в табл. 1.

Главные достоинства и отличительные особенности контроллера на базе процессорного модуля MDS 100 CPU и модулей ввода/вывода серии MDS приведены в табл. 2.

1.2. Опционность MDS 100 CPU
MDS 100 CPU представлен более чем двадцатью различными модификациями. Модификации различаются:

Таблица 1

Отличительная особенность, характеристика	Описание	В каких случаях играет ключевую роль
Высокая вычислительная мощность	Процессор с ядром ARM9 с частотой 200 МГц, математический сопроцессор, аппаратная поддержка вычислений с плавающей точкой	Обработка данных, математические вычисления, исполнение сложных алгоритмов управления, выполнение объемных пользовательских программ
Большой объем ОЗУ	64М SDRAM	Большой объем хранимых в памяти оперативных данных, например, базы данных переменных, в состав которой могут входить оперативные тренды параметров. 64М достаточно для хранения базы данных из нескольких миллионов переменных
Большой объем ПЗУ для хранения программ пользователя и данных с большим количеством циклов перезаписи	64М NAND FLASH, число циклов перезаписи – не менее 100 000	Хранение больших пользовательских программ (такого объема пользовательская программа способна решить задачу управления объектом, характеризуемым несколькими тысячами входных и выходных сигналов) ПЗУ также используется для хранения архивов технологических параметров прямо на модуле, большое количество циклов перезаписи означает, что архив можно перезаписывать из ОЗУ минимум раз в час
Большое количество последовательных интерфейсов RS-485	От 2 до 8 (опция), скорость до 230,4 кбит/с	Наличие нескольких независимых гальванически изолированных друг от друга и от остальных частей схемы интерфейсов позволяет модулю MDS 100 CPU работать одновременно в нескольких сетях с совершенно разным оборудованием, обобщаемым по разным логическим протоколам, причем различные сети могут быть значительно удалены друг от друга и находиться под разными потенциалами
Наличие двух интерфейсов Ethernet (IEEE 802.3)	Скорость 10/100 Мбит/с	Наличие двух интерфейсов Ethernet позволяет модулю работать одновременно в двух подсетях. Это позволяет, например, дублировать линию связи или передавать данные на верхний уровень двум разным потребителям
Наличие двух интерфейсов USB	USB HOST, спецификация 2.0	Позволяет, например, снимать с модуля накопленные технологические данные при помощи USB FLASH-носителей, выводить данные с модуля на принтер, использовать USB-модемы и т.п.
Наличие дискретных входов/выходов	8 логических пассивных 4–30 В входов и 8 выходов 60 В 60 мА (опция)	Наличие дискретных входов/выходов позволяет модулю работать в качестве командоаппарата, а также реализовывать функции сигнализации и аварийного отключения с малым временем отклика
Наличие программно-аппаратной поддержки «горячего» резервирования	На аппаратном уровне – 4 дискретных входа и выхода системы HSB (опционально), на программном – зеркализация данных на «Основном» и «Резервном» процессорных модулях. Обеспечивает автоматическую безударную передачу управления в случае неисправности «Основного» процессорного модуля	Для реализации высоконадежных систем управления, мониторинга, телемеханики со 100 % резервированием контроллера
Гальваническая изоляция	Некоторые части схемы модуля изолированы друг от друга и от цепей питания. К гальванически изолированным частям модуля относятся: – интерфейсы RS-232/RS-485 (изолированы от внешнего питания); – дополнительные интерфейсы RS-485 (индивидуальная гальваническая изоляция от остальной части схемы); – интерфейсы Ethernet IEEE 802.3 (индивидуальная гальваническая изоляция от остальной части схемы); – дискретные входы (индивидуальная гальваническая изоляция от остальной части схемы); – дискретные выходы (индивидуальная гальваническая изоляция от остальной части схемы); – входы/выходы системы HSB (изолированы от внешнего питания)	Это позволяет соединять модуль с внешними цепями, находящимися под разными потенциалами, и не заботиться об их уравнивании
Высокая помехозащищенность	По устойчивости к воздействию наносекундных импульсных помех и электростатических разрядов модуль удовлетворяет критериям качества функционирования. А при степени жесткости испытаний 3. Это означает, что помехи амплитудой 2 кВ и разряды напряжением 8 кВ никак не влияют на работу модуля	Модуль может использоваться в условиях сильных электромагнитных помех, которые, как правило, присутствуют в любом промышленном производстве
Климатическое исполнение С4	Температура окружающего воздуха –40...+70 °С Верхний предел относительной влажности 95% при 35°С	Это позволяет использовать модуль в уличных условиях (в средней полосе), а также в условиях «горячих» цехов (термообработка, металлургия и т.п.)

- ▶ по количеству дополнительных изолированных интерфейсов RS-485 (0/2/6);
- ▶ по наличию дискретных входов/выходов (0/(8DI+8DO));
- ▶ по наличию интерфейса для «горячего» резервирования (есть/нет);
- ▶ по типу установленного программного обеспечения (Linux, СРВК Круг);
- ▶ по климатическому исполнению (В4, С4).

Кроме того, Система Реального Времени Контроллера (СРВК) Круг сама по себе имеет множество модификаций.

Модификации СРВК Круг отличаются:

- ▶ по количеству точек ввода/вывода контроллера;
- ▶ по количеству трендов, хранимых в модуле;
- ▶ по наличию модуля межконтроллерного обмена;
- ▶ по количеству каналов телемеханики (через канал ТМ, например, можно получить доступ к архиву данных на самом модуле);
- ▶ по наличию или отсутствию функций регулирования, резервирования, технического учета тепла, газа и т.п.

СРВК Круг обеспечивает обмен данными между MDS 100 CPU и различными устройствами, такими, как счетчики электрической энергии, теплосчетчики, интеллектуальные датчики. Для обеспечения обмена необходимы соответствующие драйверы. Перечень драйверов поддерживаемых устройств представлен на сайтах www.contravt.ru и www.krug2000.ru

1.3. Основные принципы работы с MDS 100 CPU

1.3.1. Разработка программы Пользователя

На основании требований задач для MDS 100 CPU должно быть разработано программное обеспечение пользователя (программа Пользователя), обеспечивающее

Таблица 2

Отличительная особенность, характеристика	Описание	В каких случаях играет ключевую роль
Большое количество каналов ввода/вывода	Контроллер на базе модулей MDS может обрабатывать более 1000 каналов ввода/вывода	Это позволяет использовать контроллер в крупных системах телемеханики и управления
Высокие метрологические характеристики	Все модули MDS, входящие в состав контроллера, являются средствами измерения и имеют класс точности 0,1	Позволяет использовать контроллер в таких требовательных к точности измерения приложениях, как технический и коммерческий учет, термообработка и т.п.
Распределенная архитектура	Благодаря интерфейсам RS-485, являющимся де-факто внутренними интерфейсами контроллера, модули ввода/вывода могут быть удалены друг от друга на расстояние более 2000 метров	Это позволяет разместить модули ввода/вывода непосредственно рядом с первичными датчиками, оптимизировав таким образом структуру системы, снизив расходы на кабели и монтажные работы

реализацию необходимых алгоритмов работы.

Для модификации MDS 100 CPU с СРВК Круг разработка программ Пользователя проводится с помощью интегрированной среды разработки (ИСР) «KrugolDevStudio».

Для модификации MDS 100 CPU с операционной системой Linux разработка программ Пользователя проводится с помощью инструментария GCC (<http://arm.cirrus.com/files/tools/arm-linux-gcc-4.1.1-920t.tar.bz2>)

1.3.2. Загрузка программы Пользователя в МП

В ИСР «KrugolDevStudio» предусмотрена возможность загрузки программы Пользователя в МП по интерфейсу LAN1. При необходимости можно скопированные программные модули скопировать на MDS 100 CPU «вручную» с помощью ПО Станции Инжиниринга SCADA Круг-2000 или аналогичного (WinSCP свободный SFTP и FTP клиент для Windows www.winscp.net)

1.3.3 Запуск программы Пользователя на исполнение

Запуск программы Пользователя происходит автоматически, если при рестарте MDS 100 CPU переключатель режимов работы находится в положении режим Run.

1.4. Интегрированная среда разработки КРУГОЛ™ (Krugol DevStudio)

Интегрированная среда разработки (ИСР) КРУГОЛ™ предназначена для создания технологических программ, обеспечивающих решение задач АСУ ТП как на SCADA-уровне, так и на контроллерном.

Интегрированная среда разработки позволяет реализовать алгоритмы произвольной сложности на языке технологических программ, отвечающих требованиям ИЕС 61131-3. ИСР КРУГОЛ™ интегрирует языки структурированного текста (СТ) и функциональных блочных диаграмм (ФБД) в рамках одного проекта.

Язык СТ — процедурно-ориентированный язык программирования с несложным русифицированным синтаксисом. Он позволяет быстро овладеть правилами программирования и освобождает от задач распределения памяти под переменные, используемые в программе. Язык структурированного

текста реализует основные управляющие структуры (Последовательность, Ветвление, Цикл, Составные структуры, Структуры прерывания выполнения блока программы), а также обеспечивает разработку и выполнение программ с вложенными процедурами и функциями.

Язык функциональных блочных диаграмм — графический язык. Элементами языка ФБД являются графические символы, которые используются для создания схемы ФБД. Данный язык позволяет разработчику строить сложные процедуры, используя существующие функции из поставляемой библиотеки, и связывать их с другими элементами ФБД.

Проект может включать в себя программы, процедуры, функции и функциональные блоки, между которыми обеспечивается четкое разделение внутри проекта. Программы, написанные на языке КРУГОЛ, могут исполняться на:

- SCADA КРУГ-2000;
- контроллерах, работающих под управлением СРВК.

Интегрированная среда разработки является мощным программным комплексом, предназначенным для автоматизации программирования, что позволяет в полном объеме реализовать задачи разнообразной специфики, например:

- программно-логическое управление технологическим оборудованием;
- алгоритмы рационального управления;
- расчет косвенных переменных по формулам;
- визуализация значений в цифровом виде (трендов целевой обработки) — текущие, средние или суммарные значения параметров по часам, сменам и суткам;
- формирование трендов целевой обработки из программы Пользователя (ПрП) постфактум;
- архивирование дат и времени событий;
- интегрирование мгновенных расходов для задач дозирования;
- создание альтернативных фильтров входных параметров;
- другие.

ИСР включает в свой состав:

- библиотеку функций управления и обработки данных (более 250 функций);

- библиотеку функций для реализации систем коммерческого и технического учета тепла и газа;

- механизм создания функций Пользователя (на языках C/C++) с возможностью их легкого включения в библиотеку функций КРУГОЛ.

Интегрированная среда разработки (ИСР) КРУГОЛ™ отличается удобными средствами отладки.

Функция программирования контроллера позволяет Пользователю обновлять базу данных и программы в контроллере непосредственно из ИСР КРУГОЛ. Использование данной функции позволяет подменять программы в контроллере «на лету», без остановки и перезагрузки контроллера.

Проекты, реализованные при помощи ИСР для контроллеров, поддерживают режим обычной и удаленной отладки, то есть отладку программы Пользователя можно производить как на локальном компьютере, так и на удаленном контроллере.

Удаленная отладка в режиме «с остановкой контроллера» производится в основной среде исполнения контроллера. Отладка программ Пользователя на контроллере обеспечивает пошаговое и циклическое выполнение программ в ручном и автоматическом режиме, работу с точками останова, а также просмотр и изменение значений переменных. Кроме того, Пользователю предоставляется возможность подключиться к работающей на контроллере программе или запустить отлаживаемую программу в режиме реального времени для анализа выполнения шагов программы.

Удаленная отладка в режиме «без остановки контроллера» производится следующим образом: в этом режиме запускается отладочная копия ядра исполнения (СРВК), и интегрированная среда разработки работает только с ней. Затем, по завершении процесса отладки, возможна подмена программы без перезапуска и остановки контроллера.

Таким образом, ИСР позволяет максимально быстро, удобно и надежно отлаживать программу Пользователя, в том числе и в системах, требующих безостановочной работы.

Дополнительные удобства при пусконаладочных работах в рамках крупных проектов обеспечивает имитатор СРВК, позволяя отлаживать Пользовательские алгоритмы без наличия реальных контроллеров. Выгодным отличием имитатора СРВК является его полное эмулирование всех функций реальной системы СРВК, включая функции резервирования и межконтроллерного обмена.

2. Возможные применения MDS 100 CPU

2.1. АСУ ТП теплопункта

Назначение

АСУ ТП теплового пункта предназначена для эффективного управления технологическим процессом обеспечения потребителей тепловой энергией и горячим водоснабжением в целях повышения его надежности, качества и экономичности.

Объекты управления

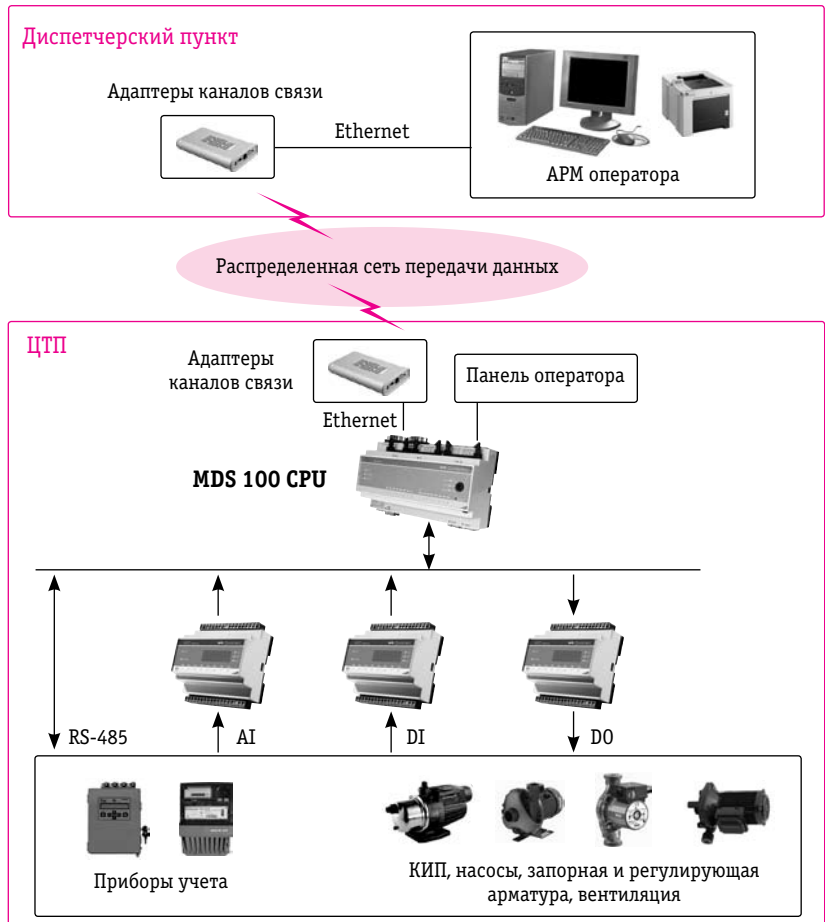
Объектами управления АСУ ТП являются центральные и индивидуальные тепловые пункты, обеспечивающие присоединение к тепловой сети систем теплоснабжения: отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических установок потребителей.

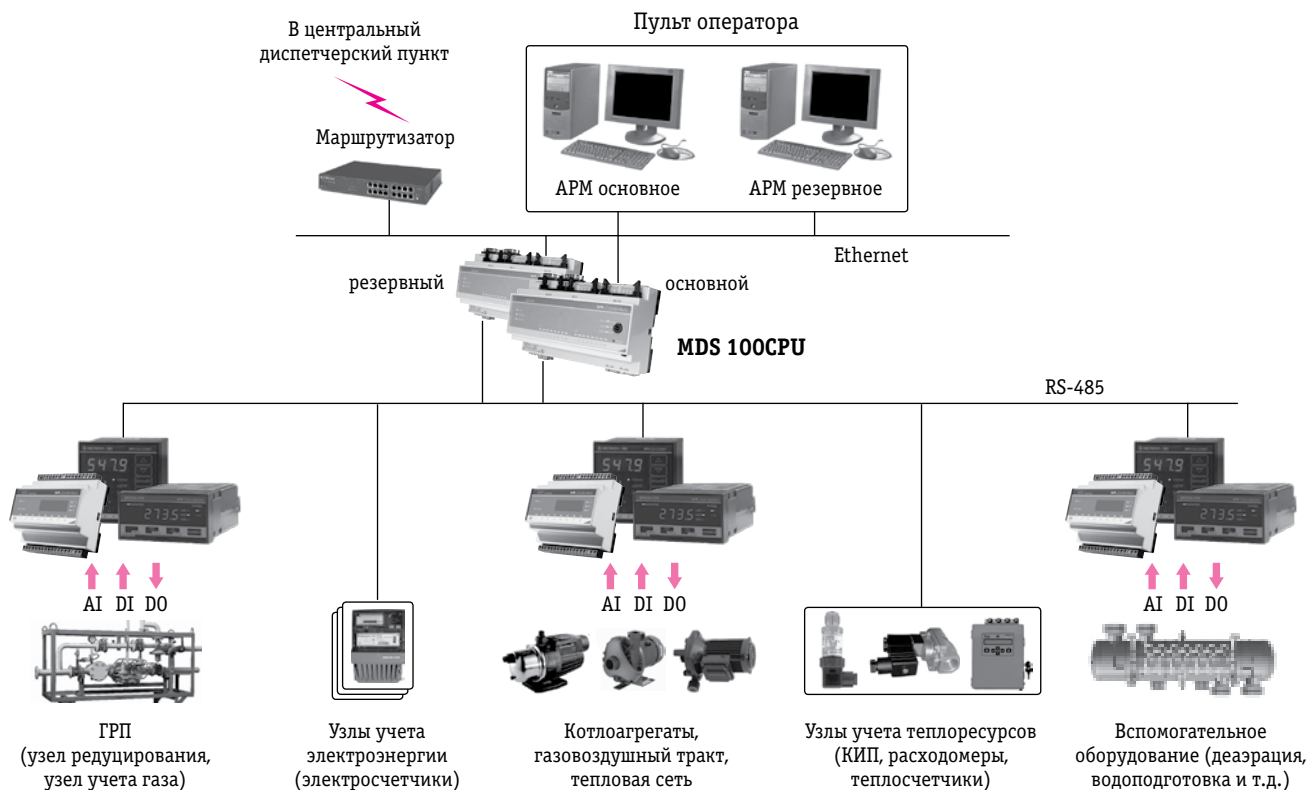
Основные возможные функции

- измерение температуры, давления, расхода теплоносителя и тепловой энергии в трубопроводах тепловой сети и систем теплоснабжения;
- измерение тока и температуры подшипников электродвигателей насосов;
- коммерческий (технический) учет расхода теплоносителя и тепловой энергии, переданных в системы теплоснабжения потребителей, в соответствии с «Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя»;
- коммерческий (технический) учет электрической энергии, потребляемой тепловым пунктом;
- измерение сигналов с дискретных датчиков, в том числе с концевых выключателей запорной и регулирующей арматуры, насосных агрегатов с последующим отображением положения (состояния) исполнительных механизмов на экране панели оператора и/или АРМ оператора;
- сигнализация о неисправностях оборудования или о нарушении

- заданного значения контролируемых параметров дистанционно;
- управление пуском и остановом насосов, открытием и закрытием запорной и регулирующей арматуры;
- автоматическое регулирование технологических параметров теплового пункта;
- температуры и давления воды, поступающей в систему горячего водоснабжения потребителей;
- тепловой энергии в системе отопления потребителей в зависимости от изменения температуры наружного воздуха;
- перепада давлений воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети на вводе в тепловой пункт;
- ограничение расхода теплоносителя из тепловой сети на тепловой пункт;
- индивидуальное и групповое автоматическое управление насосными агрегатами;
- включение и выключение подпиточных насосов для поддержания статического давления в системах теплоснабжения при их независимом присоединении;

- корректирующих (подмешивающих) насосов для снижения температуры воды после теплового пункта в зависимости от принятого температурного графика при зависимом присоединении систем теплоснабжения;
- плавный пуск и регулируемый останов электродвигателей насосов для исключения гидравлических ударов в трубопроводе;
- чередование включения насосов в работу для равномерной выработки ресурса электродвигателей и насосов;
- автоматический ввод в работу резервного насоса (АВР);
- выполнение алгоритмов противоаварийных защит и блокировок (ПАЗ) технологического оборудования теплового пункта;
- сбор, архивирование и документирование технологических данных и событий системы;
- отображение технологической информации на местном щите управления, на экране панели оператора, на АРМ оператора;





▲ Автоматизированная система управления котельной

ным трактом, приточно-вытяжной вентиляцией, системой химводоподготовки, деаэрационно-питательной и редуциционно-охладительной установкой, сетевыми, циркуляционными, подпиточными, дренажными насосами (пуск и останов, автоматический ввод резерва, групповое управление, динамическое назначение насосов в группе, переключение насосов в зависимости от количества отработанных часов, работа насосов по расписанию и т.д.);

▶ автоматическое поддержание (регулирование) заданных значений технологических параметров котельной в соответствии с требованиями СНиП II-35: тепловой нагрузки котла, соотношения топлива/воздух, разрежения в топке, давления в общем газопроводе котельной, температуры, давления и расхода теплоносителя в тепловой сети котельной и т.д.;

▶ противоаварийные защиты и блокировки технологического оборудования от недопустимых изме-

нений технологических параметров в соответствии с требованиями СНиП II-35 в целях защиты персонала, предотвращения повреждения технологического оборудования и локализации последствий аварий;

▶ коммерческий/технический учет отпускаемой тепловой энергии и теплоносителя, потребляемого топлива (газа/мазута/солярки), химреагентов, электрической энергии, тепловой энергии и теплоносителя на собственные нужды;

▶ расчет технико-экономических показателей — удельных расходов топлива на выработку тепловой энергии и др.;

▶ сбор, архивирование и документирование технологических данных и событий системы, отображение информации о параметрах и состоянии технологического оборудования и процессов на экране панели оператора и/или АРМ оператора котельной;

▶ передача информации о текущем состоянии оборудования, о

параметрах и состоянии технологического процесса в районный и/или центральный диспетчерский пункт, прием дистанционных команд управления, настроек и уставок технологического процесса из районного и/или центрального диспетчерского пункта (при работе АСУ ТП в составе АСДУ тепловых сетей).

Приведенные примеры относятся к сфере ЖКХ и энергетики, однако это несколько не ограничивает область применения решений, построенных на базе процессорного модуля MDS 100 CPU и модулей ввода/вывода серии MDS. Мощные вычислительные и коммуникационные свойства процессорного модуля наряду с высокими метрологическими характеристиками модулей ввода/вывода обеспечивают широкую сферу применения в системах управления технологическими процессами на распределенных объектах, в системах телемеханики и диспетчерского управления.

Д.В. Громов, главный инженер НПФ «КонтрАвт»;
А.А. Желтухин, начальник сектора научно-технических разработок,
НПФ «КонтрАвт», Нижний Новгород,
тел.: (831) 260-0308,
e-mail: sales@contravt.nnov.ru