ISSN 0206-975X

2'2007

# СТА

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

WWW.CTA.RU

## НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ

Компакт-диски компаний Turck и Iconics

TURCK

# PROCESS AUTOMATION

www.turck.ru

◊ Широчайший функциональный спектр: гальваническая развязка, преобразование, обеспечение искробезопасности сигналов и другие возможности

◊ Удобство при обслуживании:
+ конфигурирование посредством DIP-переключателей
+ FDT/DTM-технология
+ съемные клеммные блоки

◊ Высокая степень безопасности SIL2-SIL3

◊ Различное конструктивное исполнение модулей:
+ стандартные корпуса для монтажа на DIN-рейку
+ еврокарты для 19” стоек

**ИСПОЛЬЗУЙТЕ НАШ МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ!**

**Hans Turck GmbH & Co.KG · Турк Рус ООО**

Россия,
127106, Москва,
Алтуфьевское шоссе 1/7,
Тел.: +7 (495) 234 26 61
Факс: +7 (495) 234 26 65
E-mail: russia@turck.com
www.turck.com

#472

Реклама

# ADVANTIX [ НА ВЕРШИНЕ ЭВОЛЮЦИИ ]

- Наборы системной логики Intel 5000V, Q965, 945G, 945GM
- Центральные процессоры Intel Celeron D, Pentium D, Core Duo, Core 2 Duo, Xeon 5000, Xeon 5100
- Оперативная память от 512 Мбайт (двухканальный режим работы)
- Жесткие диски SATA от 120 Гбайт (возможность «горячей» замены)
- Стоечное или настолькое исполнение корпуса

## ADVANTIX – ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

ВИБРО УСТОЙЧИВ

- преимущества передовых технологий
- автоматизация предприятия любой отрасли
- расширенная поддержка операционных систем
- улучшенный термодизайн
- поставка со склада

Fastwel

Реклама

#116

ProSoft®

**МОСКВА** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

# Встраиваемые компьютеры для промышленных применений

*Trusted ePlatform Services*

ADVANTECH

## Богатый выбор готовых решений

Компьютеры серии ARK дают разработчикам возможность
быстрого создания надёжных систем управления
для встраиваемых и промышленных применений.
Ключевые особенности ARK – высокая производительность, компактность,
расширяемость и простая интеграция с промышленными плоскими панелями.

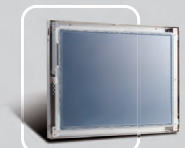
**ARK-1300**
- Ультракомпактный
- Безвентиляторный

**ARK-3380**
- Компактный
- Безвентиляторный
- На базе Intel Pentium M

**ARK-5280**
- Безвентиляторный
- Расширяемый платами половинной длины

**ARK-7480**
- Высокопроизводительный
- Расширяемый
- На базе Intel Pentium 4

**ARK-9880**
- Высокопроизводительный
- Расширяемый платами полной длины



**ES-2 000**
- Дисплеи с открытым каркасом
- Размер экрана 10-15"

Microsoft Windows Embedded

Intel Communications Alliance Associate Member

© 2006 Advantech Co., Ltd. www.advantech.com

Реклама

#120

PROSOFT®

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**Издательство «СТА-ПРЕСС»**
Директор Константин Седов

СТА®
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Главный редактор Сергей Сорокин

Зам. главного редактора Леонора Турок

Научный редактор Александр Липницкий

Редакционная коллегия Алексей Бармин, Елена Гордеева, Виктор Жданкин, Константин Кругляк, Виктор Половинкин

Дизайн и вёрстка Станислав Богданов, Дмитрий Юсим, Константин Седов

Web-мастер Дмитрий Романчук

Служба рекламы Николай Кушниренко
E-mail: knv@cta.ru

Служба распространения Ирина Самохина
E-mail: info@cta.ru

Почтовый адрес: 119313 Москва, а/я 26
Телефон: (495) 234-0635
Факс: (495) 232-1653
Web-сайт: www.cta.ru
E-mail: info@cta.ru
Приём рекламы: knv@cta.ru

Выходит 4 раза в год
Журнал издаётся с 1996 года
№ 2'2007 (43)
Тираж 15 000 экземпляров
Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати
Свидетельство о регистрации № 015020
Индексы по каталогу «Роспечати» – 72419, 81872
Индексы по объединённому каталогу «Пресса России» — 27861, 27862
ISSN 0206-975X
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных партнеров Торгово-промышленной палаты Российской Федерации
Цена договорная
Отпечатано в типографии «Алмаз-Пресс»

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы несут компании-рекламодатели.
Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.
Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов.
Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.
© СТА-ПРЕСС, 2007

Фото на обложке
ИТАР-ТАСС/Сергей Петров

## Уважаемые друзья!

В этот номер вошли статьи о внедрении систем автоматизации в нефтегазовой отрасли, химической и пищевой промышленности, в энергетике, на железнодорожном транспорте, в сфере автоматизации зданий. Представлены контрольно-измерительные системы для прочностных испытаний, описаны средства разработки драйверов устройств, сделан обзор приборных корпусов нового поколения, продолжен рассказ о промышленных контроллерах Fastwel I/O. На фоне всего этого разнообразия выделяются материалы, посвящённые нефтегазовой промышленности.

Нефтегазовая промышленность представлена относительно небольшими статьями, но они достаточно точно передают складывающиеся здесь тенденции, направленные на развитие отраслевой инфраструктуры, а также на внедрение технологий более глубокой переработки нефти и газа. Поэтому среди объектов автоматизации в этом номере нет скважин, качалок, трубопроводов, зато есть стенд поверки добывающего оборудования, установка взвешивания и налива переработанных нефтепродуктов в цистерны, подогреватели газа, нефти и воды.

Пока одни нагревают воду, другие думают, как её охладить. Дуть на горячую воду — способ старый и хорошо испытанный в быту, и именно такой способ используется в промышленных вентиляторных градирнях, описываемых в одной из статей номера.

В промышленной автоматике и в инженерных системах зданий применяются, если не одни и те же, то во многом аналогичные исполнительные устройства. В этой связи наших авторов продолжает занимать вопрос о соответствующей унификации средств управления, и уже не в первый раз приводятся примеры удачного применения модульных промышленных контроллеров WAGO I/O и SCADA GENESIS32.

В этом году российские железные дороги отмечают своё 170-летие. Их история ведётся от пуска Царскосельской дороги, хотя действительно первой была дорога Черепановых, построенная на Урале тремя годами ранее. Эта дорога просуществовала недолго и вскоре была заменена гужевым транспортом. Исключение данного факта из истории отрасли — лучшее свидетельство непримиримого отношения железнодорожников к регрессу, а пример их стремления к прогрессивным решениям можно найти в статье о сетевом проекте автоматизированного учёта энергопотребления на объектах железнодорожного транспорта.

Всего Вам доброго!

С. Сорокин

*В этом номере Вы найдёте компакт-диски компаний Iconics и Turck*

# СОДЕРЖАНИЕ 2/2007


## ОБЗОР/Аппаратные средства

**8 Приборные корпуса Schroff: смена поколений**

*Владимир Беломытцев*

В статье рассматриваются тенденции развития конструкции приборных корпусов, выпускаемых фирмой Schroff — одним из ведущих мировых изготовителей этой продукции.

стр. 8

## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Железнодорожный транспорт

**14 Унифицированные программно-технические средства автоматизированного учёта электропотребления железнодорожного узла и особенности реализации сетевого проекта**

*Елена Емельяненкова, Сергей Коновалов, Алексей Уваров, Владимир Мирецкий, Алексей Балушкин, Максим Цыбаков*

В статье рассмотрены особенности построения автоматизированных систем коммерческого учёта электроэнергии железнодорожных узлов как энергоёмких территориально распределённых объектов. Приведено обоснование выбора унифицированных программно-технических средств, и показаны особенности реализации сетевого проекта.

стр. 14

## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Химическая промышленность

**20 Система управления комплексом коксовой батареи**

*Виктор Веременко, Владимир Замошник, Анна Дерксен, Максим Бахарев, Александр Абрамов, Алексей Веременко, Александр Дёмин*

В статье описывается АСУ ТП комплекса коксовой батареи. Данная система включает в себя несколько самостоятельных производственных объектов, объединённых в единую сеть и связанных друг с другом по технологическому циклу. Ряд основных задач системы управления решается средствами SCADA GENESIS32.

стр. 20

## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Пищевая промышленность

**26 Комплексный подход к построению систем управления технологическими процессами при приготовлении спиртовых бражек**

*Александр Гунько, Игорь Комиссаров, Александр Дорофеев*

В статье показана необходимость реализации комплексного подхода при модернизации технологических объектов. Данный подход был применён на Козловском спиртовом заводе при внедрении АСУ ТП приготовления спиртовых бражек и включении её в общую структуру АСУ ТП производства спирта. Представлены особенности технологического процесса, описаны аппаратная и программная части системы управления, её структура, функции, возможности операторского интерфейса. В заключительной части статьи приведены показатели эффективности реализации на практике описанных подходов и решений.

стр. 26

## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Автоматизация зданий

**32 Системы автоматизации зданий: комфорт плюс экономия**

*Ярослав Евдокимов, Александр Яковлев*

Рассмотрены актуальные в области автоматизации зданий вопросы выбора аппаратной платформы и сетевой организации, оптимизации алгоритмов управления вентиляцией и отоплением. Приведены соответствующие решения из опыта внедрения проекта автоматизации вентиляционных установок автоцентра «Олимп» (г. Санкт-Петербург).

## РАЗРАБОТКИ/Автоматизация зданий

**44 Как здания становятся интеллектуальными**

*Дмитрий Швецов*

Современные здания включают множество различных помещений и зон, которые требуют различных технологических условий по освещённости, безопасности, климатическим характеристикам, информационному сервису. В этой статье речь пойдёт об «интеллектуальной» системе управления, которая стала обязательным элементом современного здания высокого класса.

стр. 44

## РАЗРАБОТКИ/Нефтегазовая промышленность

**48 Наливная эстакада on-spot на 3 000 000 тонн нефтепродуктов в год**

*Андрей Ефимов, Дмитрий Левин*

В статье описывается автоматизированная установка тактового налива, внедрённая на нефтеперерабатывающем заводе ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». Установка предназначена для прямого взвешивания и налива различных типов нефтепродуктов в цистерны через две наливные телескопические трубы, а также для удаления и рекуперации паров из зоны загрузки.

стр. 48

**54 Системы управления подогревателями газа, нефти, воды**

*Александр Ефентьев, Роман Ефимов, Олег Малкин*

Представленные в статье системы предназначены для управления газовыми горелками различных типов, поддержания температуры нагреваемого продукта, обеспечения функций безопасности, отработки аварийных режимов работы и удалённого управления. Системы управления подогревателями позволяют унифицировать конструктивные, схемотехнические и программные решения, а также упростить настройку действующего оборудования в процессе последующей эксплуатации и модернизации.

стр. 54

**58 Автоматизированная система управления стендом поверки расходомеров**

*Алексей Комелин, Сергей Ильясов*

В статье описана автоматизированная система управления стендом поверки расходомеров, используемых для тестирования компонентов нефтедобывающего оборудования. Представлены аппаратные и программные средства системы управления. Дано описание процесса поверки расходомера с представлением заложенных методов измерения и функциональных возможностей стенда.

стр. 58

## РАЗРАБОТКИ/Энергетика

**64 Проекты автоматизации вентиляторных градирен**

*Николай Киянов, Олег Крюков, Сергей Лопатников, Андрей Смирнов, Дмитрий Прибытков*

Рассмотрены особенности современных водооборотных систем охлаждения технологического оборудования с помощью вентиляторных градирен. Проанализированы факторы, влияющие на стабильность, надёжность и эффективность работы градирни. Предложены рациональные схемотехнические и алгоритмические средства автоматизации. Представлены результаты моделирования и внедрения автоматизированных вентиляторных градирен.

стр. 64

## РАЗРАБОТКИ/Контрольно-измерительные системы

**72 Автоматизированная система для определения механических свойств материалов**

*Виктор Роженцев, Анатолий Новиков, Александр Шаманин, Андрей Фищиленко*

В статье рассматривается система управления и измерения параметров нагружения универсальных испытательных машин, используемых для определения прочностных характеристик материалов, построенная на базе промышленного компьютера.

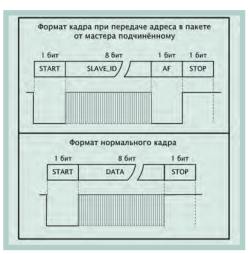
стр. 72

## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА/Промышленные контроллеры

**80 Fastwel I/O изнутри. Часть 2**

*Александр Локотков*

В статье рассматриваются внутреннее устройство и принципы функционирования основных составных частей аппаратно-программного комплекса Fastwel I/O, предназначенного для создания автоматизированных систем сбора данных и управления. Представлены подходы к проектированию и детально описаны межмодульная внутренняя шина FBUS, адаптированная среда исполнения прикладных программ CoDeSys, сервисы сетевых протоколов и особенности взаимодействия составных частей комплекса друг с другом.



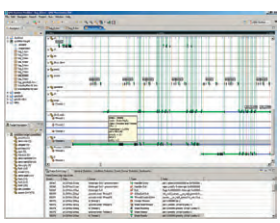

стр. 80

## В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

**94 Разработка переносимого драйвера устройства для встраиваемых систем**

*Максим Овод*

Что может быть приятней для программиста, чем признание того, что программа, на создание которой потрачены дни, месяцы, а может быть, и годы упорного труда, работает именно так, как задумано — быстро и безошибочно. В этой статье речь пойдет о программах особого типа – о драйверах. Читатель узнает об инструментах разработки, отладки и приёмах программирования, нацеленных на то, чтобы драйвер стал гибким и переносимым. Будут затронуты операционные системы Windows, Linux и QNX.



стр. 94

## ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

**100 Выставка «ПТА Санкт-Петербург 2007»: новые решения для передовой автоматизации**

**100 Конференция «Современные энергосберегающие технологии и комплексная автоматизация Siemens»**

## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

**103**

## БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

**109**

## НОВОСТИ

**47, 63**

стр. 100

Интеллектуальные датчики ПАЗ
Логический вычислитель ПАЗ
Аварийные отсекатели ПАЗ
Давление Температура Уровень Расход
Контроллеры Приводы Клапаны Позиционеры

В вопросах защиты персонала и технологического процесса не может быть компромиссов. Вот почему Emerson разработал первый в мире полностью интеллектуальный контур безопасности.
Цифровые логические вычислители, сенсоры и исполнительные механизмы теперь работают вместе, образуя единый контур противоаварийной защиты. Вы можете быть уверены, что он сработает, когда нужно, и не сработает, когда не нужно. А сертифицированные TÜV-эксперты компании Emerson обеспечат его внедрение на вашем предприятии.
Узнайте больше на www.EmersonProcess.com/SIS
Тел. +7 495 981 981 1

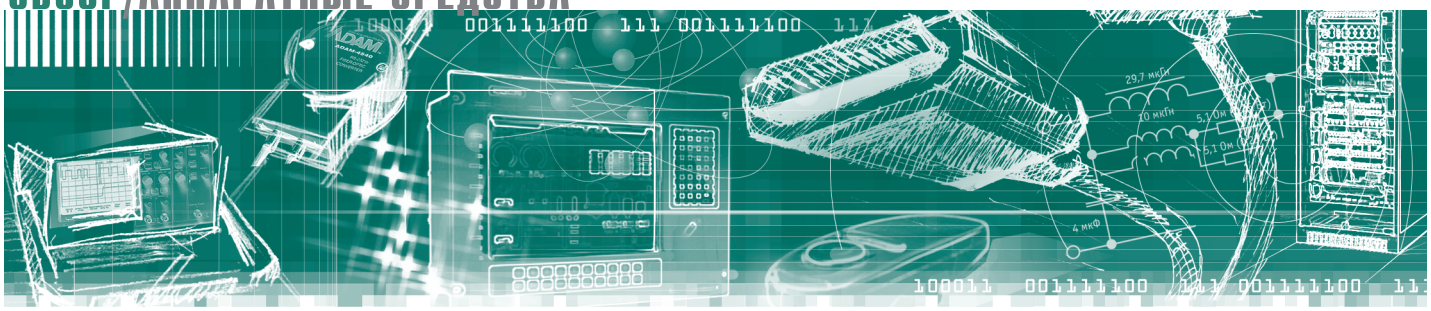
www.EmersonProcess.ru

EMERSON™
Process Management

The Emerson logo is a trademark and a service mark of Emerson Electric Co. © 2007 Emerson Electric Co.

EMERSON. CONSIDER IT SOLVED™

Реклама



Владимир Беломытцев

# Приборные корпуса Schroff: смена поколений

**В статье рассматриваются тенденции развития конструкции приборных корпусов, выпускаемых фирмой Schroff — одним из ведущих мировых изготовителей этой продукции.**

В соответствии с классификацией, принятой в фирме Schroff (рис. 1), приборные корпуса располагаются на том же «иерархическом уровне», что и блочные каркасы [1, 2, 3]. Назначение этих изделий схожее: обеспечивать механическую фиксацию вставных блоков и их защиту от неблагоприятного воздействия окружающей среды. Основное отличие состоит в том, что блочные каркасы предназначены для встраивания в шкафы, а приборные корпуса могут использоваться и автономно, например для размещения настольных или переносных приборов.

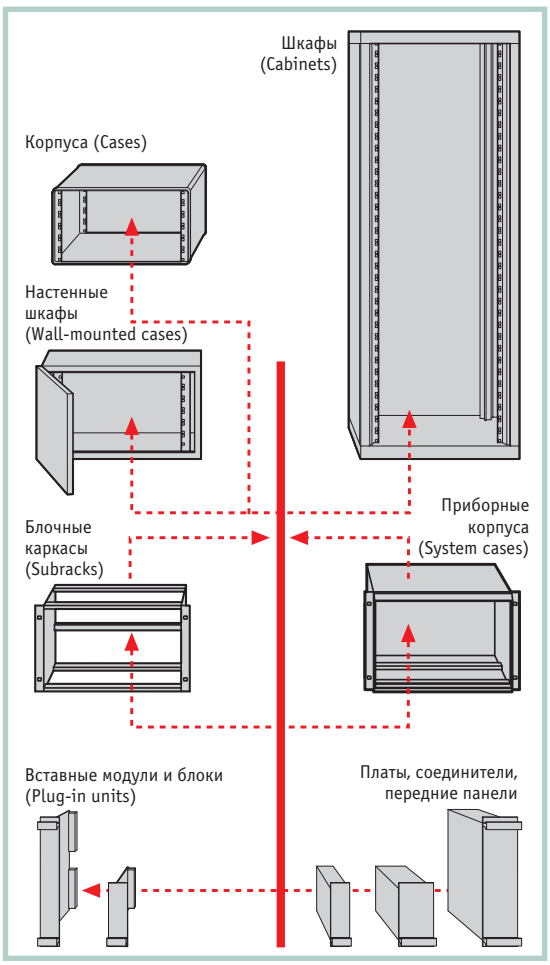



**Рис. 1. Классификация конструктивов Schroff**

Оборудование внутри приборных корпусов Schroff может монтироваться как на опорных панелях (рис. 2 *а*), так и на специальных направляющих (рис. 2 *б*). Во втором случае используются печатные платы и вставные блоки, соответствующие требованиям международных стандартов, известных у нас под общим названием «Евромеханика»: IEC 60297-3-101, IEC 60297-3-102, IEC 60297-3-103, IEEE 1101.1, IEEE 1101.10, IEEE 1101.11, IEC 60917-2-2. В частности, все приборные корпуса Schroff могут использоваться для размещения элементов вычислительных систем на базе VME, VME64x и CompactPCI.

Использование единых стандартов при конструировании модулей, блочных каркасов и приборных корпусов существенно упрощает жизнь разработчикам электронной аппаратуры. Например, это позволяет с минимальными затратами трансформировать стационарное устройство в переносной прибор: достаточно переставить модули из одного конструктива в другой и обеспечить необходимые электрические соединения. Однако специалисты Schroff пошли дальше: в последние годы ими был разработан целый ряд блочных каркасов и приборных корпусов, основанных на унифицированных деталях и общих конструкторских решениях. Очевидно, что это выгодно не только заказчикам, но и самому производителю, так как позволяет ему сократить номенклатуру комплектующих изделий.

## Основа – EuropacPRO

«Всеобщая унификация» началась с блочных каркасов (рис. 3). Ещё в 2000 году в каталоге Schroff можно было найти **пять** типов этих изделий. Каждый каркас был ориентирован на некоторую узкую область применения и имел свои особенности: повышенную допустимую статическую нагрузку, эффективное электромагнитное экранирование или высокую виброударопрочность. В последующие годы на смену этим изделиям пришёл блочный каркас EuropacPRO. Фактически это набор взаимно совместимых деталей и аксессуаров, из которых для каждого конкретного применения может быть скомпонован каркас с необходимыми свойствами [1, 2, 3].

Практически все одноимённые элементы старых и новых каркасов не взаимозаменяемы. В качестве иллюстрации можно рассмотреть одну из основных деталей – горизонтальный рельс (рис. 4). На рисунке видны отличия в размерах и форме центрирующих

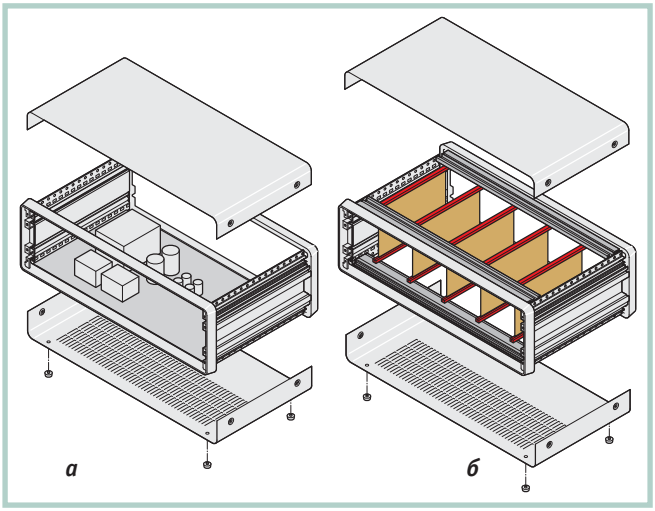
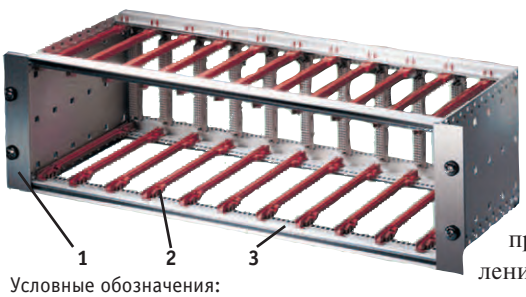



**Рис. 2. Размещение оборудования в приборном корпусе: а — на опорных панелях, б — на специальных направляющих**

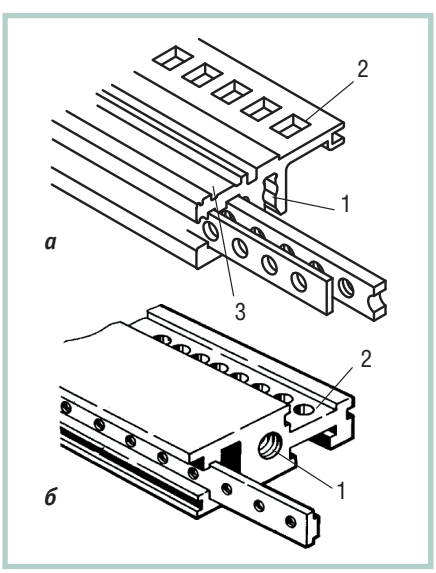



Условные обозначения:
1 — боковая стенка с фланцем;
2 — направляющие;
3 — горизонтальный рельс.

**Рис. 3. 19-дюймовый блочный каркас**

выступов, а также отверстий для крепления направляющих на новых (рис. 4 *а*) и старых (рис. 4 *б*) рельсах.

Несколько позже наступило время обновления линейки приборных корпусов, в конструкции которых широко использовались детали старых блочных каркасов. Новые корпуса проектировались в расчёте на совместимость с основными деталями EuropacPRO.




Условные обозначения:
1 — крепёжное отверстие под винт M4;
2 — ряд отверстий для крепления направляющих;
3 — система центрирующих и предотвращающих проворачивание выступов.

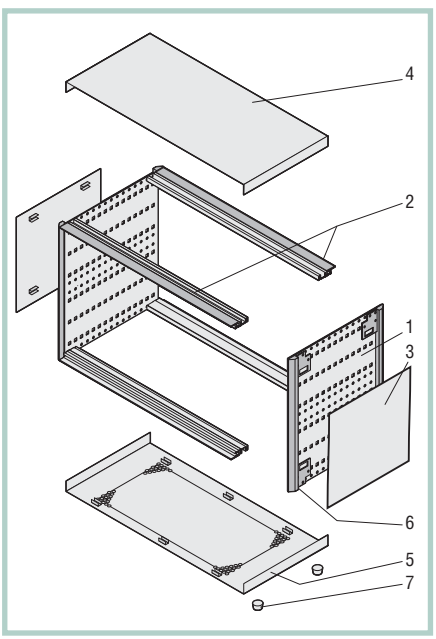
**Рис. 4. Горизонтальные рельсы нового (*а*) и старого (*б*) типа**

## RatiopacPRO

RatiopacPRO был первым из приборных корпусов нового поколения. Внешний вид нескольких его модификаций показан на рис. 5, а особенности конструкции иллюстрирует рис. 6. На первый взгляд это блочный каркас EuropacPRO, к боковым стенкам которого крепятся детали внешней оболочки. К сожалению, это не совсем так: основные несущие детали этих конструктивов несколько отличаются по размерам, что не позволяет превратить каркас EuropacPRO в приборный корпус, просто докупив внешние панели. Тем не менее, одноимённые детали EuropacPRO и RatiopacPRO имеют крепёжные отверстия одинаковых размеров и формы, что позволяет использовать богатый (и постоянно расширяющийся) набор общих аксессуаров: направляющих, опорных панелей, монтажных планок, дополнительных рельсов для крепления соединителей и кросс-плат.

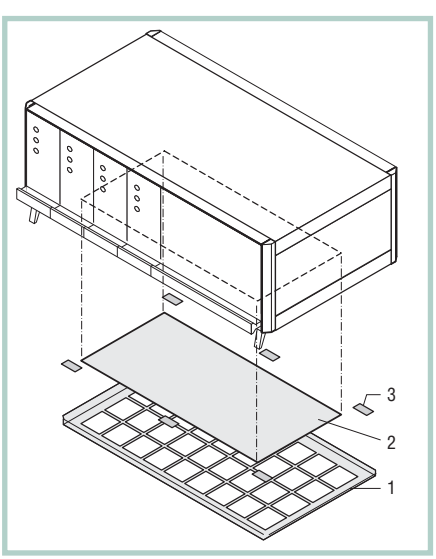
От большинства подобных корпусов RatiopacPRO отличается способом крепления крышек и панелей: все они фиксируются защёлками. А съёмная панель с воздушным фильтром, которая размещается под перфорированной частью нижней крышки приборного корпуса (рис. 7), крепится ещё более оригинально: её удерживают несколько отрезков ленты Velcro («липучка»). Отсутствие крепёжных винтов на наружной поверхности улучшает внешний вид корпуса и, что более важно, позволяет легко его собирать и раз-

**Рис. 5. Корпуса RatiopacPRO**




Условные обозначения:
1 — боковая стенка; 2 — горизонтальные рельсы; 3 — боковая панель; 4 — верхняя крышка; 5 — нижняя крышка; 6 — детали декоративной рамки; 7 — ножки.

**Рис. 6. Конструкция корпуса RatiopacPRO**




Условные обозначения:
1 — съёмная панель; 2 — фильтрующая прокладка; 3 — лента-«липучка».

**Рис. 7. Конструкция воздушного фильтра RatiopacPRO**

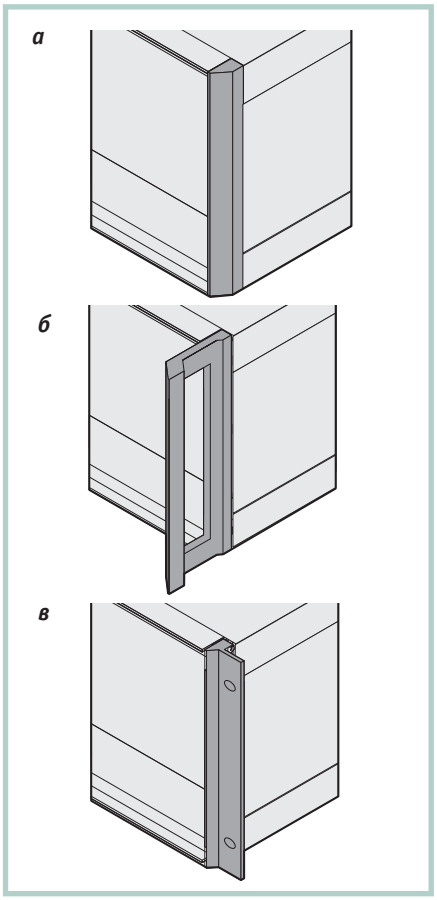



**Рис. 8. Варианты исполнения боковых деталей декоративной рамки: *а* — декоративная накладка, *б* — ручка, *в* — 19-дюймовый фланец**

**Рис. 9. Шасси промышленного компьютера на базе корпуса RatiopacPRO air**

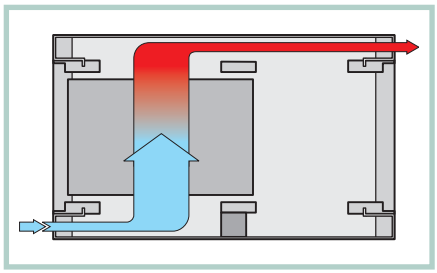


**Рис. 10. Направление потока воздуха внутри корпуса RatiopacPRO air**

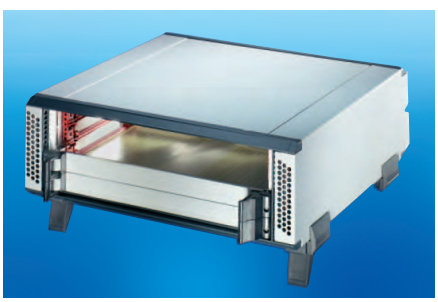


**Рис. 11. Малый корпус RatiopacPRO air**

бирать без использования инструментов.

При разработке корпуса RatiopacPRO был взят на вооружение хорошо зарекомендовавший себя при проектировании блочных каркасов подход: основные детали имеют несколько модификаций. Это позволяет на основе одного конструктива собирать целый ряд изделий, отличающихся функциональными возможностями. Например, боковые детали декоративной рамки выпускаются в трёх вариантах, показанных на рис. 8. Детали в виде ручек (рис. 8 *б*) облегчают переноску корпуса, а при использовании фланцев (рис. 8 *в*) конструктив может устанавливаться в 19-дюймовый шкаф. Такое решение может быть особенно удобно пользователям, которым требуется одну и ту же аппаратуру поставлять как в стационарном, так и в переносном исполнении.

Другой пример – использование боковых стенок увеличенной высоты в сочетании со специальными верхними и нижними крышками, позволяющими повысить эффективность охлаждения оборудования внутри корпуса. Такая модификация корпуса получила специальное название – RatiopacPRO air. Внешний вид корпуса показан на рис. 9, а направление потока воздуха внутри него – на рис. 10.

Тот же подход – придание конструктиву необходимых свойств и расширение его эксплуатационных возможностей за счёт дополнения набором унифицированных деталей – позволяет получать модификации RatiopacPRO, отвечающие европейским нормам по электромагнитной совместимости. Для улучшения экранирующих свойств корпуса используются такие же уплотнительные прокладки, как в блочных каркасах EuropacPRO. Эффективность этих средств подтверждается результатами испытаний, которые можно увидеть на сайте www.schroff.biz.

Размеры приборных корпусов Schroff могут варьироваться в довольно широких пределах. В частности, на базе RatiopacPRO разработан ряд малых корпусов, в которых вставные модули могут располагаться горизонтально, как это показано на рис. 11. На этом снимке видно ещё одно интересное техническое решение: пластиковые ножки имеют выдвижные части с выступами, которые предотвращают соскальзывание корпусов при их установке друг на друга.

## CompacPRO

CompacPRO (рис. 12) был разработан для случаев, когда от приборного корпуса требуется повышенная прочность.

Корпус имеет боковые стенки из алюминиевого профиля и литые рамки спереди и сзади. К боковым стенкам на винтах крепятся верхняя и нижняя

МИР НАДЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ
RealFlex Technologies Ltd
RealFlex - интегрированый пакет для создания прикладных систем управления технологическими процессами. SCADA-система Realflex - эффективный инструмент для быстрого построения распределенных систем АСУ ТП под управлением ОСРВ QNX.
Комплексные решения на основе проверенных продуктов
QNX SOFTWARE SYSTEMS
intel
tecon
Fastwel
freescale
kontron
RealFlex
Поддерживаемые платформы
TILCON
EMPRESS
Telelogic
Стартовые комплекты
Программные продукты
Учебный центр
Консалтинг
Техническая поддержка
Заказные разработки
Профессиональный сервис SWD Software
реклама
#200
SWD SOFTWARE
официальный дистрибьютор QNX
тел.: (812) 702-0833
факс: (812) 373-0497
www.swd.ru
ProSoft
авторизованный реселлер QNX
тел.: (495) 234-0636
факс: (495) 234-0640
www.prosoft.ru

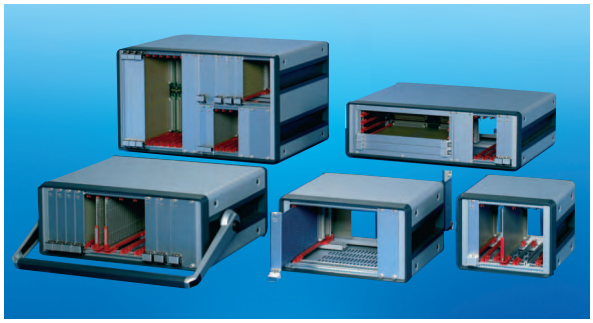


**Рис. 12. CompacPRO — приборные корпуса повышенной прочности**

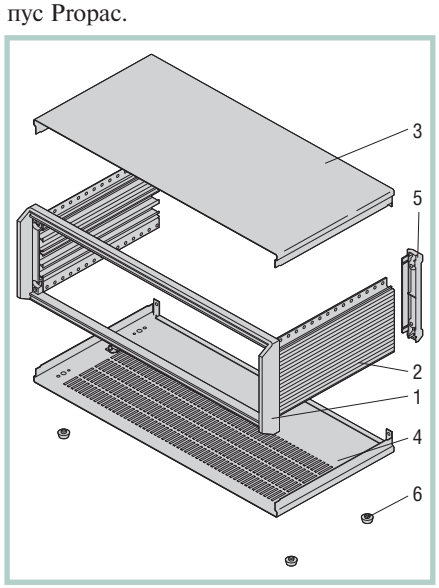
крышки из листового алюминия (в нижней имеются вентиляционные отверстия).

В корпусе CompacPRO могут устанавливаться те же унифицированные горизонтальные рельсы и направляющие, что и в EuropacPRO и RatiopacPRO. Но, в отличие от этих корпусов, рельсы не являются несущими элементами конструкции и в базовый комплект CompacPRO не входят – их требуется заказывать отдельно. Кроме того, корпус может быть снабжён:

- задней панелью (сплошной или с вентиляционными отверстиями);
- объёмной задней крышкой из пластика ABS;
- откидной прозрачной передней крышкой;
- складной приборной ручкой.

## PropacPRO

Это одна из последних разработок фирмы Schroff, призванная заменить выпускавшийся в течение многих лет и отлично зарекомендовавший себя корпус Propac.




Условные обозначения:
1 — литая передняя рамка; 2 — боковая стенка; 3, 4 — верхняя и нижняя крышки; 5 — задняя опора; 6 — резиновые ножки.

**Рис. 13. Корпус PropacPRO**

Внешне корпус PropacPRO выполнен в том же стиле и цветовой гамме, что и другие корпуса нового поколения: серебристо-серые панели в тёмно-сером обрамлении. По конструкции он похож на рассмотренный ранее корпус CompacPRO: оба имеют боковые стенки из алюминиевого профиля, которые крепятся к литой передней рамке (рис. 13). Однако, как видно из рисунка, задняя рамка у PropacPRO отсутствует, что позволило облегчить конструкцию, хотя и привело к некоторому снижению механической прочности корпуса. Из всех приборных корпусов Schroff этот снабжён, пожалуй, наиболее богатым набором аксессуаров. В их число входят откидные панели, приборные ручки (как обычные жёсткие, так и гибкие — «граммофонного» типа), складные опоры, цветные декоративные планки, позволяющие придать прибору индивидуальный вид, съёмные фильтрующие элементы для нижней крышки и многое другое.

PropacPRO имеет эффективные средства электромагнитного экранирования, как относительно новые, позаимствованные у RatiopacPRO, так и отработанные на корпусах предыдущего поколения. В частности, стыки между боковыми стенками и крышками уплотняются жгутом из электропроводной резины, как в старом корпусе Propac (рис. 14).

## Propac

Propac (рис. 15) в программе поставок фирмы Schroff является последним представителем старого поколения приборных корпусов. Несмотря на то что уже существует его более современный аналог, корпус по-прежнему поставляется, главным образом, чтобы не подводить заказчиков, ведущих долговременные проекты. В новых разработках рекомендуется ориентироваться на корпус PropacPRO, аналогичный Propac по основным техническим характеристикам.

Главный недостаток корпуса Propac — несовместимость его внутренних деталей с упоминавшимися ранее более современными корпусами и блочными каркасами.

## MultipacPRO

Этот корпус, строго говоря, не является приборным, так как предназначен

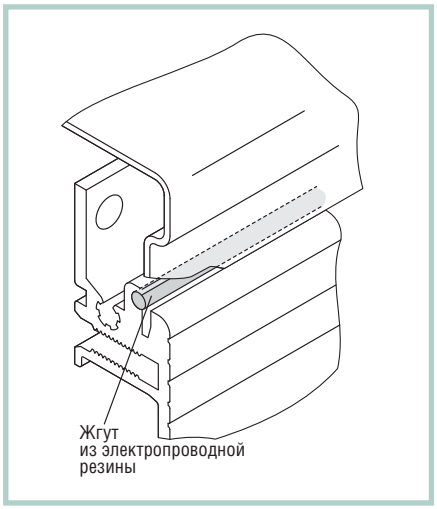



**Рис. 14. Уплотнение стыков PropacPRO**

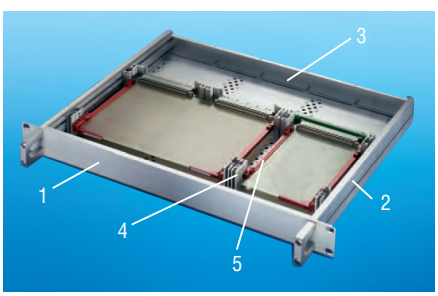
только для установки в 19-дюймовые шкафы и стойки. Однако о нём стоит упомянуть, так как смена поколений коснулась и его тоже.

В MultipacPRO могут располагаться стандартные европлаты (рис. 16). После проведённой недавно переработки конструкции их крепление производится теми же унифицированными деталями, что и в рассмотренных ранее корпусах RatiopacPRO, CompacPRO и PropacPRO – направляющими и отрезками рельсов (в этом конструктиве они расположены не горизонтально, а вертикально).

## Заключение

Как правило, для потребителя переход на новый тип корпуса сопряжён с

**Рис. 15. Корпус Propac**




Условные обозначения:
1 — 19-дюймовая передняя панель; 2 — боковая стенка из алюминиевого профиля; 3 — задняя панель; 4 — отрезок рельса; 5 — направляющая.

**Рис. 16. Конструкция корпуса MultipacPRO**

*Таблица 1*

**Основные параметры приборных корпусов фирмы Schroff**

| Параметр \ Тип приборного корпуса | RatiopacPRO | CompacPRO | PropacPRO |
|---|---|---|---|
| Ширина, HP* | 28, 42, 63, 84 | 42, 63, 84 | 28, 42, 63, 84 |
| Высота, U* | 2, 3, 4, 5, 6 | 2, 3, 4, 6 | 2, 3, 4, 6 |
| Глубина, мм | 255,5, 315,5, 375,5, 435,5, 495,5 | 271, 331, 391, 451, 511 | 266, 326, 386, 446, 506 |
| Электромагнитное экранирование | + | — | + |
| Повышенная механическая прочность | — | + | + |
| Возможность встраивания в 19-дюймовую стойку | + | — | — |
| Совместимость с современными блочными каркасами EuropacPRO | + | + | + |
| Степень защиты по МЭК 60529 | IP20 | IP20 | IP20 |

* В соответствии со стандартом IEC 60297 высота корпуса измеряется в единицах U (1U=44,45 мм), а ширина — в HP (1HP=5,08 мм).

большими трудностями и затратами. Учитывая это, фирма Schroff производит смену поколений своей продукции постепенно. Прежде чем прекращается выпуск того или иного изделия, до потребителей доводится информация о нежелательности его применения в новых разработках и о возможных вариантах замены. Например, для блочных каркасов этот процесс продолжался около пяти лет. В настоящее время он практически завершён, и EuropacPRO вытеснил из производственной программы Schroff устаревшие каркасы. Впрочем, их детали по-прежнему доступны, хотя и изготавливаются только по заказу.

Что касается приборных корпусов, то здесь формирование нового модельного ряда продолжается. Ускорению этого процесса способствуют многие обстоятельства: меняются предпочтения заказчиков, появляются новые технологии, ужесточаются экологические требования к производству.

Основные параметры приборных корпусов, выпускаемых сегодня фирмой Schroff, приведены в табл. 1. Более полную информацию об изделиях Schroff, а также рекомендации по их использованию можно получить на сайтах www.schroff.biz, www.prosoft.ru, ftp.prosoft.ru и в службе технической поддержки фирмы ПРОСОФТ. ●

## Литература


1. Бердичевский М. Универсальные 19" субблоки серии EuropacPRO // Современные технологии автоматизации. 1998. № 4. С. 64-69.
2. Бердичевский М. Конструктивы Евромеханики во встраиваемых системах // Современные технологии автоматизации. 2002. № 4. С. 52-59.
3. Беломытцев В. Особенности конфигурирования блочного каркаса europacPRO // Современные технологии автоматизации. 2005. № 1. С. 74-82.



**Автор — сотрудник фирмы ПРОСОФТ**
**Телефон: (812) 448-0444**
**Факс: (812) 448-0339**
**E-mail: bel@spb.prosoft.ru**



ДИСПЛЕИ СВЕРХВЫСОКОЙ ЯРКОСТИ

LITEMAX

- ЖК-дисплеи яркостью от 700 до 1600 нит
- Размеры по диагонали от 10,4 до 31,5"
- Разрешение до 1366×768 (WXCA)
- Угол обзора по вертикали и горизонтали 170°
- Модели для монтажа в панель управления и в настольном исполнении
- Поставляются ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой
- Возможна установка сенсорного экрана, защитного стекла

Хорошо под солнцем, если ты LiteMax!

Реклама

#189

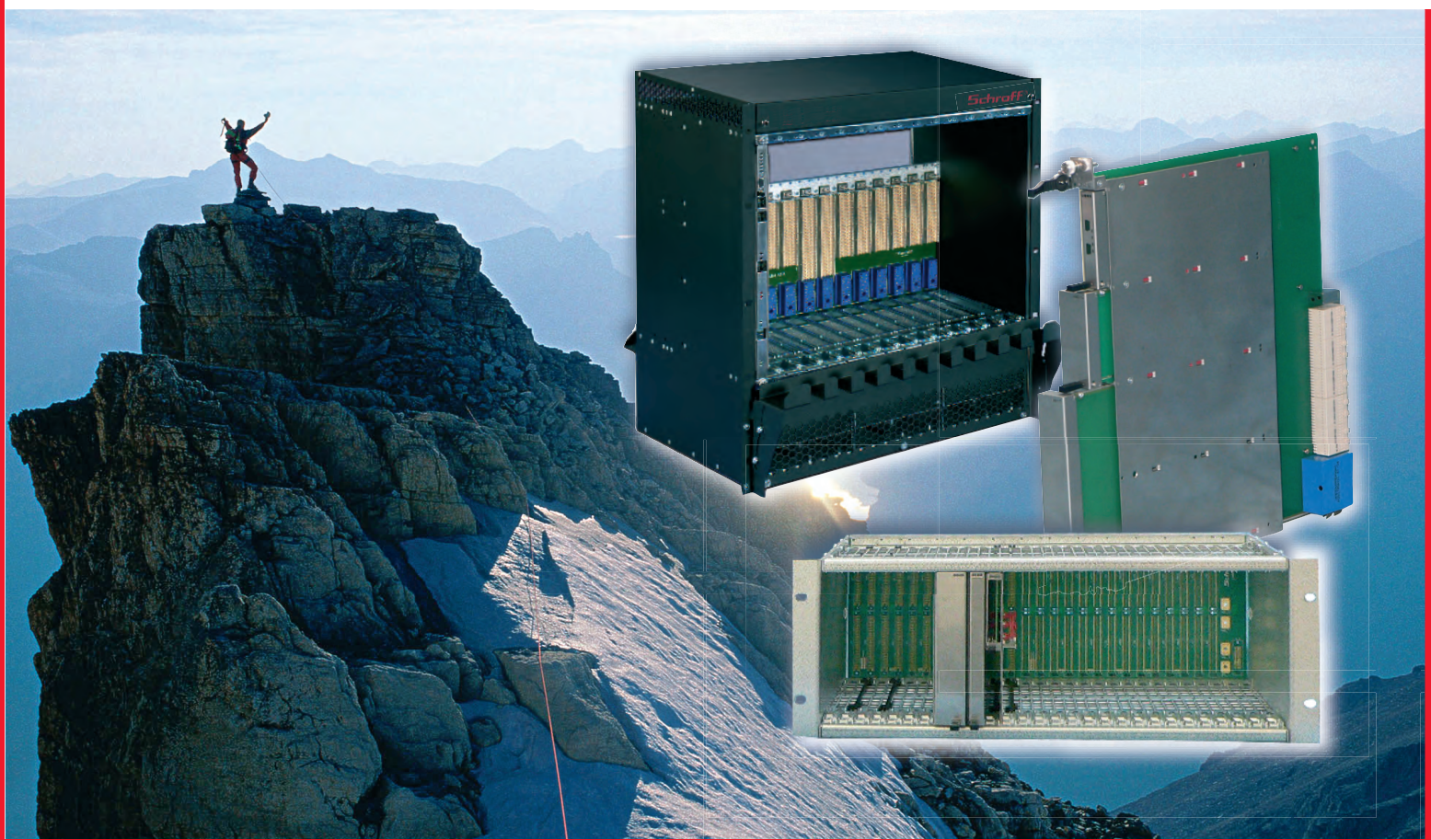
Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ProSoft®

Schroff®

www.a-tca.com

# Новые горизонты – новые возможности!



## AdvancedTCA®

- Для высокопроизводительных телекоммуникационных систем обработки и передачи данных
- Для мощных вычислительных комплексов и систем реального времени
- Высокая надежность и готовность систем с резервированной архитектурой и возможностью «горячей» замены модулей

## AdvancedMC™

- Мезонинные платы для расширения функциональных возможностей систем **AdvancedTCA®**
- Все механические компоненты плат **AdvancedMC™** как стандартные продукты

## μTCA™

- Модульный стандарт для размещения мезонинных плат **AdvancedMC™** в блочном каркасе — возможность снижения стоимости систем **AdvancedMC™**
- Оптимальное решение для широкого круга задач

Schroff®

Дополнительная информация: **www.a-tca.com**

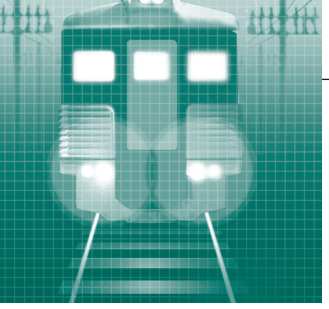
Реклама

#77

PROSOFT®

**МОСКВА** **Телефон:** (495) 234-0636 • **Факс:** (495) 234-0640
**E-mail:** info@prosoft.ru • **Web:** www.prosoft.ru

Pentair Enclosures





# Унифицированные программно-технические средства автоматизированного учёта электропотребления железнодорожного узла и особенности реализации сетевого проекта

*Елена Емельяненкова, Сергей Коновалов, Алексей Уваров, Владимир Мирецкий, Алексей Балушкин, Максим Цыбаков*

**В статье рассмотрены особенности построения автоматизированных систем коммерческого учёта электроэнергии железнодорожных узлов как энергоёмких территориально распределённых объектов. Приведено обоснование выбора унифицированных программно-технических средств, и показаны особенности реализации сетевого проекта.**

## Введение

Концепция создания АСКУЭ ОАО «РЖД», предназначенной для осуществления эффективного автоматизированного технического и коммерческого учёта электроэнергии, потребляемой железными дорогами, а также регистрации параметров электропотребления, формирования отчётных документов и передачи информации в центр сбора данных оптового рынка электроэнергии, предполагает создание линейных (региональных) подсистем, в том числе АСКУЭ железнодорожных узлов (АСКУЭ ЖУ).

Электрические сети железнодорожных узлов входят в состав сетевых районов и обеспечивают электроснабжение предприятий и структурных подразделений всех дорожных хозяйств: железнодорожных станций и сортировочных горок хозяйства движения, локомотивных и вагонных депо, дистанций грузовой и коммерческой работы, дистанций пути, электроснабжения, сигнализации, связи, дистанций гражданских сооружений, а также сторонних потребителей – субабонентов.

В рассмотрении участвуют железнодорожные узлы с общим годовым потреблением электроэнергии от 10 и более млн. кВт·ч. Созданная для крупных узлов как типовая система, состоящая из унифицированных программно-технических средств, АСКУЭ ЖУ предполагает дальнейшее развитие до уровня охвата сетевых районов, формирования новых подсистем для железнодорожных узлов с меньшим потреблением и отдельных потребителей.

Основная цель создания АСКУЭ ЖУ в условиях реформирования электроэнергетики и роста цен на энергоносители очевидна. Это минимизация затрат железной дороги на энергообеспечение и поддержка оптимального соотношения указанных затрат с объёмами работ и услуг, выполняемых предприятиями и структурными подразделениями дороги. Снижение затрат на покупку электроэнергии, совершенствование организации и технологии управления электроснабжением, а также точный и достоверный учёт электроэнергии, передаваемой сторонним потребителям по сетям РЖД, — вот основные составляющие эффективности внедрения АСКУЭ на железнодорожных узлах.

**Рис. 1. Комплектная трансформаторная подстанция — энергообъект АСКУЭ ЖУ**

Под АСКУЭ железнодорожного узла понимается система учёта электроэнер-

гии, потребляемой на нужды стационарной энергетики предприятиями и структурными подразделениями дороги, а также сторонними потребителями, как правило, расположенными в границах железнодорожной станции и объединёнными по питанию общей разветвлённой электрической сетью 6-10/0,4 кВ. Электроснабжение железнодорожного узла осуществляется по фидерам 6-10 кВ или 35 кВ от тяговых подстанций железных дорог и от питающих подстанций региональных энергосистем. Общая сеть электроснабжения узла включает в себя ряд энергообъектов (трансформаторные подстанции, распределительные пункты, пункты секционирования и т.д.), на которых организуется учёт электроэнергии по вводам и отходящим фидерам, питающим потребителей. На рис. 1 представлена комплектная трансформаторная подстанция – один из видов энергообъектов АСКУЭ ЖУ.

Внедрённые АСКУЭ железнодорожных узлов позволили оценить реальное потребление каждого отдельного железнодорожного предприятия и структурного подразделения, а также сторонних потребителей в границах узла.

## Основные функции АСКУЭ ЖУ

К основным функциям АСКУЭ ЖУ относятся следующие:

- периодический сбор, обработка и хранение данных о величине поставленной и потреблённой электроэнергии (активной и реактивной мощности);
- периодический сбор, обработка и хранение данных об объёме электроэнергии, передаваемой по сетям РЖД;
- оперативный контроль потерь в электрических сетях;
- организация обмена данными со смежными информационными системами.

АСКУЭ ЖУ позволяет использовать полученные данные при планировании объёмов и лимитов норм потребления, формировать баланс принятой и распределённой электроэнергии по каждой трансформаторной подстанции и узлу в целом, создавать отчётные документы. Становится возможным переход на денежный расчёт за электроэнергию между структурными подразделениями железной дороги.

В процессе эксплуатации система позволяет без дополнительных затрат на учёт электропотребления осуществлять реорганизацию структуры предприятий РЖД, например выделять структуры, требующие отдельного учёта, в категорию новых субабонентов.

## Особенности объектов автоматизации

Железнодорожные узлы как объекты автоматизации имеют специфические отличия, а именно:

- большое количество железнодорожных узлов по всей России, в разных климатических зонах;
- разная удалённость в рамках одного железнодорожного узла энергообъектов друг от друга и от центра сбора и обработки информации (от нескольких сотен метров до 50 и более километров);
- организация точек учёта электроэнергии в неотапливаемых и необслуживаемых помещениях энергообъектов (трансформаторных подстанций), на которых отсутствуют какие-либо средства связи;
- количество энергообъектов, на которых организуются точки учёта, в границах железнодорожного узла – от 10 до 50;
- количество точек учёта электрической энергии в одном железнодорожном узле – от 100 до 500;
- необходимость типовых технических решений при организации учёта электроэнергии для эксплуатирующихся в электрических сетях железнодорожных узлов более чем 10 тысяч трансформаторных подстанций, имеющих однотипные электрические параметры.

Все эти особенности были учтены при внедрении проекта АСКУЭ ЖУ.

В условиях развития розничных рынков электроэнергии в ближайшее время прогнозируется создание АСКУЭ розничных рынков. Поставка электроэнергии абонентам розничного рынка, расположенным в границах узла, осуществляется через трансформаторные подстанции, которые оснащены оборудованием АСКУЭ ЖУ. При внедрении проекта АСКУЭ розничных рынков и решении задачи минимизации затрат на его реализацию возрастает актуальность созданной инфраструктуры сбора и передачи данных на базе АСКУЭ ЖУ.

## Подходы к реализации проекта

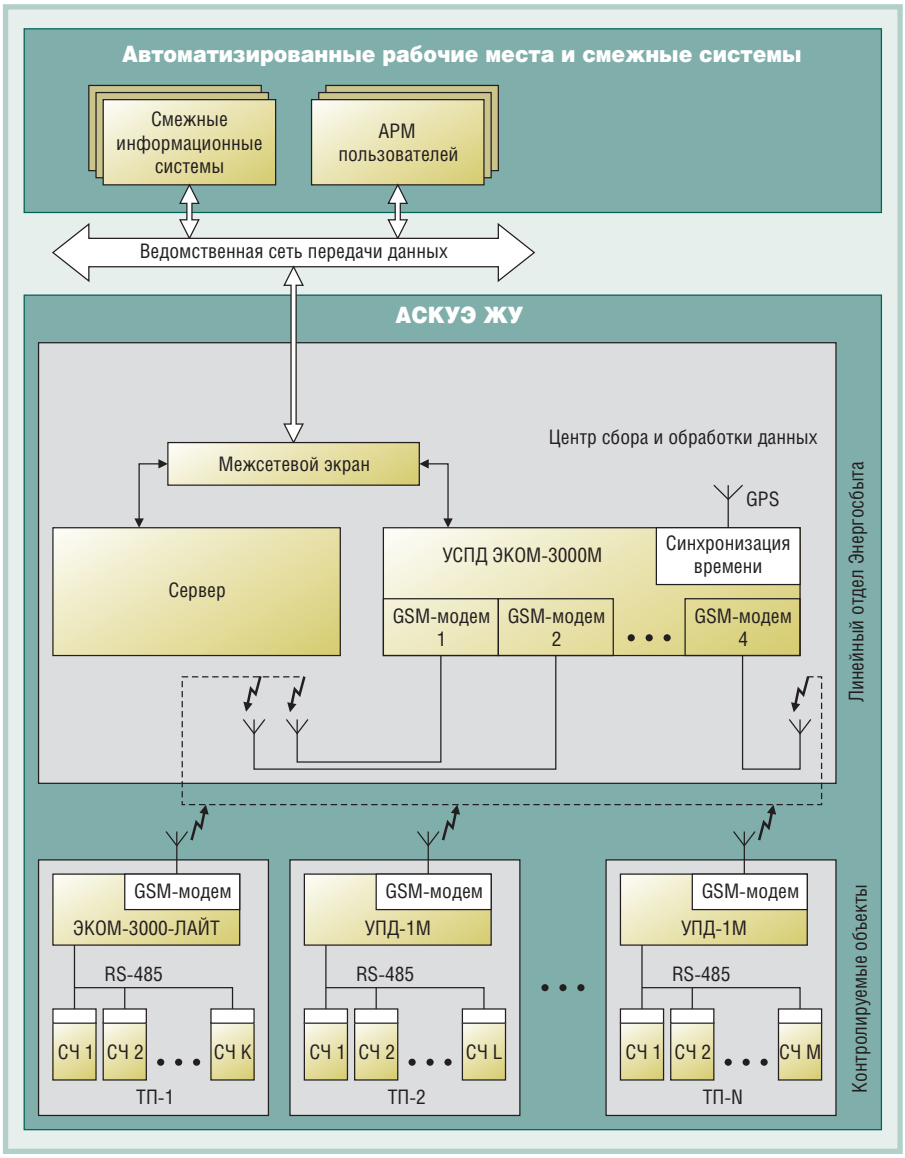
Масштабность проекта характеризуется объёмами внедрения – до 10 000 точек учёта электроэнергии в год. Приведённые годовые объёмы внедрения АСКУЭ ЖУ, сжатые сроки выполнения и особенности объектов автоматизации диктуют следующие основные подходы к реализации проекта:

- привлечение ведущих организаций страны в области автоматизированного учёта электроэнергии для разработки концепции создания АСКУЭ ЖУ и выработки основных технических решений;
- разработка типовой проектно-компонуемой системы на базе унифицированных программно-технических средств для всех объектов внедрения на сети железных дорог;
- разработка типовой методики выполнения предпроектных обследований объектов внедрения;
- разработка типовых форм технического задания, технорабочего проекта и эксплуатационной документации, использование их при внедрении АСКУЭ ЖУ на конкретных узлах;
- ориентация на оборудование и программное обеспечение крупных отечественных производителей, хорошо зарекомендовавших себя на рынке, способных обеспечить не только требуемые объёмы и качество поставок в сжатые сроки, но также гарантийное и послегарантийное обслуживание;
- подбор региональных фирм-соисполнителей и обучение их специалистов;
- разработка методических материалов, обеспечивающих унификацию процесса монтажа оборудования и проведения пусконаладочных работ;
- сертификация системы и утверждение типа средства измерения, разработка методологии и методики поверки измерительных комплексов системы.

## Архитектура и состав системы

АСКУЭ ЖУ разработана «Отраслевым центром внедрения новой техники и технологий» (ОЦВ) с привлечением ЗАО «Трансэнерком» и ведущих фирм-разработчиков программных и технических средств. Кроме известных критериев выбора оборудования и производителей, разработчик особое внимание уделял вопросу выполнения конкретных требований унификации оборудования для системы и готовности производителя при необходимости провести определённые доработки серийной продукции.

Структурная схема АСКУЭ ЖУ приведена на рис. 2. Система включает в




Условные обозначения: УСПД — устройство сбора и передачи данных; СЧ — счётчик электрической энергии; ТП — трансформаторная подстанция.

**Рис. 2. Структурная схема АСКУЭ ЖУ**

себя оборудование, размещённое на контролируемых энергообъектах узла (трансформаторных подстанциях) и в центре сбора и обработки данных, расположенном в линейном отделе Энергосбыта железной дороги.

На энергообъектах устанавливаются:

- измерительно-информационные комплексы точек учёта, включающие в свой состав измерительные трансформаторы тока, трансформаторы напряжения (при необходимости), как правило, Свердловского завода трансформаторов тока и счётчики электрической энергии ПСЧ-4ТМ.05 Нижегородского завода им. М.В. Фрунзе (вариант установки счётчиков электрической энергии на энергообъекте показан на рис. 3);
- информационно-вычислительный комплекс электроустановки, включающий в свой состав объектное устройство сбора и передачи данных (УСПД) типа УПД-1М (показан на рис. 4, разработчик ЗАО «Трансэнерком») или ЭКОМ-3000-ЛАЙТ (показан на рис. 5, разработчик ООО «Фаствел»).

В центре сбора и обработки данных устанавливаются промышленный контроллер (центральное УСПД) типа ЭКОМ-3000М (показан на рис. 6, разработчик ООО «ПРОСОФТ-Системы»), сервер и АРМ специалистов Энергосбыта (рис. 7). Указанное оборудование подключено к ведомственной сети передачи данных (СПД).

Счётчики электрической энергии подключаются к измерительным трансформаторам тока и напряжения. Информация от счётчиков электроэнергии по интерфейсу RS-485 передаётся в объектное УСПД, в состав которого входит GSM-модем. Данные с

**Рис. 3. Вариант установки счётчиков электрической энергии на энергообъекте**

объектных УСПД по GSM-каналу передаются на верхний уровень системы в центральное УСПД ЭКОМ-3000М, которое консолидирует информацию со всех точек учёта узла и синхронизирует единое время по всем компонентам системы. Сбор данных с объектных УСПД производится в автоматическом режиме по расписанию. Информация от УСПД ЭКОМ-3000М поступает на сервер с базой данных по электропотреблению узла.

Система функционирует в круглосуточном режиме. Коррекция системного времени в счётчиках электрической энергии, УСПД и сервере осуществляется системой обеспечения единого времени, основой которой является GPS-приёмник точного времени, входящий в состав ЭКОМ-3000М. Система обеспечения единого времени задействована на всех уровнях и выполняет законченную функцию измерения времени, имеет нормированные метрологические характеристики и обеспечивает синхронизацию времени при проведении измерений количества электроэнергии с точностью не хуже ±5,0 с/сутки.

## Объектные УСПД

Использование в составе системы УСПД, размещённых на контролируемых энергообъектах, позволяет:

- примерно на порядок сократить GSM-трафик при использовании протокола передачи данных CSD и, соответственно, расходы на GSM-связь по сравнению с непосредственным опросом счётчиков по GSM-каналу в реальном масштабе времени;

- повысить надёжность системы за счёт того, что в объектных УСПД хранятся данные со счётчиков за последние 35 суток;
- определять время выхода из строя счётчика с точностью до нескольких минут.

Несмотря на наличие на рынке большого числа различных УСПД, специально для АСКУЭ ЖУ разработано и серийно выпускается УСПД типа УПД-1М. Основными требованиями к данному устройству были следующие: достаточность функциональных возможностей, минимум избыточности при массовом внедрении на однотипных объектах, поддержка протокола обмена данных с центральным УСПД «ЭКОМ-3000М», высокая надёжность, простота монтажа, настройки и обслуживания, индустриальное исполнение и достаточно низкая цена.

С помощью встроенного программного обеспечения УПД-1М выполняет следующие функции:

- сбор по интерфейсу RS-485 данных от 32 счётчиков электрической энергии ПСЧ-4ТМ.05 или других с совместимым протоколом (энергия от сброса показания счётчика, энергия на начало текущих и предыдущих суток, энергия за предыдущие и текущие сутки, 3- и 30-минутные профили мощности и журналы событий счётчиков и УПД-1М);
- «докачка» поступивших с момента обрыва связи данных, производимая при временном пропадании связи со счётчиком, после её восстановления (если счётчик был установлен ранее УПД-1М, то можно «докачать» данные, накопленные счётчиком);
- хранение в энергонезависимой памяти 30-минутных профилей мощности за 35 суток и 3-минутных профилей мощности за 195 часов;
- хранение в энергонезависимой памяти журналов событий счётчиков и УПД-1М;
- передача данных по GSM-связи в УСПД верхнего уровня «ЭКОМ-3000М» (при этом используется потоковый протокол обмена данными);
- обеспечение стабильной GSM-связи за счёт выполнения таких дополнительных функций, как
  - отправка SMS-сообщений с заданной периодичностью на заданный номер телефона (некоторые операторы GSM-связи отключают SIM-карту при отсутствии исходящих звонков или SMS-сообщений в течение 3 месяцев),
  - перезагрузка УСПД при отсутствии GSM-связи с оператором в течение заданного времени (приводит к инициализации SIM-карты, отключённой, а затем включённой оператором GSM-связи);
- удалённая по GSM-каналу запись в УПД-1М конфигурационных файлов и новых версий программного обеспечения.

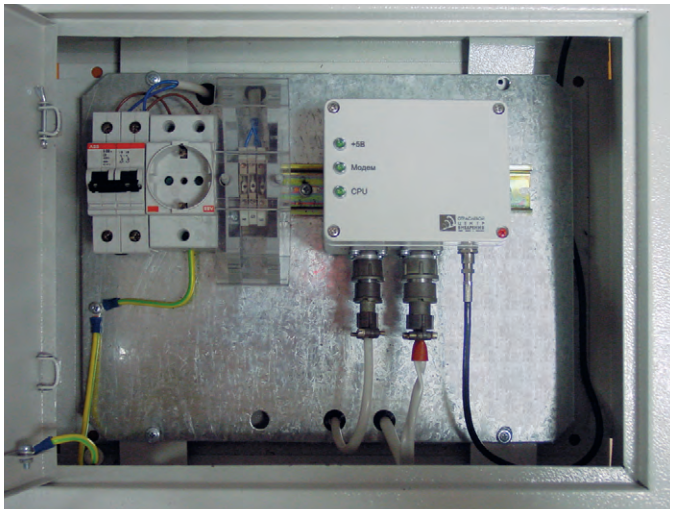



**Рис. 4. Устройство сбора и передачи данных типа УПД-1М**

**Рис. 5. Устройство сбора и передачи данных ЭКОМ-3000-ЛАЙТ**

**Рис. 6. Центральное устройство сбора и передачи данных ЭКОМ-3000М**

В конфигураторе УПД-1М реализован ряд функций, сокращающих время конфигурирования счётчиков электрической энергии. Например, предусмотрена автоматическая установка стандартного набора конфигурационных параметров счётчиков с сохранением или заменой сетевых адресов, что обеспечивает более быстрое и качественное конфигурирование счётчиков.

В составе АСКУЭ ЖУ также применяется УСПД типа «ЭКОМ-3000-ЛАЙТ», отличающееся способностью работать с повышенными информационными объёмами и предназначенное для отдельных крупных энергообъектов узла. Устройство выполнено на программной базе центрального УСПД «ЭКОМ-3000М», имеет малые габариты и обладает такими же, как УПД-1М, функциональными возможностями. Его отличительной особенностью является использование промышленного компьютера разработки ООО «Фаствел» с фиксированной структурой технических средств. Устройства связи с объектом представлены портом RS-485 и COM-портом, к которому подключён GSM-модем.

Следует отметить, что оба типа используемых объектных УСПД обеспечивают «прозрачный» канал доступа к электросчётчикам; это позволяет дистанционно конфигурировать счётчики, считывать с них данные и выполнять их диагностику.

## Каналы связи

Главной проблемой развития АСКУЭ на сегодня является обеспечение качественной и недорогой системы доставки информации от пунктов измерения к центру сбора и обработки, которая реализовала бы надёжный и безопасный обмен данными. Свой отпечаток на эту проблему накладывает и то, на какие расстояния передаётся информация. Сегодня нет единого подхода к системам передачи данных прежде всего из-за того, что наиболее качественные системы требуют значительных капиталовложений и до́роги в эксплуа-

**Рис. 7. Стойка с оборудованием центра сбора и обработки данных**

тации, а дешёвые или доступные потребителям не обеспечивают требуемого качества передачи данных или безопасности связи.

Опыт внедрения АСКУЭ ЖУ на сети железных дорог показал, что наиболее универсальным и перспективным типом канала связи для использования в АСКУЭ ЖУ является канал сотовый связи. Он лишён проблем, связанных с ограничением расстояния до устройств учёта, не требует разрешений органов Госнадзора, не нуждается в дополнительных затратах на монтаж и пусконаладку; при этом требует эксплуатационных расходов на оплату услуг по передаче данных. В АСКУЭ ЖУ на аппаратно-программном уровне решена проблема безопасности при взаимодействии двух различных сетей: телекоммуникационной сети GSM и ведомственной СПД.

На большинстве железнодорожных узлов при передаче данных используется протокол CSD, который поддерживается практически всеми операторами GSM и обеспечивает гарантированную скорость 9,6 кбит/с. На ряде узлов начато использование протокола GPRS, однако этот протокол не гарантирует качества сервиса QoS (Quality of Service) и не поддерживается на всех узлах местными операторами сотовой связи. В будущем с целью сокращения расходов на сотовую связь предполагается осуществить переход на протокол GPRS. Сотовые модемы, которыми оснащены УСПД, поддерживают данный протокол.

## Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) АСКУЭ ЖУ включает в себя следующие компоненты:

- программа конфигурирования и проверки работоспособности счётчиков электрической энергии ПСЧ-4ТМ.05 («Конфигуратор счётчиков СЭТ»);
- программы конфигурирования УСПД («Конфигуратор УПД-1М» и «Конфигуратор ЭКОМ-3000»);
- программы проверки работоспособности;
- программный комплекс (ПК) «Энергосфера».

ПК «Энергосфера», разработанный ООО «ПРОСОФТ-Системы», широко используется в промышленных автоматизированных системах контроля и управления и системах учёта энергоресурсов. К достоинствам этого программного комплекса, выбранного в качестве ПО верхнего уровня АСКУЭ ЖУ, следует отнести:

1) учёт всех видов энергоносителей в единой аппаратно-программной среде, что позволяет использовать его в системах комплексного учёта топливно-энергетических ресурсов и обеспечивать унификацию ПО;
2) возможность интеграции с АСКУЭ других ведущих производителей («Альфа-центр», «Пирамида», «АСКП 2000» и др.);
3) работу со всеми типами преобразователей, микропроцессорными счётчиками и расходомерами, в том числе со счётчиками ПСЧ-4ТМ.05, выбранными для АСКУЭ ЖУ в качестве типовых по оптимальному соотношению цены с функциональными возможностями и техническими параметрами;
4) возможность интеграции в вычислительную сеть и единое информационное пространство предприятия;
5) сочетание функций учёта, контроля и управления, что предоставляет возможность функционального развития систем АСКУЭ ЖУ без замены ПО;
6) простоту наращивания и модернизации существующих АСКУЭ;
7) возможность создания собственных экранных и отчётных форм (отчётные формы используют формат Excel и могут создаваться в «Генераторе отчётов», пример одной из основных экранных форм приведён на рис. 8);
8) возможность создания многоуровневых иерархических систем;
9) независимость от типа канала связи.

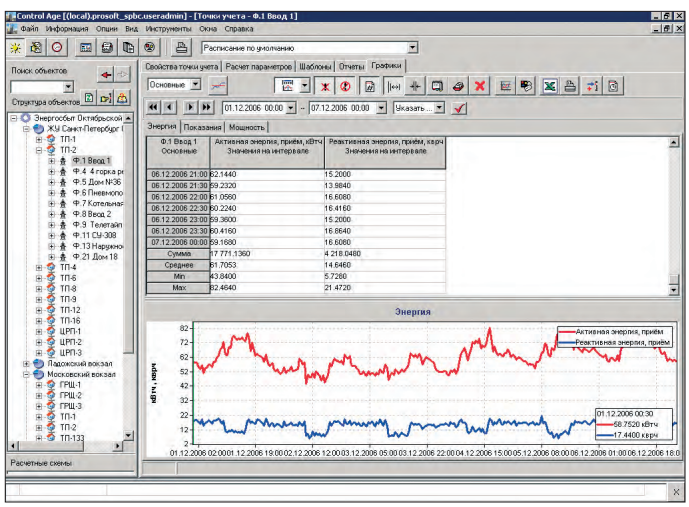


**Рис. 8. Одна из основных экранных форм ПК «Энергосфера»**

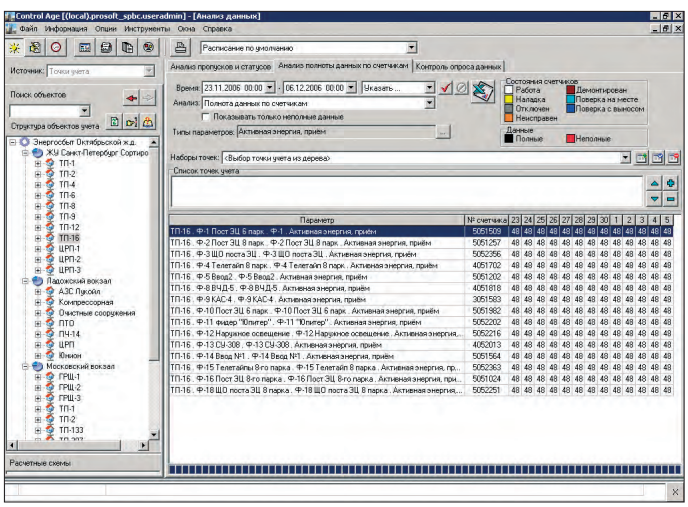


**Рис. 9. Экранная форма «Анализ полноты данных»**

ПК «Энергосфера» был значительно доработан разработчиком для использования в АСКУЭ ЖУ: разработан инсталлятор программного обеспечения, реализована возможность автоматизированной установки обновлений ПО, созданы унифицированные отчётные формы по электропотреблению для железных дорог, разработаны блок анализа полноты данных (рис. 9) и блок ручного опроса счётчиков, а также реализован ряд других функциональных возможностей. Все выполненные доработки обеспечивают минимальные трудозатраты на инсталляцию, обновление, настройку и сопровождение ПО, повышение эксплуатационной надёжности системы в целом.

ПО АСКУЭ ЖУ осуществляет обмен данными со смежными автоматизированными системами. Для экспорта данных в автоматизированную систему управления и планирования покупки электроэнергии (АСУ ППЭ) в составе ПК «Энергосфера» разработана специальная программа, которая при появлении изменений данных автоматически передаёт их по ведомственной СПД в согласованных форматах на сервер АСУ ППЭ.

## Заключение

АСКУЭ ЖУ – это типовая проектно-компонуемая система учёта электроэнергии, разработанная для массового внедрения на объектах электроснабжения железнодорожных узлов и сетевых районов.

Комплекс унифицированных технических и программных средств АСКУЭ ЖУ и отдельные составные части системы могут быть использованы для создания АСКУЭ различных предприятий и объектов, удовлетворяющих требованиям оптового и розничных рынков электроэнергии. Система АСКУЭ ЖУ в целом и компоненты её измерительных каналов сертифицированы как средства измерения и внесены в государственный реестр средств измерений. Отработана процедура поверки измерительных каналов системы. В системе могут использоваться десятки типов сертифицированных трансформаторов тока и напряжения, счётчиков электроэнергии, УСПД, устройств связи. При этом не требуется новой сертификации системы.

В составе системы на контролируемых объектах размещается недорогое объектное УСПД типа УПД-1М на 32 точки учёта, специально разработанное для условий неотапливаемых помещений трансформаторных подстанций. Для объектов с бóльшим количеством точек учёта в состав системы входит УСПД типа «ЭКОМ-3000-ЛАЙТ», специально разработанное для функциональных задач проекта.

Полномасштабное внедрение проекта АСКУЭ ЖУ на сети железных дорог России стало возможным благодаря пониманию единой цели и задач проекта на дорогах. Однотипность и организационная целостность структур Энергосбыта железных дорог, их высокий технический потенциал, с одной стороны, и применение типовых решений для построения системы на базе унифицированных программно-технических средств, с другой стороны, позволили в сжатые сроки осуществить реализацию проекта АСКУЭ ЖУ. ●

**Авторы — сотрудники ЗАО «ОЦВ» и ЗАО «Трансэнерком»**
**Телефон: (495) 787-5366**
**Факс: (495) 787-9855**

# Система управления комплексом коксовой батареи

*Виктор Веременко, Владимир Замошник, Анна Дерксен, Максим Бахарев, Александр Абрамов, Алексей Веременко, Александр Дёмин*

**В статье описывается АСУ ТП комплекса коксовой батареи. Данная система включает в себя несколько самостоятельных производственных объектов, объединённых в единую сеть и связанных друг с другом по технологическому циклу. Ряд основных задач системы управления решается средствами SCADA GENESIS32.**

## Введение

Одним из масштабных проектов, выполненных ЗАО «Тяжпромсервис» (город Новокузнецк), стал проект АСУ ТП комплекса коксовой батареи № 5 на ОАО «Алтай-Кокс» (город Заринск). 20 октября 2006 года этот комплекс сдан в промышленную эксплуатацию (рис. 1).

ОАО «Алтай-Кокс» производит химическую переработку каменного угля, в результате которой наряду с коксом получают высококалорийный коксовый газ. Разнообразные химические продукты, содержащиеся в коксовом газе, являются основным сырьем для многих производств.

Кокс используется при выплавке чугуна в доменных печах. От его свойств в значительной степени зависят технико-экономические показатели работы доменной печи [1]. Для того чтобы добиться высокого качества кокса, при строительстве новой современной коксовой батареи (КБ) была поставлена задача: обеспечить надёжное бесперебойное управление всем комплексом, начиная от подготовки сырья и заканчивая отгрузкой готовой продукции.

**Рис. 1. ОАО «Алтай-Кокс»: коксовая батарея № 5**

## Задачи

Основные задачи, поставленные перед АСУ ТП:

- управление механизмами поточно-транспортных систем углеподготовительного цеха (УПЦ) и коксосортировки;
- сблокированная работа коксовых машин;
- непрерывный контроль и автоматическое управление обогревом коксовой печи;
- контроль и автоматическое регулирование основных технологических параметров на участках переработки коксового газа;
- диагностика и архивирование отказов оборудования, предельных зна-

**Пульт оператора АСУ ТП коксовой батареи, расположенный в служебном корпусе КБ № 5**

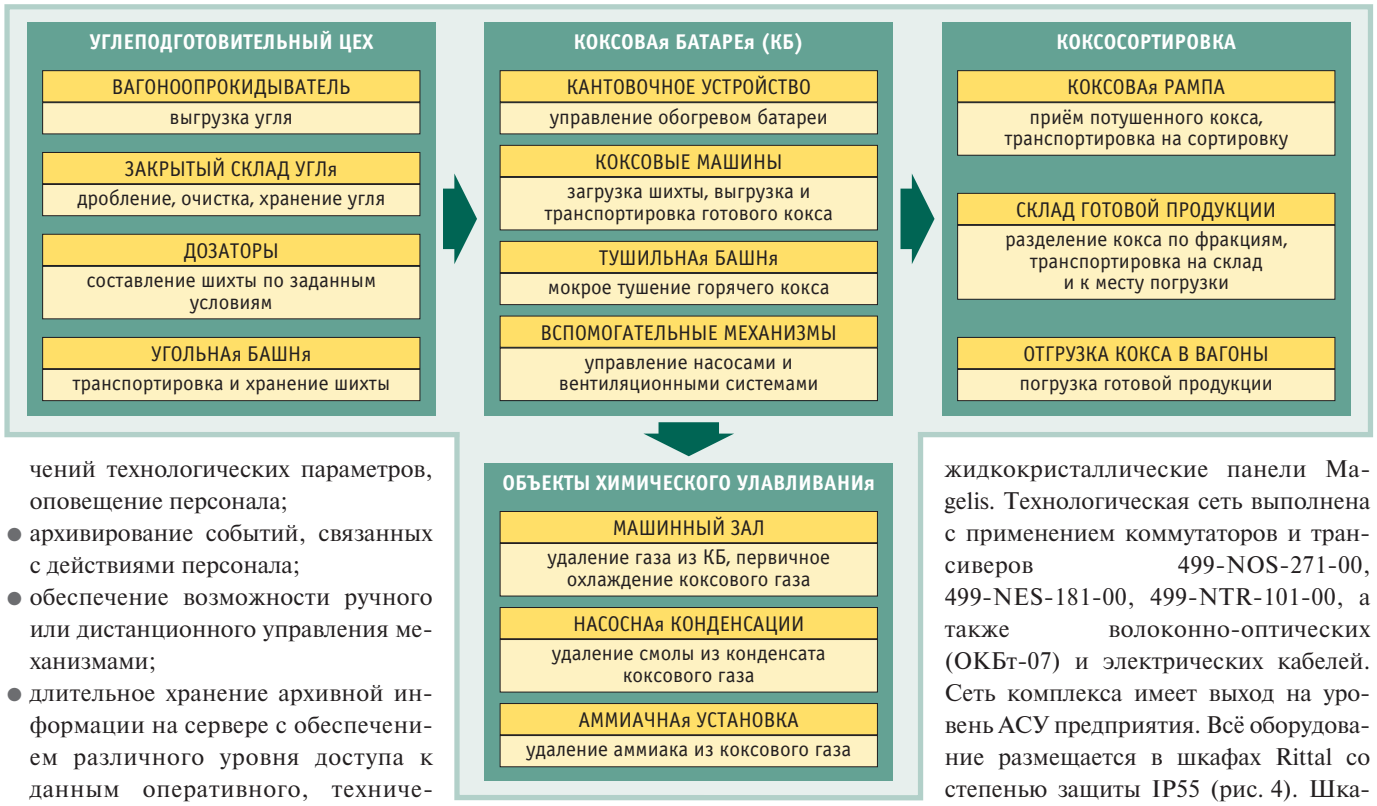



**Рис. 2. Архитектура системы управления объектами комплекса**

чений технологических параметров, оповещение персонала;
- архивирование событий, связанных с действиями персонала;
- обеспечение возможности ручного или дистанционного управления механизмами;
- длительное хранение архивной информации на сервере с обеспечением различного уровня доступа к данным оперативного, технического и административного персонала, создание различных отчётных форм.

По заданию ОАО «Алтай-Кокс» специалистами ЗАО «Тяжпромсервис» были выполнены следующие работы:
- разработка проектной документации;
- изготовление и поставка шкафов с контроллерами, компьютерами и коммутационным оборудованием для информационной управляющей сети;
- шеф-монтаж и пусконаладочные работы;
- сдача объекта в эксплуатацию.

## Технологические участки комплекса и техническое обеспечение АСУ ТП

### Характеристика объекта

Архитектура системы управления объектами комплекса КБ № 5 представлена на рис. 2. Каждый из участков комплекса сам по себе представляет локальную систему, отдельный законченный объект управления с большим количеством параметров. Но для обеспечения слаженной непрерывной работы всего комплекса требовалось предусмотреть обмен данными между участками. В табл. 1 приведены данные, отражающие распределение дискретных и аналоговых сигналов системы управления по участкам комплекса.

### Технические средства

Структурная схема АСУ ТП комплекса коксовой батареи показана на рис. 3. Большое количество отдельных объектов с различными механизмами, техническими задачами и условиями эксплуатации обуславливает использование оборудования различных фирм: Schneider Electric, ABB, Icos, Rittal, APC.

На всех участках комплекса применены программируемые логические контролеры (PLC) Modicon TSX Quantum. Посты и пульты управления операторов оборудованы промышленными компьютерами (ПК) ROBO, отвечающими требованиям монтажа в 19" стойки. Для управления коксовыми машинами в их кабинах установлены жидкокристаллические панели Magelis. Технологическая сеть выполнена с применением коммутаторов и трансиверов 499-NOS-271-00, 499-NES-181-00, 499-NTR-101-00, а также волоконно-оптических (ОКБт-07) и электрических кабелей. Сеть комплекса имеет выход на уровень АСУ предприятия. Всё оборудование размещается в шкафах Rittal со степенью защиты IP55 (рис. 4). Шкафы PLC электровоза и ПК дополнительно оборудованы кондиционерами и источниками бесперебойного питания APC Smart-UPS. Для управления приводами постоянного тока использованы преобразователи DCS800.

На коксовой батарее и участках химического улавливания используются датчики и приборы Метран, а на участке коксовых машин — датчики Amedas.

### Программное обеспечение

Программное обеспечение для PLC разработано с помощью пакета Concept.

Задачи сбора и архивирования данных, а также реализации оперативного диспетчерского управления решены при помощи компонентов SCADA-пакета GENESIS32 (фирма Iconics). Так, экраны SCADA-системы выполнены и поддерживаются средствами приложения GraphWorX32 (GWX32-V7.2).

*Таблица 1*

**Распределение сигналов системы управления по участкам комплекса**

| Участок \ Сигналы | Дискретные входные | Дискретные выходные | Аналоговые входные | Аналоговые выходные |
|---|---|---|---|---|
| Углеподготовительный цех и коксосортировка | 3586 | 638 | 153 | — |
| Углезагрузочная машина | 592 | 192 | 10 | 8 |
| Коксовыталкиватель | 496 | 192 | 12 | 8 |
| Двересъёмная машина | 304 | 96 | 10 | 8 |
| Электровоз | 48 | 32 | 10 | 8 |
| Коксовая батарея | 363 | 147 | 127 | 14 |
| Аммиачная установка | 32 | 16 | 26 | 6 |
| Насосная конденсации | 46 | 13 | 54 | 20 |
| Машинный зал | 63 | 32 | 130 | 11 |
| **Всего по комплексу** | **5530** | **1358** | **532** | **83** |

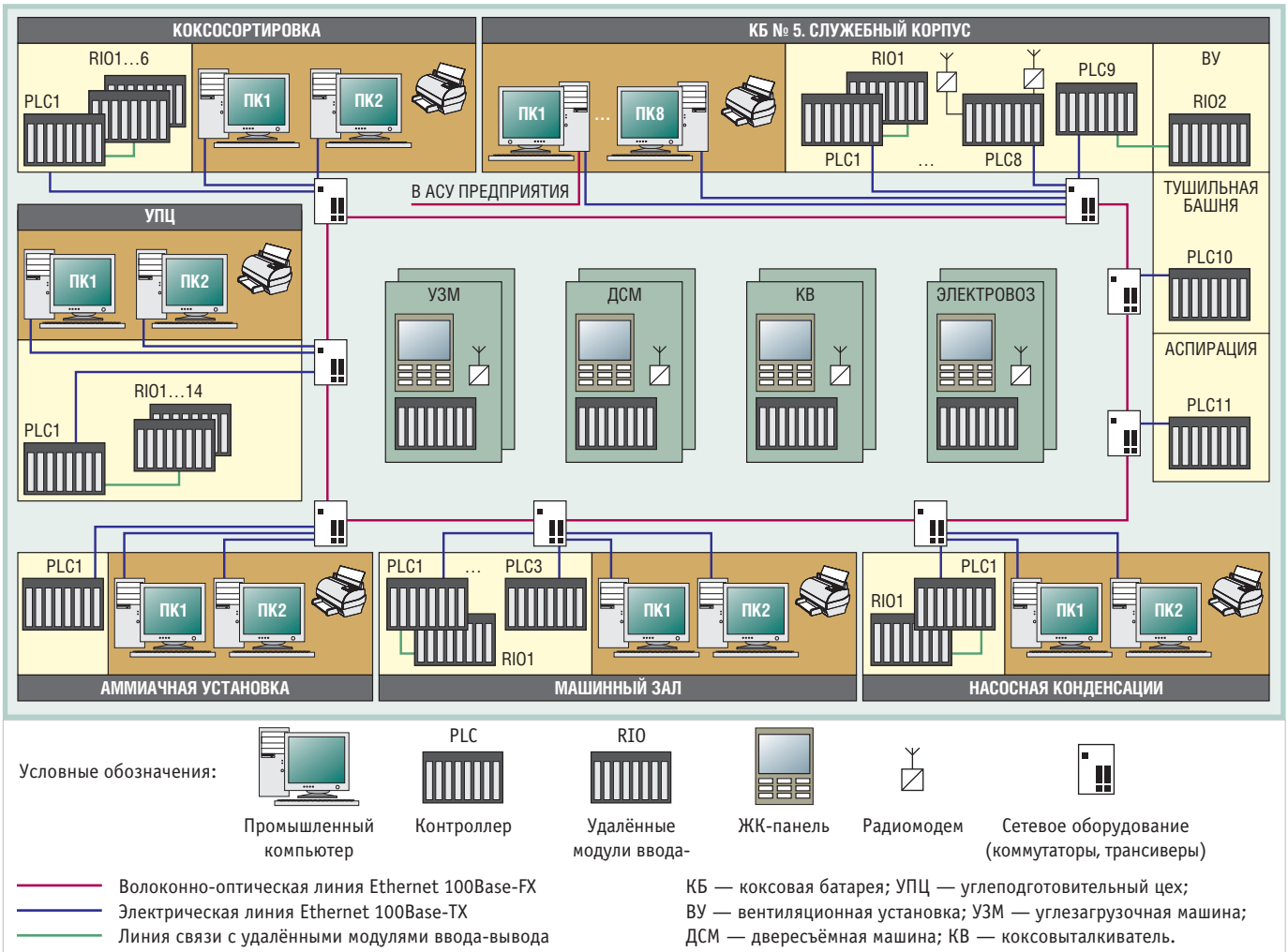



**Рис. 3. Структурная схема АСУ ТП комплекса коксовой батареи**

Фактически каждый участок имеет свою SCADA-систему, которая развёрнута на соответствующих ПК (один рабочий, один резервный), установленных непосредственно на участке либо в диспетчерской коксовой батареи. Но при этом в системе управления есть единый сервер данных, который осуществляет архивирование и хранение данных с каждого из отдельных участков.

Распределение основных программно-технических средств АСУ ТП по участкам комплекса отражает табл. 2.

## Участки углеподготовительного цеха и коксосортировки

Основой участков УПЦ и коксосортировки являются поточно-транспортные системы (ПТС), обеспечивающие соответственно подготовку к загрузке и загрузку угля в угольную башню, транспортировку и сортировку кокса по фракциям с последующей загрузкой в вагоны. Важнейшей операцией в работе этих участков является запуск механизмов, входящих в состав ПТС, в строгом соответствии с блокировочной зависимостью и заданными интервалами времени. Управление механизмами ПТС каждого из участков осуществляет PLC с распределённым вводом-выводом (с удалёнными модулями ввода-вывода).

PLC обеспечивает последовательный запуск механизмов, контроль токовой нагрузки и скоростных режимов, защиту от аварийных ситуаций. Контроль работы осуществляется с ПК, установленных в диспетчерских УПЦ и коксосортировки. Оператор может устанавливать режимы работы механизмов, производить запуск ПТС, наблюдать за состоянием механизмов участка и степенью их готовности к запуску. В случае возникновения отказов оборудования или неготовности к работе механизмов участка SCADA-система отображает на экранах мониторов и архивирует предупреждающие и аварийные сообщения (рис. 5).

*Таблица 2*

**Распределение основных программно-технических средств АСУ ТП по участкам комплекса**

| Оборудование / Участок | PLC | ПК | ЖК-панели | SCADA-система, рабочие места с лицензиями |
|---|---|---|---|---|
| Углеподготовительный цех | 15 | 2 | — | 2 × GWX32-V7.2 unlimited |
| Углезагрузочная машина | 1 | — | 1 | — |
| Коксовыталкиватель | 1 | — | 1 | — |
| Двересъёмная машина | 1 | — | 1 | — |
| Электровоз | 1 | — | 1 | — |
| Коксовая батарея | 13 | 8 | — | 2 × GWX32-V7.2, 500<br>2 × GWX32-V7.2, 150<br>2 × GWX32-V7.2, 1500 |
| Аммиачная установка | 1 | 2 | — | 2 × GWX32-V7.2, 150 |
| Насосная конденсации | 2 | 2 | — | 2 × GWX32-V7.2, 150 |
| Машинный зал | 4 | 2 | — | 2 × GWX32-V7.2, 300 |
| Коксосортировка | 7 | 2 | — | 2 × GWX32-V7.2 unlimited |

**Рис. 4. Шкаф Rittal с промышленными компьютерами**

## Коксовая батарея

Коксовая батарея состоит из двух полубатарей (рис. 6), расположенных симметрично относительно угольной башни. АСУ ТП коксовой батареи выполняет задачу управления двумя кантовочными устройствами (КУ), регуляторами подачи отопительного коксового газа, регуляторами разрежения в боровах, регуляторами давления в газосборниках по сторонам батареи и разрежения в общем газосборнике (для каждой полубатареи). Также на участке коксовой батареи ведётся контроль и архивирование параметров (рис. 7), управление тушением кокса, работой механизмов и установки беспылевой выдачи кокса (БВК).

КУ — один из самых ответственных механизмов коксовой батареи, предназначенный для периодического изменения направления потоков газа, воздуха и продуктов горения в обогревательной системе КБ. Данное устройство приводится в движение гидравлическим приводом, управление которым ведёт PLC. Для обеспечения бесперебойной периодической работы КУ, исходя из условий эксплуатации КБ, было выполнено полное резервирование управляющего PLC. Рабочий и резервный контроллеры работают параллельно, но выходы резервного контроллера заблокированы; в случае отказа рабочего контроллера резервный автоматически продолжает выполнение программы с последнего выполненного шага. Переключение на рабочий контроллер производится только по команде оператора после устранения неисправности. В случае полной потери напряжения предусмотрена возможность закончить начатый цикл кантовки: механизм КУ приводится в движение от пневматического аккумулятора, а управление ведёт PLC, запитанный через источник бесперебойного питания.

Резервирование PLC реализовано и для контроллера КИП, с целью обеспечить непрерывное автоматическое регулирование важнейших параметров обогрева КБ: давления отопительного коксового газа, перепада давления в газосборниках, разрежения в боровах и разрежения в общем газосборнике. Давление в газосборниках — это наиболее нестабильный параметр, поэтому резервирование здесь выполнено и по механизму: по выбору персонала управление ведётся либо пневматическим клапаном, либо МЭО (механизмом электрическим однооборотным, фактически — заслонкой с электрическим приводом). Программы регулирования реализованы при помощи инструментальных средств пакета Concept.

Внедрение АСУ ТП на участке коксовой батареи имеет следующие позитивные последствия:

- система контроля действий персонала и отслеживания аварийных ситуаций позволяет максимально быстро и точно определить и устранить причину неисправностей оборудования, что особенно важно для непрерывного технологического процесса;
- использование современной измерительной аппаратуры и высокая точность регулирования позволяют повысить качество готовой продукции, обеспечивают оптимальные условия для работы оборудования и увеличивают срок его безаварийной работы;
- введение в эксплуатацию установки БВК и применение пароинжекции при загрузке коксовой печи позволяют резко уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу.

## Участок коксовых машин

Всего на батарее используется 2 комплекта коксовых машин по 4 машины в каждом. Один комплект является рабочим, а второй находится в «горячем» резерве. Одновременно в процессе выдачи кокса из печи участвуют 4 коксовые машины: углезагрузочная, две-

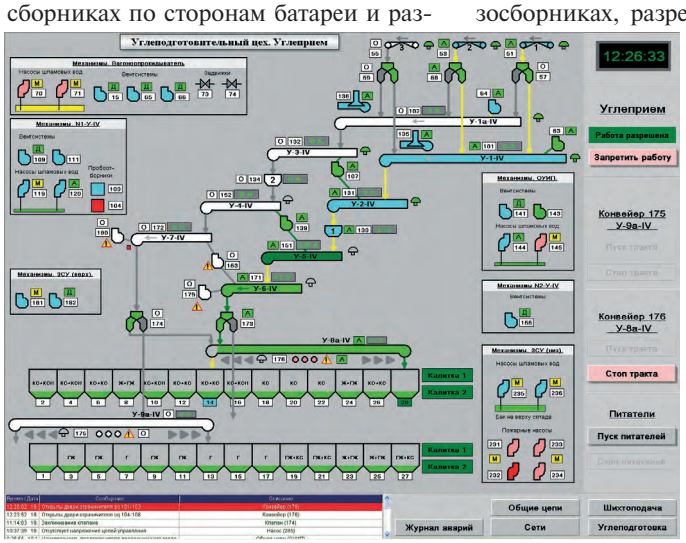



**Рис. 5. Экран «Углеподготовительный цех. Углеприём»**

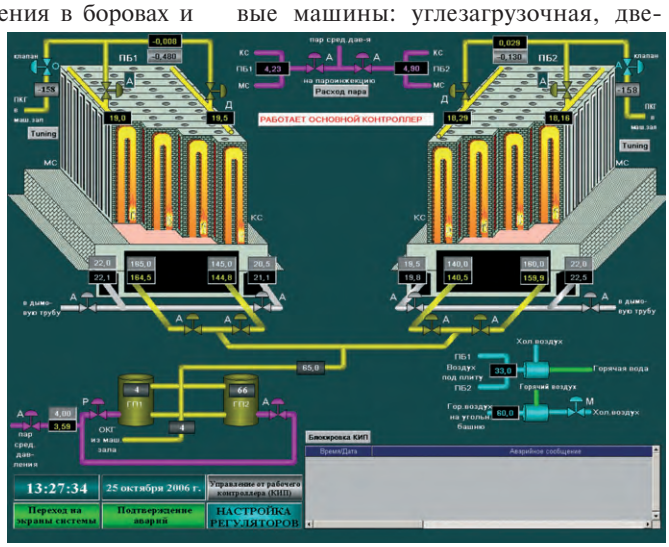



**Рис. 6. Экран «Коксовая батарея»**

ресъёмная, коксовыталкиватель и электровоз.

Основная особенность этого участка в том, что коксовые машины – это подвижные объекты, требующие синхронизации работы приводов передвижения с другими технологическими операциями всех машин. В данной ситуации важнейшей является задача позиционирования и точной остановки машин (±5 мм при массе машин от 250 до 450 тонн и скорости передвижения около 1 м/с).

Координацию работы всех коксовых машин осуществляет master PLC, расположенный в помещении под угольной башней. Master PLC следит за положением машин, выдаёт команды на их позиционирование у печи соответственно графику выдачи, собирает информацию с каждой машины и отправляет её в SCADA-систему «Коксовые машины» для отображения в диспетчерской коксовой батареи и в SQL-сервер для архивирования.

Каждая коксовая машина – обособленный объект; она оснащена PLC, который осуществляет управление электрическими и гидравлическими приводами. В кабине машиниста установлена жидкокристаллическая панель, позволяющая следить за состоянием машины, изменять режимы работы, диагностировать неисправности и выполнять задания master PLC (рис. 8).

Для передачи информации между машинами используется радиомодемная связь. Стационарные и подвижные радиомодемы имеют собственные IP-адреса, под этими адресами PLC машин представлены в общей сети комплекса. Инженеры, имеющие право на изменение программ, осуществляют доступ к программе PLC любой коксовой машины из служебного корпуса коксовой батареи.

SCADA-система «Коксовые машины» отображает положение всех машин на батарее, собирает и архивирует технологические данные (токи двигателей, показания температуры, скорость машин), формирует, выдаёт и архивирует аварийные сообщения по каждой машине.

Для реализации задачи позиционирования машин и точной остановки у заданной печи используются:

- импульсные датчики, установленные на машине;
- П-образный датчик позиционирования, установленный на машине;
- кодовые пластины, установленные напротив каждой печи.

Проезжая через пластины, позиционер считывает код и передаёт его в контроллер, а тот, в свою очередь, определяет позицию машины на батарее. Привод передвижения машины — многодвигательный, четыре пары двигателей постоянного тока управляются одним рабочим преобразователем. Определяя позицию машины, контроллер рассчитывает необходимое расстояние до заданной печи и задаёт преобразователю оптимальную скорость движения машины. Это позволяет осуществить задачу точной остановки машины в автоматическом режиме (рис. 9).

Ещё одна важная задача решается АСУ ТП участка коксовых машин — это автоматический приём кокса (АПК). Система АПК позволяет синхронизировать скорость движения выталкивающей штанги и вагона, принимающего кокс. Для этого скорость штанги коксовыталкивателя измеряется импульсным датчиком, передаётся по радиоканалу непосредственно в PLC электровоза, а тот, в свою очередь, задаёт величину скорости преобразователю привода передвижения. Всё это позволяет обеспечивать равномерный приём кокса в вагон.

В результате автоматизации участка коксовых машин были решены задачи, которые не удавалось решить на производстве ранее:

- автоматическое позиционирование и точная остановка машин;
- автоматический приём кокса;
- загрузка печей с контролем веса;
- точное определение позиций всех машин, находящихся на связи (в любой момент времени машинисту любой машины доступна информация о позиции остальных машин);
- контроль технологических параметров и передача их в информационную сеть предприятия;
- диагностика работы механизмов, находящихся на машинах.

Данная АСУ ТП позволила сократить время технологических операций, повысить качество работы оборудования, значительно облегчить работу технологическому персоналу батареи.

## Объекты химии

АСУ ТП объектов химии охватывает следующие технологические процессы: охлаждение прямого коксового газа и конденсация содержащихся в его составе паров воды и смолы, очистка газа от туманообразной смолы в электрическом поле высокого напряжения, а также хемосорбционные процессы, происходящие при улавливании из коксового газа аммиака, пиридиновых оснований и сероводорода. Для отсасывания коксового газа из камер коксовой печи и транспортировки его вплоть до потребителей служат газовые насосы — нагнетатели.

Первичное охлаждение коксового газа осуществляется в газосборниках, при этом происходит интенсивная конденсация паров смолы, которая вместе с аммиачной водой стекает в механизированные осветлители насосной конденсации. Главной целью

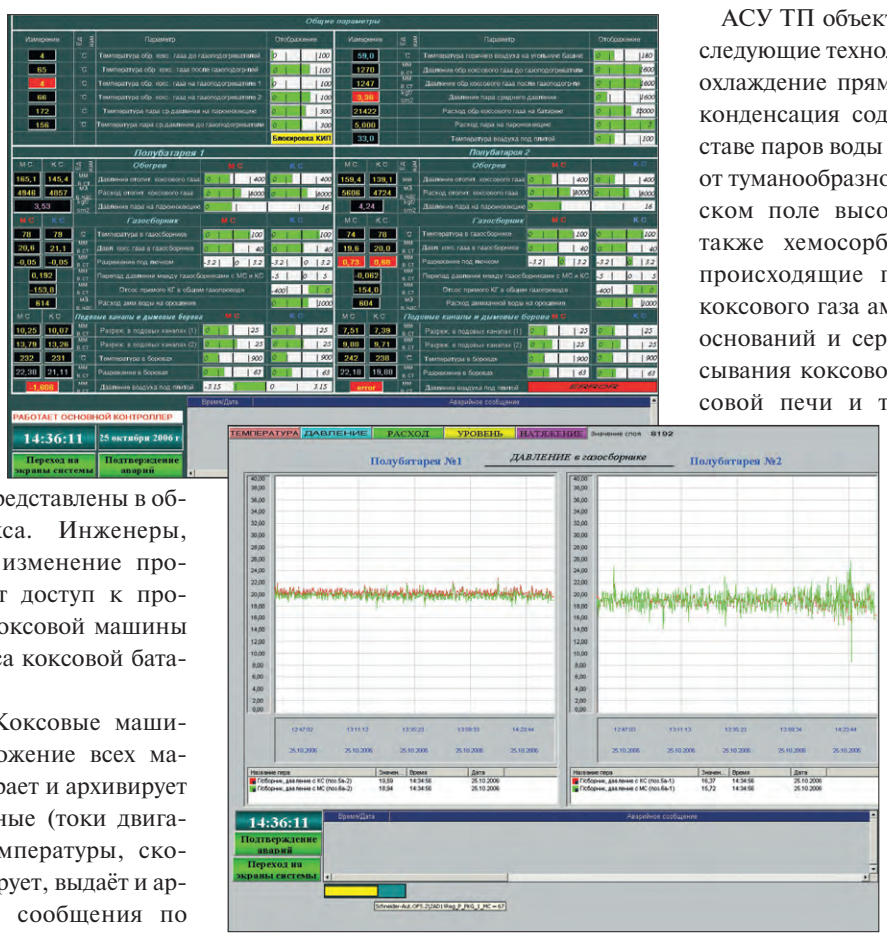



**Рис. 7. Таблица контролируемых параметров и графики**

Рис. 8. ЖК-панель в кабине машиниста

Рис. 9. Позиционирование коксовой машины с использованием датчиков и кодовых пластин

дальнейшего охлаждения газа является уменьшение его объёма для снижения расхода энергии на сжатие газа в нагнетателях. Выделение подавляющей части смолы в холодильниках позволяет исключить загрязнение аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования и отложение смолы и нафталина в газопроводах. Значительное количество смоляного тумана оседает в турбонагнетателях под действием центробежной силы. Окончательная очистка газа от смоляного тумана производится в электрофильтрах. В процессе охлаждения газа часть аммиака растворяется в конденсирующихся водяных парах, образуя надсмольную воду. На аммиачной установке производится обесфеноливание аммиачной воды и выделение летучего и связанного аммиака из надсмольной воды [2].

На участке объектов химии контроллеры управляют механизмами, ведут автоматическое регулирование различных параметров (рис. 10). Шкафы с PLC и удалёнными модулями ввода-вывода установлены в помещениях насосной конденсации, машинного зала и аммиачного отделения. Пульты управления находятся в служебных корпусах.

Внедрение АСУ ТП на данном участке комплекса позволяет персоналу держать под контролем и своевременно диагностировать большое количество механизмов и оборудования, расположенного не только внутри служебных корпусов, но и на рабочей площадке. Автоматическое регулирование температуры коксового газа после промышленных газовых холодильников (ПГХ) и агрегатов воздушного охлаждения газа (АВОГ), автоматическое управление клапанами на газосборнике и байпасе нагнетателей позволили:

- снизить количество отложений смолы и нафталина в трубопроводах;
- уменьшить энергозатраты за счёт поддержания на заданном уровне объёма охлаждённого газа, поступающего на нагнетатель;
- стабилизировать работу машинного зала, обслуживающего не только комплекс КБ № 5, но и другие коксовые батареи завода;
- отслеживать и архивировать измеряемые параметры;
- изменять задание автоматическим регуляторам.

## Заключение

Комплекс КБ № 5 производительностью более одного миллиона тонн кокса в год по своим технологическим, экономическим показателям, а также по уровню автоматизации не имеет аналогов в России. Ввод в эксплуатацию нового производства позволил организовать для жителей города 400 новых рабочих мест, что очень важно, так как ОАО «Алтай-Кокс» является градообразующим предприятием. Условия труда на новом комплексе качественно отличаются от условий на действующих батареях, характер труда стал более интеллектуальным и более привлекательным для высококвалифицированных кадров.

Существенным достижением явилось то, что в результате автоматизации технологических процессов удалось снизить количество вредных выбросов в атмосферу на 46%.

Среди несомненных достоинств внедрённой АСУ ТП следует особо отметить открытость данной системы. В планах реконструкции завода предполагается расширить существующую систему за счёт модернизации действующих производств. Выбранная концепция построения АСУ ТП и используемые в ней программно-технические средства позволят сделать это без особых проблем. ●

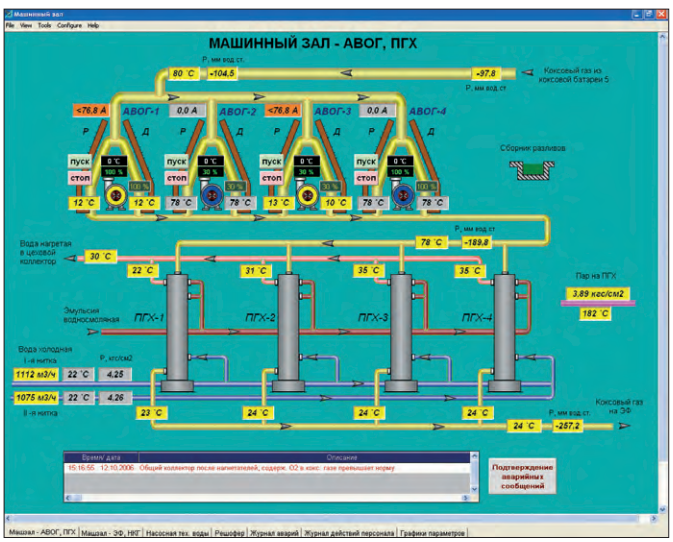



Рис. 10. Параметры объектов химии на мнемосхеме машинного зала

## Литература

1. Справочник коксохимика: Справочник в 6 томах / Под ред. А.К. Шелкова. — М. : Металлургия, 1964. — Т. 1.
2. Лейбович Р., Обуховский Я., Сатановский С., Кутовой П. Технология коксохимического производства. — М. : Металлургия, 1974.

**Авторы — сотрудники ЗАО «Тяжпромсервис»**
**Телефон/факс: (8-3843) 74-3598**

# Комплексный подход к построению систем управления технологическими процессами при приготовлении спиртовых бражек

*Александр Гунько, Игорь Комиссаров, Александр Дорофеев*

**В статье показана необходимость реализации комплексного подхода при модернизации технологических объектов. Данный подход был применён на Козловском спиртовом заводе при внедрении АСУ ТП приготовления спиртовых бражек и включении её в общую структуру АСУ ТП производства спирта. Представлены особенности технологического процесса, описаны аппаратная и программная части системы управления, её структура, функции, возможности операторского интерфейса. В заключительной части статьи приведены показатели эффективности реализации на практике описанных подходов и решений.**

## Введение

Не секрет, что внедрение новых технологий и автоматизированных систем управления технологическими процессами зачастую проводится локально, без учёта глубоких взаимосвязей между различными технологическими подсистемами. Это нередко приводит к тому, что эффект от внедрения получается меньше ожидаемого, а подчас порождает новые «узкие места». Поэтому модернизация технологических объектов с применением автоматизированных систем управления должна проводиться на основе комплексных подходов.

Реконструкция и модернизация существующих технологических схем приготовления спиртовых бражек при максимальном применении энергосберегающих технологических процессов с использованием современного технологического оборудования и высокоэффективных систем автоматического управления этими процессами приобретает всё более актуальный характер. Рациональный подбор исполнителей и применение комплексного подхода (технология, механика, энергетика, автоматизация) при разработке и внедрении прогрессивных решений в конечном итоге делают их высокоэффективными и высокорентабельными.

На Козловском спиртовом заводе Тернопольской области проведены работы по совершенствованию производственных процессов и внедрению современных технологий. Венцом выполненных работ в отношении той части производства, которая обеспечивает приготовление спиртовых бражек (размольный, варочный, дрожжебродильный участки), стали разработка и внедрение соответствующей АСУ ТП. Изначально ставилась задача, чтобы данная АСУ ТП удовлетворяла требованиям высокой скорости обмена информацией между распределёнными программными приложениями, находящимися на различных ПЭВМ вычислительной сети предприятия.

## Описание технологического процесса

На предприятии производство, обеспечивающее приготовление спиртовых бражек, охватывает несколько участков, которые находятся в разных смежных помещениях:

- участок измельчения зерна (размольный участок);
- участок варочный (гидроферментативной обработки крахмала);
- дрожжебродильный участок.

Каждый их этих участков отличается выполняемыми функциями.

Технологический цикл начинается на участке измельчения зерна (рис. 1). Сырьё поступает через зерноочистительную машину и подаётся в ёмкости суточного хранения, откуда, пройдя через производственные порционные весы, поступает на дробилки для измельчения до состояния муки. Далее мука в потоке смешивается с необходимым количеством горячей воды, которая дозируется в требуемом соотношении в зависимости от количества поступившего зерна, а в воду предварительно добавляется необходимый фермент (энзим). Полученная смесь (мука, вода, энзим) поступает в чан замеса, где поддерживаются требуемый температурный режим и уровень заполнения.

Затем эта смесь передаётся на варочный участок (рис. 2), где проходит через трубчатый пастеризатор, устройство перепада давлений и аппараты гидроферментативной обработки. После этого смесь охлаждается в пластинчатом теплообменнике и поступает в оса-

хариватель, куда дозируется композиция трёх ферментов (энзимов) и где стабилизируются температурный режим и уровень заполнения.

Осахаренное сусло поступает на теплообменник и после охлаждения подаётся в бродильное отделение либо в дрожжанки для выращивания производственных дрожжей, либо в бродильные ёмкости для приготовления спиртовой бражки.

**Рис. 1. Здание размольного участка ГП «Козловский спиртовой завод»**

Данный способ подготовки крахмалосоставляющего сырья для спиртового брожения в производстве спирта признан изобретением (19) UA (11) 8971 (51) 7 C12P7|06.

В дрожжевых и бродильных аппаратах поддерживается требуемый температурный режим. Бродильные аппараты оборудованы выносными теплообменниками для стабилизации температурного режима, который обеспечивается управлением насосными агрегатами подачи холодной воды. Ведение описанных технологических процессов производится в автоматическом режиме с помощью вычислительной техники.

Готовая бражка через передаточный чан подаётся в брагоректификационную установку для получения спирта-ректификата [1]. Перекачка производится центробежным насосом с частотным преобразователем, производительность насоса управляется контроллером брагоректификационной установки.

## Задачи, решаемые АСУ ТП

Для реализации технологического процесса приготовления спиртовых бражек была спроектирована и внедрена АСУ ТП на участках измельчения зерна, варочном (гидроферментативной обработки крахмала) и дрожжебродильном, она взяла на себя решение следующих задач:

- контроль, диагностика работы электроприводов по их токовой нагрузке;
- управление работой транспортных механизмов с целью наполнения бункера зерном в зависимости от нижнего и верхнего уровней зерна;
- стабилизация соотношения гидромодуля зерно-вода при приготовлении замеса (стабилизация концентрации замеса на оптимально требуемом уровне);
- оптимизация работы дробилок путём осуществления подачи зерна в зависимости от токовой нагрузки, а также отключение дробилки при перегрузке, перегреве корпуса дробилки или критической температуре электродвигателя;
- рациональная эксплуатация центробежных насосов с короткозамкнутыми асинхронными электродвигателями с частотным способом управления;
- дозирование энзимов с использованием обратной связи от их фактического расхода в зависимости от количества введённого крахмала;
- стабилизация температурных режимов технологических процессов в чане замеса, аппаратах гидроферментативной обработки, осахаривателе, дрожжанках и бродильных аппаратах;
- поддержание требуемых уровней заполнения в бункере зерна, чане замеса, аппаратах гидроферментативной обработки и осахаривателе;
- ведение текущего технологического протокола;
- поддержка предельно простого интерфейса управления системой, не требующего специальной подготовки обслуживающего персонала.

## Реализация системы

Поскольку описываемые в данной статье решения — продолжение работ по внедрению АСУ ТП на ГП «Козловский спиртовой завод» [1], то естественным является применение выбранной ранее платформы.

Для аппаратной части это IBM PC совместимая архитектура на базе оборудования промышленного назначения фирм Advantech, Fastwel, M-Systems, преобразователей Dataforth, датчиков Scaime, Omron, Метран, блоков питания Lambda, клеммных соединителей WAGO и шкафов Rittal. Такой выбор зарекомендовал себя как надёжное и современное решение с хорошим показателем «цена/качество», обладающее гибкостью реализации и возможностью наращивания структуры без радикального перестроения аппаратной части.

Для программного обеспечения это операционная система реального времени (ОС РВ) QNX 6.3, а также средства разработки ISaGRAF (фирма ICS Triplex ISaGRAF) и SCADA Silver 2.0 (компания RTS-Ukraine). Такая среда позволяет в кратчайшие сроки создавать высоконадёжные распределённые системы на основе собственного сетевого протокола QNET, а также делает возможным построение многоуровневых систем и расширение их за счёт добавления новых подсистем.

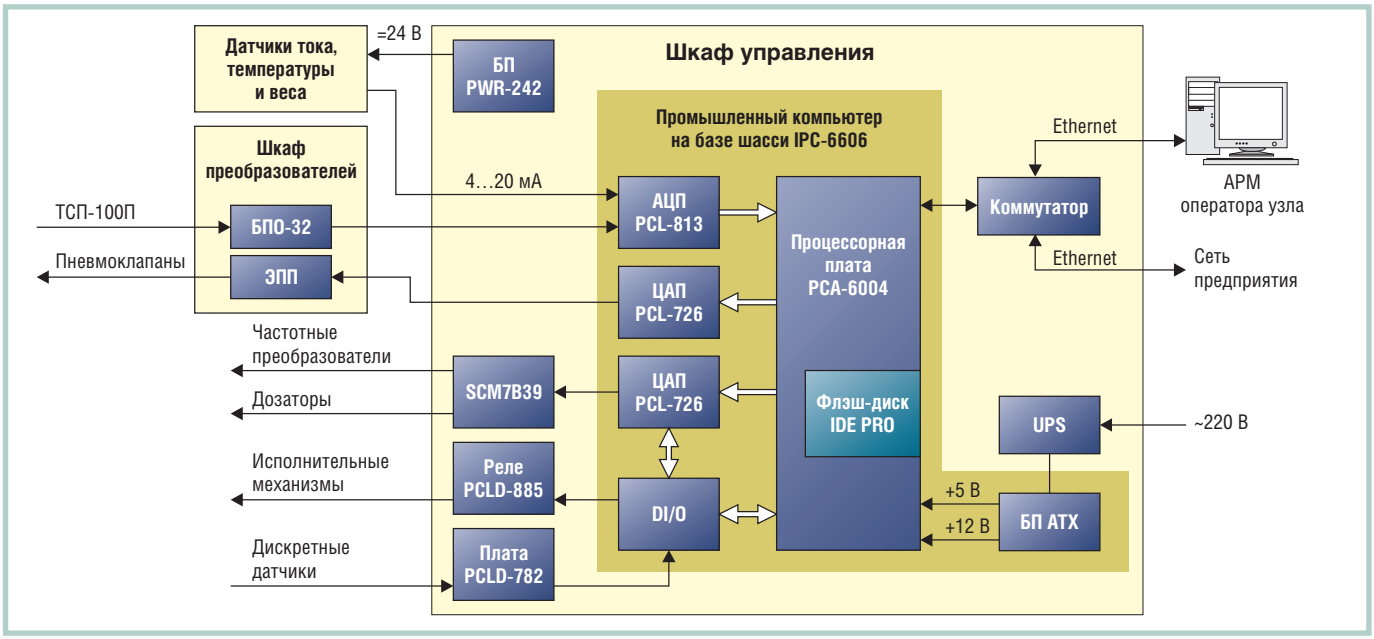
## Аппаратная часть

Аппаратная реализация функций описываемой АСУ ТП состоит из двух узлов: узел участка измельчения зерна (рис. 3) и узел дрожжебродильного и варочного участков (рис. 4). Оба узла связаны между собой, и поэтому все рабочие параметры и настройки визуально доступны с любого автоматизированного рабочего места (АРМ) операторов этих узлов.

Контроллер узла участка измельчения зерна (управляющий компьютер на базе процессорной платы PCA-6004 фирмы Advantech) регистрирует технологические параметры и управляет всеми технологическими операциями этого участка, начиная от подачи и взвешивания зерна до дозирования смешиваемых компонентов в чане замеса. Особенностью реализации является то, что практически все приводы (электродвигатели) этого участка оснащены датчиками тока. Аналоговые сигналы с этих датчиков через УСО поступают в контроллер, где их параметры анализируются и используются в алгоритмах управления, контроля и сигнализации.

Все механизмы подачи зерна управляются в автоматическом режиме, но при необходимости они могут управляться и

**Рис. 2. Технологический участок гидроферментативной обработки крахмала (низкотемпературной варки)**




Условные обозначения: ТСП-100П — термометры сопротивления; DI/O — порты дискретного ввода-вывода платы PLC-726; PWR-242 — блок питания для установки на DIN-рейку; БПО-32 — преобразователи сигналов термометров сопротивления; ЭПП — электропневмопреобразователи; SCM7B39 — нормализаторы сигналов с изоляционным барьером; БП АТХ — блок питания типа АТХ; UPS — источник бесперебойного питания; PCLD-782 — многоканальная плата гальванической развязки входных сигналов; PCLD-885 — многоканальная плата релейной коммутации.

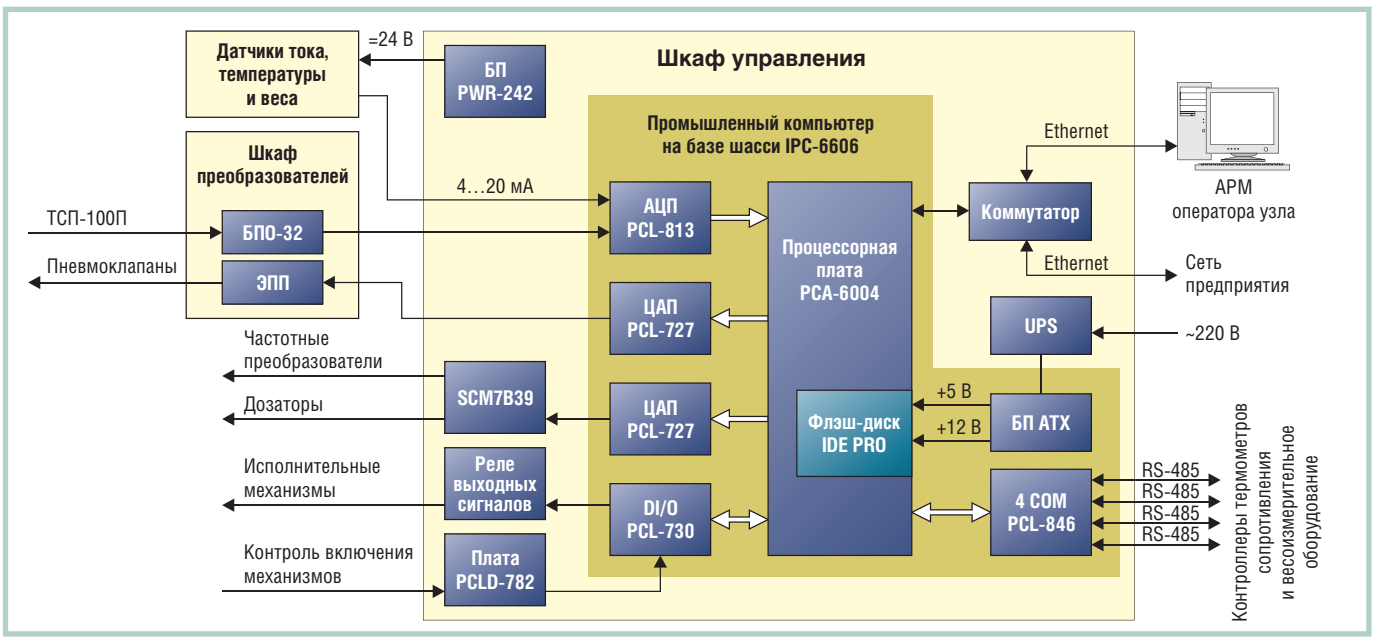
**Рис. 3. Структурная схема узла АСУ ТП участка измельчения зерна**

в ручном режиме. При реализации алгоритма управления запуском линии подачи зерна как в автоматическом, так и в ручном режимах контролируется состояние всех приводов. В случае сбоя в работе какого-либо механизма (аномальный ток привода или перевод в ручной режим) компьютер производит остановку механизмов линии подачи зерна в определённой последовательности до данного механизма, что исключает переполнение норий, бункеров, конвейеров и образование завалов.

Управление клапанами подачи воды и пара производится электропневмопреобразователями по аналоговому интерфейсу 4...20 мА. Дозаторы ферментов и частотные приводы механических дозаторов зерна управляются током 4...20 мА через модули нормализации сигналов и изоляции SCM7B39 фирмы Dataforth.

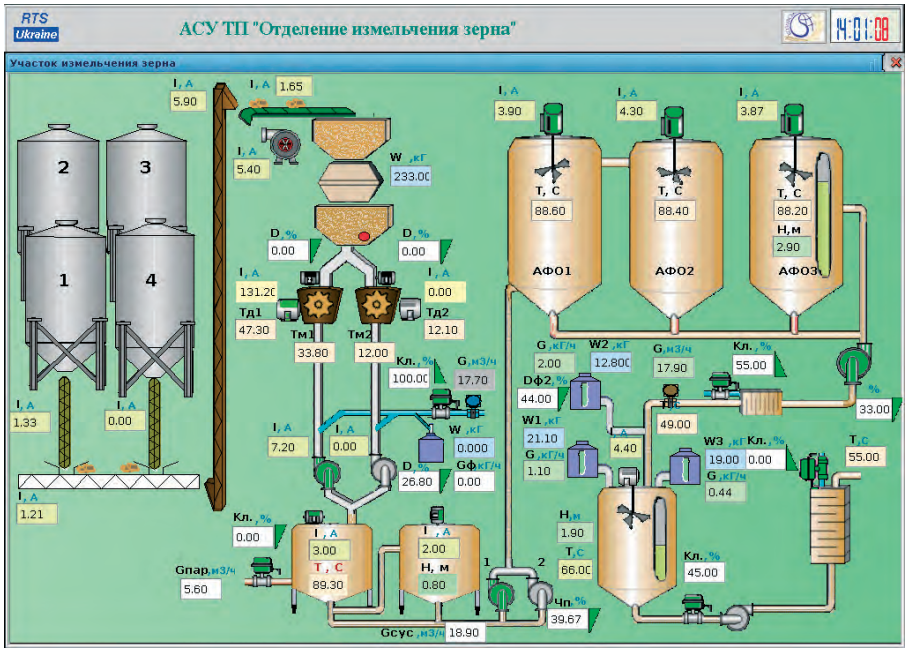
Для обеспечения человеко-машинного интерфейса используется отдельный компьютер – АРМ оператора, на котором ведётся вся база данных, отображаются все мнемосхемы (рис. 5), графики и панели настроек ПИД-регуляторов. Доступ к данным и настройкам закрыт паролями.

Узел дрожжебродильного и варочного участков (рис. 4) регистрирует данные и управляет всеми технологиче-




Условные обозначения: ТСП-100П — термометры сопротивления; DI/O — плата дискретного ввода-вывода; PWR-242 — блок питания для установки на DIN-рейку; БПО-32 — преобразователи сигналов термометров сопротивления; ЭПП — электропневмопреобразователи; SCM7B39 — нормализаторы сигналов с изоляционным барьером; БП АТХ — блок питания типа АТХ; UPS — источник бесперебойного питания; PCLD-782 — многоканальная плата гальванической развязки входных сигналов; 4COM — 4-портовая плата интерфейса RS-485.

**Рис. 4. Структурная схема узла АСУ ТП варочного и дрожжебродильного участков**




скими операциями на этих участках. Он имеет структуру, аналогичную структуре узла измельчения зерна. Отличие заключается в большем количестве входных и выходных сигналов и в применении подключённых через интерфейс RS-485 удалённых контроллеров для сбора информации с термометров сопротивления и весоизмерительного оборудования. Кроме того, механизмы этих участков – насосы, пневмоклапаны и дозаторы – работают не с зерном, а с суслом и ферментами. Но, как и в предыдущем случае, работа всех механизмов контролируется компьютером, и имеется возможность работать как в автоматическом, так и в ручном режиме.

Кроме трёх АРМ, установленных в узлах управления (брагоректификационная установка [1], узел участка измельчения зерна, узел дрожжебродильного и варочного участков), имеется АРМ дежурного технолога, который установлен в кабинете сменного технолога и вместе со всеми остальными компьютерами этого предприятия, участвующими в АСУ ТП, объединён в общую сеть с возможностью доступа к мнемосхемам, графикам и базам данных всех подсистем.

## Программная часть

Программная реализация функций АСУ ТП построена на базе QNX 6.3. Применение этой ОС РВ создаёт для прикладного программного обеспечения АСУ ТП высоконадёжную, эффективную, устойчивую к сбоям, распределённую среду исполнения.

Прикладное программное обеспечение разработано на базе двух программных пакетов: SCADA Silver 2.0 и пакета разработки ISaGRAF Workbench 3.4.

Среда исполнения Silver 2.0 обеспечивает высоконадёжную, эффективную распределённую реализацию информационной подсистемы АСУ ТП, выполняющей функции сбора данных, их ло-


LAMBDA

Практически для любых применений!

Универсальные AC/DC-преобразователи серии HWS

- Универсальный вход 85-265 В (47-63 Гц) или 120-370 В постоянного напряжения
- Выходные мощности от 15 до 1500 Вт
- Выходные напряжения от 3,3 до 48 В
- Высокие энергетические показатели качества
- Монтаж на шасси и DIN-рейку
- Диапазон рабочих температур от –40 до +71 °С (специальное исполнение)
- Устойчивость к вибрационным и ударным воздействиям: MIL-STD-810F
- Исполнение для применения в медицинском оборудовании
- Широкий набор сервисных функций
- Гарантийный срок 5 лет

Реклама

#220

PROSOFT®

МОСКВА Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
САМАРА Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

гической обработки и архивирования, аварийной и предупредительной сигнализации, интерфейса оператора.

Применение пакета разработки ISaGRAF Workbench 3.4 (включая целевую задачу под QNX 6.x) дало возможность разработать эффективные алгоритмы управления технологическими процессами приготовления бражки, используя технологические языки стандарта МЭК 61131-3 (в частности, язык функциональных блоков FBD). Использование технологических языков обеспечивает удобство разработки и дальнейшего сопровождения алгоритмов управления, а также хорошую наглядность.

Совместное использование программных пакетов стало возможным благодаря встроенным в Silver 2.0 механизмам интеграции с пакетом ISaGRAF на уровне общего пространства переменных.

Аналогичный подход был ранее применён при разработке АСУ ТП брагоректификационной установки производства спирта и хорошо себя зарекомендовал [1]. Кроме того, реализация единого подхода при построении АСУ ТП брагоректификационной установки производства спирта и АСУ ТП приготовления спиртовой бражки позволила легко объединить информационные подсистемы обеих АСУ ТП и обеспечить технологическому персоналу завода сквозной доступ к данным любого технологического участка.

## Подсистемы АСУ ТП и их функции

Особенностью построения и функционирования АСУ ТП приготовления спиртовых бражек является то, что она реализована в виде двух независимых подсистем, аппаратная часть которых представлена соответствующими узлами системы управления. Первая подсистема обеспечивает управление работой технологического оборудования участка измельчения зерна, а вторая – дрожжебродильного и варочного участков. Обе подсистемы имеют схожую аппаратную структуру, состоящую из контроллера сбора данных и управления и АРМ оператора (рис. 6). Контроллер осуществляет первичный сбор данных, их фильтрацию и логическую обработку, отрабатывает алгоритмы управления. На АРМ оператора возложены функции визуализации, сигнализации, архивирования данных, ручного управления, протоколирования.

Несмотря на то что обе эти подсистемы АСУ ТП могут работать автономно, их информационные подсистемы взаимосвязаны. В частности, каждое АРМ может одновременно отображать параметры обеих подсистем, что позволяет технологическому персоналу вести оперативный контроль за работой всех технологических участков с любого АРМ.

**Рис. 6. АРМ оператора дрожжебродильного и варочного участков и стойка управления**

Технологическому персоналу, кроме оперативной информации, доступна архивная информация в виде графиков, а также большое количество интегральных параметров, представленных в табличной форме (расходы зерна, сусла, ферментов, воды, пара за различные временные периоды — час, смена, сутки — и технологические циклы).

Подсистема управления участком измельчения зерна выполняет следующие функции:

- управление работой транспортных механизмов при наполнении бункера зерном;
- стабилизация соотношения гидромодуля зерно-вода при приготовлении замеса;
- оптимизация работы дробилок, а также их отключение при токовой перегрузке электродвигателя или перегреве;
- дозирование энзимов в зависимости от количества введённого крахмала;
- стабилизация температурного режима в чане замеса;
- поддержание требуемого уровня заполнения в чане замеса.

Подсистема управления дрожжебродильным и варочным участками выполняет следующие функции:

- дозирование энзимов в зависимости от количества поданного сусла;
- стабилизация температурных режимов технологических процессов в аппаратах гидроферментативной обработки, осахаривателе, дрожжанках и бродильных аппаратах;
- поддержание требуемых уровней заполнения в аппаратах гидроферментативной обработки и осахаривателе.

Функции непрерывного регулирования реализованы с помощью технологического языка FBD с применением программных блоков ПИД-регулирования в среде ISaGRAF.

В системе широко применялись связанные контуры управления, что обеспечило более высокое качество регулирования и стабилизации основных технологических параметров.

## Заключение

На протяжении последних трёх лет на госпредприятии «Козловский спиртовой завод» проводилась масштабная реконструкция, основной целью которой являлось увеличение качества и объёма выпускаемой продукции при снижении удельных энергетических и других затрат. Указанная цель была достигнута исключительно за счёт внедрения технологических новшеств и повсеместной автоматизации технологических процессов.

Внедрённые решения позволили производить непрерывное измерение, регулирование и управление в режиме реального времени следующими параметрами:

- индикацией, автоматическим включением, степенью загруженности в рабочем состоянии технологического оборудования для автоматической подачи зерна в производство;
- расходом газа, электроэнергии, воды, сусла, бражки, а также взвешиванием и дозированием зерна и ферментных препаратов при ведении технологических процессов;
- температурными режимами на всех стадиях производства;

- степенью заполнения ёмкостного оборудования;
- степенью открывания регулирующих органов;
- степенью загруженности электрических двигателей;
- частотой вращения центробежных насосов.

По всем этим параметрам обеспечена визуализация результатов их измерений в табличной и графической формах на всех АРМ технологической сети с формированием сменных технологических отчётов.

Эффект от внедрения всего технологического цикла от входа зерна до получения готового продукта определяется следующими факторами:

- предприятие имеет объективную оперативную информацию, что позволяет с наивысшей эффективностью вести технологические процессы на всех стадиях производства;
- имеется возможность оперативно выявлять отклонения технологических параметров (температура, количество, расход, давление, уровень, частота, токовые нагрузки и др.) от оптимальных значений, исключающих возникновение производственных потерь;
- разнообразная сигнализация позволяет оперативному персоналу вовремя отреагировать на ситуации, которые могут повлечь за собой малоэффективную работу производства.

Применение комплексного подхода (высокоэффективная технология, современные механика, энергетика, автоматизация) на стадии приготовления спиртовых бражек при разработке и внедрении прогрессивных решений опытными специалистами позволяет:

- удлинить сроки между дезинфекциями в 2-3 раза;
- исключить пропаривание бродильных аппаратов и дрожжанок;
- исключить работу паровых котлов с резко меняющейся нагрузкой;
- иметь расход пара от поступления зерна до получения готовой бражки на уровне 5-6 кг/дал спирта (на большинстве предприятий эта цифра выше более чем в 2 раза).

В итоге внедрённые решения позволяют заводу рентабельно вести свою производственно-хозяйственную деятельность, сертифицировать продукцию по стандарту ISO 9001, иметь стабильно высокое качество спирта-ректификата, а также увеличить выпуск спирта, так как данный спирт конкурентоспособен на рынке: выпуск за 2003 год – 642 тыс. дал, 2004 год – 763 тыс. дал, 2005 год – 941 тыс. дал.

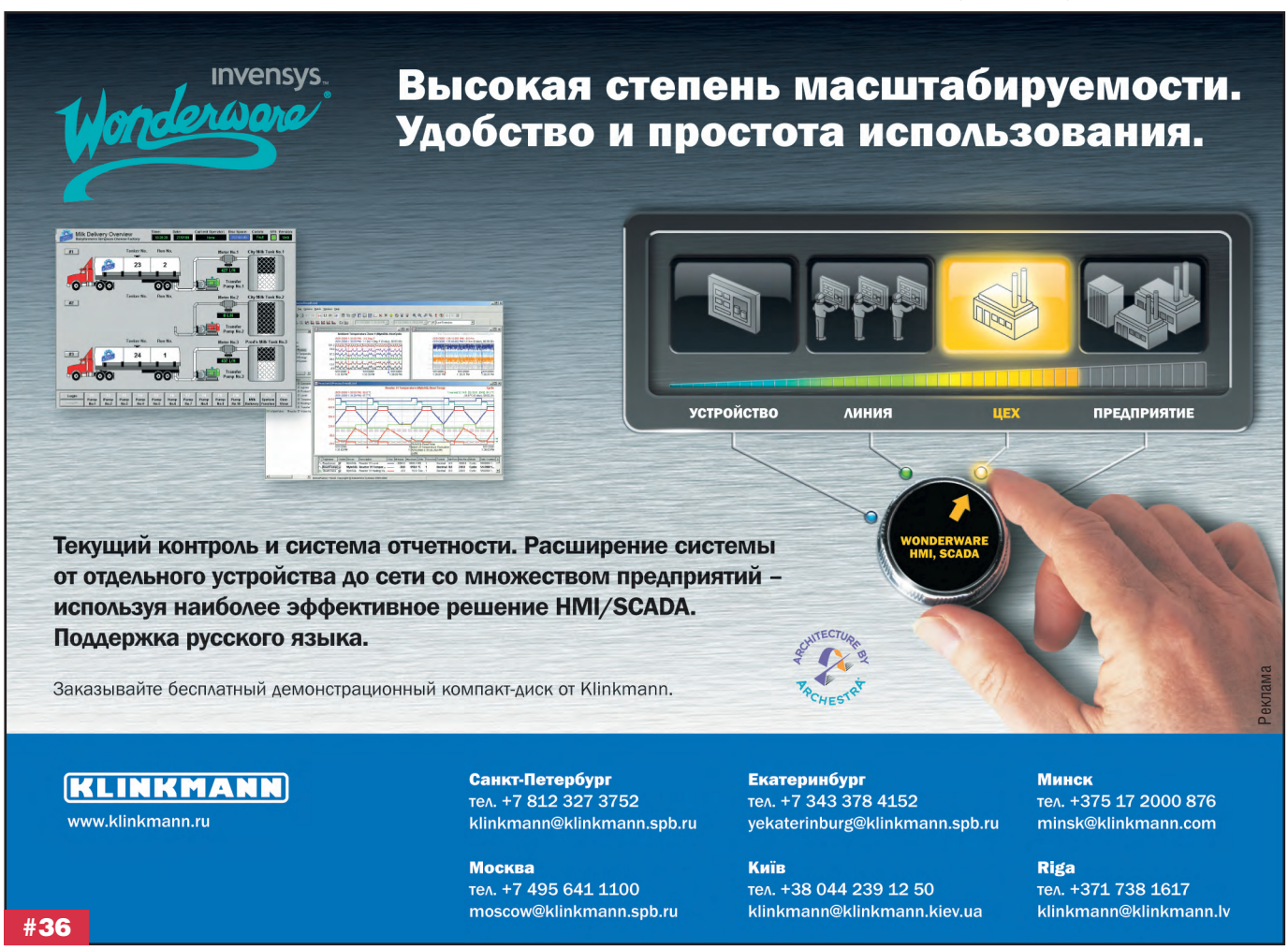
В связи с этим особую актуальность приобретает создание высокоинтеллектуального производства, обеспечивающего с наименьшими возможными в данных условиях затратами максимальную приспособленность предприятия к изменяющейся рыночной обстановке, расширение присутствия на рынке и получение преимущества перед конкурентами.

Статистика подтверждает преимущества комплексного подхода построения АСУ ТП в спиртовой отрасли. ●

## Литература

1. Гунько А., Комиссаров И., Дорофеев А. Комплексный подход к построению систем управления технологическими процессами производства спирта // Современные технологии автоматизации. 2006. № 1. С. 22-26.

**Авторы статьи — сотрудники фирмы АОЗТ «Системы реального времени - Украина»**
**Телефон: (+38 056) 770-0400, (+38 0562) 39-2223**
**Факс: (+38 0562) 32-4759**



# Системы автоматизации зданий: комфорт плюс экономия

*Ярослав Евдокимов, Александр Яковлев*

**Рассмотрены актуальные в области автоматизации зданий вопросы выбора аппаратной платформы и сетевой организации, оптимизации алгоритмов управления вентиляцией и отоплением. Приведены соответствующие решения из опыта внедрения проекта автоматизации вентиляционных установок автоцентра «Олимп» (г. Санкт-Петербург).**

## Введение

В последнее время слова «умный дом», «интеллектуальное здание», «автоматика зданий» стали часто встречаться в специальной литературе, а иногда и в средствах массовой информации. При этом зачастую создаётся впечатление, что главное в автоматике зданий — разные эффектные «штучки», такие как включение света голосовой командой или управление кондиционером, телевизором, баром и микроволновкой с единого беспроводного пульта. Но если бы это была лишь дорогостоящая игрушка, то рынок систем автоматизации зданий не развивался бы так быстро, как сейчас.

Наша фирма, успешно занимаясь более семи лет решением задач промышленной автоматизации, решила применить накопленный опыт в области автоматизации инженерных систем зданий. В данной статье мы попробуем с позиций разработчика разобраться, что же в основном подразумевается под автоматикой зданий и для чего она вообще нужна. За основу возьмём один из выполненных нами проектов, а именно проект автоматизации вентиляционных установок автоцентра «Олимп» в городе Санкт-Петербурге.

## Для чего необходимо устанавливать автоматику зданий?

Функциональное назначение любого здания — быть укрытием от внешней среды, создавать комфортные условия для пребывания человека. Чтобы условия были комфортными, помимо стен и крыши нужно обеспечить должное количество воздуха (вентиляцию) и его качество (отопление, кондиционирование). Также необходимо обеспечить освещение, бесперебойное электроснабжение и т.д. Таким образом, у нас получается современное здание, насыщенное всевозможными инженерными системами. Для управления этими системами нужна была бы целая армия обслуживающего персонала, если бы не автоматика. Следовательно, автоматика нужна для снижения затрат на обслуживающий персонал.

Немаловажную роль играет и качество управления системами. К примеру, человек повернёт кран калорифера несколько раз в сутки, а автоматический регулятор температуры отслеживает её изменения постоянно и в реальном времени. В результате в помещении поддерживается стабильная температура, которая не зависит от колебаний температуры воздуха за окном и температуры воды на выходе котельной (кстати, температура воды на выходе автоматизированной котельной также более стабильна). Следовательно, благодаря более высокому качеству управления работой систем автоматика способствует повышению комфорта в здании.

И, наконец, применение автоматики позволяет сократить затраты на энергоносители. Интересно, что западные авторы в качестве основной составляющей затрат выделяют освещение (и типовые западные разработки в области автоматики зданий в основном ориентированы на управление освещением), а российские — отопление. Это неудивительно: во-первых, в большей части России более холодный климат, а во-вторых, в нашей стране электроэнергия значительно дешевле по сравнению с европейскими странами. Каким же образом применение автоматики может снижать затраты энергии? Приведём простой пример. При неуправляемой системе отопления мы будем поддерживать такую выработку тепла, чтобы даже в самое холодное время в помещениях поддерживалась комфортная температура. В результате, когда на улице станет теплее, в помещении будет жарко. Мало того, что комфорт снизится, но ведь это ещё и прямой перерасход энергии! Улучшить положение может автоматическая система, обеспечивающая ровно ту температуру, которая нужна, – в результате снижаются затраты на энергоносители. Естественно, этот эффект достигается только в случае хорошо продуманных алгоритмов управления, заложенных в систему автоматизации.

Можно сделать вывод, что системы автоматизации зданий выполняют три основные функции:

1) повышение комфорта в здании,
2) снижение затрат на обслуживающий персонал,
3) снижение затрат на энергоносители.

## Постановка задачи. Система диспетчеризации или система автоматического управления?

После прочтения большинства статей по автоматизации зданий остаётся

впечатление, что основная задача — это дистанционное управление всем оборудованием с одного диспетчерского пульта. Вопросам построения систем диспетчеризации посвящено немало материалов. А вот уровень автоматики практически не освещается, создаётся впечатление, что он или не так важен, или уже настолько отработан, что и обсуждать нечего.

На самом деле система диспетчеризации обеспечивает только снижение расходов на персонал. Но даже тут важно, чтобы уровень автоматики обеспечивал сбор необходимых данных. Например, зачастую в системе предусматривается дистанционное управление вентиляцией, но нет нормального контроля состояния механизмов. В результате диспетчер не видит, включился ли на самом деле вентилятор или насос калорифера по его команде. Такая система скорее вредна, чем полезна: внедрена достаточно дорогостоящая система, назначение которой — снижение расходов на персонал, но персонал всё равно нужен для контроля состояния оборудования.

Что касается обеспечения комфорта и снижения энергозатрат, то тут система диспетчеризации вообще ничего не даёт. Для того чтобы обеспечивать помещения воздухом с заданными параметрами, необходимо управлять системами вентиляции и отопления. Конечно, это может делать и человек, сидящий за диспетчерским пультом, но такое управление будет явно неоптимальным. Только автоматические системы способны в режиме реального времени контролировать состояние воздуха и непрерывно регулировать его подачу, нагрев и охлаждение, не забывая переключаться между экономичным ночным и комфортным дневным режимом.

При работе над проектом «Олимп» нами успешно решены следующие задачи:

- создание системы автоматического управления (САУ) вентиляционными установками здания автоцентра в оптимальных режимах, задаваемых с диспетчерского пульта;
- передача информации от датчиков и шкафов автоматики на общий диспетчерский пульт, на котором в удобной форме отображается информация о режимах работы автоматики, состояниях исполнительных механизмов и температурах в помещениях.

Итак, при определении задачи автоматизации здания необходимо понимать, что низовой уровень автоматики — важная часть систем автоматизации зданий. Может быть, этот уровень настолько хорошо освоен, что о нём нет смысла рассуждать? Мы увидели, что это не так. Далее мы покажем, что как в аппаратной базе автоматики зданий, так и в алгоритмическом и программном обеспечении есть немало спорных моментов, на которые нужно обращать внимание при проектировании, и что не всегда решения, применяемые во внедряемых системах, являются оптимальными.

## Аппаратная платформа автоматики зданий

Во избежание путаницы введём два класса контроллеров, используемых в системах автоматизации зданий.

1. Конфигурируемые контроллеры — микропроцессорные устройства, в которые «зашита» программа управления с фиксированной структурой. Это может быть регулятор температуры, устройство релейного управления по уставкам или целая САУ вентиляционной установки с калорифером и рекуператором. Такие контроллеры имеют систему настроек, позволяющую в той или иной степени адаптировать САУ к автоматизируемому объекту. Программирование заключается в задании этих настроек через систему меню, подобно тому, как программируется видеомагнитофон на запись любимой передачи в определённое время. Недостатком таких контроллеров является отсутствие гибкости в случае изменения исходных данных. Если при проектировании была заложена определённая структура объекта, а потом что-то изменилось, например добавлен дополнительный вентилятор, то решение одно — менять контроллер.
2. Свободно программируемые контроллеры — это контроллеры в том смысле, к которому привыкли разработчики систем промышленной автоматизации. Процессорный модуль, снабжённый средствами сопряжения с устройствами ввода-вывода, программируется на каком-либо специализированном языке либо одном из стандартных языков программирования. Современная тенденция такова, что в качестве языков программирования, как правило, выступают языки стандарта МЭК 61131-3.

Чем же обусловлено сосуществование на рынке таких разных устройств? Дело в том, что конфигурируемые контроллеры в большинстве своём дешевле, чем свободно программируемые (хотя ценовые диапазоны и смыкаются). Это и понятно: данные устройства проще. Для интегратора тоже проще применить готовое решение, чем разрабатывать свою программу. Зачем же тогда нужны свободно программируемые устройства?

Один из ответов уже был дан ранее. Реалии нашей жизни таковы, что построенное здание может довольно сильно отличаться от начального проекта. В этой ситуации разработчик системы автоматизации должен иметь возможность гибко подстраиваться под изменения без особых затрат денег и времени.

Ещё одна причина применения свободно программируемых контроллеров — это возможность объединения управления различными системами в одном устройстве. Например, один контроллер может одновременно управлять и большой приточно-вытяжной системой с калорифером и рекуператором, и вспомогательными малыми вентиляционными установками. Благодаря гибкости программирования появляется возможность объединять установки по принципу территориальной близости к шкафу автоматики, уменьшая расходы на сами контроллеры, кабели, конструктивы... В итоге, несмотря на более высокую стоимость свободно программируемых контроллеров, система на них при корректном проектировании оказывается дешевле, чем система на основе конфигурируемых контроллеров.

Кроме того, для работы со свободно программируемым контроллером от разработчика АСУ ТП не требуется специальной подготовки (достаточно «общеотраслевых» знаний и навыков), чего не скажешь о конфигурируемом контроллере, причём опыт конфигурирования контроллеров одной фирмы мало применим к контроллерам другого производителя. Все эти соображения привели нас к тому, что нашей «генеральной линией» стало использова-

ние свободно программируемых контроллеров. Мы считаем, что такое решение оптимально для систем автоматизации зданий — Building management systems (BMS). Применение свободно программируемых контроллеров успешно решило задачу автоматизации вентиляционных установок в автоцентре, несмотря на то что они были различной мощности и территориально разнесены по всему зданию.

На рис. 1 представлена схема распределения шкафов САУ по приточно-вытяжным системам автоцентра «Олимп». Шкаф системы управления вентиляционной установкой в разных видах показан на рис. 2.

Нашей компанией давно и с успехом применялись модули ввода-вывода и контроллеры ведомого узла PROFIBUS из семейства WAGO I/O серии 750 фирмы WAGO (Германия). Например, использование этих устройств в САУ автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями (один из наших внедрённых проектов) показало их высокую надёжность, чрезвычайное удобство монтажа и обслуживания.

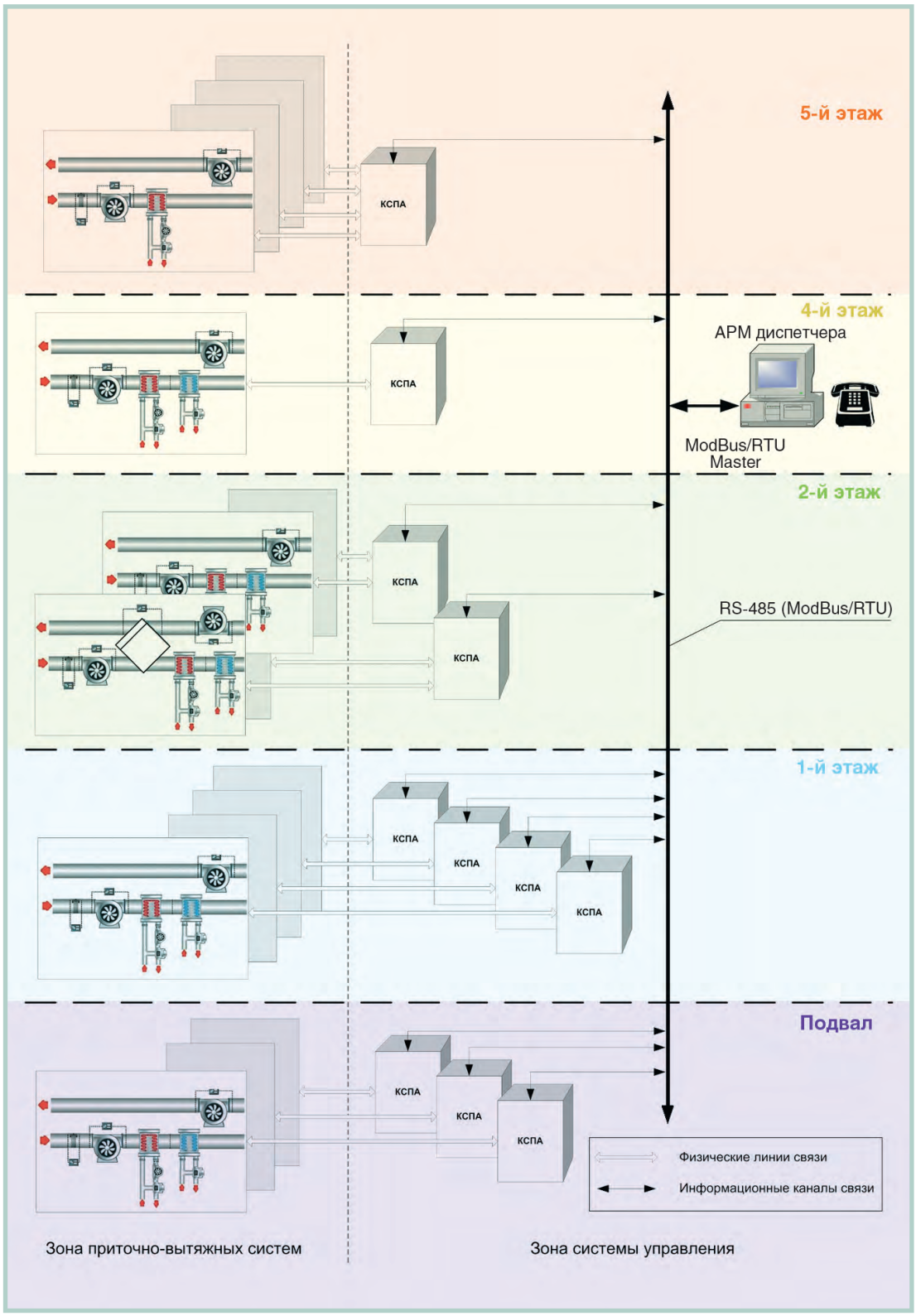



**Рис. 1. Схема распределения шкафов САУ (КСПА) по приточно-вытяжным системам автоцентра «Олимп»**

Оборудование WAGO I/O серии 750 широко применяется в промышленной автоматике, а в последнее время — и в автоматизации зданий. Среди сделанных на контроллерах WAGO I/O проектов автоматизации зданий такие «монстры», как штаб-квартира фирмы Bosch, главное полицейское управление Гамбурга, центр «Даймлер-Бенц» («Мерседес») в Потсдаме, Центральный банк города Саарбрюкена и т.д. Есть уже и отечественный опыт применения данных контроллеров в проектах автоматизации зданий банков, торгово-развлекательных центров, коттеджных посёлков (см. «СТА» № 4 за 2006 год).

Все эти факты повлияли на то, что для автоматики зданий мы выбрали программируемые контроллеры WAGO I/O серии 750. Оглядываясь назад, можем сказать: мы не пожалели о своём выборе (см. врезку «Сравнительный анализ контроллеров для автоматизации зданий»).

## Алгоритмы управления вентиляцией и отоплением

Один из основных источников затрат энергии в нашем холодном климате — это отопление. При автоматизации ин-

**Рис. 2. Шкаф системы управления вентиляционной установкой**

женерных систем здания нужно найти баланс между комфортом (необходимой температурой) и снижением затрат (достижением необходимой температуры с минимальным расходом энергии).

Действенным способом снижения затрат на отопление является применение рекуперации. Рекуператор тепла — это теплообменник барабанного или трубчатого типа, при помощи которого часть тепла от вытяжного воздуха передаётся холодному приточному воздуху, поступающему с улицы. Эффективность рекуператоров очень высока: рекуператор в приточной системе нагревает поступающий с улицы воздух от –20 до +10°С. Но без системы автоматики, регулирующей передачу тепла, можно получить довольно большие колебания температуры приточного воз-

## Сравнительный анализ контроллеров для автоматизации зданий

Проведём небольшой сравнительный анализ применяемых при автоматизации зданий контроллеров из числа наиболее часто встречающихся на российском рынке.

Здесь не анализируются системы для автоматизации малых по размеру объектов (Smarthome), так как это отдельный сегмент рынка, на котором действуют свои законы. Зато рассматриваются широко представленные на сегодняшний день в России свободно программируемые контроллеры компаний Honeywell, Johnson Controls, Siemens и WAGO, а также конфигурируемые контроллеры фирм REGIN, Polar Bear и ОВЕН.

### Свободно программируемые контроллеры

Свободно программируемые контроллеры компаний Honeywell, Johnson Controls, Siemens и WAGO способны обеспечить решение практически всех актуальных задач автоматизации зданий. При этом сами решения, предлагаемые разными компаниями, имеют различия.

**Контроллеры компании Honeywell**

Линейка контроллеров Honeywell представлена как несложными по своей функциональности контроллерами, решающими определённые локальные задачи, так и мощными контроллерами с распределённой системой ввода-вывода сигналов.

Отказавшись от шины C-Bus собственной разработки, компания стала поддерживать широко распространённую шину LonWorks. Такое решение позволило использовать её контроллеры с устройствами других производителей, совместимыми с шиной LonWorks.

Датчики, выпускаемые компанией для проектов типа «Умный дом», могут быть сопряжены с оборудованием других производителей.

Компания Honeywell весьма известна и уважаема в сферах промышленной автоматизации и автоматизации зданий, однако её информационная политика не отличается достаточной открытостью.

**Контроллеры компании Johnson Controls**

Johnson Controls (JC) — американская компания с многолетней историей деятельности в области автоматизации зданий. JC разработала свою концепцию и предлагает программные и аппаратные решения, применимые только в этой области. Хорошо проработаны вопросы, связанные с типовыми задачами, встречающимися при автоматизации зданий.

Программное обеспечение Metasys от JC имеет многослойную архитектуру. Есть мнение, что это является следствием недостаточно корректного подхода разработчиков при переходе к новому уровню программно-технических средств и отсутствия единого подхода к построению системы. При этом имеются серьёзные опасения относительно общей надёжности подобного «пирога» и сложности процесса разработки и модернизации. Подобные технологии имели место в начале 80-х годов, а при современном уровне развития техники такой подход представляется архаичным и ничем не обоснован. Способ программирования контроллеров не похож ни на один современный, и его освоение «с нуля» достаточно проблематично.

В связи с тем, что политика JC подразумевает полное неразглашение информации о своих технических продуктах, говорить о каких-либо «плюсах» и «минусах» контроллеров не представляется возможным. Ясно одно — внесение небольших изменений в функции или перечень подключаемого оборудования потребует серьёзной переработки проекта, может даже повлечь необходимость выезда представителей фирмы на объект для перенастройки оборудования и изменения архитектуры. Это, в свою очередь, повлечёт за собой немалые денежные затраты заказчика. Фактически покупатель приобретает чёрный ящик с набором входов и выходов, что не может не настораживать.

Кроме того, практически все датчики, выпускаемые JC, невозможно использовать совместно с оборудованием других производителей.

**Контроллеры корпорации Siemens**

В АСУ ТП давно и широко применяются контроллеры Siemens семейств SIMATIC S7 и LOGO!. Они хорошо зарекомендовали себя благодаря высокой надёжности, гибкости и простоте программирования. Эти универсальные контроллеры применяются и для автоматизации зданий, как правило, для решения сложных задач управления крупными инженерными системами торговых и производственных помещений. В то же время корпорация Siemens пред-

духа. Кроме того, тепла от рекуператора может не хватить, и тогда нужно задействовать калорифер. Чтобы отопление было наиболее эффективным, управление рекуператором и калорифером должно быть согласовано между собой: только тогда, когда возможности рекуператора использованы полностью, автоматика должна включать в работу калорифер.

Не случайно производители автоматики для вентиляционных систем достаточно давно отказались от управления отдельными подсистемами и начали создавать единые САУ приточно-вытяжных установок.

Задача управления калорифером, на первый взгляд, довольно проста: достаточно управлять трехходовым клапаном, регулируя подачу теплоносителя в зависимости от текущей и заданной температуры в отапливаемом помещении. Но проблема в том, что теплоносителем является обыкновенная вода, а значит, зимой есть опасность замерзания. Чтобы избежать этого, обычно алгоритм управления дополняется одним из следующих решений:

- подача команды на полное открытие (или фиксированную величину открытия) клапана калорифера при диагностировании опасности замерзания;
- запрет закрытия клапана калорифера при диагностировании опасности замерзания.

Оба решения имеют существенные недостатки. Если система автоматики открывает клапан полностью при любой опасности замерзания, то задача

лагает гамму изделий, специально предназначенных для автоматизации зданий. Направлением автоматизации инженерных и офисных систем зданий занимается подразделение Siemens Building Technologies, которое в настоящее время активно продвигает систему автоматики и управления для зданий DESIGO™. Эта система может быть подразделена на три уровня: уровень оборудования, уровень автоматизации, уровень управления. Благодаря идеологии распределённой системы управления каждый уровень может функционировать как отдельно, так и в составе комплексной системы.

Семейство контроллеров DESIGO™ PX представлено свободно программируемыми контроллерами двух типов: компактными с интегрированными входами-выходами и модульными с внешними сигнальными модулями. Также в системе есть панели оператора, Интернет-контроллеры и специализированные контроллеры для интеграции контроллеров других производителей.

Программирование контроллеров осуществляется при помощи фирменной среды разработки, в которой поддержаны языки стандарта МЭК 61131-3: IL и CFC. К сожалению, поддержка текстового высокоуровневого языка этого же стандарта (ST) отсутствует, что, конечно, повышает трудоёмкость разработки программного обеспечения (ПО).

Лицензионная политика данного производителя предполагает полное отсутствие каких-либо демо-версий. Покупатель должен заплатить около 2500 евро за среду разработки, поставляемую с аппаратным ключом, а также ежегодно продлевать лицензию примерно за 500 евро. При отсутствии активной лицензии открыть проект ПО невозможно. Более того, средства программной эмуляции контроллера отсутствуют; для отладки программы нужно иметь контроллер, подключённый к компьютеру. Всё это снижает привлекательность данной техники для системного интегратора.

Также следует сказать, что «родной» для системы DESIGO™ сетью является BACnet в физической среде LonWorks. Такое решение, будучи само по себе неплохим, тем не менее, порождает сложности при интеграции в единую сеть оборудования DESIGO™ и оборудования других производителей, поддерживающих «настоящий» протокол LonWorks.

**Контроллеры WAGO I/O**

Система на базе контроллеров WAGO I/O имеет концепцию построения, характерную скорее для промышленной автоматики, чем для систем автоматизации зданий. Эта концепция подразумевает использование как программируемых, так и пассивных базовых контроллеров со свободно формируемым набором сигнальных модулей. Так, один базовый контроллер может управлять, к примеру, системами вентиляции, освещения и доступа одновременно в отдельно взятом месте здания. Для небольших задач приемлема централизованная архитектура с использованием одного программируемого контроллера и пассивных базовых контроллеров. Программируемые и пассивные базовые контроллеры могут связываться с системой диспетчеризации при помощи самых разнообразных интерфейсов: Ethernet TCP/IP, PROFIBUS-DP, LonWorks, ModBus, CANbus и пр. Гибкость системы позволяет минимизировать затраты на реализацию, так как нет необходимости приобретать отдельные специализированные элементы для управления тем или иным оборудованием. При возникающих изменениях количества сигналов доработка весьма проста.

Контроллеры и сигнальные модули компактны, что позволяет компоновать весьма сложные системы автоматики в шкафах небольших размеров. С этим связан такой курьёзный случай: когда наша фирма поставила систему автоматики вентиляции на объект, представитель поставщика вентиляционного оборудования, не знакомый с техникой фирмы WAGO, открыл шкаф и возмутился: «А где же контроллер?» Действительно, на фоне солидных блоков питания и трансформаторов контроллер «затерялся» (аналогичную картину можно видеть на фотографии шкафа управления с открытой дверцей — рис. 2). Конечно, всё быстро выяснилось, и «несолидно» выглядящая техника показала своё истинное качество.

Несомненным плюсом систем WAGO I/O является возможность сопрягать контроллеры практически с любым оборудованием сторонних производителей как нижнего, так и верхнего уровней. В отличие от других подобных систем заказчика не пытаются «посадить на иглу» — у него есть свобода выбора.

В качестве среды разработки ПО используется CoDeSys фирмы 3S — Smart Software Solutions. Без преувеличения, это одна из лучших в мире систем технологического программирования. Поддержаны все языки стандарта МЭК 61131-3, есть возможность создания экранов визуализации, среда чрезвычайно надёжна в работе и имеет хорошие оптимизирующие компиляторы для самых разных контроллеров.

Тот факт, что система WAGO I/O популярна и применяется при автоматизации сложных технологических объектов, говорит о её надёжности и, несомненно, о больших перспективах в области автоматизации зданий. В Европе уже внедрено много крупных проектов автоматизации зданий на контроллерах WAGO I/O. Всё больше таких проектов внедряется и в России.

защиты от замерзания будет выполнена, но при этом будет повышен расход энергии, а температура в отапливаемом помещении будет несколько повышена по сравнению с заданием.

Если же автоматика блокирует положение клапана, запрещая его закрытие при угрозе замерзания, то в силу тепловой инерции объекта возможно понижение температуры ниже точки, в которой сработала блокировка, и это может привести к замерзанию. Поэтому при настройке системы автоматики уставку замерзания приходится искусственно поднимать, что приводит опять-таки к повышению расхода тепла и поддержанию несколько повышенной температуры в отапливаемом помещении.

Нами была разработана схема, в которой клапан всегда открывается ровно на столько, на сколько надо. Принцип её действия определяется несколькими независимыми контурами обратной связи и селектором минимума. Контуры обратной связи по температуре в отапливаемом помещении, температуре обратной воды в калорифере и воздуха за калорифером работают независимо, обеспечивая плавный переход с одной регулируемой величины на другую. В результате, если калорифер приближается к замораживанию, не происходит каких-то резких переключений управляющих воздействий. Ограничительный контур безударно перехватывает управление и начинает

## Конфигурируемые контроллеры

**Контроллеры фирмы REGIN**

Фирма REGIN выпускает следующий ассортимент продукции, относящейся к рассматриваемым задачам:

- регуляторы температуры;
- термостаты;
- гидростаты;
- датчики температуры;
- конфигурируемые контроллеры.

Цена самого дорогого и мощного контроллера, совместимого с LonWorks, от этого производителя — 930 евро. Контроллеры созданы именно для задач вентиляции и кондиционирования. Простая настройка при помощи меню, все типовые задачи решены: режимы день/ночь, защита от замерзания и т.д. Единственный недостаток, который нам удалось обнаружить, — невозможность прямого подключения к этому контроллеру датчиков температуры, отличных от Pt1000. С другой стороны, это можно скомпенсировать наличием в контроллере стандартных аналоговых входов.

Цена такого контроллера сопоставима с ценой некоторых свободно программируемых контроллеров, поэтому данная продукция занимает «пограничную» область. Целесообразность применения в каждом конкретном проекте должна оцениваться отдельно.

**Контроллеры фирмы Polar Bear**

Нам не удалось понять, почему эти контроллеры достаточно широко представлены (и, видимо, продаются) на российском рынке. По внешнему виду эти устройства напоминают советские изделия 60-70-х годов. Функций мало, никаких интерфейсов — ничего. При том цена более или менее пристойного изделия — около 640 евро. Надо отметить, что другие устройства этой фирмы, например позиционеры регулирующих клапанов, показали себя вполне достойно. Видимо, фирма в какой-то момент решила расширить ассортимент продукции в сторону контроллеров, но сделала это откровенно неудачно.

**Контроллеры фирмы ОВЕН**

Фирма ОВЕН — это отечественный производитель, позиционирующий себя как изготовитель дешёвых средств автоматизации. В основном разрабатывает различные локальные регуляторы. Но большую систему автоматизации сделать на таких контроллерах практически невозможно (хотя некоторые разработчики пробуют); судя по отзывам в Интернет-форумах, есть некоторые недоработки. Отдельные блоки хорошо применяются для решения локальных задач. Часть модулей содержит коммуникационный интерфейс RS-485.

Автоматика достаточно популярна, у фирмы очень грамотная техническая поддержка. В целом продукция оставляет положительное впечатление, но несколько не вписывается в рассматриваемую нами нишу BMS.

Также производитель продвигает свою SCADA-систему. Она очень легко конфигурируется, но предназначена для работы только с автоматикой фирмы ОВЕН. Предоставляется бесплатно, но производитель не гарантирует отсутствие ошибок.

## Результаты сравнения

Приведём результаты сравнения рассмотренных контроллеров для систем автоматизации зданий.

Сравнительные оценки свободно программируемых контроллеров отражает табл. 1, а конфигурируемых контроллеров — табл. 2.

Наше общее впечатление: к сожалению, на рынке автоматизации зданий ещё распространены закрытые решения, ничем не оправданные «фирменные» секреты, за которыми зачастую скрывается просто техническое несовершенство продукции. Выбирая аппаратную платформу, необходимо не только смотреть на рекламные заявления типа «Мы — лидеры рынка автоматизации зданий», а внимательно проверять полноту и доступность технической информации и технической поддержки. ■

*Таблица 1*

**Сравнительная оценка свободно программируемых контроллеров компаний Jonson Controls, Honeywell, Siemens и WAGO**

| Показатели / Производители | Гибкость системы | Доступность информации и техническая поддержка | Возможность подключения оборудования других производителей | Программная поддержка | Цена | Общая оценка |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Johnson Controls | ✪ | ✪ | ✪ | ✪✪ | ✪✪✪ | ✪ |
| Honeywell | ✪✪✪✪ | ✪✪ | ✪✪✪✪ | нет данных | ✪✪✪✪ | ✪✪✪✪ |
| Siemens | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪ | ✪✪✪ | ✪✪✪✪ | ✪✪✪✪ |
| WAGO | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ |

*Таблица 2*

**Сравнительная оценка конфигурируемых контроллеров фирм REGIN, Polar Bear и ОВЕН**

| Показатели / Производители | Гибкость системы | Доступность информации и техническая поддержка | Возможность подключения оборудования других производителей | Программная поддержка | Цена | Общая оценка |
|---|---|---|---|---|---|---|
| REGIN | ✪✪✪ | ✪✪ | ✪✪✪ | ✪✪✪ | ✪✪ | ✪✪✪✪ |
| Polar Bear | ✪✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪✪ | ✪ |
| ОВЕН | ✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ | ✪✪✪✪✪ |

стабилизировать температуру воды или воздуха за калорифером, удерживая её на минимально допустимом безопасном уровне (см. врезку «Графики переходных процессов при защите калорифера от замораживания»).

Зачастую при создании инженерных систем зданий разработчики экономят на обвязке исполнительных механизмов сигналами обратной связи. И действительно, зачем ставить на заслонку сигнализаторы конечных положений и вводить эти сигналы в систему автоматики, если несработавшая заслонка не приведёт к чему-то катастрофическому? Вентилятор скорее всего не будет сломан, если поработает некоторое время при неоткрытой заслонке, а по необычному шуму дефект будет быстро обнаружен и устранён.

Но если вдуматься, такой подход противоречит самой идее интеллектуального здания. Смысл внедрения дорогостоящей автоматики в том и состоит, чтобы снизить расходы при эксплуатации. А добиться этого можно, снизив энергопотребление и уменьшив численность обслуживающего персонала. О каком снижении энергопотребления может идти речь, если вентиляторы время от времени работают «в стену»? А если автоматика не может обнаружить неисправность самостоятельно, то таким обнаружением должен заниматься персонал. В большом здании это означает большое количество работников и непрерывные обходы оборудования. Зачем тогда нужна система автоматизации и диспетчеризации?

Получается, что желание сэкономить на комплектации системы автоматики оборачивается снижением (возможно, до нуля) экономического эффекта от внедрения системы.

Применение различных датчиков обратной связи (концевые выключатели, датчики положения регулирующих заслонок и т.п.) в сочетании с гибко программируемыми контроллерами позволяет создать действительно «интеллектуальную» систему, которая не только переключает аппаратуру по заданной программе, но ещё и может сообщить диспетчеру о дефектах оборудования. Представим, что в торговом центре на вентиляционной установке при попытке включения не открылась заслонка приточного воздуха. Автоматика ждёт некоторое время, удерживая команду на механизм заслонки, после чего выдаёт сигнализацию и не включает приточный вентилятор. Диспетчер, получив сигнал «Приточная заслонка № 7 на установке П5 не открылась», может вовремя принять меры, опера-

## Графики переходных процессов при защите калорифера от замораживания

Рис. 3 иллюстрирует три варианта защиты калорифера от замораживания. Переходные процессы, показанные на рисунке, являются результатом компьютерного моделирования ситуации понижения задания на температуру приточного воздуха с 25 до 18°C с ограничением минимальной температуры обратной воды калорифера на уровне 15°C. Изменение задания происходит в момент времени t=100 с, после чего регулятор калорифера отрабатывает изменившееся задание. Тонкие вертикальные пунктирные линии отображают моменты срабатывания ограничения по температуре обратной воды.

Видно, что в системе с фиксированным открытием клапана (верхний график) при ограничении минимальной температуры начинаются незатухающие колебания. Регулятор снижает температуру воздуха, вместе с этим понижается температура обратной воды. Когда температура воды доходит до 15°C, ограничитель выдаёт команду на открытие клапана на 50%. Температура начинает расти, ограничение перестаёт работать, и регулятор основного параметра начинает уменьшать открытие клапана с целью достижения заданной температуры. Температура воды снова падает, и процесс циклически повторяется.

От этого недостатка свободна система, в которой при опасности замерзания ограничивается (запрещается) дальнейшее закрытие клапана (средний график). Но при таком построении системы ограничиваемая температура снижается ниже допустимого предела за счёт инерции объекта. Причём величина этого снижения может быть различной и зависит от темпа уменьшения температуры в момент ограничения. На практике это означает, что значение минимально допустимой температуры приходится завышать, чтобы избежать замораживания. Это приводит к сужению диапазона регулирования и работе с некоторым перерасходом тепловой энергии.

Система с ограничительным контуром регулирования (нижний график) начинает ограничивать температуру заранее, не дожидаясь достижения предельного уровня. В результате происходит безударный выход на величину ограничения. Поскольку температура ограничивается регулятором, темп снижения учитывается автоматически: регулятор быстрее приоткроет клапан при более быстром её падении. ■

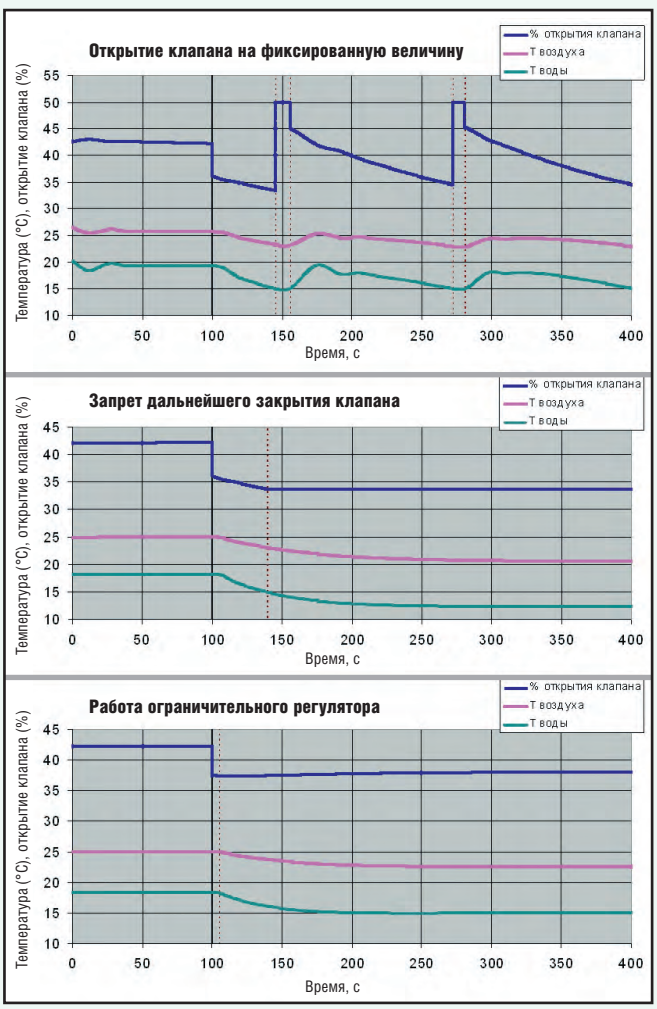



**Рис. 3. Графики переходных процессов для защиты калорифера от замораживания**

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ - НАША СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

# ROBO

## СЕРИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Производитель серии промышленных компьютеров ROBO - компания IPC2U

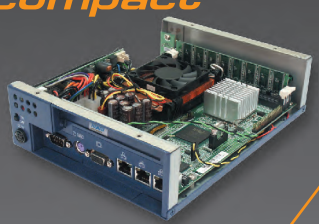
### ROBO classic

Мощные и надежные компьютеры ROBO Classic сочетают в себе отказоустойчивость, защищенность от неблагоприятных условий внешней среды, производительность и удобство в эксплуатации.

**КОМПЬЮТЕРЫ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ**

- Установка в 19" стойку
- Сбалансированная конфигурация
- Многолетний опыт применения
- Полное тестирование
- Термотренировка 24 часа
- Увеличенный срок гарантии
- Сертификат соответствия Госстандарта России

### ROBO compact



ROBO Compact отличаются компактными размерами и обеспечивают достаточный для промышленных применений уровень надежности и функциональности.

Компьютеры ROBO Compact нашли свое применение в ряде приложений, в которых дефицит рабочего пространства накладывает основные требования на устанавливаемую систему.

**КОМПАКТНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ**

- Ударопрочные корпуса
- Компактные размеры
- Высокая функциональность
- Универсальность крепления
- Сертификат соответствия Госстандарта России

### ROBO mobile

Переносные компьютеры ROBO Mobile сочетают в себе функциональность промышленных компьютеров с высокой мобильностью. Это позволяет использовать их для создания мобильных диагностических систем и измерительных комплексов, применять в полевых лабораториях и передвижных центрах обработки информации.

**МОБИЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ**

- Ударопрочный корпус
- Виброустойчивое крепление компонентов
- До 10 слотов расширения
- Расширенный диапазон рабочих температур
- Русифицированная клавиатура
- Сертификат соответствия Госстандарта России

### ROBO panel

Основная конструктивная особенность панельных компьютеров ROBO Panel заключается в том, что в одном корпусе объединены промышленный компьютер и LCD-монитор. Размер компьютера по передней панели соответствует размерам стандартной LCD-панели, а толщина составляет всего 100-110мм. Это позволяет устанавливать такой компьютер как в панель, так и в 19" стойку.

**ПАНЕЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ**

- Диагональ экрана 12", 15", 17", 19"
- Монтаж в 19" стойку или в панель
- Защита IP65 по передней панели
- Сенсорный экран
- Наличие всех необходимых интерфейсов
- Возможность расширения: 1 или 2 слота PCI
- Сертификат соответствия Госстандарта России

Microsoft Windows | QNX SOFTWARE SYSTEMS | intel inside pentium | intel inside pentium 4 | intel inside pentium M | intel inside pentium D | intel Core 2 Duo | AMD Geode

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ ГОСТ Р № РОСС RU.ME67.B04109

ipc2U
Industrial PC to you

**IPC2U - Дистрибуция**

web: www.ipc2u.ru, www.icn.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 232-02-07, Факс: (495) 232-03-27,
E-mail: sales@ipc2u.ru

г. **Санкт-Петербург**, Тел.: (812) 271-56-02, Факс: (812) 271-56-06,
E-mail: spb@ipc2u.ru

г. **Екатеринбург**, Тел.: (343) 381-56-26, Факс: (343) 381-56-27,
E-mail: ekb@ipc2u.ru

ICOS

**ИКОС - Комплексные решения**

web: www.icos.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 937-72-00, Факс: (495) 937-72-10,
E-mail: sales@icos.ru

г. **Санкт-Петербург**, Тел.: (812) 271-56-02, Факс: (812) 271-56-06,
E-mail: spb@icos.ru

г. **Набережные Челны**, Тел.: (8552) 53-94-40, Факс: (8552) 53-94-17,
E-mail: chelny@icos.ru

Реклама

тивно направив ремонтников в нужное место. В результате дефект будет достаточно быстро устранён, посетители торгового зала не заметят ни духоты, ни дискомфортной температуры, а собственник магазина не понесёт убытков от повышения расхода электроэнергии.

Надо заметить, что в системах промышленной автоматизации контроль срабатывания исполнительных механизмов — это совершенно обычная практика. Можно возразить, что цена несрабатывания, например, на газопроводе — это возможная авария, способная нанести огромный ущерб, а то и повлечь человеческие жертвы, а в системе вентиляции — это просто относительно небольшие убытки. Но ведь именно ради уменьшения таких убытков и внедряются системы автоматизации зданий! Поэтому, по нашему мнению, нужно ещё на этапе проектирования закладывать в систему такие решения, которые помогут диагностировать состояние механизмов и принимать оперативные решения при каких-либо неполадках.

В некоторых случаях одного контроля исполнительных механизмов мало. Например, недостаточно проконтролировать, что сработал пускатель циркуляционного насоса калорифера. Если пускатель сработал (система автоматизации и диспетчеризации получила сигнал, что всё в порядке), а насос по какой-то причине не запустился, то калорифер нормально работать не будет: нет притока теплоносителя, а значит, нет теплопередачи. Диспетчер увидит только тот факт, что регулятор калорифера по какой-то причине не может удержать заданную температуру приточного воздуха. Именно такую ситуацию мы наблюдали на одном из объектов. А исправить положение довольно просто: нужно еще при проектировании заложить в систему реле протока за насосом и контролировать наличие протока при работе насоса. Более того, такое несложное решение позволит в некоторых случаях предотвратить поломку оборудования, отключив насос при отсутствии воды в контуре.

*Таблица 3*

**Рейтинг отдельных алгоритмических решений в системах автоматизации зданий**

| Показатели рейтинга / Решения | Комфорт в здании | Снижение затрат на энергию | Снижение затрат на персонал | Снижение затрат на ремонты | Цена системы |
|---|---|---|---|---|---|
| Неполный контроль исполнительных механизмов | ●●● | ●●● | ●● | ●●● | ●●●●● |
| Полный контроль исполнительных механизмов | ●●●● | ●●●● | ●●●● | ●●●●● | ●●●● |
| Полный контроль исполнительных механизмов и усовершенствованное управление калорифером | ●●●●● | ●●●●● | ●●●● | ●●●●● | ●●●● |

Рейтинг отдельных алгоритмических решений в системах автоматизации зданий отражает табл. 3. Из этой таблицы видно, что хорошо продуманные алгоритмы управления немного увеличивают цену системы, но при этом её характеристики существенно улучшаются. Вывод: не следует экономить на хорошей проработке алгоритмов управления и на получении информации о состоянии объекта. И тут преимущество имеет та фирма, которая выполняет все этапы разработки, начиная с проекта и ТЗ, и имеет возможность самостоятельно разрабатывать прикладные программы.

## Сеть для связи с системой диспетчеризации

Устройства автоматики зданий интегрируются в систему диспетчеризации при помощи вычислительной сети. За время существования вычислительных сетей создано достаточно

## Сетевые протоколы для построения систем диспетчеризации

Рассмотрим четыре протокола, два из которых используются исключительно для САУ зданиями, а два других являются универсальными и применяются не только в системах автоматизации зданий, но и в системах управления иного назначения, прежде всего в АСУ ТП.

### LonWorks

Отличие протокола LonWorks в том, что он целиком реализуется на аппаратных средствах. Если в устройство интегрирована специальная микросхема Neuron, разработанная фирмой Echelon и выпускаемая такими компаниями, как Toshiba и Motorola, то у системного интегратора есть возможность при помощи специального конфигуратора формировать нужные связи устройств и организовывать передачу данных без программирования. Более того, сеть можно модифицировать в режиме on-line без перезапуска устройств. Несомненно, это удобно. LonWorks поддержан многими производителями как контроллеров, так и интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств. Часто можно слышать даже утверждения типа «LonWorks — стандарт де-факто в автоматизации зданий» (правда, заметим в скобках, что точно такие же фразы с заменой «LonWorks» на своё название высказывают разработчики некоторых других протоколов).

Вообще создаётся впечатление, что разработчики LonWorks тяготели к «нижнему» уровню автоматизации. С помощью LonWorks легко и просто организуется сеть, объединяющая устройства с небольшим количеством тегов на каждом узле. По поводу количества тегов надо сказать особо. 52 тега (входных и выходных переменных в сумме) — это зачастую очень мало. Несколько улучшает положение наличие структурных типов данных, позволяющих паковать в один тег довольно много информации.

В больших системах сами разработчики предупреждают о возможности конфликтов. Чтобы их избежать, введено понятие приоритета сетевых связей. Впрочем, мировая практика говорит о том, что весьма крупные проекты автоматизации зданий могут создаваться с применением технологии LonWorks.

### BACnet

BACnet — сравнительно недавно разработанный протокол самого верхнего, прикладного уровня. Также спецификация протокола охватывает сетевой уровень. На физическом и канальном уровнях BACnet может использовать как вполне традиционные Ethernet, RS-232, RS-485, так и среду сети LON. В результате системный интегратор получает высокоуровневую надстройку над LON. Протокол определяет набор стандартных объектов, описывающих автоматизируемое оборудование и характеризующихся наборами свойств. В этом его принципиальное отличие, например, от LonWorks, оперирующего более абстрактными типами дан-

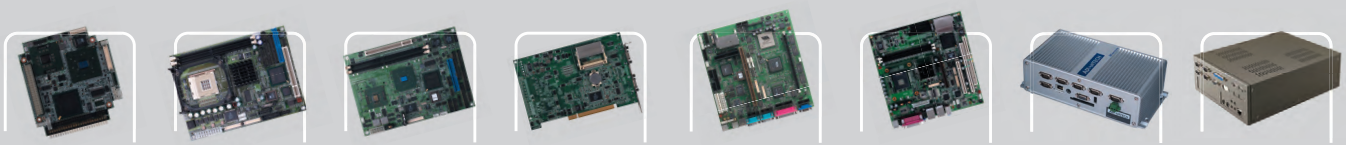
# Промышленные одноплатные компьютеры Advantech — уверенная победа в любом проекте

*Trusted ePlatform Services*

ADVANTECH

## Готовые платформы, комплектация и заказные исполнения

- x86-совместимые одноплатные компьютеры различных форм-факторов
- Поставка с предустановленной ОС Windows Embedded
- Готовые решения – встраиваемые компьютеры ARK
- Заказные исполнения для OEM-заказчиков



PC/104 | 3.5″ Biscuit | 5.25″ Biscuit | Slot CPU Cards | POS | AIMB | ARK | MicroBox PCs

#111

Реклама

ProSoft®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

много сетевых протоколов, имеющих свои преимущества и недостатки. При создании системы автоматизации необходимо выбрать оптимальный вариант.

«Естественный отбор» на рынке сделал своё дело, и откровенно неудачные сетевые протоколы просто исчезли. Сравнивать «выжившие» протоколы только по техническим характеристикам – занятие неблагодарное, так как в области автоматизации зданий, как ни в какой другой области автоматизации, оценки сильно зависят от коммерческих, организационно-технических и просто субъективных факторов и поэтому абсолютной достоверностью отличаться не могут. Тем не менее производители различного оборудования зачастую устраивают по этому поводу настоящие битвы на Интернет-форумах и в прессе.

Попробуем разобраться в особенностях применения наиболее распространённых протоколов.

Почему-то так исторически сложилось, что данная отрасль идёт своим путём, и основные сетевые протоколы, используемые в системах автоматизации зданий, не применяются больше нигде. Нам не удалось найти объективных причин этого. Автоматика зданий не предъявляет каких-то особых требований к системе сетевого взаимодействия. Дешевизной применяемые здесь решения также не отличаются. Поэтому остаётся только повторить: ситуация сложилась исторически.

Нам не удалось понять, какими же преимуществами обладают специализированные протоколы для систем автоматизации зданий перед универсальными протоколами. Например, единственный плюс LonWorks — большое количество интеллектуальных устройств, поддерживающих этот протокол. Но в целом, по нашему мнению, если система создаётся «с нуля», то применение общепринятых универсальных протоколов (например, Ethernet TCP/IP и HTTP) позволяет в итоге создать более простое, надёжное и недорогое решение. В этом смысле показателен заголовок статьи Уильяма Р. Элама (William R. Elam), входящей в обзор “Viewpoint: BACnet versus LonWorks” («Точка зрения: BACnet против LonWorks»), — “Internet Beats Them Both” («Интернет побеждает обоих»).

Было бы неправильно утверждать, что только применение специализированных протоколов позволяет автоматизировать крупные здания. Так, например, в автоцентре «Олимп», где внедрена наша САУ вентиляционными установками, сеть диспетчеризации использует протокол ModBus/RTU в среде RS-485 (см. врезку «Сетевые протоколы для построения систем диспетчеризации»).

## Заключение

Автоматизация зданий — быстро развивающаяся, но сравнительно молодая область техники, поэтому здесь, особенно на уровнях управления инженерными системами и системами жизнеобеспечения, практически ещё нет устоявшихся технических решений, выходящих за рамки частных решений отдельных фирм. Мы убеждены, что разработчикам автоматики зданий нужно обратить внимание на наработки, существующие в системах промышленной автоматизации. Наш опыт говорит о том, что принципы создания АСУ ТП и систем автоматизации зданий в целом схожи, и использование отработанных в промышленности решений позволяет быстро создать качественную систему. А при оптимальном подборе комплектующих стоимость её не будет так высока, как может показаться.

Авторы не претендуют на непогрешимость, но заверяют в обдуманности и неангажированности своей позиции. ●

**Авторы — сотрудники**
**ООО «НПК "ЛЕНПРОМАВТОМАТИКА"»**
**Телефон/факс: (812) 336-2968**

ных. Проблема в том, что программную поддержку нужно создавать либо самому (а протокол сложный), либо покупать у тех, кто уже озаботился созданием такого ПО. Впрочем, последних становится всё больше.

Зачастую можно слышать утверждение, что BACnet, надстроенный над LON, легко сочетается с «чистым» LON. По нашему опыту, это утверждение неверно (об этом же пишет Билл Сван (Bill Swan) в статье "LonWorks to BACnet — A Difficult Upgrade"). Физическая среда действительно одна и та же, но для того чтобы система диспетчеризации могла одновременно «видеть» устройства BACnet и LON, необходимы достаточно дорогие и непростые в программировании переходные устройства.

### ModBus/RTU

ModBus/RTU — открытый протокол, вполне традиционный для АСУ ТП. В качестве его преимуществ можно назвать обилие литературы и программной поддержки, распространённость данного протокола. Физическая среда — RS-485. Это, конечно, накладывает ограничение на дальность передачи — 1200 м. Но практика показывает, что даже для достаточно большого здания при удачном размещении диспетчерского пульта и разумной прокладке кабелей этого обычно хватает.

Для того чтобы передавать информацию по ModBus, нужно иметь программную поддержку протокола. Но, поскольку протокол открыт и широко распространён, никакого сложного программирования не требуется. Как правило, достаточно применить готовые решения, поставляемые в виде программных библиотек.

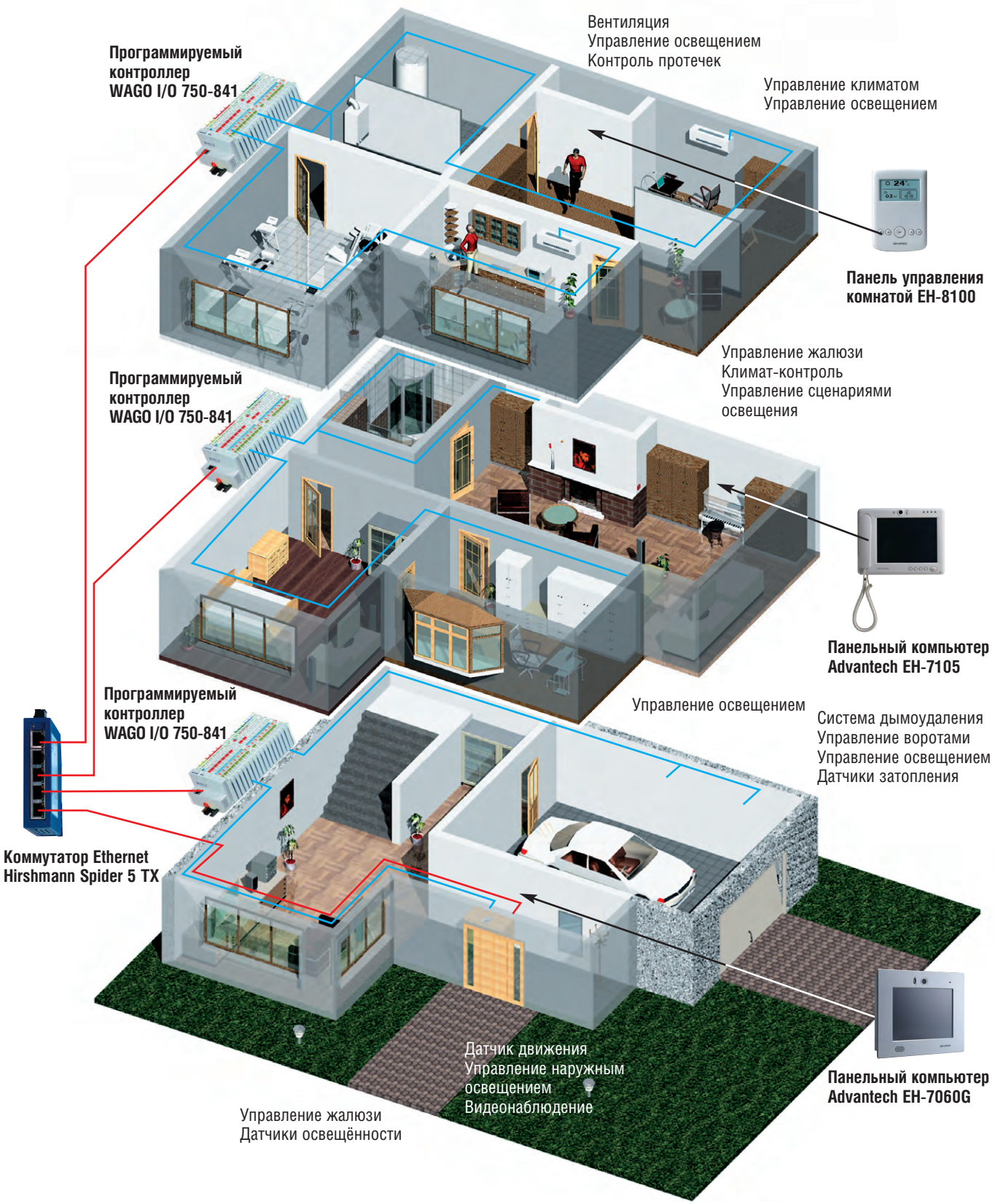
### Ethernet TCP/IP

В настоящее время Ethernet TCP/IP распространён повсеместно. Достоинством для систем автоматизации зданий можно считать возможность организации управления по той же информационной сети, которая является обязательным атрибутом любого современного офисного, промышленного, а теперь уже и жилого здания. Заметим, что в промышленных АСУ ТП объединение офисной и технологической сетей, на наш взгляд, недопустимо. В САУ зданиями требования к скорости и гарантии доставки данных ниже, поэтому тут недостаток превращается в достоинство: достаточно проложить обычную компьютерную сеть, установить на один или несколько офисных компьютеров соответствующее ПО — и готова система диспетчеризации для интеллектуального офиса.

Некоторые производители предоставляют готовый Web-сервер для своих контроллеров, при помощи которого можно создать систему диспетчеризации в сети Intranet/Internet, используя протокол HTTP. Надо сказать, что профессиональными знаниями и навыками в области TCP/IP и Web сейчас обладают многие программисты, а это значит, что организовать сопровождение и обслуживание такой сети намного проще, чем, например, сети LON. ■

# Хорошему хозяину – умный дом

ProSoft®




ADVANTECH WAGO® INNOVATIVE CONNECTIONS thermokon Sensortechnik GmbH HIRSCHMANN

Реклама



**МОСКВА:** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru • **С.-ПЕТЕРБУРГ:** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • www.prosoft.ru • info@spb.prosoft.ru • **ЕКАТЕРИНБУРГ:** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru • **САМАРА:** Тел.: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru • **НОВОСИБИРСК:** Тел.: (383) 202-0960, 335-7001/7002 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru

# Как здания становятся интеллектуальными

*Дмитрий Швецов*

**Современные здания включают множество различных помещений и зон, которые требуют различных технологических условий по освещённости, безопасности, климатическим характеристикам, информационному сервису. В этой статье речь пойдёт об «интеллектуальной» системе управления, которая стала обязательным элементом современного здания высокого класса.**

Специалисты компаний Iconics и Johnson Controls успешно интегрировали SCADA-систему GENESIS32 Enterprise Edition в продукты Johnson Controls, предназначенные для систем управления интеллектуальными зданиями (ИЗ). Данные решения используются в семействе рабочих станций M-Series Workstation. Применение компонентов Iconics AlarmWorX32 HMI позволило пользователям M-Series Workstation не только наблюдать за состоянием подсистем комплекса управления зданием на мнемосхемах, но и получать сообщения о возникновении нештатных ситуаций, использовать векторную анимацию, отображение параметров системы, диагностику оборудования и формирование детальных отчётов.

Сначала определимся, что именно вкладывается в понятие «интеллектуальное здание» (ИЗ). Интеллектуальное здание — это здание, обеспечивающее продуктивное и эффективное использование рабочего пространства благодаря оптимизации его четырёх основных элементов: структуры, систем, служб и управления, а также обеспечивающее взаимодействие между ними. Второе понятие, неразрывно связанное с ИЗ, — объединенная кабельная система (ОКС) и система кабельной связи (СКС) — включает в себя единую силовую сеть здания. И третье понятие — автоматизированная служба безопасности (АСБ), с помощью которой можно отследить действия каждого посетителя внутри здания. Специальные смарт-карты, которыми обеспечиваются посетители, позволяют регулировать необходимый уровень доступа к помещениям ИЗ. Регулируемый минимальный уровень доступа выглядит довольно удачным решением, хотя на практике сопряжён с некоторыми затратами.

## Обзор технологии построения интеллектуального здания

Концепция интеллектуального здания основана на применении открытых систем автоматизации. В открытых системах используется единый сетевой стандарт. Все подсистемы, узлы и приборы интеллектуального здания включены в единую сеть, тем самым появилась возможность независимо использовать оборудование разных производителей. Одними из основных преимуществ открытых систем являются не только возможность компоновки системы на базе лучшего оборудования, но и реализация оптимальных стратегий, направленных на оптимизацию энергопотребления и других первичных ресурсов. Как пример можно выделить традиционную открытую систему LonWorks, которая, как правило, состоит из основной станции, обеспечивающей задачу диспетчеризации, и неограниченного количества подстанций. Подстанции по сути являются узлами сети, которые могут работать самостоятельно, и преимущественно ориентированы на интеллектуальное управление электроснабжением, освещением, отоплением, вентиляцией и кондиционированием, защитой от солнца и т.п.

При использовании такой конфигурации сети в распоряжении пользователя появляется широкий перечень возможных настроек. Например, можно учитывать стоимость энергии в зависимости от времени суток: очевидно, что днём электроэнергия дороже, чем ночью. Это обусловлено тем, что во время максимальной нагрузки электроэнергия дороже, чем при минимальной. И чтобы минимизировать общие затраты на электроэнергию, необходимо снизить потребление энергии в период максимальной нагрузки и аккумулировать её в период минимальной нагрузки. С помощью SCADA-системы можно всегда реализовать оптимальную модель энергопотребления, прогнозировать критические ситуации и преодолевать аварийные ситуации, не нарушая общей функциональности. Так, например, система в период пиковой нагрузки энергосети во избежание перекосов напряжения питания может перераспределять нагрузку или ограничивать потребление энергии. Кроме того, многие приборы могут регулироваться по линии питания через розетку с учётом актуального тарифа на электроэнергию. Основная станция, выступая в качестве энергетического менеджера, обрабатывает данные и передаёт их в сеть. Но само управление приборами осуществляется напрямую через подстанции и контроллеры.

Наряду с этим технология LonWorks предоставляет широкий спектр функций, как общих, так и специфичных для современной системы автоматизации зданий, включая мониторинг, COS-reporting, управление, измерение параметров и регистрацию событий, тренды, тревожное оповещение, опе-

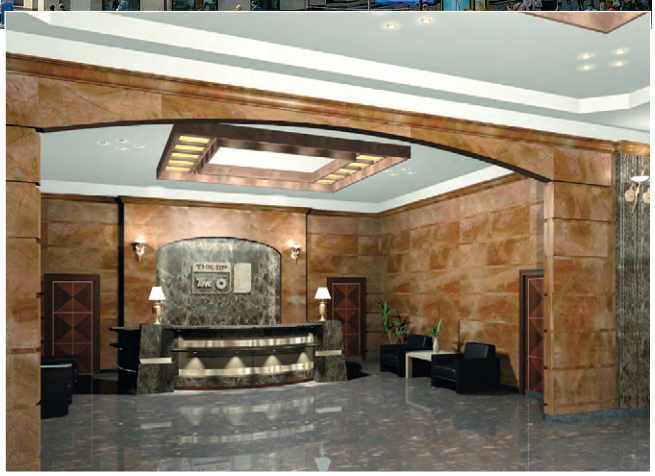


**Рис. 1. Офисное здание «Центр Альфа Арбат»**

ративный анализ параметров. Важной особенностью является возможность интеграции различных инженерных систем и служб здания, реализуемых на любом уровне, таких как:

- автономные службы государственной и муниципальной принадлежности:
  - центральное отопление,
  - центральное водоснабжение,
  - силовое электроснабжение,
  - сброс сточных вод и системы канализации,
  - пожарная сигнализация,
  - городская телефонная сеть;
- собственные сервисы:
  - силовая электросеть,
  - системы безопасности,
  - системы коммуникаций,
  - интегрированные системы управления,
  - специфическое оборудование.

Таким образом, инновационные технологии и решения малоэффективны без применения SCADA-системы, являющейся неотъемлемой составляющей любого интеллектуального здания. Подобные системы содержат мнемосхемы всех уровней здания, позволяют анализировать данные и осуществлять маршрутизацию тревог и событий и работать с внешними базами данных для сбора и обработки информации в сетях LonWorks.

Примером возможностей интеллектуального здания может послужить офисное здание ТНК-ВР «Центр Альфа Арбат» (рис. 1), за которое компания «АРМО-Инжиниринг» получила в 2005 году высшую награду на конкурсе "Best Multi Vendor Installation Award" в номинации «Лучший LonWorks проект года». «Центр Альфа Арбат» принадлежит российской нефтяной компании ТНК и британской нефтяной компании ВР. Это одно из крупнейших интеллектуальных зданий в Европе. Центр имеет восемь надземных и пять подземных этажей общей площадью 43000 кв. м. В этом внушительном сооружении установлено более 1200 LonWorks-устройств, обеспечивающих для персонала абсолютный комфорт и условия для эффективной работы. Здание снабжено передовыми системами автоматизации. Проект базировался на основе принципов корпоративной политики и организации трудопроизводства, таких как энергоэффективность, удобство обслуживания, комфорт и безопасность.

## Визуализация, аналитика, прогнозирующая диагностика

Структурная схема построения рабочей станции M-Series представлена на рис. 2. Основные компоненты, входящие в состав станции, позволяют осуществлять визуализацию, аналитику, прогнозирующую диагностику. Далее приведена краткая характеристика основных модулей станции.

### Newron OPC-сервер

Наличие Newron OPC-сервера данных позволяет присоединять M-станции к SCADA-системе, а также соединить большое количество разных доменов, представленных LonWorks-сетями.

### M-Graph

Основной функцией приложения M-Graph является динамическая визуализация всех систем в режиме on-line. Отличительной особенностью является

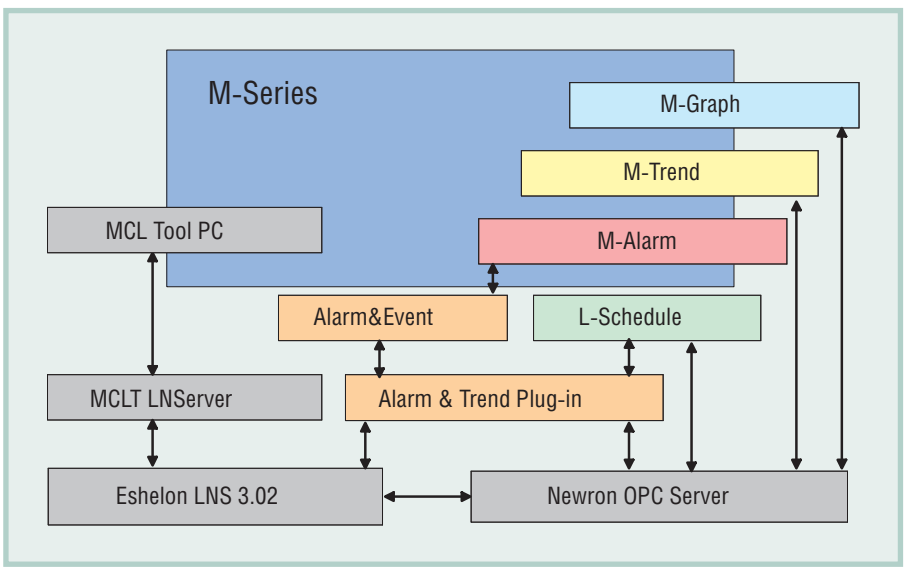



**Рис. 2. Структурная схема построения рабочей станции M-Series**

интерактивный интерфейс с поддержкой DDE, OLE, ActiveX, VB-Scripts и технологии интерактивного диалога. Пример экранной формы визуализации систем управления ИЗ приведён на рис. 3.

## M-Trend

Приложение осуществляет полную архивацию и визуализацию данных в режиме on-line. В его структуру интегрирована подсистема интеллектуального анализа измерений COS и подсистема автоматизированного управления в чрезвычайных ситуациях. Пример экранной формы отображения диаграммы комфортности из приложения M-Trend приведён на рис. 4.

## M-Alarm

В данном приложении реализованы подсистема регистрации, маршрутизации тревожных и предупредительных событий, интерфейс обработки тревожных ситуаций, технология автоматизированного анализа ситуации и архивирования событий.

## MMX-Alarm

Приложение MMX-Alarm позволяет реализовать автоматизированное оповещение сотрудников по e-mail, пейджеру, с помощью SMS- и MS-сообщений и т.д., включая голосовые сообщения и подсказки к действиям, управление приложениями. В приложении интегрированы инновационные технологии анализа данных и сбора статистики.

## Звёздная диаграмма

С помощью этой утилиты производится мгновенная оценка работоспособности больших (>10000 точек) систем и обнаружение точек отказа.

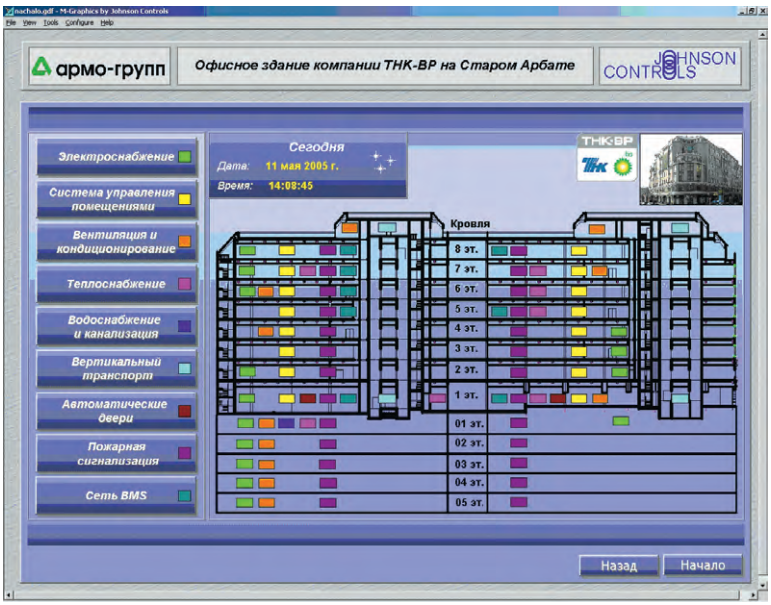



**Рис. 3. Экранная форма визуализации систем управления ИЗ**

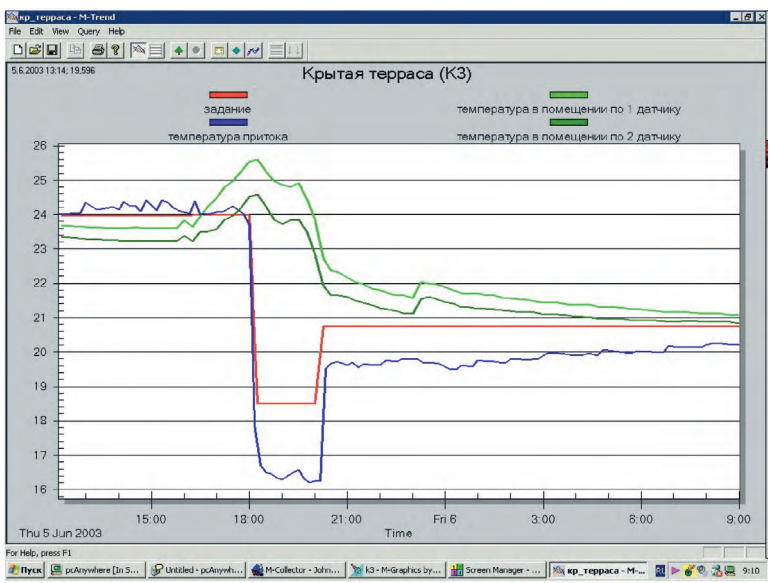



**Рис. 4. Экранная форма отображения диаграммы комфортности из приложения M-Trend**

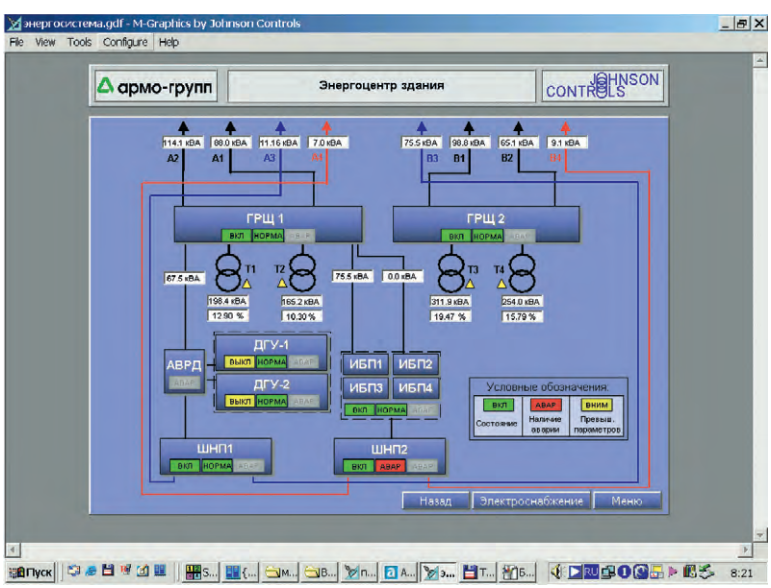



**Рис. 5. Мнемосхема автономной системы управления бесперебойным энергоснабжением**

## Диаграмма комфортности

Это приложение отвечает за анализ комфортных условий в помещениях в соответствии со стандартом ASHRAE 55-2004A и анализ работы локальной автоматики.

## Автономная система управления бесперебойным энергоснабжением

Мнемосхемы автономной системы управления бесперебойным энергоснабжением представлены на рис. 5 и 6.

В систему управления ИЗ включены:

- автоматическая подсистема управления распределением бесперебойного электроснабжения при авариях энергосети, рассчитанная на нагрузку в 720 кВ·А;
- подсистема высокоскоростного мониторинга данных о качестве электроэнергии и on-line визуализации состояния энергосистемы здания.

Архивация данных производится в базу данных Johnson Controls Metasys M5 database, и суммарный объём архивируемых тегов составляет более 31000. Система визуализации содержит 813 оригинальных графических мнемосхем. Общая информационная структура системы управления зданием BMS (Building management system — система автоматизации здания) базируется на отказоустойчивой архитектуре сети TCP/IP.

## Заключение

На примере офисного здания ТНК-ВР «Центр Альфа Арбат» мы убеди-

лись, что применение SCADA-системы и широкой гаммы оборудования LonWorks позволило реализовать автоматическое управление освещением, отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха, учётом расхода электроэнергии и водоснабжения, а также многими другими системами. Появилась возможность делать индивидуальные настройки климатических условий и уровня освещённости в отдельных помещениях с учётом оптимального потребления энергии с любого автоматизированного рабочего места через Интранет.

**Рис. 6. Копия экрана автономной системы управления бесперебойным энергоснабжением**

Таким образом были реализованы основные принципы корпоративной политики и организации трудопроизводства: энергоэффективность, удобство обслуживания, комфорт и безопасность. ●

**Автор — сотрудник фирмы ПРОСОФТ**
**119313 Москва, а/я 81**
**Телефон:**
**(495) 234-0636**
**Факс: (495) 234-0640**
**E-mail: info@prosoft.ru**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

## Новости ISA

23 января 2007 г. состоялось заседание президиума ISA РФ, на котором были подведены итоги прошедшего года и утверждён план на 2007 год. Среди важнейших мероприятий 2007 года поддержка выставок «ПТА-2007» и «Мера-2007», конференции UNESCO "Information systems: Problems, Perspectives, Innovation Approaches". В должность президента Российской секции вступил профессор Крук Е.А., декан факультета информационных систем и защиты информации ГУАП. Президентом Российской секции ISA на 2008 год избран профессор Павлов И.А., декан факультета военного образования Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения.

Почётный диплом ISA, подписанный Президентом общества, направлен из штаб- квартиры ISA в Северной Каролине ректору ГУАП профессору Оводенко Анатолию Аркадьевичу в связи с 60-летним юбилеем широко известного в мире учёного, лауреата премии Президента Российской Федерации, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, члена ряда международных академий. Члены Российской секции ISA присоединяются к поздравлениям своего лидера с юбилеем.

Студенты ГУАП приступили к подготовке к очередным Международным студенческим играм ISA, которые пройдут в октябре в Хьюстоне (США).

Летняя конференция ISA пройдет в штате Аризона (США) в конце июня 2007 года. Очередная конференция ISA округа 12 и ежегодное заседание совета ISA по Европейскому, Ближневосточному и Африканскому регионам пройдут 25-26 мая 2007 года в городе Санкт-Петербурге (Российская Федерация). Ожидается участие в конференции большого числа специалистов в области автоматизации производства из Европы и Америки. В конференции примет участие президент ISA господин Stephen Robert Huffman (США). ●

**Участники заседания президиума ISA RF**

## Компания QNX получила международный сертификат ISO 9001:2000

Компания QNX Software Systems объявила о том, что её система менеджмента была сертифицирована на соответствие международному стандарту качества ISO 9001:2000. Сертификацию проводила компания SGS, мировой лидер в области инспектирования, контроля, тестирования и сертифицирования.

Данное событие является значительной вехой в развитии системы управления качеством компании QNX Software Systems и согласуется со стратегическим планом по определению и реализации высоких требований, предъявляемых разработчиками и поставщиками рынка встраиваемых систем. Сертификат ISO 9001:2000 подтверждает, что базовые принципы, установленные при создании компании QNX (в том числе сосредоточенность на клиенте, нацеленность на взаимовыгодное сотрудничество с поставщиками и партнёрами, стремление к постоянному повышению качества), остаются важнейшими компонентами её корпоративной культуры. ●

# Наливная эстакада on-spot на 3 000 000 тонн нефтепродуктов в год

*Андрей Ефимов, Дмитрий Левин*

**В статье описывается автоматизированная установка тактового налива, внедрённая на нефтеперерабатывающем заводе ОАО «Салаватнефтеоргсинтез». Установка предназначена для прямого взвешивания и налива различных типов нефтепродуктов в цистерны через две наливные телескопические трубы, а также для удаления и рекуперации паров из зоны загрузки.**

## Назначение и функции установки тактового налива

Автоматизированная установка тактового налива (АУТН) предназначена для прямого взвешивания и налива семи различных типов нефтепродуктов в цистерны через две наливные телескопические трубы, а также для удаления и рекуперации паров из зоны загрузки.

Основные функции АУТН:

- налив семи различных нефтепродуктов в железнодорожные цистерны;
- одновременный налив по двум путям;
- прямое взвешивание вагонов;
- обеспечение высокого уровня безопасности;
- автоматический выпуск документации налива каждого вагона;
- предотвращение загрязнения атмосферы;
- исключение смешивания нескольких продуктов.

## Описание установки

Установка в своей основе имеет металлоконструкцию, перекрывающую поверху железнодорожные пути (рис. 1). Металлоконструкция служит опорой для зала управления, который располагается на высоте 4,2 метра, что позволяет иметь хороший обзор загружаемых вагонов. В этом помещении находятся оборудование для управления загрузочными телескопическими трубами, клапанами продуктов, системой тяги вагонов и платформенными весами, а также система визуализации и оформления документов. Кроме того, здесь расположены электрошкафы контроля и управления. Помещение имеет вентиляцию наружным воздухом, доступ осуществляется через шлюзы с двойной дверью. Над помещением расположены техническая площадка, которая обеспечивает доступ к клапанам и телескопическим трубам, и площадка, обеспечивающая доступ к тележкам загрузочных телескопических труб.

Металлоконструкция, облицованная гофрированными металлическими листами, образует сооружение закрытого типа, стены которого по двум сторонам спускаются до уровня вагона. Каждый путь имеет по три откидные лестницы, через которые можно попасть с платформы на высоте 4,2 метра на цистерны для открытия или закрытия люка.

Устройство налива состоит из наливных труб (рис. 2), тележек наливных труб, шарнирных соединений, а также систем подачи и управления. Наливная

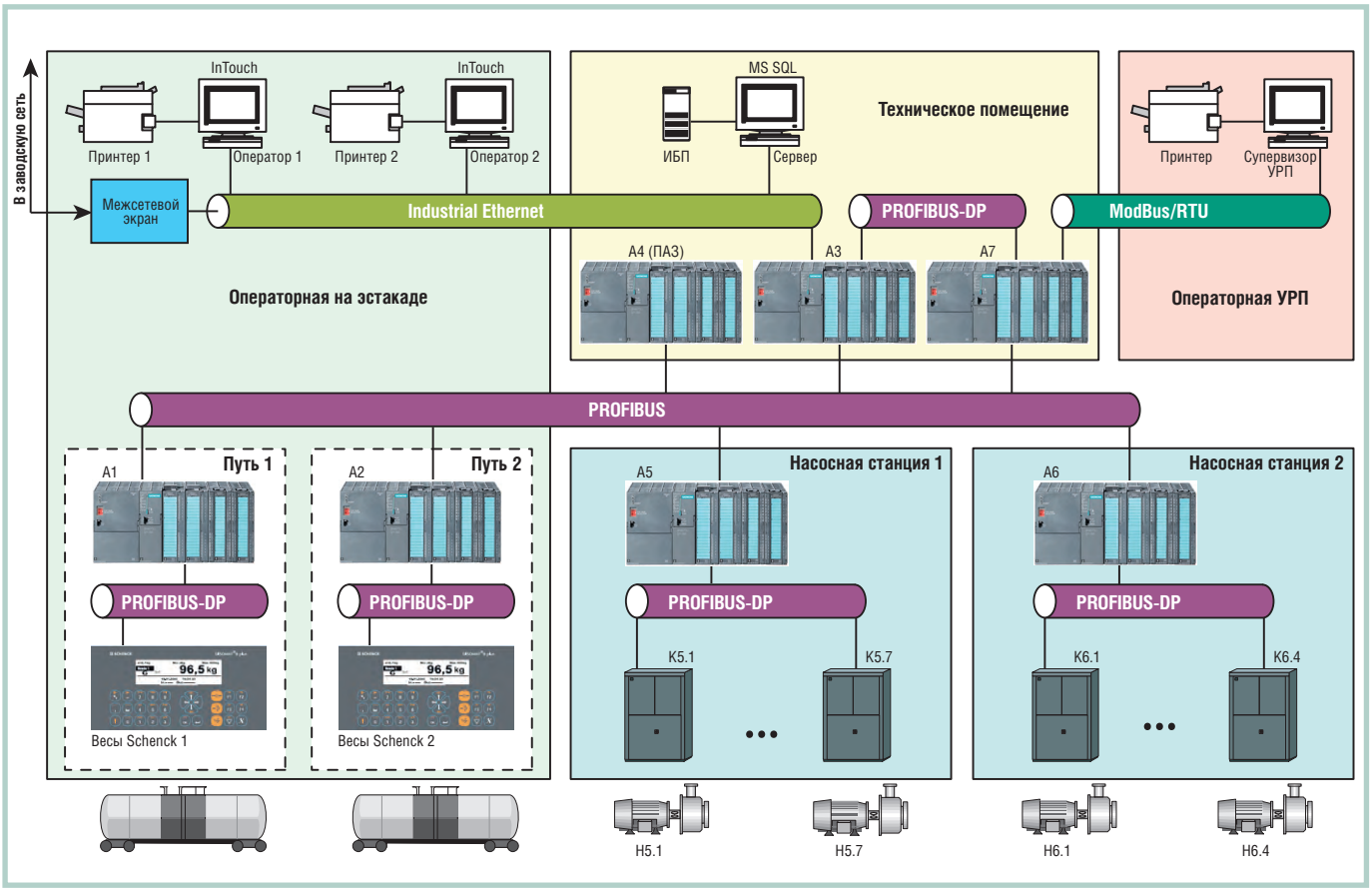
**Рис. 1. Общий вид установки тактового налива**

**Рис. 2. Наливная труба**

труба укрепляется на тележке. Тележка наливной трубы перемещается параллельно оси рельсов на продольных балках металлоконструкции. Перемещение тележки составляет приблизительно ±2,5 м по направлению оси рельсов. В поперечном направлении к оси рельсов наливная труба может перемещаться на ±0,1 м.

Продукт подаётся на установку по трубопроводам. Каждый продукт при этом распределяется на соответствующие пути. Продукты для каждой трубы подаются на общий коллектор, который обеспечивает их поступление в телескопическую трубу.

До поступления продукта в наливную трубу при помощи регулирующего клапана (с электропневматическим сервомотором) задаётся нужный расход. Этот регулирующий клапан позволяет установить уменьшенную подачу (около 20% от номинального расхода) в начале и в конце загрузки. В конце каждой загрузки для опорожнения коллектора, шарнирного соединения и




Условные обозначения: ПАЗ — противоаварийная защита; УРП — установка рекуперации пара; ИБП — источник бесперебойного питания; А1…А7 — программируемые логические контроллеры; К5.1…К5.7 и К6.1…К6.4 — электрошкафы контроля и управления исполнительными устройствами; Н5.1…Н5.7 и Н6.1…Н6.4 — насосы.

**Рис. 3. Схема системы управления АУТН**

наливной трубы задействуется воздушный клапан с приводом.

Система тяги вагонов обеспечивает одновременное перемещение 23 цистерн по 85 тонн брутто. Электродвигатель лебёдки запитывается от преобразователя частоты MOVIDRIVE MCF40A0450-503-4-00. Благодаря этому можно плавно изменять скорость движения состава и тем самым повысить точность позиционирования вагонов на платформенных весах. Система снабжена звуковой и визуальной сигнализацией для предупреждения персонала о маневрировании состава.

Контроль количества загруженного продукта осуществляется путём непрерывного взвешивания цистерны. Взвешивание осуществляется при помощи платформенных весов с тензодатчиками. Каждые платформенные весы состоят из двух мостов (мост 1 и мост 2), установленных на четырёх тензодатчиках. Грузоподъёмность каждого моста составляет 100 тонн, а общая грузоподъёмность весов – 200 тонн. Электронный индикатор взвешивания DISOMAT B Plus позволяет определять тару и массу брутто, информацию о количестве загруженного продукта он передаёт по шине PROFIBUS-DP в систему управления.

## Архитектура системы управления

Система управления АУТН построена на базе промышленных программируемых логических контроллеров (ПЛК) Siemens серии S7-300. Архитектуру системы управления отражает схема, приведённая на рис. 3. Из схемы видно, что эта система является распределённой и состоит из нескольких подсистем: это подсистема управления наливом (ПЛК А1 и А2), две подсистемы управления насосным оборудованием (ПЛК А5 и А6), центральная система сбора данных (ПЛК А3), система противоаварийной защиты (ПЛК А4), система управления установкой рекуперации паров (ПЛК А7). Связь подсистем осуществляется по промышленной полевой шине PROFIBUS. Из-за удалённости одной из насосных станций (около 3 км) было принято решение использовать оптоволоконные каналы связи. В качестве преобразователя электрического PROFIBUS в оптический были использованы модули связи OLM G11/12 фирмы Siemens.

Контроллер А3 является центральным (рис. 4). Он обеспечивает сбор данных с остальных подсистем и связь с АРМ операторов, а также выполняет следующие функции:

- управление системой аварийного слива (нижнего);

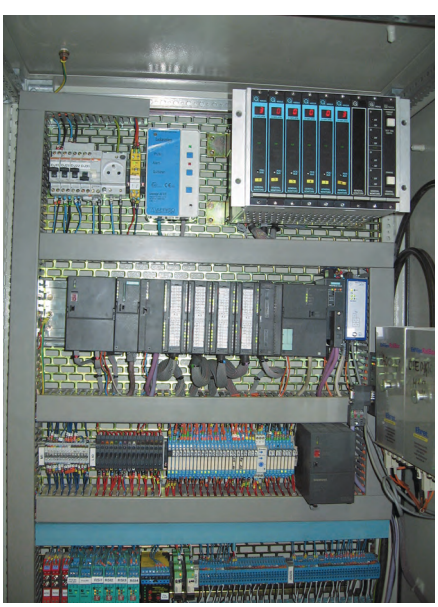


**Рис. 4. Шкаф центрального контроллера А3**

**Рис. 5. Оборудование АРМ оператора**

- выдачу разрешения на работу маневрового устройства;
- управление дренажной системой;
- управление железнодорожными семафорами, разрешающими въезд состава на установку.

Подсистема управления наливом осуществляет управление наливной трубой, запорной и регулирующей арматурой. Эта подсистема состоит из двух ПЛК (каждый на свой путь) и выполняет следующие функции:

- управление наливной трубой в автоматическом и ручном режимах;
- управление и контроль состояния продуктовых клапанов, клапана отвода паров и сливного клапана;
- управление регулирующим клапаном;
- непрерывный опрос весовых платформ;
- контроль наличия заземления наполняемого вагона;
- защита от переливания.

Подсистемы управления насосным оборудованием предназначены для управления и защиты продуктовых насосов. Каждая из двух таких систем выполняет следующие основные функции:

- ручное и автоматическое управление продуктовыми насосами;
- контроль давления в подводящих трубопроводах;
- защита от перегрева электродвигателей и подшипников насосов;
- защита насосов от работы всухую.

Система противоаварийной защиты выполняет следующие функции:

- контроль задымления и загазованности в зоне установки налива;
- предупредительная и аварийная звуковая сигнализация;
- управление отсекающими продуктовыми клапанами.

Система управления установкой рекуперации паров (УРП) предназначена для контроля и управления соответствующими технологическими процессами, а также для защиты задействованного в этих процессах технологического оборудования от возникновения аварийных ситуаций. Описание УРП выходит за рамки данной статьи.

## АРМ оператора

Две операторские станции, каждая из которых составляет основу соответствующего АРМ, реализованы на компьютерах Fujitsu-Siemens с жидкокристаллическим дисплеем 17" (рис. 5). Эти персональные компьютеры построены на базе процессора Intel Pentium 4. Их программное обеспечение включает в свой состав операционную систему Microsoft Windows 2000 и систему визуализации InTouch v9.0 (Wonderware). Операторские станции связаны с центральным ПЛК системы управления посредством промышленной сети Ethernet по симметричному экранированному кабелю (витой паре). Для каждого пути установлен свой компьютер, который автоматически управляет процессом загрузки на основании переданных ему данных. По каждому вагону осуществляется ввод следующих данных:

- наименование продукта и загружаемое количество,
- номер вагона,
- референция заказчика,
- номер состава,
- место назначения.

Каждый персональный компьютер в автоматическом режиме

- даёт разрешение на загрузку продукта в нужном количестве,
- распечатывает все операции за запрашиваемый период времени,
- собирает все данные по загрузке,
- отображает на экране монитора мнемосхемы процесса налива с указанием параметров текущего состояния технологического оборудования,
- записывает данные на жёстком диске и распечатывает их в конце загрузки на сопроводительном листе.

Компьютеры операторов АРМ соединены с сетью завода для обеспечения возможности ввода данных о вагонах, продуктах и их количестве диспетчером завода. При необходимости возможность ввода в систему управления станцией налива всех данных о вагонах и продуктах может иметь и оператор.

В процессе работы станции создаётся банк данных со следующими видами информации:

- количество и номера всех предусмотренных на этой станции налива вагонов завода (приблизительно 4000 вагонов);
- максимум 10 параметров каждого вагона (состояние, максимальный объём загрузки и т.д.).

Компьютеры АРМ на нескольких мнемосхемах отображают следующую информацию (рис. 6):

- состояние пути,
- состояние налива,
- показание текущего расхода/количества,
- позиция наливной трубы,
- состояние клапанов,
- состояние дренажного оборудования,
- состояние насосного оборудования.

## Принцип работы

Локомотив подводит состав из 23 вагонов на каждый путь. В конце каждого пути стоят толкатели в положении ожидания. Установка налива работает автономно, локомотив может быть отогнан.

Первый вагон устанавливается для налива под узел загрузки. Для этого оператор пододвигает состав до нужного места на платформенных весах под трубой. Эта операция облегчается тем, что скорость тяги может меняться и, следовательно, состав перемещается быстрее или медленнее, в зависимости от необходимости. После установки

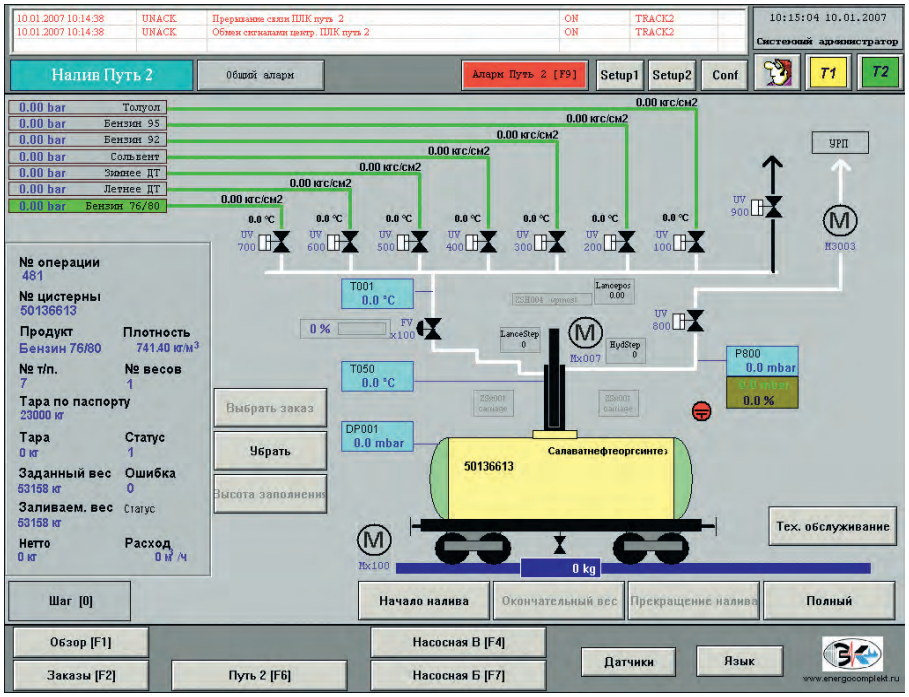



**Рис. 6. Мнемосхема налива**

вагона на платформенных весах оператор на компьютере выбирает соответствующий вагон и запускает процесс налива. Система взвешивает установленный вагон и в случае обнаружения разницы между измеренным значением и введёнными паспортными данными приостанавливает процесс налива и выдаёт соответствующее предупреждение. Если оператор решает продолжить налив, система управления автоматически корректирует вес заливаемого продукта на величину разности между текущим и паспортным весом тары (опасность переливания существует только при весе вагона больше паспортного, поэтому только в этом случае производится такая коррекция), запускает гидропривод наливной трубы и переходит в режим ожидания команд с пульта управления наливной трубой (рис. 7). По откидной лестнице оператор поднимается на вагон для открытия крышки люка, если она не была открыта предварительно. Управление всеми операциями осуществляется из операторной или от переносного пульта управления у трубы.

Оператор начинает опускать трубу, корректируя при необходимости её положение при помощи перемещения тележки, и вводит трубу в цистерну. Этот процесс можно облегчить использованием переносного пульта управления. Трубу можно передвигать вперёд и назад по осям вдоль и поперёк пути. После наложения уплотнительной плиты на люк цистерны оператор нажимает на пульте кнопку «Старт», и наливная труба автоматически опускается до дна вагона. Когда наливная труба занимает нужную позицию, система управления передаёт сигналы на пуск продуктового насоса. Вслед за включением этого насоса происходит открытие продуктового клапана и клапана отвода паров, а также открытие регулирующего клапана на величину порядка 20% от номинальной подачи. После поступления при таком напоре некоторого количества продукта, обеспечивающего погружение трубы в продукт, производится переход на большой напор. Когда до заполнения вагона остаётся несколько сот литров, осуществляется переход на маленький напор, а затем, в зависимости от объёма продукта, оставшегося в трубе, шарнирном соединении и коллекторе, – полная остановка налива. Подаются сигналы на остановку насоса, закрытие продуктового клапана и клапана отвода паров. Затем происходит опорожнение коллектора в вагон, и после стекания из него в цистерну остатков продукта будет достигнут предварительно заданный вес налива.

При срабатывании предохранения от переполнения процесс загрузки сразу приостанавливается. За предохранительными блокировками постоянно ведётся наблюдение, а также осуществляется непрерывное взвешивание. Любое несоответствие вызывает тревогу, сообщение тут же поступает на принтер, и появляется сигнал на экране персонального компьютера (сообщение и изображение устройства, имеющего неполадку, отображаются красным мигающим светом).

По окончании загрузки труба автоматически поднимается и занимает нерабочее положение. Платформенные весы определяют вес брутто, и осуществляется подсчёт веса нетто.

Если откидная лестница поднята, разрешается включение установки тяги. Оператор перемещает состав, подводя второй вагон в положение загрузки, и операция циклически повторяется.

## Безопасность

Зал управления (операторная) снабжается воздухом избыточного давления для исключения попадания газа в помещение. Отверстие всасывающей

**Рис. 7. Пульт управления наливной трубой и системой тяги вагонов**

трубы находится вне взрывоопасной зоны. Один вентилятор находится в состоянии работы, другой – в запасе.

Давление в операторной, как и наличие газа, постоянно контролируется. При первом уровне опасности включается сигнал тревоги, затем в случае неисправностей происходит общая остановка. Перед повторным запуском после остановки воздух в зале должен, как минимум, четыре раза полностью обновиться.

Приборы, находящиеся вне зала управления, должны соответствовать европейским нормам взрывобезопасности: либо EEx d (взрывонепроницаемая оболочка), либо EEx ia (искробезопасная электрическая цепь). Поэтому на установке мы использовали искровзрывобезопасные бесконтактные датчики положения фирмы Turck и датчики давления Rosemount фирмы Emerson Process Management, имеющие соответствующее разрешение Госгортехнадзора России.

Наличие вентиляции в зале управления позволило разместить здесь приборы, не отвечающие нормам взрывобезопасности (за исключением устройств аварийного освещения и датчика задымлённости).

Для подключения к системе управления искровзрывобезопасных датчиков были использованы барьеры искрозащиты с гальванической развязкой серий MK-31 и MK-34 фирмы Turck и серии KFD2-SR2 фирмы Pepperl+Fuchs Elcon.

Аварийные выключатели (кнопки типа «грибок») расположены в операторной, на эстакаде, а также у основания откидных лестниц. Нажатие этих кнопок или кнопок пожарной тревоги приводит к мгновенной остановке оборудования, необходимой при аварийной ситуации, пожаре, опасной загазованности, падении давления. При этом закрываются все открытые клапаны, опорожняются и поднимаются все телескопические трубы.

Существует блокировочная система безопасности между тяговой системой и установкой загрузки. Любая тяговая операция запрещает спуск наливной трубы или открытие клапана, а открытый вентиль запрещает передвижение вагонов.

Постоянно контролируются параметры электропитания, пневматики, гидравлики, и любое отклонение их значений за допустимые пределы приводит к приостановке налива.

## Задачи, решённые внедрением АУТН

Внедрение АУТН позволило заказчику решить целый ряд важнейших задач.

**1. Обеспечить количественный контроль продуктов в каждой цистерне.**

Каждый цикл загрузки продукта проходит с участием системы взвешивания, позволяющей точно измерять налитое количество продукта (весовое оборудование ежегодно проходит госповерку). Ранее количество налитого продукта определялось метерштоком, что приводило к значительной погрешности измерений.

**2. Не допустить загрязнения грунтовых вод.**

В строго локализованной области проведения наливных работ предусмотрена бетонная площадка (около 150 м$^2$) для отвода любой возможной утечки наливаемого нефтепродукта. Дренаж площадки направлен в ёмкость сбора загрязнённых вод. Этим удаётся избежать аварийного загрязнения подземных вод.

**3. Гарантировать безопасность загрузки.**

Безопасность загрузки гарантируется полной автоматизацией контрольных операций. Расположение загрузочной телескопической трубы на дне цистерны и начало загрузки при малой подаче не создают опасности взрыва из-за электростатического заряда. Остановка налива происходит при достижении заданной величины объёма с очень высокой точностью. Дополнительные устройства безопасности (защита от переливания), встроенные в загрузочную трубу, препятствуют переполнению цистерны. Также в системе имеется встроенное блокирующее устройство безопасности, обеспечивающее экстренный останов.

Блокировки на путях обеспечивают:

- подъём телескопической трубы, если загрузочный клапан открыт;
- запрет на открытие клапана, если телескопическая труба не установлена в нужной позиции;
- передвижение вагона, если телескопическая труба не расположена в исходном положении;
- запрещение движения телескопической трубы при передвижении вагона;
- автоматический цикл подъёма трубы до гаражного положения.

Специально учтены рабочая температура до –40°С, а также возможные особенности исполнения люка цистерн (наличие с внутренней стороны его горловины наваренных уголков, лестниц и т.п.).

Наливная труба для нефтепродуктов соответствует требованиям охраны окружающей среды и выполняется из высококачественной стали, предотвращающей возникновение искр от трения и ударов.

Блокировки на установке обеспечивают:

- общее отключение при обнаружении газа;
- общее отключение при недостатке давления сжатого воздуха или просадке электрического напряжения;
- общее отключение при недостаточной продувке помещения оператора.

**4. Гарантировать безопасность работающего персонала.**

Безопасность персонала достигается:

- размещением оператора в специальном помещении (операторной);
- дистанционным управлением движением трубы и открытием заслонок продукта;
- отводом паров из цистерны и их последующим отводом за пределы установки.

**5. Избежать загрязнения одного наливаемого продукта другим.**

На последней стадии процесса налива оставшийся в общем коллекторе и наливной трубе продукт полностью сливается в цистерну. Этим обеспечивается крайне незначительное загрязнение одного продукта другим при чередующемся наливе неродственных между собой продуктов.

**6. Обеспечить автоматический выпуск документации налива каждого вагона.**

Выпуск сопроводительной документации полностью автоматический при условии, что все данные по вагонам записаны в компьютере или вводятся в него вручную.

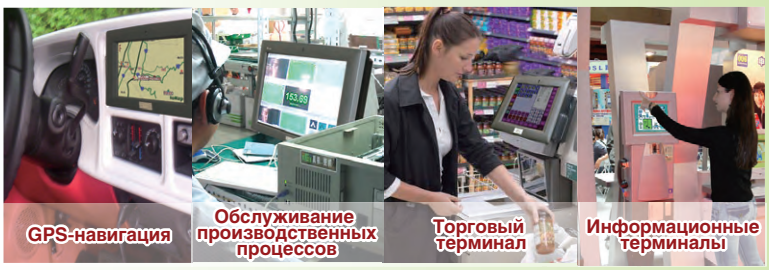
**7. Гарантировать по возможности более низкую стоимость эксплуатации и обслуживания установки.**

Обеспечивается полный автоматический контроль установки, что позволяет оперативно выявлять дефекты оборудования и предотвращать ошибки операторов. Для эксплуатации установки достаточно всего четырёх операторов (по два оператора на путь). ●

**Авторы – сотрудники ЗАО «Энергокомплект»**
**Телефон: (812) 320-9620**
**Факс: (812) 320-9621**

# Системы на базе полнофункциональных безвентиляторных тонких панельных ПК AFOLUX компании IEI

## Автоматизация услуг



AFL-07A-LX

AFL-15A-CX

AFL-08A-LX

AFL-17A-CX

AFL-12A-LX

AFL-19A-CX

## Преимущества

■ **Беспроводное соединение**
Беспроводной доступ в Интернет обеспечивается с помощью Ethernet-каналов стандарта 10/100/1000 BASE-T и беспроводного соединения в соответствии со стандартами 802.11b/802.11g

■ **Высокая яркость/высокое разрешение и тонкий корпус**
Модель AFL-12A поддерживает XGA с высоким разрешением 1024×768 точек/дюйм и яркостью 450 нит. Устройства семейства AFOLUX легко устанавливаются в ограниченном пространстве

■ **Безвентиляторная конструкция**
Применение безвентиляторного процессора AMD Geode LX 800 обеспечивает низкое энергопотребление устройств семейства AFOLUX

■ **Технология «тонкий» клиент в ПО для встраиваемых систем**
Применяя технологию «тонкий» клиент в готовых программных решениях для встраиваемых систем, IEI предлагает удобный инструмент удалённого управления

**Функции инструментария удалённого управления**

- Группа устройств
- Присвоение имён устройствам
- Запрос параметров устройств
- Диагностика устройств
- Модификация параметров сети
- VNC (поддержка функций удаленного рабочего стола)
- Конфигурирование FTP-сервера

Microsoft Windows xp Embedded

Microsoft Windows CE 6.0

Реклама

IEI Technology Corp.
www.ieiworld.com

**Дистрибьюторы**

Ниеншанц-Автоматика
www.iei.ru | ipc@nnz.ru
Phone : +7 (812) 326 5924
Fax : +7 (812) 326 1060

IPC2U
www.ieiworld.ru | sales@icos.ru
Phone: +7 (495) 232 0207
Fax: +7 (495) 232 0327

RoHS Lead Free

# Системы управления подогревателями газа, нефти, воды

*Александр Ефентьев, Роман Ефимов, Олег Малкин*

**Представленные в статье системы предназначены для управления газовыми горелками различных типов, поддержания температуры нагреваемого продукта, обеспечения функций безопасности, отработки аварийных режимов работы и удалённого управления. Системы управления подогревателями позволяют унифицировать конструктивные, схемотехнические и программные решения, а также упростить настройку действующего оборудования в процессе последующей эксплуатации и модернизации.**

## Введение

В 2004 году сотрудниками компании «Трайтек» были разработаны и изготовлены опытные образцы блоков управления автоматизированной системы подогревателей газа. Блоки предназначены для управления обогревом узлов редуцирования газа с целью обеспечения безгидратных режимов работы газораспределительных станций. Разработка производилась для подогревателей газа ПТПГ-30, ПГА-200 и аналогичных. В результате проведения работ был создан комплекс технических средств и разработано прикладное программное обеспечение для автоматизации управления процессами подогрева газа высокого давления с целью улучшения эксплуатационных характеристик оборудования.

## Краткое описание блока управления

Блок управления (рис. 1) разработан на базе IBM PC совместимого промышленного контроллера производства фирмы Fastwel. Блок управления является модульным, программно конфигурируемым. В его состав входят:

- модуль микроконтроллера CPU188-5MX;
- модуль дискретного ввода TBI-24/0C;
- модуль релейной коммутации TBR8.

В качестве средства отображения информации используется графический жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) фирмы Powertip с разрешением 320×240 пикселов. Питание блока осуществляется от однофазной сети переменного тока или от сети постоянного тока.

Модули, входящие в состав блока управления, размещаются в шкафу типа AE фирмы Rittal.

Микроконтроллер CPU188-5MX предназначен для обработки аналоговых и дискретных сигналов, поступающих от размещённых на подогревателе

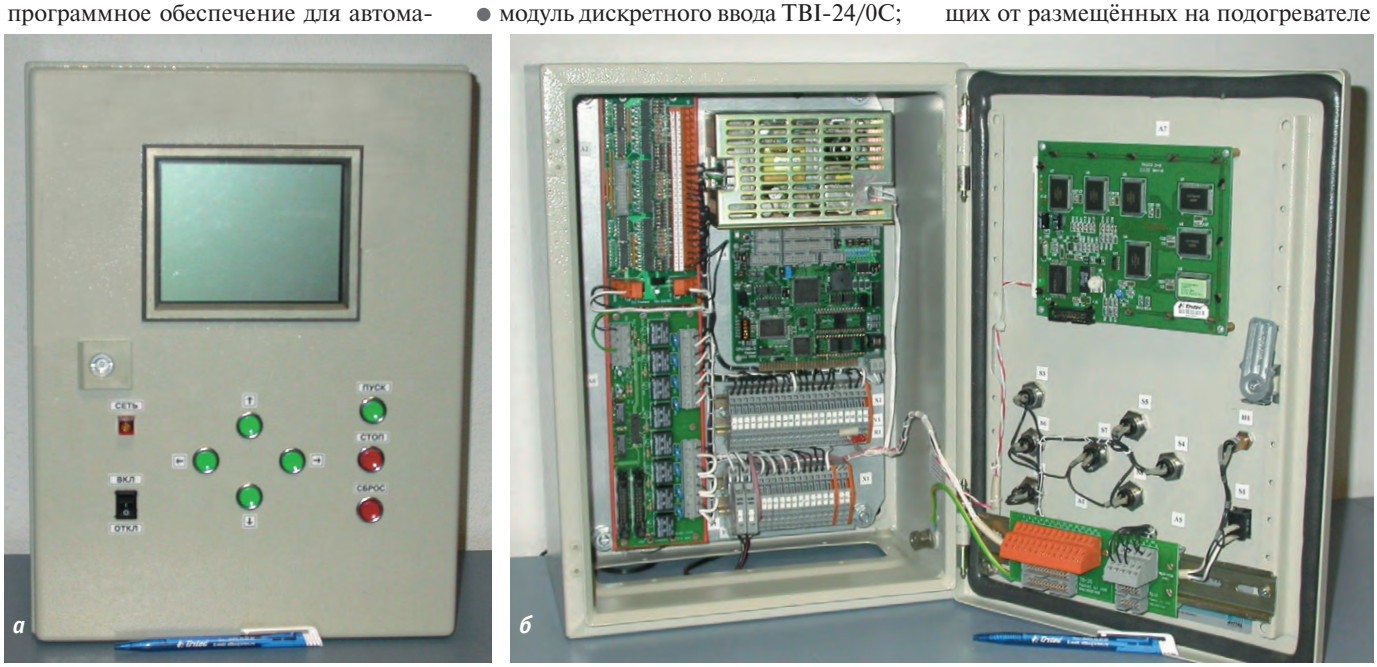



**Рис. 1. Блок управления: *а* — внешний вид; *б* — внутренний монтаж**

датчиков, формирования сигналов управления, обеспечения отображения показаний датчиков на графическом ЖКИ, отработки команд оператора, а также для обмена информацией с интеллектуальными датчиками и с верхним уровнем автоматизации.

Предусмотрены следующие органы управления (кнопки без фиксации): «ПУСК», «СТОП», «СБРОС», «↑», «↓», «←», «→».

Программное обеспечение функционирует под управлением операционной системы, совместимой с MS-DOS 6.22.

## Функционирование блока управления в составе системы

Разработанный блок управления выполняет функции автоматического контроля состояния дискретных и аналоговых датчиков, контролирующих технологический процесс, поддержания заданного значения температуры подогреваемого газа, контроля аварийных ситуаций и связи с верхним уровнем АСУ предприятиями и производствами.

Блок управления может работать в одном из следующих режимов:

- «Стоп» (рис. 2),
- «Розжиг»,
- «Прогрев»,
- «Работа» (рис. 3),
- «Авария»,
- «Настройка».

Система постоянно осуществляет опрос состояния каналов дискретного ввода с выводом на ЖКИ наименования каналов, сигнализирующих об аварии. При срабатывании дискретных аварийных датчиков или при выходе значений сигналов аналоговых датчиков за допустимые пределы на индикатор выводится соответствующая информация и система блокирует запуск технологического процесса.

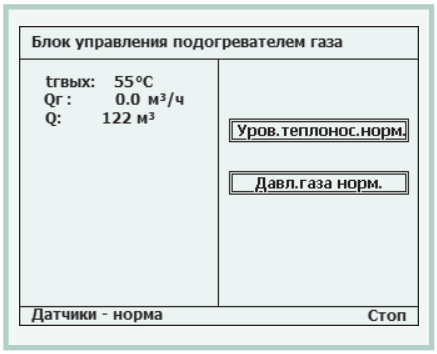



**Рис. 2. Изображение на экране индикатора блока управления в режиме «Стоп»**

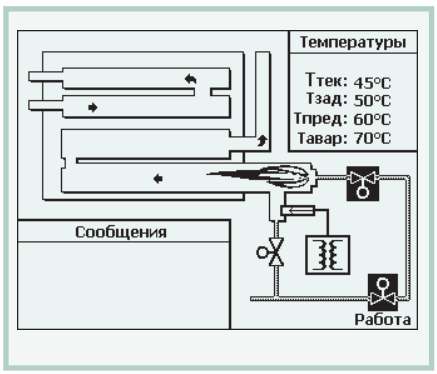



**Рис. 3. Изображение на экране индикатора блока управления в режиме «Работа»**

Автоматический пуск подогревателя газа производится в следующей последовательности:

- предварительная вентиляция топки;
- розжиг запальной горелки (режим «Розжиг»);
- розжиг основной горелки в режиме малого горения;
- прогрев топки в режиме малого горения (режим «Прогрев»);
- переход в штатный режим работы (режим «Работа»).

При подготовке, в процессе запуска и во время работы блок управления отображает на экране индикатора состояние исполнительных устройств, дискретных и аналоговых датчиков.

Встроенное программное обеспечение осуществляет:

- гибкую настройку параметров блока управления с помощью иерархического меню;
- графическое отображение процесса, состояния исполнительных устройств и датчиков, а также текущих значений параметров с помощью мнемосхемы;
- защиту изменения параметров путём ограничения доступа к меню с помощью пароля;
- регулирование температуры с использованием датчика температуры с дискретным или аналоговым выходом;
- возможность связи с интеллектуальными датчиками;
- возможность связи с верхним уровнем автоматизации.

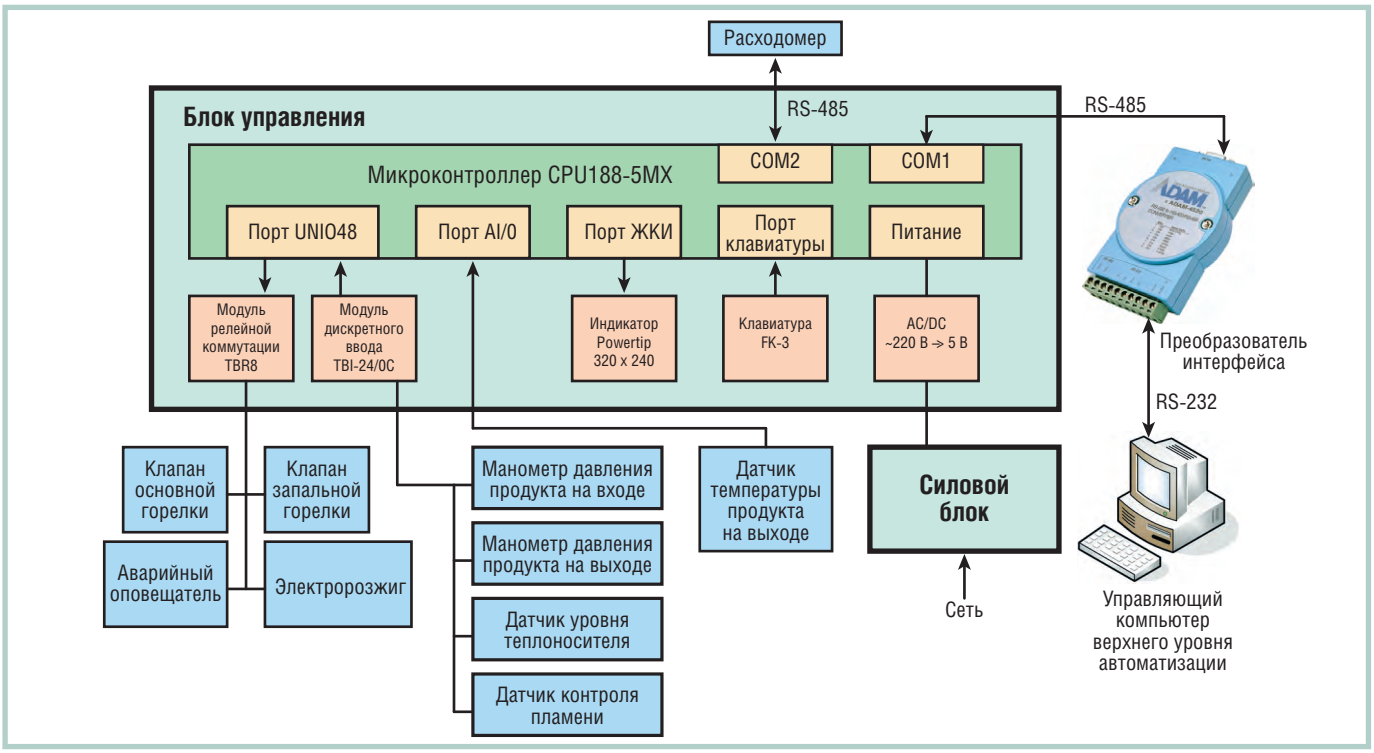



**Рис. 4. Функциональная схема автоматизированной системы управления подогревателем газа**

**Рис. 5. Комплект управляющего оборудования для системы подогрева воды**

Наличие встроенного сторожевого таймера обеспечивает перезапуск рабочей программы в случае зависания.

Функциональная схема автоматизированной системы управления подогревателем газа, построенной на базе описываемого блока, представлена на рис. 4.

Микроконтроллер, составляющий ядро блока и всей системы управления, обрабатывает информацию, полученную от аналоговых и дискретных датчиков, обеспечивает отображение на экране графического ЖКИ мнемосхемы процесса и числовых значений параметров, поддерживает заданные режимы подогрева, производит останов системы в аварийном режиме. В штатном режиме реализуется двухпозиционное регулирование температуры нагреваемого газа с индикацией на экране ЖКИ текущего и заданного значений температуры, а также величины аварийного порога. Сигнал обратной связи может подаваться на регулятор с аналогового или дискретного датчика температуры. В этом режиме также предусмотрен переход в ручной режим управления горением (большое/малое горение).

В режиме «Авария» (при выходе значений контролируемых параметров за допустимые пределы) рабочая программа обеспечивает защитное отключение управляемого объекта путём прекращения подачи топлива. При этом включается аварийная звуковая сигнализация, и на экран ЖКИ выводится сообщение о причине отключения. Информация о причине отключения сохраняется до момента ручного сброса режима аварийного отключения. После аварийного отключения исключён автоматический перезапуск управляемого объекта.

Связь с верхним уровнем АСУ осуществляется через интерфейс RS-485. Блок управления всегда является ведомым, то есть не может передавать информацию в канал без запроса ведущего, в качестве которого выступает управляющий компьютер.

Настройка блока управления осуществляется с помощью интуитивно понятного интерфейса пользователя, посредством иерархического графического меню и диалогов ввода информации – тем самым снижается сложность настройки и освоения системы обслуживающим персоналом.

## Эксплуатационные характеристики

Блок управления автоматизированной системы подогревателей газа по устойчивости к климатическим и внешним воздействиям соответствует группе УХЛ 4 по ГОСТ 15150. Климатические условия, при которых допускается использование блока:

- температура окружающего воздуха от –20 до +70°С;
- относительная влажность до 90% при температуре +30°С;
- атмосферное давление 630...800 мм рт. ст.

Система функционирует в непрерывном режиме круглосуточно и соответствует требованиям, предъявляемым к многоканальным, ремонтопригодным и восстанавливаемым системам.

## Решения для разных видов подогревателей

Работы по созданию блока управления подогревателем газа были завершены комплексными испытаниями на действующем оборудовании.

Новой разработкой в этой области, отвечающей более жёстким требованиям, стал комплект управляющего оборудования для системы подогрева воды (рис. 5). В состав комплекта, помимо описанного блока управления, вошли силовой блок и набор монтажных кабелей.

Таким образом, компания «Трайтек» стала предлагать своим заказчикам комплексные решения в области управляющих устройств.

В последующие годы специалисты компании «Трайтек» использовали полученный опыт и технические решения при разработке комплекта управляющего оборудования для подогревателя нефти (рис. 6), модифицированного для применения комплектных газовых горелок известных фирм Ecoflam и Baltur.

В настоящее время спрос на подобные системы управления, имеющие по сравнению с аналогами более развитые функциональные возможности и повышенные характеристики надёжности, постоянно растёт.

**Рис. 6. Комплект управляющего оборудования для подогревателя нефти**

## Заключение

В процессе выполнения работ для различных заказчиков были сформулированы общие характеристики систем управления подогревателями и разработан комплект управляющего оборудования, который соответствует всем требованиям оборудования, поставляемого в нефтегазовую отрасль.

Разработанный комплект управляющего оборудования позволил:

- на основе конструкторской, схемотехнической и программной унификации решать вопросы управления подогревателями в более короткие сроки, чем у других подобных систем;
- выдерживать короткие сроки изготовления оборудования на заказ;
- дать возможность специалистам заказчиков изменять многие настройки действующего оборудования в процессе последующей эксплуатации (логику срабатывания дискретных датчиков, диапазоны и уставки аналоговых датчиков).

Системы управления подогревателями газа, нефти и воды прошли успешную апробацию в течение более чем двух лет.

В ближайшие планы разработчиков входит дополнение поставляемых комплектов оборудования датчиками параметров технологического процесса, исполнительными устройствами, выносными органами управления и индикации (по требованию заказчиков). Кроме того, ведутся работы над программным обеспечением верхнего уровня, которое позволит интегрировать отдельные устройства в единую систему. ●

**Авторы — сотрудники ООО «Трайтек Инфосистемс»**
**Телефон: (8452) 52-0101**
**Факс: (8452) 52-0109**

# CPC 502

## ОДНОПЛАТНЫЙ КОМПЬЮТЕР СТАНДАРТА CompactPCI 3U

**Компактный размер, высокая вибро- и ударостойкость, модификации, не требующие принудительного охлаждения, индустриальный температурный диапазон эксплуатации и широкий набор интерфейсов, доступных на мезонине и на платах тыльного ввода-вывода, — все эти качества делают Fastwel CPC502 идеальным решением для высокопроизводительных встраиваемых компьютерных систем, используемых в ответственных применениях на транспорте, в промышленной автоматизации, приборостроении и системах обороны.**

- Процессор Intel Pentium M с частотой до 1,8 ГГц из долгосрочной производственной программы
- Соответствие стандартам PXI и PICMG 2.1 («горячая» замена периферийных плат)
- Видеоинтерфейс с поддержкой ЭЛТ до 2048×1536 точек
- Два порта Gigabit Ethernet
- Напаянная память DDR SDRAM с функцией коррекции ошибок
- Широкий набор интерфейсов на мезонине и плате RIO
- Модификации с пассивным охлаждением
- Влагозащитное покрытие
- Диапазон рабочих температур –40…+85°C индустриальный/0…+70°C коммерческий

**#439**

PCI INDUSTRIAL PICMG COMPUTERS

www.fastwel.ru

Fastwel
Creating the Future!

# Автоматизированная система управления стендом поверки расходомеров

Алексей Комелин, Сергей Ильясов

**В статье описана автоматизированная система управления стендом поверки расходомеров, используемых для тестирования компонентов нефтедобывающего оборудования. Представлены аппаратные и программные средства системы управления. Дано описание процесса поверки расходомера с представлением заложенных методов измерения и функциональных возможностей стенда.**

## Введение

Требования нефтяных компаний к качеству обслуживания сервисными предприятиями того или иного оборудования, участвующего в таком сложном технологическом процессе, как добыча нефти, постоянно растут. Как было показано в предыдущих статьях [1, 2], каждый компонент установки электроцентробежного насоса (УЭЦН) после ремонта на сервисном предприятии ЗАО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис» проходит тестирование на соответствующем стенде. Результаты тестирования оформляются в виде протокола и прикрепляются к паспорту установки. Протоколы тестирования по договору нефтяной компании «ЛУКОЙЛ» являются неотъемлемой частью паспорта установки. Без протоколов тестирования нефтяная компания не примет установку в эксплуатацию.

Погрешности и качество измерений контролируемых параметров на стендах определяют качество оказываемых услуг. Именно поэтому все новые стенды тестирования проходят первичную аттестацию при вводе в эксплуатацию и в дальнейшем ежегодно подвергаются периодической аттестации. Более того, плановая калибровка стендов производится раз в квартал.

Электроцентробежный насос (ЭЦН) является наиболее важным компонентом в составе УЭЦН, так как по его производительности определяется текущий дебит скважины. Все характеристики ЭЦН (напор, мощность, КПД), получаемые в процессе тестирования на стенде, зависят от подачи насоса. Поэтому расходомеры, установленные на стенде, раз в год проходят поверку. Для этого на базе ЗАО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис» был разработан стенд поверки расходомеров, автоматизированная система управления которым описана в данной статье.

## Состав стенда и основные требования к системе управления

Стенд поверки расходомеров (рис. 1) состоит из следующих компонентов:

- измерительная ёмкость объёмом 1 м$^3$, установленная на электронных весах;
- перекидное устройство с пневмоприводом;
- две магистрали измерения расхода;

Рис. 1. Общий вид стенда

Рис. 2. Рабочая ёмкость

- рабочая ёмкость объёмом 1,5 м$^3$ (рис. 2);
- два насоса разной производительности – первый до 40 м$^3$/сутки, второй до 86 м$^3$/сутки (рис. 3);
- шкаф управления.

Стенд должен измерять:

- расход в диапазоне от 0,2 до 86 м$^3$/ч с точностью 1%;
- давление до 500 PSI (фунт на квадратный дюйм);
- температуру рабочей жидкости (технической воды) до 50°C;
- температуру окружающей среды до 50°C;
- частоту импульсов до 2000 Гц;
- временной интервал до 100 мс;
- вес до 2000 кг;
- постоянный ток 4...20 мА.

Система управления стендом должна обеспечивать:

- управление оборотами привода насосов от 0 до 3000 об./мин;
- выбор насоса;
- установку желаемого расхода;
- переключение потока с рабочей ёмкости на измерительную и обратно;
- выбор расходомера;
- дистанционное управление весами.

## Процесс поверки

Стенд позволяет производить поверку расходомера в сборе (турбинка и преобразователь), отдельно турбинки и отдельно преобразователя. Если расходомер в сборе, то есть турбинка и преобразователь уже согласованы производителем (как правило, это новый расходомер), то нам в процессе поверки необходимо определить зависимость выходного сигнала преобразователя (ток 4...20 мА) от расхода. Это можно сделать двумя методами.

Первый, наиболее быстрый метод заключается в следующем. По эталонному расходомеру устанавливаем необходимый расход. ПИД-регулятор поддерживает заданный расход путём изменения оборотов привода насоса. Для вычисления расчётного тока $I_{рас}$ показание эталонного расходомера $Q_{ЭТ}$ подставляем в следующую формулу:

$$I_{рас} = \frac{Q_{ЭТ} \cdot 16}{Q_{max} - Q_{min}} + 4 \qquad (1)$$

где $I_{рас}$ – расчётный ток поверяемого расходомера, мА; $Q_{ЭТ}$ – расход эталонного расходомера, м$^3$/ч; $Q_{max}$, $Q_{min}$ – верхняя и нижняя границы диапазона поверяемого расходомера, м$^3$/ч. Далее определяем относительную погрешность измеренного тока.

Второй метод заключается в том, что эталонный расход получается весовым способом. Для этого перекидное устройство переключает поток на измерительную ёмкость и одновременно запускается таймер. Вес, измеренный весами, пересчитывается в объём и делится на время. Таким образом, получается эталонный расход $Q_{ЭТ}$. Затем расчёт ведётся по формуле (1).

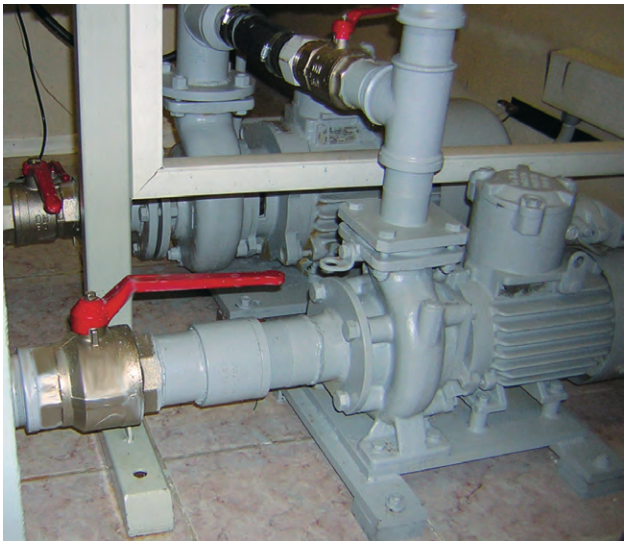


**Рис. 3. Насосы разной производительности**

Также на стенде можно поверять преобразователь отдельно от турбинки. В этом случае с генератора на вход преобразователя подаётся частотный сигнал, а с выхода снимается ток.

Можно поверять и турбинку отдельно от преобразователя. Для этого выход магнитного датчика турбинки нужно подключить к счётчику импульсов. При поверке турбинки необходимо определить коэффициент, равный отношению количества импульсов к объёму жидкости, прошедшей через расходомер за определённое время. При этом объём жидкости можно получить как с помощью эталонного расходомера, так и весовым методом.

Ещё одна функция стенда заключается в том, что можно проверить погрешность измерения эталонных расходомеров по весам.

## Аппаратное обеспечение

Основным критерием выбора контроллера системы управления стендом была способность контроллера производить измерения на основе приёма и обработки сигналов разных типов: сигналов постоянного тока (4...20 мА) от преобразователя расходомера и датчика температуры рабочей жидкости, сигналов напряжения (0...5 В) с датчика давления, а также сигналов счётчика импульсов внешней частоты и счётчика импульсов внутренней частоты для измерения миллисекундного интервала времени. С целью уменьшения погрешности преобразования решено было эталонные значения расходов получать по последовательному порту.

В силу этих причин в качестве базового элемента системы управления был выбран модуль микроконтроллера CPU188-5MX фирмы Fastwel. Отличительной особенностью данного модуля является то, что в своём составе он имеет универсальный порт ввода-вывода UNIO48 (разъёмы J8, J9). Порт реализован на программируемой логической микросхеме FPGA и предназначен для ввода-вывода 48 логических сигналов. Схема порта может изменяться непосредственно в системе (технология ISP) без выключения питания с помощью утилит isl188.com и isp188.com.

Функциональная схема системы управления стендом поверки расходомеров приведена на рис. 4. Внешний вид аппаратуры системы управления показан на рис. 5.

На монтажной панели MPB-16 фирмы Octagon Systems собраны модули УСО с гальванической развязкой. Это дискретные и аналоговые модули серий OpenLine и G5 фирмы Grayhill. Их состав, тип и назначение отражает табл. 1.

Монтажная панель MPB-16 подключена к универсальному порту J8 модуля микроконтроллера. Для этого порта используется прошивка N00, обеспечивающая работу с модулями Grayhill.

Ко второму универсальному порту J9 модуля микроконтроллера подключена клеммная плата STB-26 (Octagon Systems). Порт запрограммирован на работу четырёх счётчиков импульсов и использует прошивку T01. Задействовано только два счётчика (остальные в резерве): первый счётчик предназначен для подсчёта импульсов с турбинки (внешняя частота), второй — для определения времени переключения перекидного устройства (используется внешняя частота заполнения 1 МГц).

Для изменения оборотов приводов насосов (регулирования расходов) ис-

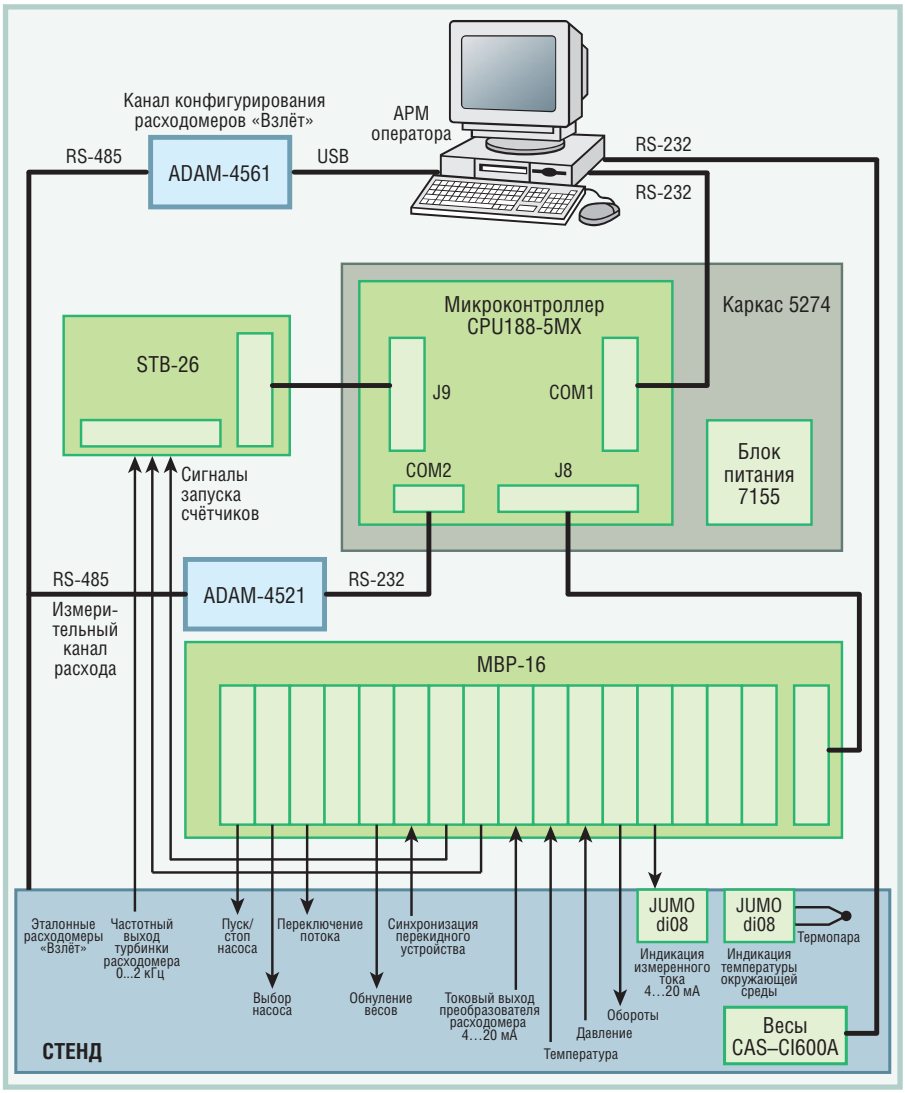



**Рис. 4. Функциональная схема системы управления стендом**

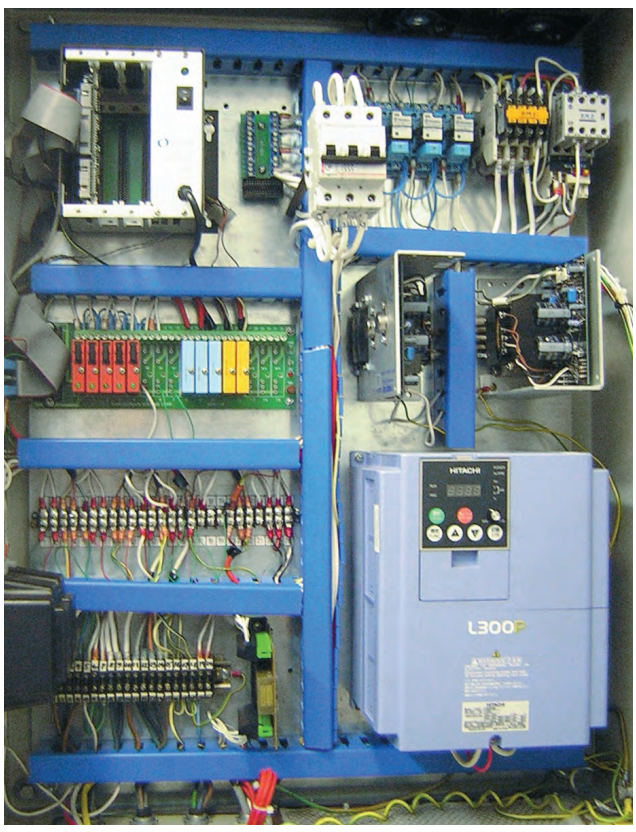


**Рис. 5. Аппаратная часть системы управления стендом**

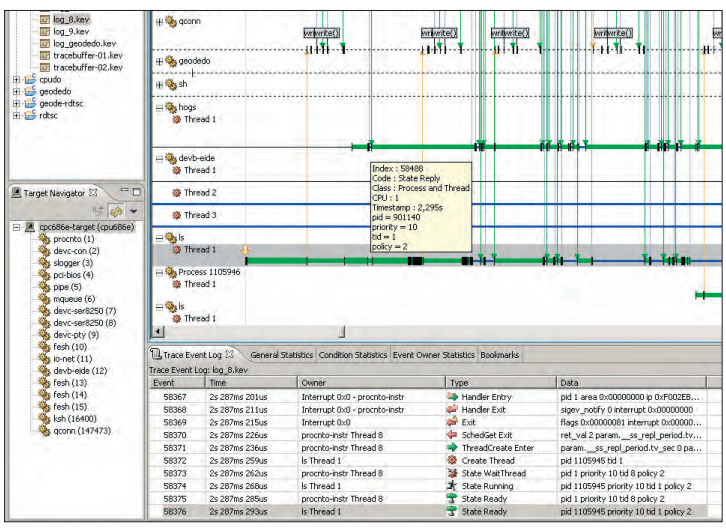


**Рис. 6. Основная форма программы**

щей среды, которую измеряет внешняя термопара, подключённая непосредственно к одному из индикаторов. Вторичный преобразователь весов CAS CI-6000A встроен в дверь шкафа управления. Весы передают сигнал по последовательному порту непосредственно на компьютер оператора.

Эталонные расходомеры передают измеренный расход по последовательному интерфейсу в порт COM2 микроконтроллера, используя протокол RS-485. Для согласования этого протокола с протоколом интерфейса RS-232 микроконтроллера применён модуль преобразователя ADAM-4521 фирмы Advantech, образующий совместно с перечисленными интерфейсами измерительный канал расхода.

Конфигурирование эталонных расходомеров «Взлёт» производится с помощью штатного программного обеспечения, установленного на компьютере АРМ оператора. Связь порта RS-485 расходомера с USB-портом компьютера АРМ оператора реализована через соответствующие интерфейсы и модуль преобразователя ADAM-4561 (Advantech), вместе образующие канал конфигурирования расходомеров «Взлёт».

Последовательный порт COM1 микроконтроллера используется для его связи с компьютером АРМ оператора.

Модуль микроконтроллера размещён в монтажном каркасе 5274 с блоком питания 7155 (Octagon Systems).

Таким образом, с помощью всего одного модуля микроконтроллера CPU188-5MX, имеющего универсальный порт ввода-вывода, решена проблема сбора электрических сигналов различных типов, что существенно снизило стоимость системы управления в целом.

пользуется частотный преобразователь Hitachi серии L300P. Индикаторы JUMO на лицевой панели шкафа управления отображают измеренный ток и температуру окружаю-

OCTAGON SYSTEMS

# ЗНАК СИЛЫ. OCTAGON

# ВЫСОКОНАДЁЖНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ MicroPC

- x86 совместимые процессорные платы производительностью до Pentium III
- широкий выбор периферийных плат для промышленных применений
- поддержка Windows CE, QNX, Linux
- простота обслуживания
- удары до 20g
- вибрация до 5g
- –40...+85°C

**Влагозащитное покрытие всех типов плат!**

Реклама

#5

Официальный дистрибьютор – компания ПРОСОФТ

PROSOFT®

**МОСКВА** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

## Программное обеспечение

Программа управления процессом поверки расходомеров разработана на языке программирования Visual Basic 5.0. На рис. 6 показана основная форма программы, которая включает 4 закладки: «Ввод данных испытания», «Калибровка перекидного устройства», «Проверка турбинки», «Калибровка стенда». Как видно из рис. 6, в процессе поверки весь диапазон разбивается на 5 точек. В каждой точке снимается по 5 замеров. При необходимости, если какой-либо замер выпал из нормальных значений, его можно обнулить и повторить замер заново. Форма содержит управляющие кнопки, обеспечивающие выбор насоса, выбор расходомера, установку расхода, управление двигателем.

По результатам поверки генерируется отчёт, форма которого представлена на рис. 7.

Программа для CPU188-5MX разработана в среде программирования промышленных контроллеров UltraLogik32. Использован штатный ПИД-регулятор из библиотеки, поставляемой с системой разработки. На уровне микроконтроллера идёт преобразование кодов в физические величины, фильтрация сигналов, их масштабирование и первичная обработка. На языке C++ разработано программное обеспечение последовательного порта, предназначенного для чтения значений с эталонных расходомеров.

В качестве связующего звена между уровнями системы управления используется OPC-сервер UltraNet32.

*Таблица 1*

**Состав, тип и назначение применяемых модулей УСО**

| Модуль | Тип | Назначение |
|---|---|---|
| 70G-ODC5 | Выходной | Пуск/стоп выбранного двигателя |
| 70G-ODC5 | Выходной | Выбор насоса |
| 70G-ODC5 | Выходной | Переключение потока |
| 70G-ODC5 | Выходной | Обнуление весов |
| 70G-IDC5 | Входной | Синхронизация перекидного устройства |
| 70G-ODC5 | Выходной | Разрешение счёта внешних импульсов |
| 70G-ODC5 | Выходной | Разрешение счёта внутренних импульсов |
| 73G-II420 | Входной | Измерение расхода |
| 73G-II420 | Входной | Измерение температуры жидкости |
| 73G-IV5 | Входной | Измерение давления |
| 73G-OV10 | Выходной | Изменение оборотов |
| 73G-OV10 | Выходной | Индикация (измеренный ток) |

## Заключение

В настоящее время разработанный стенд проходит аттестацию для использования его в качестве средства измерения в метрологической службе нашего предприятия. Успешное внедрение стенда ещё раз подтвердило возможность быстрой и относительно простой разработки качественных систем управления на основе применения средств автоматизации таких фирм, как Octagon Systems и Fastwel, и системы программирования промышленных контроллеров UltraLogik32. ●

## Литература


1. Комелин А. Автоматизированная система управления стендами тестирования погружного электрооборудования // Современные технологии автоматизации. 2004. № 3. С. 16-23.
2. Комелин А. Автоматизированная система управления стендом тестирования гидрозащиты погружного электродвигателя // Современные технологии автоматизации. 2005. № 2. С. 58-61.



**Автор — сотрудник**
**ЗАО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис»**
**Телефон: (34667) 497-50**
**Факс: (34667) 497-46**


ЗАО «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис»

**Протокол**

**калибровки преобразователя расхода жидкости весовым методом.**

Приложение

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип преобразователя: | Турбинный | | | | |
| Первичный преобразователь | HALLIBURTON | № | | | |
| Вторичный преобразователь | HFC | № | | | |
| Максимальное значение объемного расхода, при $I_{макс}$ - 20 мА: $Q_{т\ вых}$ = $Q_{макс}$ = | 41.66667 | м3/ч | | | |
| Минимальное значение объемного расхода, при $I_{мин}$ - 4 мА: | 3.333 | м3/ч | | | |
| Константа преобразования импульсного входа: $K_p$ - | | имп/м3 (имп/гал) | | | |
| Предел допускаемой погрешности: $\delta$ – | 1 | % | | | |
| Принадлежит: | | | | | |
| Комплектность (наличие паспорта, внешний вид и т.п.): | | | | | |
| Электрическое сопротивление изоляции цепей питания: | 1000 | МОм | | | |
| Место проведения калибровки: | лаборатория ОМО ЗАО ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис | | | | |
| Дата проведения калибровки: | 27.11.2006 | | | | |
| Дата проведения следующей калибровки: | 27.11.2007 | | | | |

***Условия и средства калибровки:***

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Гигрометр психрометрический: | | ВИТ-2 | зав.№ | 48 |
| Барометр-анероид: | | М 110 | зав.№ | 32 |
| Манометр: | | МПЗ-УУ2-25 | зав.№ | 565 |
| Стенд калибровки расходомеров: | | | зав.№ | ОС-010290 |
| Эт. расходомер: | ВЗЛЕТ | Ду- 50 мм | зав.№ | 400939 |
| Платформенные весы: | Тип | CAS CI 6000A | зав.№ | 1967(12612) |
| Датчик давления: | Тип | Setra 280E | зав.№ | 1465803 |
| Датчик температуры: | Тип | OmegaTX92 | зав.№ | 3348 |
| Счетчик импульсов: | | AR-2 | зав.№ | 019 |
| Мегаомметр: | Тип | A102/2 | зав.№ | 0935774 |
| Поверочная жидкость: | | Вода | | |
| Температура окружающего воздуха: | | | | °C |
| Относительная влажность воздуха: | | | | % |
| Атмосферное давление: | | | | мм. рт. ст. |
| Давление воздуха в питающей линии: | | | | кгс/см2 |

| Номер точки диапазона, m, j | Номер измерения, n, i | $Q_j$ ($Q_{voi}$) по эталонному | | $M_{ij}$ ($m_o$) | $N_{ij}$ | $K_{ij}$ | Tij | $P_{ij}$ | $\rho_{ij}$ ($\rho$) | $t_{ij}$ | $V_{ij}$ ($V_o$) | $N_j$ | $S_j$ | $\varepsilon_j$ | $K_j$ | $K_д$ | $\theta_K$ | $\theta_C$ | $\delta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $м^3$/ч | % | кг | имп. | имп/гал | с | PSI | кг/$м^3$ | °C | $м^3$ | имп. | % | % | имп/гал | имп/гал | % | % | % |
| 1 | 1 | 4,667 | 11 | 194,02 | 17750,7 | 346 | 150 | 1,14 | 997,8 | 22,00 | 0,194 | 17749,03 | 0,0172 | 0,0549 | 345,0561 | | | | |
| | 2 | 4,667 | 11 | 194,02 | 17750,9 | 346 | 150 | 0,98 | 997,8 | 22,00 | 0,194 | | | | | | | | |
| | 3 | 4,684 | 11 | 194,73 | 17745,5 | 344 | 150 | 0,74 | 997,8 | 22,00 | 0,195 | | | | | | | | |
| 2 | 1 | 12,492 | 30 | 519,34 | 47279,6 | 344 | 150 | 13,79 | 997,8 | 22,00 | 0,521 | 47279,47 | 0,0034 | 0,0108 | 343,3436 | | | | |
| | 2 | 12,525 | 30 | 520,71 | 47281 | 343 | 150 | 13,92 | 997,8 | 22,00 | 0,522 | | | | | | | | |
| | 3 | 12,510 | 30 | 520,09 | 47277,8 | 343 | 150 | 13,99 | 997,8 | 22,00 | 0,521 | | | | | | | | |
| 3 | 1 | 22,127 | 53 | 919,9 | 83314,8 | 342 | 150 | 29,09 | 997,8 | 22,00 | 0,922 | 83316,97 | 0,0056 | 0,0177 | 342,5507 | 347,3848 | 1,71412 | 1,89845 | 1,56267 |
| | 2 | 22,084 | 53 | 918,11 | 83313,8 | 343 | 150 | 29,57 | 997,8 | 22,00 | 0,92 | | | | | | | | |
| | 3 | 22,073 | 53 | 917,66 | 83322,3 | 343 | 150 | 29,48 | 997,8 | 22,00 | 0,92 | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 32,278 | 77 | 1341,9 | 125134 | 352 | 150 | 46,11 | 997,8 | 22,00 | 1,345 | 125126,3 | 0,0053 | 0,0167 | 353,3394 | | | | |
| | 2 | 32,115 | 77 | 1335,1 | 125121 | 354 | 150 | 46,15 | 997,8 | 22,00 | 1,338 | | | | | | | | |
| | 3 | 32,114 | 77 | 1335,1 | 125124 | 354 | 150 | 46,16 | 997,8 | 22,00 | 1,338 | | | | | | | | |
| 5 | 1 | 41,932 | 101 | 1743,3 | 162528 | 352 | 150 | 37,67 | 997,8 | 22,00 | 1,747 | 162513,3 | 0,0087 | 0,0277 | 352,6341 | | | | |
| | 2 | 41,676 | 100 | 1732,6 | 162512 | 354 | 150 | 39,3 | 997,8 | 22,00 | 1,737 | | | | | | | | |
| | 3 | 41,986 | 101 | 1745,5 | 162500 | 352 | 150 | 37,95 | 997,8 | 22,00 | 1,749 | | | | | | | | |

| № | F | $I_{расч}$ | $I_i$ ($I_{вых}$) | Bp | б, |
|---|---|---|---|---|---|
| n/n | Гц | мА | мА | % | % |
| 1 | 66,3841 | 5 | 4,98 | 0,4016 | 0,4016 |
| 2 | 265,536 | 8 | 7,98 | 0,2506 | |
| 3 | 531,073 | 12 | 11,99 | 0,0834 | |
| 4 | 796,609 | 16 | 16,01 | -0,0625 | |
| 5 | 1062,15 | 20 | 20,02 | -0,0999 | |

Заключение по результату калибровки: _____

Калибровку произвели: Калибровщик _____

Инженер по метрологии _____

**Рис. 7. Форма отчёта**

## Стратегия глобальных и локальных приобретений

В последнее время на рынке источников питания все чаще происходят процессы поглощения более мелких и укрупнения ведущих компаний. В течение последних лет три из пяти наиболее крупных компаний-поставщиков источников питания вовлечены в процесс слияний. При этом возрастает угроза другим компаниям, что может повлечь дальнейшее укрупнение в попытке выровнять игровое поле.

Спустя год после приобретения компании Lambda компанией TDK г-н Takeo Suzuki, уполномоченный директор и президент Densei-Lambda, оценивает слияния компаний, произошедшие за последние годы и служащие для укрепления их позиций на рынке источников питания.

— Когда год назад TDK вступила во владение компанией Lambda, образовав бренд TDK-Lambda, компания переместилась на второе место в мире в секторе производителей источников питания. Последующее появление бренда Astec-Artesyn отодвинуло TDK-Lambda на третье место.

В настоящее время TDK-Lambda стремится стать компанией совершенных решений на рынке источников питания. Прежде всего компания хочет расти. В этом отношении TDK-Lambda ориентируется не только на структурный рост, но и на последующие приобретения. На государственном уровне, например в Северной Америке, TDK-Lambda планирует приобрести небольшие производственные компании, занимающие определённые рыночные ниши. Поскольку сделать такие приобретения проблематично, компания рассчитывает на $10-15 млн. в регионе. Вместе с тем TDK-Lambda будет стремиться расширить и объём рынка на международном уровне. В этом случае планируются приобретения на сумму от $50 до $100 млн.

В настоящее время доля TDK-Lambda на рынке составляет примерно 6%. Это значит, что компания основательно отстаёт от лидера рынка — компании Delta, которая имеет 12%. Ситуация совершенно иная, если обратиться к источникам питания для промышленных применений. В этой сфере TDK-Lambda является явным лидером с 24% перед Power-One, у которой 4% доли рынка. TDK-Lambda стремится к дальнейшим приобретениям, поэтому планирует укрепить своё положение на рынке, уделив особое внимание сфере DC/DC-преобразователей.

В промышленном секторе европейские специалисты по источникам питания подвержены влиянию производителей с агрессивной ценовой политикой, таких как Mean-Well, предлагающих «упрощённые» устройства.

Поскольку внутренний рынок компании TDK-Lambda (Япония) занят, производители с агрессивной ценовой политикой не имеют там больших шансов на успех вследствие высоких требований японского рынка к надёжности, особенно в промышленном секторе. Впрочем, на международном уровне TDK-Lambda планирует реагировать на такие модели бизнеса, как у Delta и Mean-Well, выпуская соответствующий ряд изделий.

Процесс укрупнения на рынке источников питания ускоряется, особенно в сфере DC/DC-преобразователей. Через два или самое позднее три года будет существовать только цифровой способ управления процессом преобразования в источниках питания, прежде всего в промышленном секторе. Всякий, кто не выдерживает требований времени к техническим характеристикам изделий, очень быстро останется за бортом. Следует ожидать, что через несколько лет Китай перестанет играть роль главной производственной арены, которую он играет в настоящее время. Как и другие крупные компании, TDK-Lambda начала сокращать свои производственные мощности в Китае и переводить их в Таиланд, Вьетнам и Малайзию. ●

## Конфигурируемые DC/DC-преобразователи для военных применений — лауреаты конкурса Technology Awards

Конфигурируемые DC/DC-преобразователи серии MCC компании XP Power признаны лучшими в категории «Источники питания» конкурса Technology Awards 2006 года, проводимого журналом ECN (www.ECNmag.com).

Низкопрофильные DC/DC-преобразователи при работе способны обеспечить мощность до 400 Вт, номинальные значения выходных напряжений составляют от 2 до 48 В, диапазон входных напряжений от 18 до 36 В постоянного тока. По желанию заказчика в преобразователь может быть встроено от 1 до 4 выходных каналов.

Низкопрофильные DC/DC-преобразователи отвечают требованиям зарубежных военных стандартов:

MIL-STD 1275 A/B — к питающей сети постоянного напряжения и устойчивости аппаратуры к динамическим изменениям напряжения электропитания бортовой сети военных транспортных средств;

MIL-STD-461E — к кондуктивным помехам;

MIL-STD-810F — к внешним воздействиям: вибрациям, механическим ударам.

Каждый выходной канал модуля серии MCC имеет собственный контур стабилизации, устраняющий перекрёстные влияния между каналами. Нестабильность по току и напряжению не превышает ±1%. DC/DC-преобразователи оснащаются дополнительным 200-ваттным выходным каналом нестабилизированного напряжения для питания приводных электромоторов, фотокамер и другого бортового оборудования.

Конфигурируемые модули обладают следующими сервисными функциями: дистанционным включением/выключением, сигналами блокировки выходных каналов, сигналами состояния выходных напряжений, внешней обратной связью, защитой по току и перенапряжению, защитой от короткого замыкания и перегрева (самовосстановление), а также изменениями полярности входного напряжения.

Типичное значение КПД равно 75%, напряжение гальванической изоляции между первичной и вторичной цепью, первичной цепью и корпусом, вторичной цепью и корпусом составляет 500 В постоянного тока. Преобразователи имеют широкий диапазон рабочих температур от –40 до +90°C (основание корпуса), габаритные размеры модуля 185Ч165Ч27,5 мм. Отвод тепла через плату-основание даёт возможность применять изделия в системах с кондуктивным отводом тепла через элементы конструкции аппаратуры. ●

# Проекты автоматизации вентиляторных градирен

*Николай Киянов, Олег Крюков, Сергей Лопатников, Андрей Смирнов, Дмитрий Прибытков*

**Рассмотрены особенности современных водооборотных систем охлаждения технологического оборудования с помощью вентиляторных градирен. Проанализированы факторы, влияющие на стабильность, надёжность и эффективность работы градирни. Предложены рациональные схемотехнические и алгоритмические средства автоматизации. Представлены результаты моделирования и внедрения автоматизированных вентиляторных градирен.**

## Особенности автоматизации современных водооборотных систем с градирнями

Компанией ООО «Интермодуль» в 2004-2006 годах по заказу разных организаций и предприятий были реализованы проекты по разработке электрооборудования и автоматизации нескольких новых трёхсекционных вентиляторных градирен [1].

В общем случае водооборотные системы, применяемые в горнодобывающей, нефтеперерабатывающей, стекольной, химической промышленности, машиностроении, металлургии и других отраслях, включают в себя (рис. 1):

- промышленных потребителей, использующих оборотную воду для охлаждения машин, аппаратов и рабочих сред;
- насосные станции с системой водоподготовки для обеспечения циркуляции воды в системе;
- охладительные установки (градирни).

Для повышения эффективности технологического процесса охлаждения воды и обеспечения энергосбережения в периоды пониженной нагрузки на охладительные установки целесообразно внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) водооборотных циклов. Автоматизация технологического процесса охлаждения воды может быть:

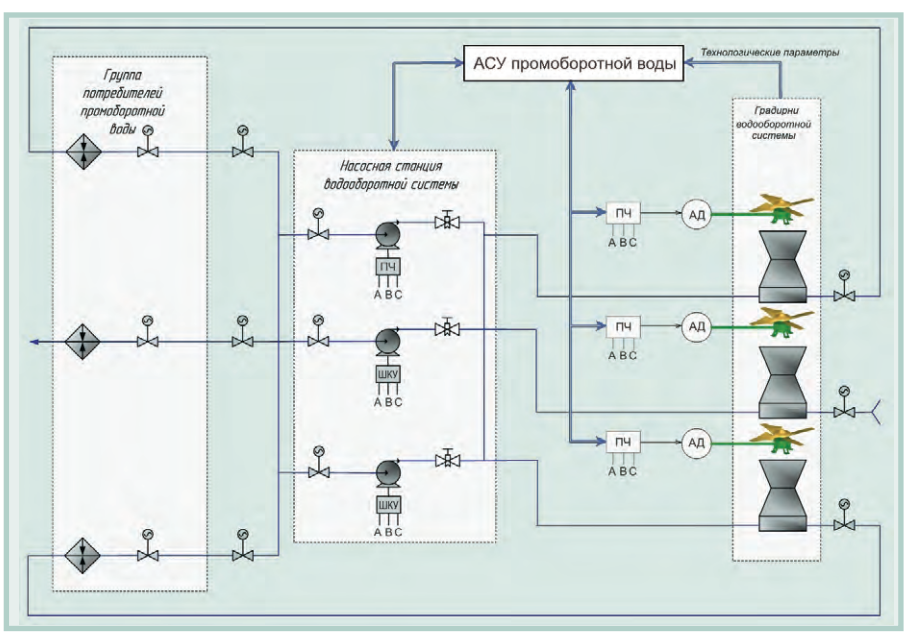
- частичной (с функциями частотного регулирования, мониторинга и дистанционного управления);
- полной (автоматическое регулирование и управление без непосредственного участия человека).

Частичная автоматизация технологического процесса, предполагающая использование программируемого логического контроллера, обеспечивает:

- реализацию функции сбора данных;
- выработку управляющих воздействий;
- поддержание оптимального режима с целью минимизации энергетических затрат на эксплуатацию основного энергопотребляющего оборудования (насосы, вентиляторы);
- диагностику и прогнозирование неисправностей теплотехнической и электромеханической частей системы.

Для визуализации технологического процесса используются SCADA-системы с функциями диагностики состояния оборудования и технологического процесса, что помогает своевременно осуществлять профилактические ремонты и замену оборудования, снижать риск возникновения нештатных и аварийных режимов работы и повышать надёжность системы.

Полная автоматизация технологического процесса охлаждения воды предполагает:




Условные обозначения: АД — асинхронный двигатель; ПЧ — преобразователь частоты; ШКУ — шкаф контакторного управления.

**Рис. 1. Функциональная схема водооборотной системы**

- комплекс мероприятий по переоснащению оборудования технологического процесса устройствами защиты и/или диагностики;
- замену существующих исполнительных механизмов и КИПиА на новые, которые позволяют производить мониторинг, диагностику и управление в реальном времени без участия человека.

Основным звеном в такой системе тоже является программируемый логический контроллер, связанный с верхним уровнем системы и обеспечивающий:

- автоматическое управление всеми технологическими процессами;
- передачу измеренных значений физических величин на АРМ диспетчеров АСУ ТП;
- защиту и блокировку оборудования и исполнительных механизмов;
- предупредительную и аварийную сигнализацию.

Сбор данных и архивирование параметров процесса происходит на сервере сбора данных, расположенном в операторной объекта. Сервер сбора данных имеет избыточные вычислительные мощности и ресурсы информационных накопителей и позволяет хранить параметры технологического процесса в течение нескольких лет.

Полная автоматизация технологического процесса связана с реализацией функций регулирования, мониторинга, диагностики и управления. Она позволяет не только добиться высоких показателей эффективности производства охлажденной воды и снизить затраты электроэнергии, но и увеличить срок службы оборудования и повысить безопасность технологического процесса.

## Аппаратные средства автоматизации вентиляторных градирен

В качестве примера рассмотрим проект автоматизированной вентиляторной градирни одного из горнодобывающих предприятий России производительностью 1000 куб. м/ч и с тремя секциями площадью 144 кв. м. Она относится к классу градирен с противотоком и предназначена для охлаждения технологической (промоборотной) воды, которая в результате нагрева имеет температуру в диапазоне $t_г$ = 30...40°C, до стабильной температуры $t_о$ = 28°C в условиях воздействия различных возмущений. К этим возмущениям относятся метеорологические факторы: температура и влажность воздуха, ветер, атмосферное давление и прочие, – и факторы технологические: изменения подачи (производительности) циркуляционных насосов и температуры горячей воды (или температурного перепада входной/выходной воды).

Наибольшее влияние на процесс охлаждения оказывают значения четырёх параметров: перепада температур горячей/охлаждённой воды $\Delta t_{го}$ ($\Delta t_{го}$ = 2...12°C), температуры окружающего воздуха $t_в$ ($t_в$ = 5...35°C), его влажности β (β = 50...100%) и подачи насоса $Q$. Так как скорость вращения вентилятора ω задаётся в условиях одновременного случайного изменения всех параметров, для получения стабильной температуры охлаждённой воды необходимо:

- получить и обработать достоверную информацию с соответствующих датчиков с дискретностью 1 минута;
- вычислить оптимальную (заданную) скорость вращения вентилятора градирни $\omega_{зад} = f(\Delta t_{го}, t_в, \beta, Q)$;
- скорректировать её с учётом стабилизирующего действия обратной связи по выходной координате – температуре охлаждённой воды $t_о$ = 28°C.

Охлаждение технологической воды в градирне физически представляет собой два процесса [2]:

1) теплообмен падающих распылённых капель горячей воды со встречным потоком воздуха, имеющего температуру окружающей среды;
2) испарение, связанное с фазовым переходом воды в парообразное состояние при массовом её разбрызгивании и принудительной вентиляции.

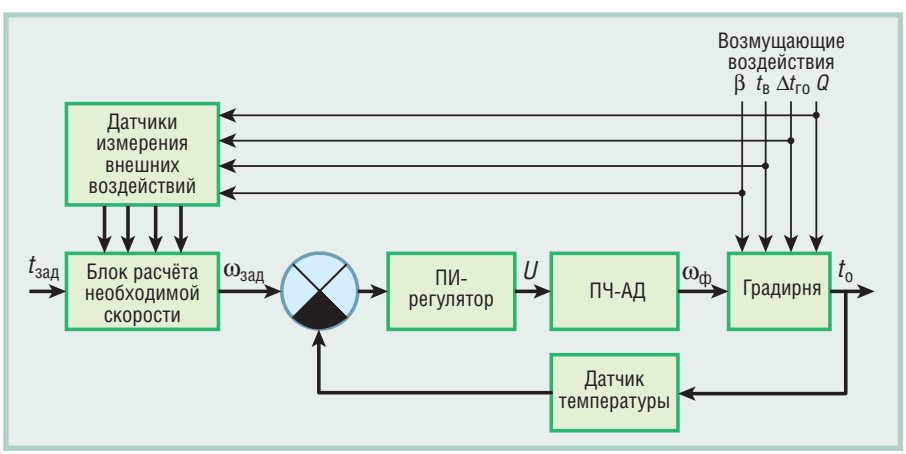
Для получения стабильной температуры охлаждённой воды система автоматизации вентиляторной градирни имеет:

- блок точного задания скорости вращения электроприводом вентилятора для стабильной работы в разомкнутой системе управления в условиях действия всех технологических и метеорологических факторов;
- контур стабилизации температуры охлаждённой воды для коррекции заданной скорости по сигналам обратной связи, особенно при неадекватных показаниях метеодатчиков и сильном воздействии неучтённых факторов.

Функциональная схема автоматизированного управления технологическим процессом охлаждения воды в вентиляторной градирне показана на рис. 2.

Преобразователь частоты для асинхронных двигателей на базе Altivar38 позволяет реализовать энергоэкономичный закон скалярного регулирования скорости электропривода ПЧ-АД (преобразователь частоты — асинхронный двигатель) с вентиляторной нагрузкой $U/f^2$ = const ($U$ и $f$ – величины напряжения и частоты соответственно). При этом снижение скорости вентилятора градирни относительно номинального значения $\omega_{ном}$ = 180,5 об./мин сопровождается квадратичным снижением момента нагрузки ($M_с = \kappa_1\omega^2$) и кубическим уменьшением потребляемой мощности ($P = \kappa_2\omega^3$). Это повышает технико-экономическую эффективность и сокращает срок окупаемости ПЧ и компьютерной системы регулирования до 0,5...1,5 лет.

Вторым важным фактором, обеспечивающим технико-экономический




Условные обозначения: $t_{зад}$, $t_о$ — температура охлаждённой воды, заданная и фактическая соответственно; $\omega_{зад}$, $\omega_ф$ — скорость вращения электропривода вентилятора, заданная и фактическая соответственно; $\Delta t_{го}$ — перепад температур горячей/охлаждённой воды; $t_в$ — температура окружающего воздуха; β — влажность окружающего воздуха; $Q$ — подача насоса; $U$ — питающее напряжение; ПЧ-АД — система частотно-регулируемого электропривода «преобразователь частоты — асинхронный двигатель».

**Рис. 2. Функциональная схема автоматизации вентиляторной градирни**

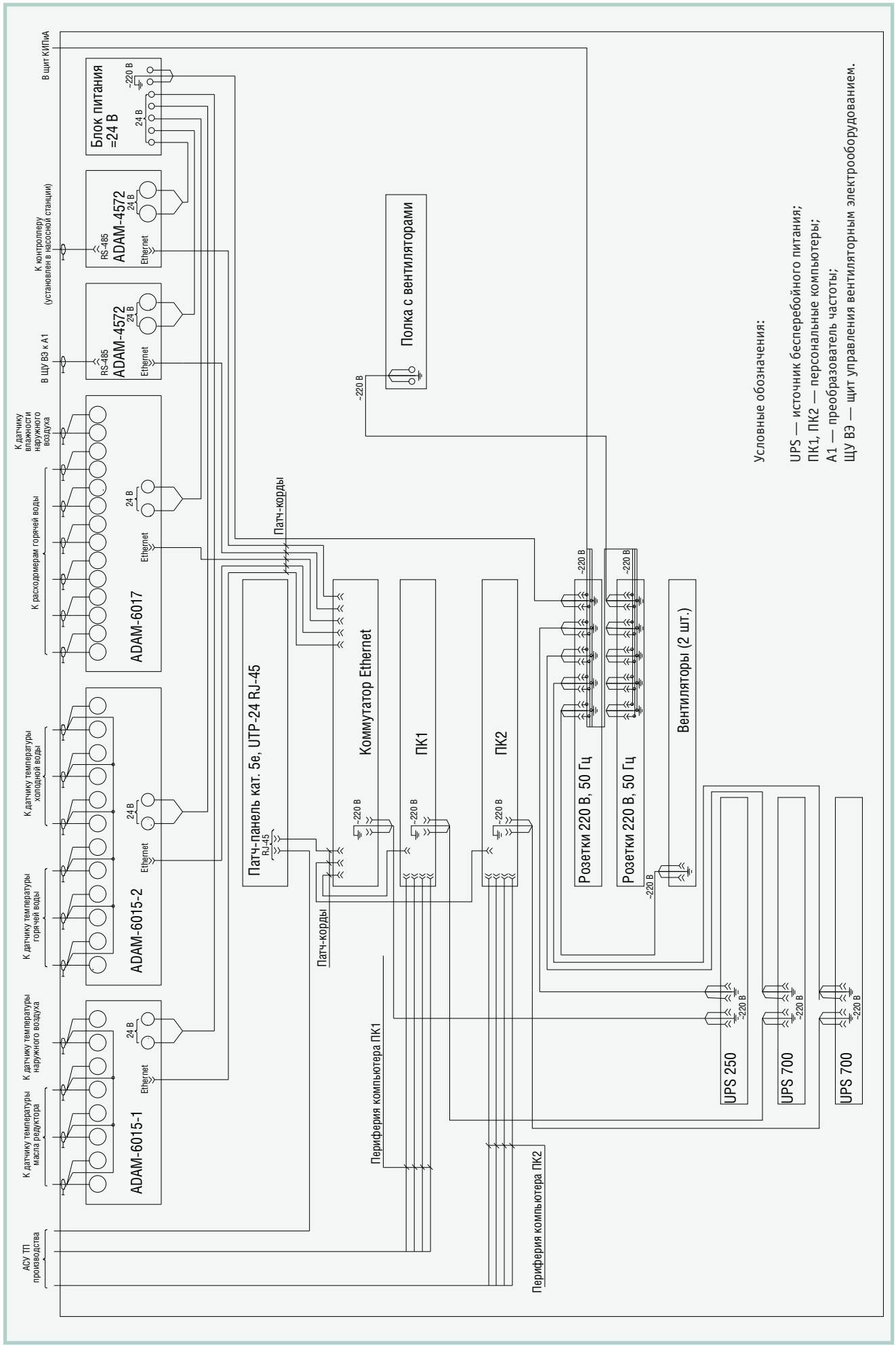



**Рис. 3. Принципиальная схема единого диспетчерского поста, координирующего взаимодействие локальных систем АСУ ТП**

**Рис. 4. Общий вид шкафа системы автоматизации вентиляторной градирни**

эффект применения частотного регулирования скорости вентилятора, является стабилизация главного выходного параметра градирни – температуры охлаждённой воды – на уровне $t_o$ = 28°C. Как правило, строгое соблюдение параметров основного технологического процесса позволяет повысить производительность и качество выпускаемой продукции. Поэтому программная реализация пропорционально-интегрального регулятора (ПИ-Р) САР корректирующего контура обратной связи главного технологического параметра $t_o$ = const имеет большое практическое значение.

Немаловажное значение имеет повышение надёжности и долговечности работы двигателей, редукторов и другого механического оборудования. Это достигается за счёт непрерывной диагностики элементов электрооборудования средствами ПЧ и промышленного компьютера (ПК), прогнозирования неисправностей в фоновом режиме, формирования оптимальных динамических режимов.

Реализация тахограмм «мягкого» пуска, торможения и перехода на новые скорости при минимальной кратности токов АД благоприятно сказывается на старении изоляции обмоток двигателя, его тепловом состоянии, а ограничение больших динамических моментов приводит к отсутствию напряжений и ударов в механических передачах (длинных валах, редукторах и лопастях вентилятора). К тому же становится возможной работа вентилятора в зоне помпажа и снижается вероятность рециркуляции воздуха (затягивание влажного воздуха обратно в воздухозаборные жалюзи градирни).

Наконец, координация работы всех локальных систем технологического процесса и обмен между ними информацией в рамках АСУ ТП второго уровня в среде Ethernet позволяет оптимизировать и инициализировать функционирование всего производственного процесса с единого диспетчерского поста, принципиальная схема которого показана рис. 3.

Кроме того, системой автоматизации выполняются следующие функции:

- контроль состояния аппаратов в схеме управления электродвигателями вентиляторов (реле протока масла редуктора, положения переключателя выбора управления);
- контроль температуры и протока масла в редукторах вентиляторов с выработкой предупредительных сигналов и команды на отключение вентиляторов при получении аварийных сигналов;
- получение информации от расходомеров горячей воды, подаваемой на градирню из насосной станции;
- получение из насосной станции информации от управляющего контроллера и выработка соответствующей команды управления вентиляторам градирни в аварийном режиме;
- отображение информации о ходе технологического процесса в форме мнемосхемы (видеокадра) на мониторах ПК с подачей звукового (голосового) сигнала при аварийных ситуациях;
- ведение протокола событий с возможностью вывода на печать данных, полученных за заданный промежуток времени (смена, сутки).

В перспективе возможно включение данной локальной автоматизированной системы управления в АСУ ТП оборотного водоснабжения.

В состав аппаратуры рассматриваемой системы автоматизации входят следующие приборы и устройства:

- термопреобразователи сопротивления для измерения температуры с характеристикой Pt100;
- модули ADAM-6015 – преобразователи аналоговых сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровые данные, передаваемые в ПК по локальной сети Ethernet;
- модуль ADAM-6017 – преобразователь токовых сигналов 4...20 мА в цифровые данные, передаваемые в ПК по локальной сети Ethernet;
- модули ADAM-4572 – шлюзы передачи данных по последовательному интерфейсу RS-485 с протоколом ModBus от ПЧ и управляющего контроллера насосной станции на ПК по локальной сети Ethernet;
- коммутатор локальной сети Ethernet;
- промышленные компьютеры IPC-510-SYS1-3 (2 шт.) фирмы Advantech с клавиатурой и манипулятором;
- мониторы с жидкокристаллической индикацией;
- принтер лазерный формата А4;
- источники питания ~220/= 24 В;
- источники бесперебойного питания (UPS) для монтажа в стойку – SUA750RMI2U (2 шт.) и SC250RMI1U (1 шт.) компании APC.

Применяемые модули семейства ADAM являются изделиями фирмы Advantech.

В проекте приняты к установке два ПК, один из которых является основным, второй – резервным, работающим в режиме постоянного включения и сопровождения программы управления («горячий» резерв).

Аппаратура автоматизации, устанавливаемая в помещении операторной, комплектуется в стандартный девятнадцатидюймовый шкаф TS8 фирмы Rittal (рис. 4). В этом же помещении размещается стол оператора, на котором устанавливаются мониторы, принтер, клавиатуры и манипуляторы.

Для подключения термопреобразователей сопротивления предусмотрены кабели типа МКЭШ, локальная сеть Ethernet выполняется кабелем типа витая пара категории 5.

## Алгоритмическое и программное обеспечение работы вентиляторной градирни

Для стабилизации температуры охлаждённой воды на уровне $t_o$ = 28°C и построения системы автоматического регулирования скорости вращения вентилятора градирни найдена аналитическая модель $t_o = f(\omega)$ процесса охлаждения воды в градирне с учётом всех возмущений. В результате можно воспроизводить аналитически и моделировать на компьютере в среде MatLab все динамические процессы градирни до реализации алгоритмов на объекте [3].

В связи с ярко выраженным случайным (стохастическим) характером возмущений – метеофакторов и напора насосов – аналитическую модель можно получить путём статистической об-

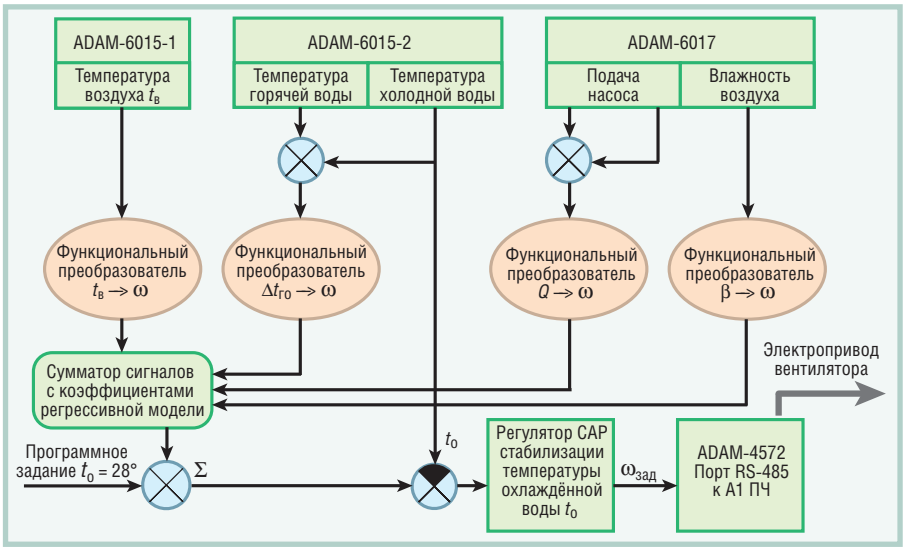



**Рис. 5. Преобразование сигналов в системе управления скоростью вентилятора градирни**

работки большого массива экспериментальных данных. Подобные регрессионные модели, а также алгоритмы управления электроприводом ПЧ-АД вентилятора и стабилизации температуры охлаждённой воды по командам ПК можно реализовать на основе схемы, представленной на рис. 5, и модели преобразования сигналов в контуре САР (рис. 6). Для этого необходимо получить параметры $a_j$ линейной модели вида:

$$\omega_{зад} = a_1\Delta t_{го} + a_2 t_в + a_3\beta + a_4 Q + \varepsilon,$$

которые определяют путём статистической обработки экспериментальных данных (число замеров 50-100).

Однако, судя по представленным на рис. 7 зависимостям $\omega = f(\beta, t_в)$, практически все такого рода характеристики являются нелинейными, близкими по виду к функциям $y = x^n$ при $n>1$. Поэтому подобную регрессионную модель и алгоритм управления представляем в виде:

$$\omega_{зад} = A\,(\Delta t_{го})^a\,(t_в)^b\,(\beta)^c\,(Q)^d\,(\varepsilon)^g,$$

где $A$ – коэффициент пропорциональности; $a$, $b$, $c$, $d$, $g$ – показатели интенсивности каждого из возмущающих воздействий, включая помехи и неучтённые атмосферные возмущения ε (интенсивность и направление ветра, суточные изменения давления, наличие и характер осадков).

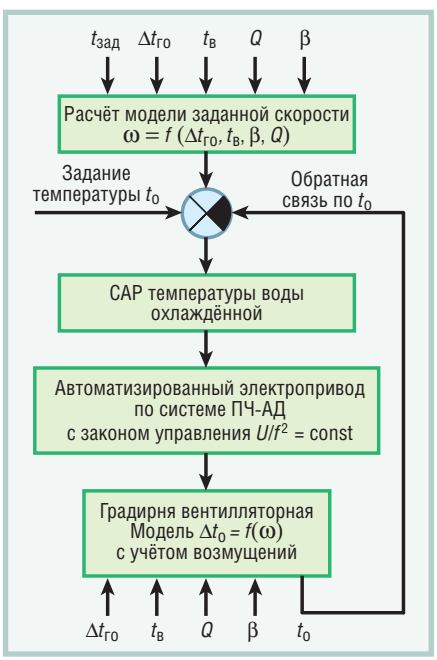



**Рис. 6. Модель преобразования сигналов в замкнутой системе управления скоростью электропривода вентиляторной градирни**

В зависимости от конкретных требований к точности задания скорости вентилятора и поддержания стабильной температуры охлаждённой воды используются либо линеаризованные (точность до 10%), либо нелинейные регрессионные алгоритмы. Во втором случае точность определяется совокупной точностью датчиков и коэффициентов в расчётном уравнении.

## Компьютерное моделирование

Анализ и проверку адекватности взаимодействия разработанных аппаратных и программных средств АСУ ТП водооборотной системы с вентиляторными градирнями целесообразно проводить путём компьютерного моделирования в среде MatLab 6.5 и физического макетирования системы малой мощности. Моделирование технологических процессов производилось в пакете Simulink. Параметры каналов управления ПЧ-АД и обратной связи по температуре воды соответствовали проектным значениям (рис. 8, условные обозначения на схеме являются общепринятыми в выбранной среде моделирования). Для имитации действия возмущений на саму градирню в систему были введены два функциональных блока преобразований, обес-

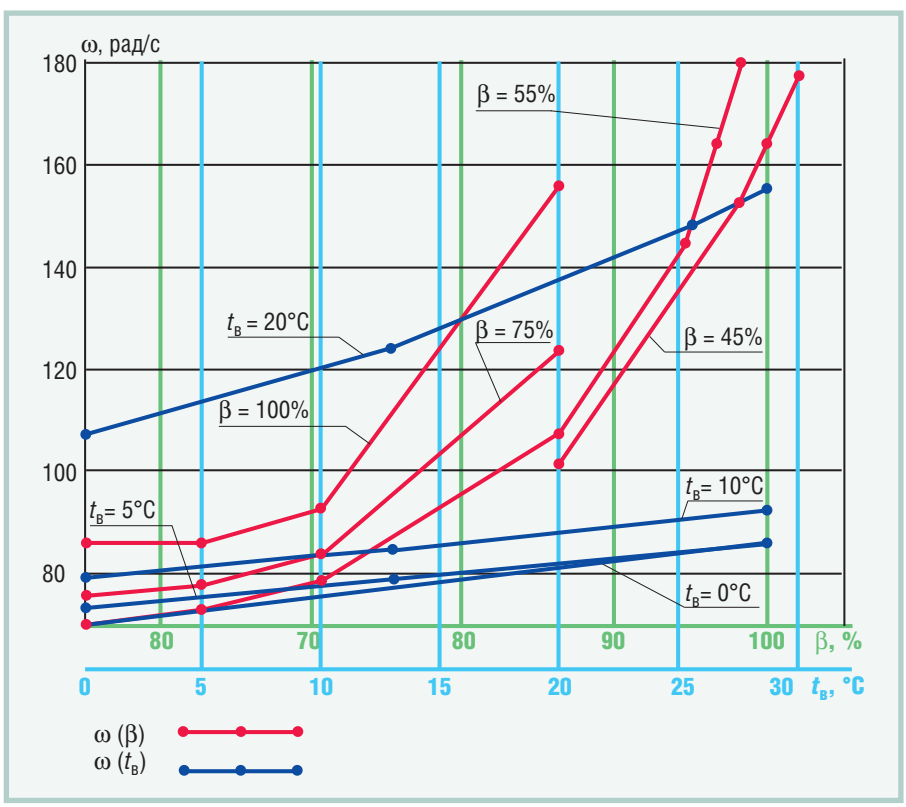



**Рис. 7. Экспериментальные зависимости, характеризующие охлаждающие возможности градирни**

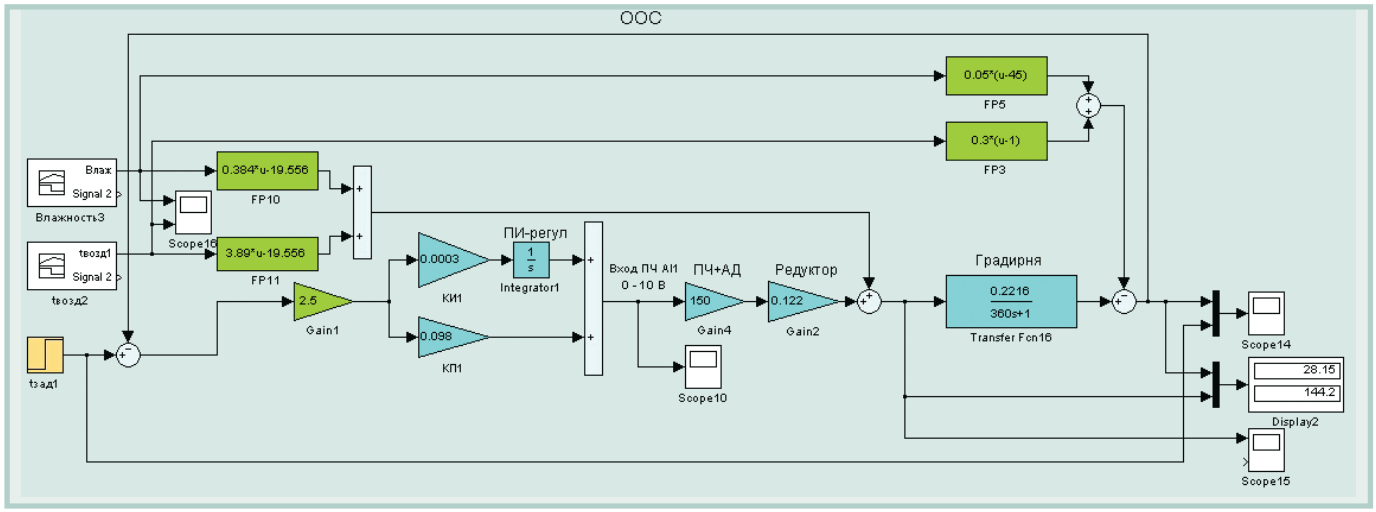



**Рис. 8. Структурная схема модели САР водооборотной системы, учитывающей действия метеорологических возмущений (моделирование в среде MatLab 6.5)**

печивающих приращение к температуре воды при изменении метеорологических и технологических условий испарительного охлаждения в вентиляторной градирне.

Получен достаточный объём наглядных результатов, подтверждающих корректность реализации данного проекта. Например, на рис. 9 приведены временные диаграммы переходных процессов при линейном и ступенчатом изменении возмущений, действующих на водооборотную систему с вентиляторными градирнями. Данные результаты в совокупности с исследованиями на макете электропривода мощностью 300 Вт позволяют подтвердить эффективность и адекватность разработанного проекта.

## Заключение

Вентиляторные градирни являются центральным и важнейшим звеном технологической цепи отвода тепла в водооборотных системах предприятий, так как путём испарения и теплообмена с атмосферным воздухом они позволяют снизить температуру воды до требуемых значений. Важно и то, что, изменяя скорость вращения вентилятора градирни, можно регулировать выходные параметры водооборота в зависимости от сезонных, метеорологических и технологических изменений большого числа факторов.

ipc2U
Industrial PC to you

**IPC2U - ДИСТРИБУЦИЯ**
web: www.ipc2u.ru, www.icn.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 232-02-07,
Факс: (495) 232-03-27, E-mail: sales@ipc2u.ru
г. **Санкт-Петербург**, Тел.: (812) 271-56-02,
Факс: (812) 271-56-06, E-mail: spb@ipc2u.ru
г. **Екатеринбург**, Тел.: (343) 381-56-26,
Факс: (343) 381-56-27, E-mail: ekb@ipc2u.ru

ICOS

**ИКОС - КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ**
web: www.icos.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 937-72-00,
Факс: (495) 937-72-10, E-mail: sales@icos.ru
г. **Санкт-Петербург**, Тел.: (812) 271-56-02,
Факс: (812) 271-56-06, E-mail: spb@icos.ru
г. **Набережные Челны**, Тел.: (8552) 53-94-40,
Факс: (8552) 53-94-17, E-mail: chelny@icos.ru

Реклама

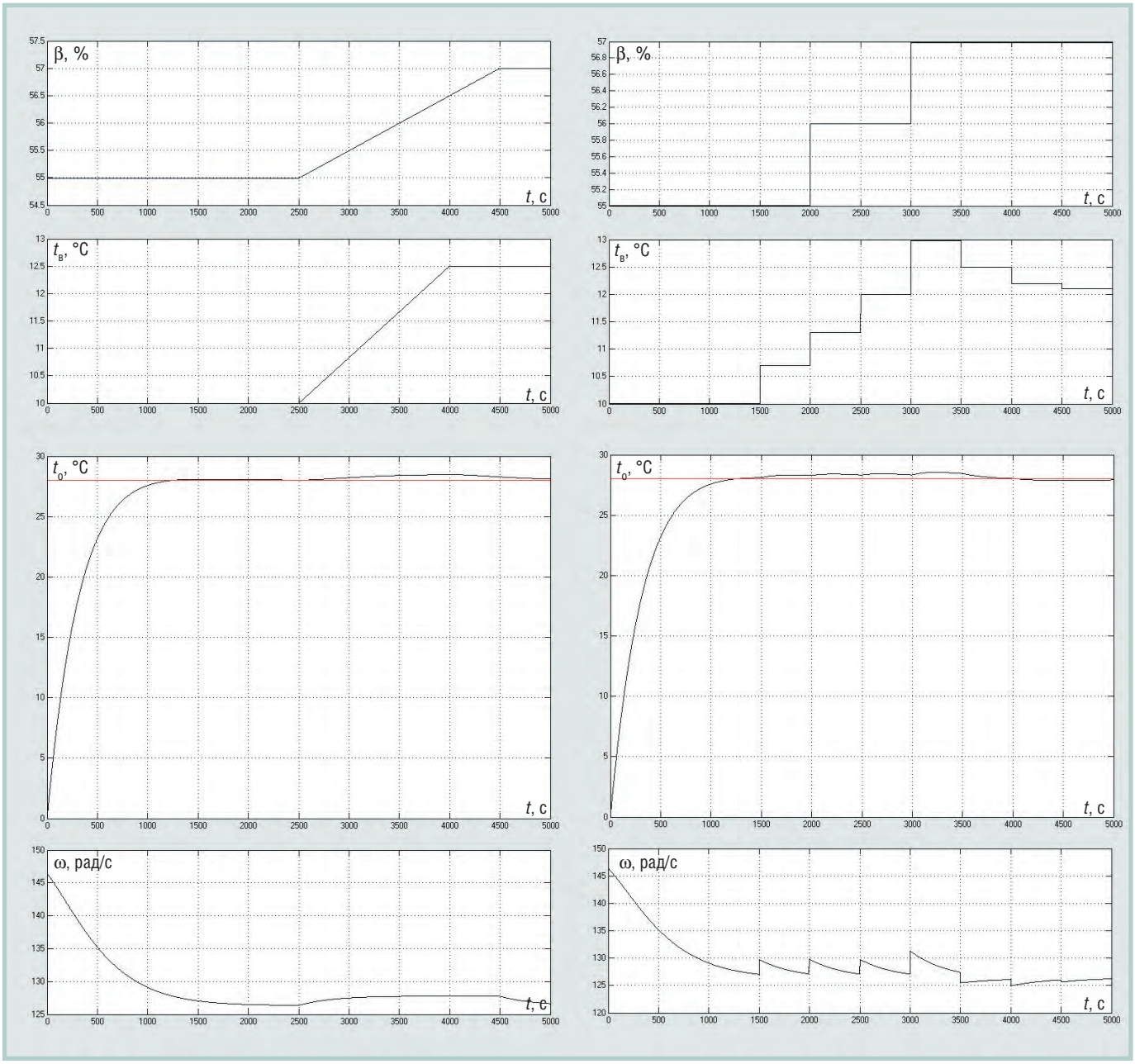



**Рис. 9. Полученные посредством моделирования временные диаграммы переходных процессов при изменениях возмущений, действующих на водооборотную систему с вентиляторными градирнями**

При высоких требованиях к статической точности стабилизации главного технологического параметра – температуры охлаждённой воды – необходимо оптимизировать соответствующие регуляторы АСУ ТП с учётом нескольких видов возмущений и возможности реализации принципа декомпозиции при синтезе САР.

В рассмотренном проекте разработана универсальная автоматизированная система регулирования температуры охлаждённой воды через управление электроприводом вентиляторной градирни. На основе теории вероятностей и методов математической статистики разработана совокупность регрессионных алгоритмов для адекватного задания скорости вращения ПЧ-АД вентилятора градирни, позволяющая точно учесть влияние всех критичных видов возмущений. Кроме того, разработана и синтезирована замкнутая автоматизированная система стабилизации температуры охлаждённой воды на базе управления электроприводом ПЧ-АД, инвариантная к действию всех основных метеорологических и технологических возмущений.

Средства автоматизированного управления электроприводом вентилятора градирни позволяют оптимизировать режимы энергосбережения, мониторинга и диагностики работы водооборотной системы и интегрировать её в АСУ ТП всего производства. ●

## Литература

1. Киянов Н.В. От электромонтажных работ до систем комплексной автоматизации // Новости приводной техники. 2006. № 12. С. 1.
2. Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. Градирни промышленных и энергетических предприятий: Справ. пособие / Под общ. ред. В.С. Пономаренко. — М. : Энергоатомиздат, 1998. — 376 с.
3. Крюков О.В. Микропроцессорное управление машинами двойного питания: Учеб. пособие / Нижегород. гос. тех. ун-т. — Н. Новгород, 1999. — 118 с.

**Авторы — сотрудники ООО «Интермодуль»**
**Телефон/факс: (8312) 18-4183, 18-9203**

VIPA®
art of automation

# *Когда скорость реакции имеет значение!*

SPEED7

**VIPA System 300S**

## *Програмируемые контроллеры*
### *на базе технологии SPEED7*

- Время выполнения логических команд 15 нс
- Параллельная шина расширения SPEED-Bus
- Высокоскоростные модули ввода-вывода
- Рабочая память до 8 Мбайт
- Программирование с помощью STEP7® фирмы Siemens
- Порт RS-485 с поддержкой протоколов PROFIBUS-DP, ASCII, STX/ETX, 3964R, USS и Modbus
- Порт Ethernet с поддержкой функций связи PG/OP
- Интерфейс MP²I

Реклама



ProSoft®

**МОСКВА** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

# Автоматизированная система для определения механических свойств материалов

Виктор Роженцев, Анатолий Новиков, Александр Шаманин, Андрей Фищиленко

**В статье рассматривается система управления и измерения параметров нагружения универсальных испытательных машин, используемых для определения прочностных характеристик материалов, построенная на базе промышленного компьютера.**

## Введение

Развитие практически всех отраслей промышленности, в том числе машиностроительной, энергетической, авиационно-космической и др., связано с использованием материалов, способных противостоять постоянным и/или знакопеременным силовым нагрузкам в течение, как правило, длительного промежутка времени. Очевидно, что использование тех или иных конструкционных материалов невозможно без предварительных исследований, оценки их механических свойств и ресурсных возможностей в различных условиях силового воздействия. Указанные исследования проводятся на различных испытательных установках. В случаях больших постоянных нагрузок (500 кН и более) используются, в основном, гидравлические испытательные машины, а при необходимости проведения испытаний большими знакопеременными нагрузками – испытательные машины с сервогидравлическим (электрогидравлическим) приводом [1]. Машины с сервогидравлическим приводом используются при исследовании усталостной прочности материалов, деталей и узлов, а также всей конструкции в собранном виде с целью доведения выносливости конструкции до необходимого уровня, оценки ресурса и установления критериев её надёжности. Испытательные машины такого класса должны обладать высокой надёжностью и отказоустойчивостью, а их система управления и контроля параметров нагружения, кроме того, должна иметь высокие метрологические характеристики.

Как правило, испытательные машины с сервогидравлическим приводом разрабатываются универсальными, то есть для испытаний как постоянными (статическими), так и знакопеременными (статико-динамическими или динамическими) нагрузками. При этом они подразделяются на машины для испытаний образцов материалов по стандартизованным методикам [2] и на машины (стенды) для испытаний элементов конструкций и самих конструкций в целом [3]. Принципиально такие машины отличаются в основном захватными устройствами, размерами рабочего пространства (расстояние для закрепления испытываемой конструкции) и энергетическими возможностями насосной станции, питающей рабочей жидкостью силовой гидроцилиндр испытательной машины.

**Рис. 1. Общий вид испытательной машины ИК-1000**

В настоящей статье рассматриваются устройство и технические возможности систем управления и измерения универсальных испытательных машин с сервогидравлическим следящим приводом (рис. 1), используемых для исследований усталостной прочности металлов (сплавов) и сертификации металлопродукции по стандартизованным методикам.

## Требования к системе

Система управления и измерения универсальных испытательных машин должна обеспечивать возможность проведения испытаний образцов металлов:

- статическими растягивающими и сжимающими нагрузками для определения прочностных характеристик и деформационных свойств испытываемого материала;
- циклическими (динамическими) нагрузками при мало- и многоцикловом нагружении соответственно до частот 0,5 Гц и 100 Гц с целью построения кривых усталости и определения характеристик сопротивления материала циклическому деформированию и разрушению.

При проведении испытаний на растяжение стандартизованные по размерам образцы материала подвергаются деформированию монотонно увеличи-

вающейся нагрузкой, приложенной в направлении оси образца, до разрушения, а зависимость изменения длины рабочего участка образца (деформации) от растягивающей нагрузки регистрируется в виде диаграммы «нагрузка-деформация», из которой вручную или автоматически определяются прочностные характеристики материала: пределы пропорциональности и текучести, временное сопротивление, относительное равномерное удлинение и др.

Режим испытаний на сжатие используется для определения характеристик механических свойств металла, таких как модуль упругости, пределы пропорциональности, упругости, текучести и прочности при сжатии, по результатам которых строятся кривые упрочнения металла для оценки его качества.

При циклических испытаниях строятся кривые усталости материала в широком диапазоне чисел циклов нагружения в области мало- и многоцикловой усталости, по которым определяются характеристики сопротивления материала циклическому нагружению: временное сопротивление, условный предел текучести, истинное сопротивление разрушению и др.

Для определения перечисленных характеристик испытываемого материала система управления и измерения испытательной машины должна обеспечивать:

- воспроизведение различных законов нагружения и деформирования образца: линейного, треугольного, трапецеидального, синусоидального;
- реализацию режимов усталостных испытаний по многоступенчатой программе с изменением частоты, величины статической составляющей и амплитуды циклической составляющей параметра (нагрузки, деформации, перемещения) на каждой ступени;
- поддержание заданных параметров нагружения и деформирования во времени;
- реализацию мягкого (при постоянных амплитудах нагрузки) и жёсткого (при постоянных амплитудах деформации образца) режимов циклического нагружения и деформирования;
- измерение и регистрацию параметров нагружения и деформирования;
- регистрацию диаграмм статического нагружения (растяжения и сжатия) и циклического упругопластического деформирования в процессе нагружения;
- построение кривых усталости в малоцикловой области и кривых усталости по параметру разрушения в многоцикловой области;
- защиту испытываемого образца и самой испытательной машины от перегрузки;
- подсчёт количества отработанных циклов нагружения (деформирования);
- возможность проведения поверки (калибровки) метрологических характеристик системы.

Реализованная разработчиками система имеет следующие основные технические характеристики:

- наибольшая воспроизводимая и измеряемая нагрузка растяжения-сжатия ±100, ±200, ±500, ±1000, ±2000 кН;
- погрешность измерения нагрузки в диапазонах:
  - от 2 до 100% наибольшей воспроизводимой нагрузки — не более ±1% от измеряемой величины,
  - от 0 до 2% наибольшей воспроизводимой нагрузки — не более величины абсолютной погрешности в точке 2% наибольшей воспроизводимой нагрузки;
- диапазон скоростей нагружения от 0,005 до 50 кН/с;
- погрешность автоматического поддержания нагрузки и скорости нагружения — не более ±3% от заданной;
- максимальное перемещение активного захвата от 50 до 250 мм;
- погрешность измерения перемещений в диапазонах:
  - от 0,5 до 100% максимального перемещения — не более ±2% от измеряемой величины,
  - от 0 до 0,5% максимального перемещения – не более величины абсолютной погрешности в точке 0,5% максимального перемещения;
- диапазон измеряемых деформаций образца от 0 до 1; от 0 до 2,5; от 0 до 5; от 0 до 10 мм;
- погрешность измерения деформации образца в диапазонах:
  - от 2 до 100% предела измерения, не более ±2% от измеряемой величины,
  - от 0 до 2% предела измерения – не более величины абсолютной погрешности в точке 2% предела измерения;
- реализуемые законы нагружения и деформирования: линейный, синусоидальный, треугольный, трапецеидальный с различными скоростями нарастания и спада;
- диапазон частот циклического нагружения и деформирования от 0,005 до 100 Гц;
- компьютерная система управления и измерения обеспечивает: регулирование по любому из параметров (нагрузке, деформации, перемещению); вывод текущих значений нагрузки, деформации и перемещения на экран монитора; визуальное наблюдение за формой цикла нагружения (деформирования); измерение амплитуды и статической составляющей нагрузки, деформации и перемещения; вывод на экран монитора диаграммы растяжения в координатах «нагрузка-деформация», «нагрузка-перемещение» или «нагрузка-деформация+перемещение» и диаграмм «нагрузка (деформация, перемещение) – время»; автоматизированное определение характеристик механических свойств испытываемого материала; определение максимальной нагрузки при разрушении образца; подсчёт циклов нагружения (деформирования); вывод на экран монитора протокола испытаний; распечатку на принтере протокола испытаний; архивирование результатов испытаний.

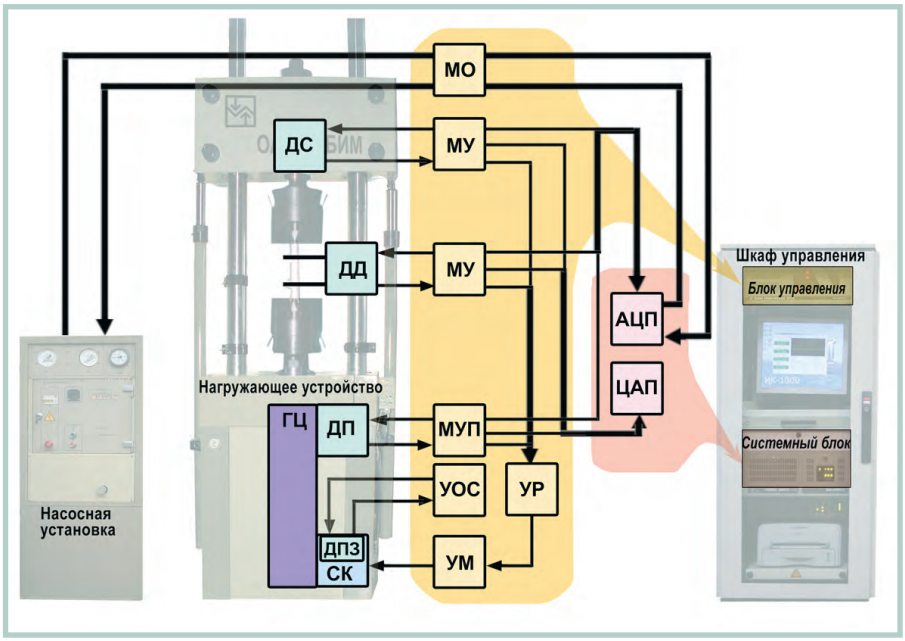
## Состав системы и назначение её элементов

Перечислим и кратко охарактеризуем основные элементы системы управления испытательной машиной (рис. 2).

**Насосная установка** создаёт два потока рабочей жидкости, которые под давлением 20 МПа (рабочее давление) и 6,3 МПа (давление управления), подаются к исполнительным устройствам испытательной машины. Производительность насосной установки выбирается в зависимости от требуемой амплитудно-частотной характеристики испытательной машины из ряда 20, 40, 60, 100, 160, 200 литров в минуту.

**Гидроцилиндр ГЦ** преобразует кинетическую энергию потока рабочей жидкости от насосной установки в возвратно-поступательное перемещение плунжера гидроцилиндра.

**Сервоклапан СК** представляет собой электромеханический преобразователь золотникового типа с управляющим каскадом «сопло-заслонка» и




Условные обозначения:
ДС — датчик силы; ДД — датчик деформации; ДП — датчик перемещения; ДПЗ — датчик положения золотника; СК — сервоклапан; ГЦ — гидроцилиндр; МО — модуль опторазвязок; МУ — масштабирующий усилитель; МУП — масштабирующий усилитель-преобразователь; УОС — усилитель обратной связи; УМ — усилитель мощности; УР — регулирующее устройство; АЦП — аналого-цифровой преобразователь; ЦАП — цифро-аналоговый преобразователь.

**Рис. 2. Структура системы управления машин типа ИК**

предназначен для управления работой гидроцилиндра по закону входного сигнала.

**Датчик силы ДС** представляет собой чувствительный элемент в форме полого цилиндра с наклеенными по внешней поверхности тензорезисторами, соединёнными в мостовую схему; измерительный мост запитан постоянным током.

Навесной **датчик деформации ДД** с чувствительным элементом в форме упругой балочки с наклеенными с обеих сторон двумя парами тензорезисторов, соединённых в мостовую схему, служит для измерения продольной деформации испытываемого образца на определённой измерительной базе; измерительный мост запитан постоянным током.

**Датчики перемещения** плунжера гидроцилиндра **ДП** и положения золотника сервоклапана **ДПЗ** представляют собой дифференциальный трансформатор и запитаны переменным током частотой 10 кГц.

**Усилители** постоянного тока **МУ** и мощности **УМ**, усилители-преобразователи переменного тока **МУП** и **УОС** служат для усиления и масштабирования выходных сигналов датчиков ДС и ДД, усиления по мощности управляющего сигнала сервоклапана и усиления, преобразования и масштабирования выходных сигналов датчиков ДП и ДПЗ соответственно.

**Регулирующее устройство УР** предназначено для формирования сигнала управления сервоклапаном СК и обеспечивает безударный переход с одного параметра управления на другой. Такая необходимость возникает, например, при записи диаграммы растяжения образца, когда при достижении предела измерения датчика деформации необходимо перейти с управления по деформации на управление по перемещению. Для этого УР содержит два канала регулирования, первый из которых в этом случае является активным и формирует сигнал управления по деформации, а второй – пассивным, в задачу которого входит подтягивание разностного сигнала обратной связи по перемещению до величины первого. В момент равенства разностных сигналов обоих каналов второй канал становится активным, а первый – пассивным [4].

**Модуль опторазвязок МО** служит для гальванической развязки линии ввода/вывода АЦП и ЦАП и силовой автоматики испытательной машины – электромагнитов гидрораспределителей, управляющих перемещением траверсы, её фиксацией в заданном положении и расфиксацией, закрытием и открытием гидравлических захватов и др. (на рис. 2 не показаны).

Под управлением ЭВМ в ЦАП формируется сигнал задания, который в **блоке управления** сравнивается с сигналами обратных связей по нагрузке, деформации или перемещению, а полученным разностным сигналом управляется сервоклапан СК.

## Аппаратное обеспечение

Аппаратная часть системы состоит из аналоговой и цифровой частей.

Аналоговая часть системы включает электронные модули системы управления и измерения (рис. 2), объединённые пассивной кросс-платой, на которой также размещены разъёмы внутренней шины и источники питания ±15 В и ±30 В производства фирмы Interpoint. Сама кросс-плата расположена в корпусе IPC-610 фирмы Advantech, где также размещена плата оптронных развязок MPB-16 с модулями ввода/вывода Opto-22 фирмы Octagon Systems.

Аналоговая часть системы оригинальная, собственной разработки, её элементы широко используются в других аналогичных системах.

Цифровая часть системы использует модули индустриального назначения производства фирм Advantech и Octagon Systems.

В качестве ядра системы управления используется одноплатный промышленный компьютер PCA-6184, смонтированный в корпусе IPC-610. В этом же корпусе расположены модуль 16-канального АЦП серии PCI-1716, обеспечивающий преобразование измерительной информации со всех каналов измерения, и модуль 8-канального ЦАП серии PCI-1723, формирующий сигналы задания и сигналы обнуления измерительных каналов.

Цифровые линии ввода/вывода модулей АЦП и ЦАП используются для мониторинга и управления насосной установкой и регистрами регулирующего устройства УР.

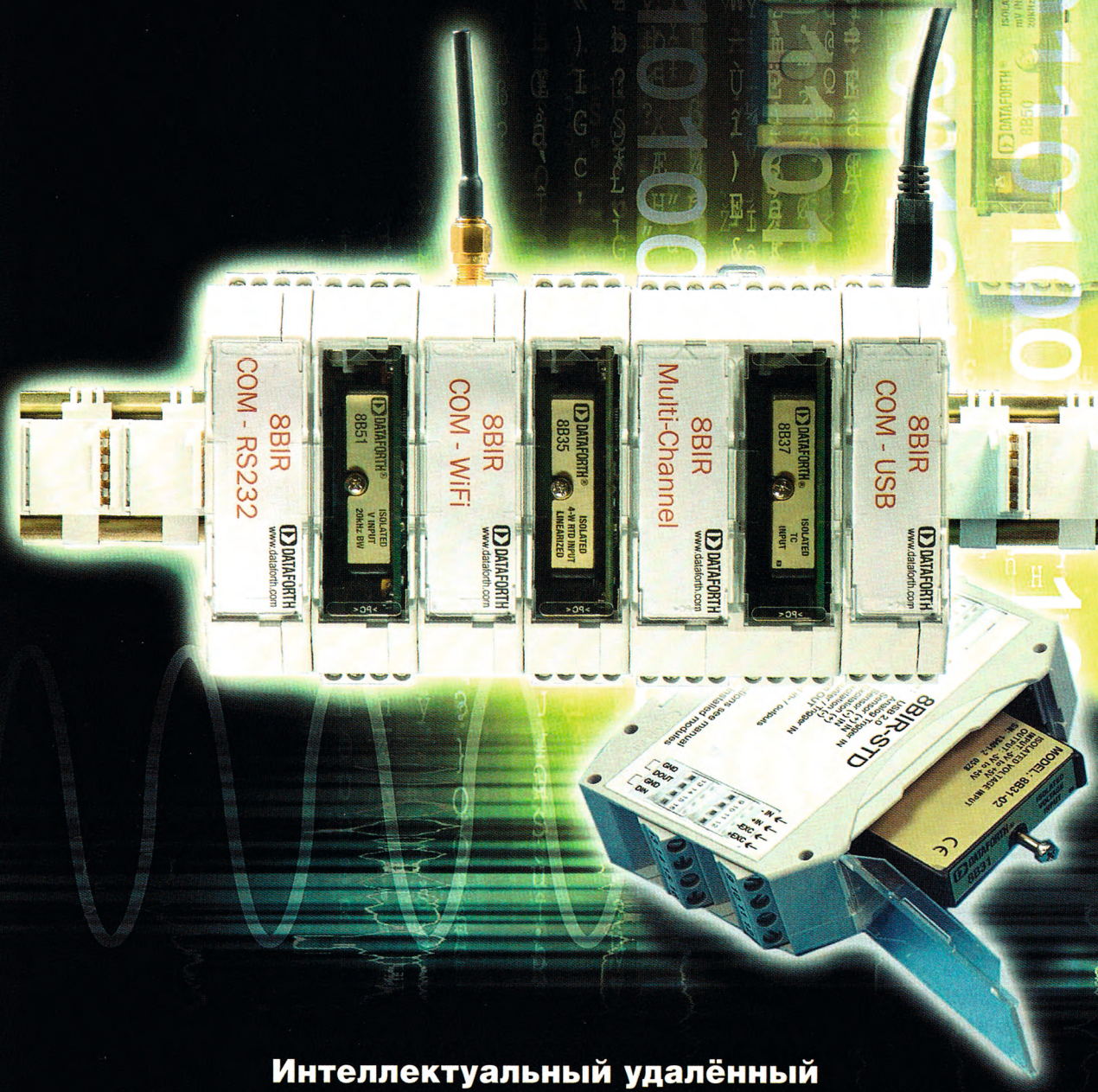
Блок управления, промышленный компьютер и компьютерная периферия (монитор, источник бесперебойного питания, принтер и др.) смонтированы в шкафу PROLINE (1400×600×600 мм) фирмы Schroff.

## Программное обеспечение

Программное обеспечение системы создано для работы под управлением ОС Windows. Управляющая программа

# Серия 8BIR

## Интеллектуальные модули сбора данных для установки на DIN-рейку




**Интеллектуальный удалённый сбор данных на базе стандартных модулей 8B**

**Сочетание индустриальных аналоговых нормализаторов сигналов с цифровой обработкой и передачей данных**

DATAFORTH®

Реклама

#96

PROSOFT®

Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

системы реализована в среде Borland C++ Builder. Чтобы разгрузить процессор вычислительной системы, существенно повысить скорость обмена и в полной мере использовать преимущества 32-разрядных операционных систем Windows 98/2000/XT/NT, взаимодействие управляющей программы с аппаратной частью системы осуществляется с использованием драйверов динамической библиотеки (DLL) фирмы Advantech. Наличие у DLL-драйверов функции генерации сигналов событий, оповещающих приложение об изменении состояния АЦП системы измерения, дало возможность реализовать временную синхронизацию работы управляющей программы. Для работы последней с аппаратной частью системы создаются два потока:

- поток управления, работающий с периодом 1 мс и производящий съём данных с каналов измерения, выдачу в ЦАП кодов сигналов задания и контроль исполнительных сигналов защиты;
- поток измерения, работающий с периодом 5 мс, который осуществляет фильтрацию и предварительную обработку измерительной информации, вычисление экстремальных значений и скоростей изменения параметров нагружения и деформирования, накопление массивов измерительной информации, контроль работы и управление насосной установкой.

Всю остальную работу, связанную с интерфейсом пользователя, производит основное приложение: формирует интерфейс передней панели системы управления; отображает измерительную информацию; осуществляет построение графиков и диаграмм на программных графопостроителе и осциллографе; производит расчёт характеристик механических свойств металлов; формирует программный многоступенчатый процесс испытания; осуществляет формирование и печать протоколов испытания; производит архивирование результатов испытания.

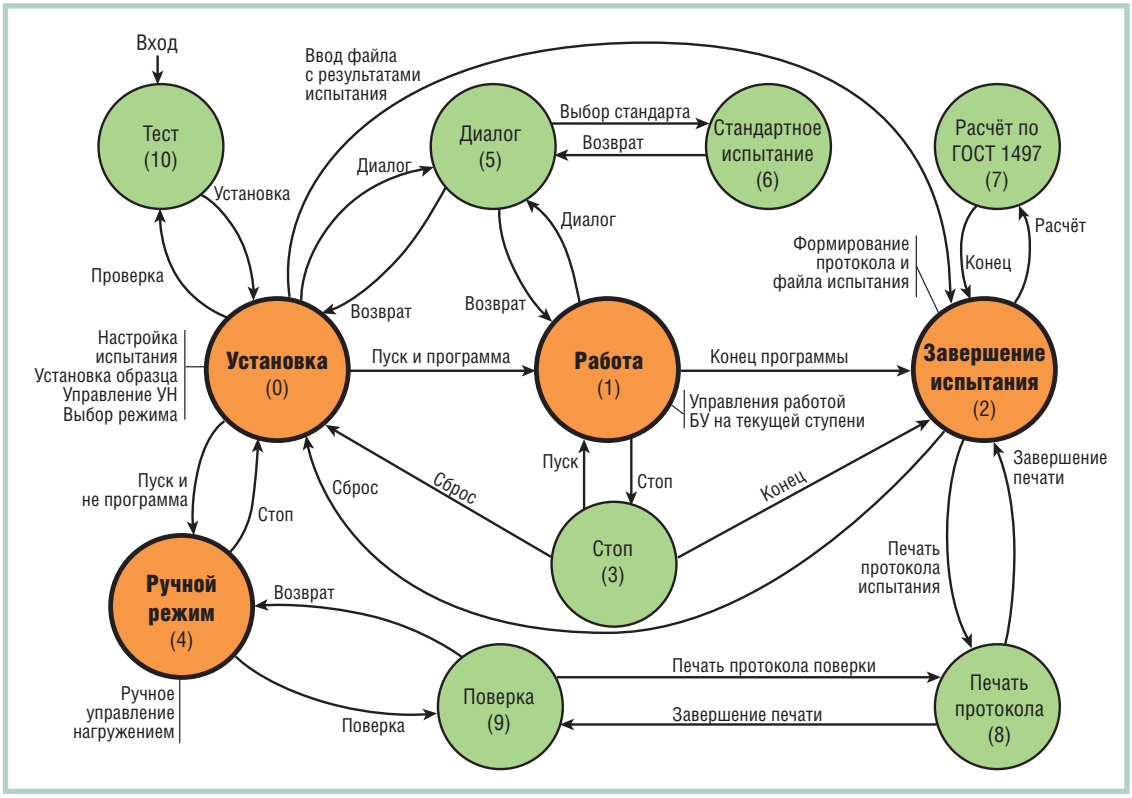



**Рис. 3. Диаграмма работы программы испытательной машины**

Пользовательский интерфейс системы обеспечивает различные режимы и формы вывода на экран монитора информации о текущем состоянии процесса испытания.

Диаграмма работы программы испытательной машины приведена на рис. 3 и насчитывает одиннадцать режимов работы, из которых четыре являются основными: *Установка, Работа, Завершение испытания и Ручной режим*.

В режиме *Установка* производятся подготовительные действия, предшествующие испытанию образца: включение насосной установки, установка образца в захваты испытательной машины, задание режимов испытания и накопление информации, выбор датчика деформации, настройка системы управления (обнуление каналов измерения, задание коэффициентов ПИД-регулятора и пр.). По команде *Пуск* система переходит в режим *Работа*, если задана многоступенчатая программа испытаний, в противном случае – в *Ручной режим*.

В *Ручном режиме* управление нагружением испытываемого образца производится с помощью панели оперативного управления. Этот режим позволяет осуществлять пробное испытание образца с целью выбора параметров нагружения для серии однотипных образцов.

В режиме *Работа* производится автоматическое управление нагружением (деформированием) образца по заданной программе. В этом режиме осуществляется вся работа по управлению испытанием и накоплению измерительной информации. Главное окно приложения содержит информацию о величине заданных и измеренных параметров нагружения и деформирования, параметров заданной многоступенчатой программы, частоте нагружения и др. Главное окно может содержать либо экран графопостроителя (рис. 4) для просмотра диаграммы растяжения образца при статических испытаниях, либо экран осциллографа (рис. 5) для визуального наблюдения за формой отработанного системой задания, куда при циклических испытаниях может быть выведен сигнал обратной связи по нагрузке, деформации или перемещению при циклических испытаниях.

Для приостановки или прекращения режима *Работа* служит подрежим *Стоп*, с помощью которого можно остановить процесс испытания, перейти в режим *Установка*, изменить параметры испытания и повторить испытание, войдя в режим *Работа*, или *Завершение испытания*.

В режиме *Завершение испытания* производится обработка накопленной в процессе испытания информации, формирование протокола испытания и соответствующего файла. Этот режим использует подрежимы *Расчёт* и *Печать протокола* для расчёта характеристик механических свойств материала по ГОСТ 1497-84 и распечатки протокола испытания соответственно. Файл с результатами испытания может быть сохранён в памяти компьютера.

Режим *Диалог* служит для создания, загрузки либо сохранения многоступенчатой программы испытания или выбора стандартной программы из подрежима *Стандартное испытание*.

Для проверки и настройки метрологических характеристик системы служит режим *Поверка*. В результате поверки системы производится выдача протокола поверки измерительных каналов.

Для контроля работоспособности системы предусмотрен подрежим *Тест,* позволяющий в режиме *Установка* осуществлять проверку основных узлов системы.

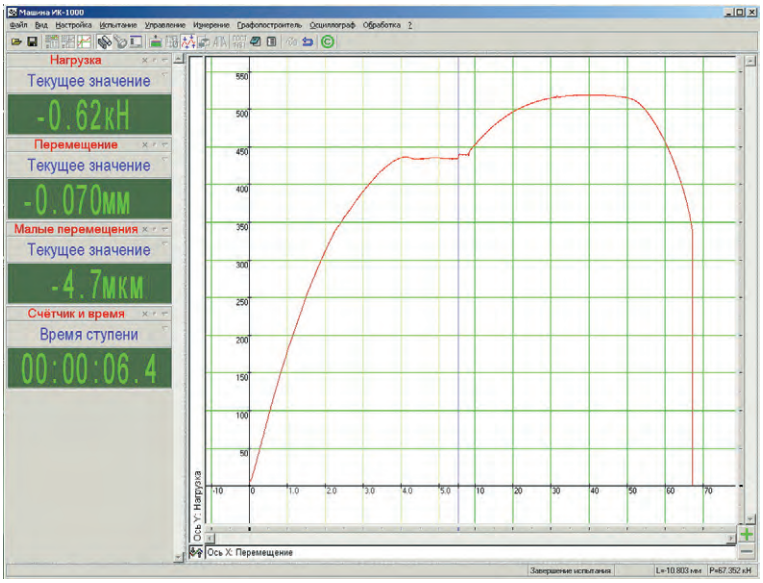



**Рис. 4. Главное окно системы управления с графопостроителем**

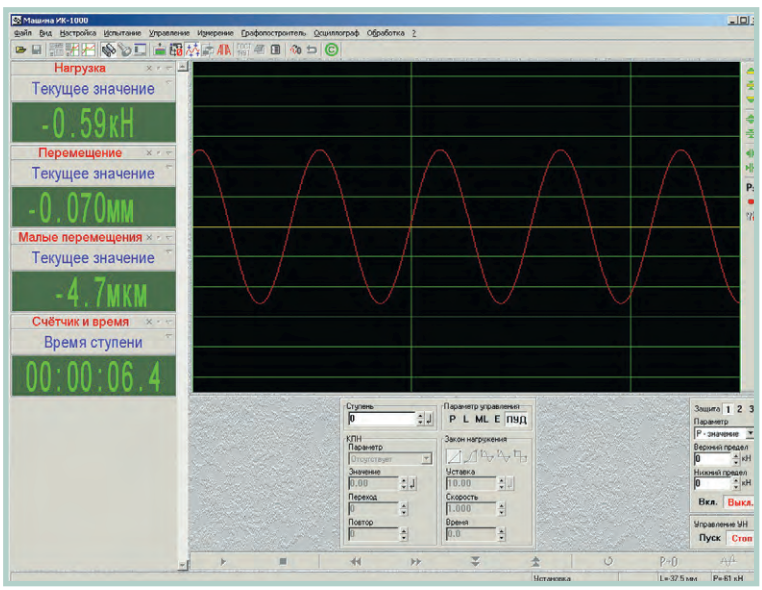



**Рис. 5. Главное окно системы управления с осциллографом**

## Метрологическое обеспечение

Проверка соответствия метрологических характеристик испытательных машин требованиям действующих стандартов и нормированным в технической документации на машины характеристикам осуществляется органами Госстандарта РФ. Межповерочный интервал испытательных машин составляет один год.

Испытательные машины рассматриваемого класса используются не только для исследовательских целей, но также для сертификации металлопродукции, поэтому к ним предъявляются весьма жёсткие требования в части сохранения метрологических характеристик в течение всего межповерочного интервала. Это обязывает организацию-разработчика испытательного оборудования обеспечить его поверочными средствами, если последние отсутствуют в РФ.

Поэтому для поверки канала измерения и регистрации нагрузки испытательных машин группы 0-У [1] с погрешностью не более ±0,5% от измеряемой величины в диапазоне от 0,02 до 1,0 наибольшей воспроизводимой испытательной машиной нагрузки разработан и выпускается ряд эталонных динамометров 3-го разряда (электрических): растяжения типа ДЭРЭ и сжатия типа ДЭСЭ с погрешностью измерения не более ±0,25% от измеряемой величины. Динамометры ДЭРЭ и ДЭСЭ (рис. 6) внесены в государственный реестр средств измерений РФ, сертификаты № 15629 и № 15630.

**Рис. 6. Эталонные динамометры растяжения и сжатия**

Поверка канала измерения нагрузки универсальных испытательных машин осуществляется в статическом режиме нагружения в зонах растяжения и сжатия, а динамическая погрешность, возникающая при циклических испытаниях, в соответствии с ГОСТ 25.502-79 определяется расчётным или косвенным способом.

Погрешность измерения и регистрации деформации образца при использовании навесных датчиков продольной деформации (рис. 7, таблицы 1, 2) определяется с помощью специальных калибраторов [5, 6]. На рис. 8 показан тензокалибратор ТКУ-25М [5], а в таблице 3 приведены его основные технические характеристики. Тензокалибратор ТКУ-25М внесён в Государственный реестр средств измерений РФ, сертификат № 9664.

Погрешность измерения перемещения активного захвата испытательной машины определяется с помощью стандартных средств измерения линейных размеров, таких как штангенрейсмас ШР-1000-0,05 и индикатор часового типа модели ИЧ-50 с ценой деления 0,01 мм и пределом измерения 50 мм класса точности 1,0.

## Заключение

Технические характеристики и возможности универсальных испытательных машин типа ИК, система управления и измерения параметров которых описана в настоящей статье, позволяют ре-

*Таблица 1*

**Пределы и измерительные базы датчиков деформации**

| Тип датчика | Предел измерения деформации, мм | Измерительная база, мм |
|---|---|---|
| ДДР, ДДУ | 0,5 | 12,5 |
| | 1,0 | 12,5 |
| | 2,5 | 25,0 |
| | 5,0 | 50,0 |
| | 10,0 | 100,0 |

*Таблица 2*

**Метрологические характеристики датчиков деформации**

| Класс точности | Погрешность измерения | | Погрешность от гистерезиса, % | Погрешность установления измерительной базы, % |
|---|---|---|---|---|
| | % | мкм | | |
| A | ± 0,5 | ± 1,5 | 0,2 | 0,25 |
| B | ± 1,0 | ± 3,0 | 0,2 | 0,5 |
| C | ± 2,0 | ± 6,0 | 0,2 | 1,0 |

*Таблица 3*

**Основные технические характеристики тензокалибратора ТКУ-25М**

| | |
|---|---|
| **Пределы диапазона воспроизведения перемещений, мм:**<br>**знакопостоянных**<br>**знакопеременных** | <br>0…25<br>±12,5 |
| **Измерительная база поверяемых датчиков, мм** | от 10 до 100 |
| **Цена деления отсчётного устройства, мкм** | 2 |
| **Допускаемая относительная погрешность воспроизведения перемещений**<br>**от 0 до 0,5 мм**<br>**от 0,5 до 25 мм** | <br>±1,5 мкм<br>±0,5% |

шать обширный круг испытательных задач, как в области статических испытаний материалов по ГОСТ 1497-84 и ГОСТ 25.503-97, так и в области мало- и многоцикловой усталости по ГОСТ 25.502-79.

Машины ИК-100 с максимальной воспроизводимой нагрузкой 100 кН внесены в Государственный реестр средств измерения РФ (сертификат № 15689) и в течение ряда лет эксплуатируются во ФГУП ВНИКТИ МПС России (г. Коломна) и в ОАО «Скопинский автоагрегатный завод» (г. Скопин), а машины ИК-500 и ИК-1000 – в Сибирском государственном университете (г. Новокузнецк) и в Научно-исследовательском институте строительной физики (г. Москва) соответственно.

Опыт длительной эксплуатации машин ИК показал высокую надёжность внедрённой системы управления, в работе которой за всё время эксплуатации практически не было серьёзных отказов, что подтверждает правильность выбора в качестве базовых комплектующих изделий, выпускаемых фирмами Advantech и Octagon Systems. ●

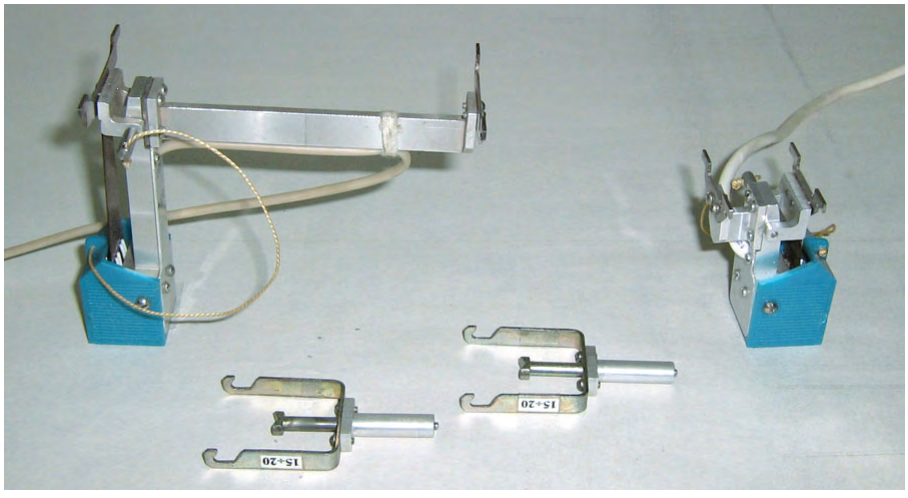


**Рис. 7. Навесные датчики продольной деформации**

**Рис. 8. Тензокалибратор ТКУ-25М**

## Литература

1. ГОСТ 28841-90. Машины для испытания на усталость. Общие технические требования.
2. Роженцев В.С., Сухоруков С.М., Прокопенко Ю.Д. Электрогидравлические машины типа УРС для испытаний на усталость // Приборы и системы управления. 1984. № 2. С. 21-22.
3. Роженцев В., Новиков А., Мараховский В. и др. Автоматизированная система управления стендом для натурных испытаний элементов железнодорожного транспорта // Современные технологии автоматизации. 2006. № 4. С. 34-39.
4. Пат. № 2223527. Российская Федерация. Устройство безударного перехода с одного параметра управления на другой / Прокопенко Ю.Д., Новиков А.В., Шаманин А.В. — 2004, Бюл. № 4.
5. А.С. № 22328. Российская Федерация. Тензокалибратор / Роженцев В.С., Прокопенко Д.Ю. — 2002, Бюл. № 8.
6. Пат. № 34243. Российская Федерация. Тензокалибратор / Роженцев В.С., Мараховский В.И., Прокопенко Д.Ю. — 2003, Бюл. № 33.

**Авторы — сотрудники ОАО «СКБИМ» (Специальное конструкторское бюро испытательных машин)**
**Телефон: (86137) 739-34**
**Факс: (86137) 733-42**

Schroff®

# Прочность. Безопасность. Надёжность.

- Единая платформа шкафов для электроники
- Совершенная технология, современный промышленный дизайн
- Сейсмостойкость и электромагнитная защита
- Любые индивидуальные конфигурации

## Шкаф будущего

- Высокая стойкость к ударам и вибрациям в соответствии с IEC 61587-1
- Сейсмостойкость — соответствие требованиям Bellcore зона 4
- Степень защиты от проникновения воды и пыли — IP55
- Новые стандарты по электромагнитной защите — ослабление 60 дБ на частоте 1 ГГц и до 40 дБ на частоте 3 ГГц
- Различные варианты теплоотвода: вентиляция, кондиционирование, водяное охлаждение

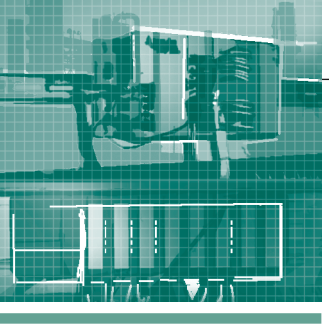
**Сейсмостойкость – в подарок!**

Реклама

#71

ProSoft®

**МОСКВА** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru





# Fastwel I/O изнутри

*Александр Локотков*

**В статье рассматриваются внутреннее устройство и принципы функционирования основных составных частей аппаратно-программного комплекса Fastwel I/O, предназначенного для создания автоматизированных систем сбора данных и управления. Представлены подходы к проектированию и детально описаны межмодульная внутренняя шина FBUS, адаптированная среда исполнения прикладных программ CoDeSys, сервисы сетевых протоколов и особенности взаимодействия составных частей комплекса друг с другом.**

## Часть 2

## Основные подсистемы контроллера Fastwel I/O. Шина FBUS

### Общие сведения

Системная программа, запускаемая в контроллере при каждом включении питания и сбросе, состоит из нескольких сервисов, главными из которых являются сервис ввода-вывода, управляющий модулями ввода-вывода, сервис внешней сети, реализующий протокольный стек и обслуживающий сетевые запросы, и среда исполнения прикладных программ.

Далее будет рассказано о том, как устроены эти основные подсистемы. Рассказ начнётся с подсистемы, внутреннее устройство которой пришлось придумывать с нуля.

Соединитель внутренней шины в конструктиве модуля WAGO имеет 6 краевых плоских контактов, из которых два используются для подачи питания (Vcc и GND) на модуль, а значит, для передачи данных и линий управления доступны четыре контакта. Совершенно очевидно, что в таком случае внутренняя шина на физическом уровне должна представляться некоторым последовательным интерфейсом передачи данных.

Перед началом проектирования ключевого компонента контроллера — узла сопряжения и протокола обмена с модулями ввода-вывода — мы, конечно же, в первую очередь решили посмотреть, а с чем нам придётся соревноваться. Тщательное изучение документации продуктов конкурентов поставило нас в затруднительное положение, поскольку нигде отчётливо не говорилось о реальной пропускной способности шины K-Bus. Вот что удалось выяснить.

1. Скорость передачи на физическом уровне составляет 2 Мбит/с у WAGO и 2,5 Мбит/с у Beckhoff.
2. K-Bus представляет собой своего рода синхронный кольцевой сдвиговый регистр с аппаратным выбором локальных регистров команд и данных в каждом модуле. В конце каждого цикла шины этот большой регистр содержит значения из регистров данных всех модулей.
3. Для выполнения каждого цикла шины требуется выдать на шину несколько команд.
4. Регистр данных каждого модуля имеет ограниченный размер, в результате чего для обмена данными, скажем, с многоканальным модулем аналогового ввода требуется несколько циклов шины.
5. Каждый модуль может вносить собственные задержки в процесс формирования общего содержимого.

«Странно всё это», – подумали мы, ибо из такого расклада следовало множество проблем, главные из которых — некоторая непредсказуемость времени полного цикла обмена данными с модулями ввода-вывода, а также трудности обеспечения совместимости модулей разных типов друг с другом. Ну, допустим, вторая проблема неочевидна, будем считать, что её нет, уподобившись страусу при виде чего-то неизвестного. Но как быть с временем цикла? Ведь, к примеру, очередной вызов прикладной программы возможен только при наличии когерентных данных от модулей ввода-вывода, то есть когда полностью завершён текущий опрос модулей. То есть период вызова программы определяется временем опроса модулей, которое, в свою очередь, заранее определить невозможно. Вызывать прикладную программу, как получится? Но это же не наш метод! Кроме того, не очень понятно, что делать в случае, если разные модули, подключённые к шине, требуется опрашивать с разной периодичностью.

В общем, мы решили не ходить по чужим граблям, а изобретать свой велосипед – разрабатывать настоящий коммуникационный протокол, в котором блок центрального процессора контроллера играет роль мастера сети, а модули ввода-вывода являются подчинёнными устройствами. Надо сказать, такое предположение не следует делать сразу, пока не определены основные сценарии взаимодействий по сети. У нас же как-то само собой возникло убеждение, что в качестве физического уровня будет использоваться интерфейс RS-485 со скоростью обмена не менее 2 Мбит/с, а раз так, то с учётом ограниченности вычислительных ресурсов модулей ввода-вывода тип сетевого отношения «один мастер—множество подчинённых» стал выглядеть как данность.

Так что там со сценариями сетевого взаимодействия? Межмодульная шина должна позволять выполнять следующие основные операции с модулями ввода-вывода.

1. Поиск и обнаружение модулей, подключённых к внутренней шине.
2. Конфигурирование модулей — запись в модули параметров обмена по внутренней шине и специфических параметров, относящихся к конфигурации каналов ввода-вывода (диапазоны, режимы и т.п.).
3. Чтение входных каналов и запись в выходные каналы данных реального времени с учётом особенностей программной модели контроллера.

Кроме того, при разработке подобного протокола весьма желательно не забыть о такой, иногда довольно полезной операции, как обновление микропрограмм по шине при помощи специального сетевого загрузчика, а также о технологических операциях вроде калибровки аналоговых каналов.

Наконец, очень важно, чтобы информационная модель подчинённого устройства, каковым является модуль ввода-вывода, позволила бы сервису протокола, функционирующему на мастере, обмениваться данными и командами с каждым подчинённым узлом, заранее не имея информации о специфических подробностях его внутреннего устройства. В противном случае придётся дорабатывать и обновлять системное программное обеспечение контроллеров всякий раз, когда выпускаются новые типы модулей ввода-вывода.

Информационная модель подчинённого устройства шины FBUS представлена следующими элементами и операциями.

1. Область входных данных — область памяти подчинённого устройства, содержащая текущие измеренные и/или оцененные значения на входных каналах. Размер области в байтах равен суммарной размерности всех входных каналов плюс 1 байт, содержащий общий код диагностики, позволяющий прикладной программе, как минимум, понять, имеется ли связь с модулем. Содержимое данной области обновляется значениями и состояниями на физических и логических входных каналах подчинённого устройства. Всё содержимое или отдельные поля указанной области передаются мастеру FBUS по запросу чтения входных данных подчинённого устройства.
2. Область выходных данных – область памяти подчинённого устройства, содержащая текущие значения и состояния, которые должны быть выведены в физические и логические выходные каналы подчинённого устройства. Размер области в байтах равен суммарной размерности всех выходных каналов. Содержимое области или её отдельных полей обновляется мастером командой записи выходных данных подчинённого устройства.
3. Область неизменяемых общих параметров — область памяти подчинённого устройства, содержащая информацию о типе модуля, размерах областей входных и выходных данных, версии встроенного программного обеспечения, версии протокола FBUS и т.п. Данная область имеет одинаковую структуру у подчинённых устройств всех типов.
4. Область изменяемых общих параметров — область памяти подчинённого устройства, содержащая его идентификатор на шине FBUS, идентификатор конфигурационных данных, сохранённых в энергонезависимой памяти, интервал отсутствия запросов от мастера, по истечении которого подчинённое устройство переводит свои выходы в безопасное состояние, номера сообщений синхронизации чтения и записи, а также параметры групповых операций чтения и записи. Данная область также имеет одинаковую структуру у модулей всех типов и может быть сохранена в энергонезависимой памяти модуля.
5. Область изменяемых специфических параметров – область памяти подчинённого устройства, в которой находятся конфигурационные параметры, относящиеся к конкретному типу подчинённого устройства. Структура данной области уникальна для каждого типа подчинённого устройства.
6. Область неизменяемых специфических параметров — область памяти подчинённого устройства, в которой содержатся конфигурационные параметры конкретного типа подчинённого устройства, доступные только для чтения (константы). Структура данной области уникальна для каждого типа подчинённого устройства.

Для обеспечения возможности выполнения апериодических длительных операций на узлах сети FBUS, таких как сохранение конфигурационных параметров в энергонезависимой памяти, каждый узел представляется процедурной моделью, в которой любая длительная операция, запускаемая прикладной программой на мастере, реализована в виде синхронного вызова удалённой процедуры с периодической проверкой завершения на вызывающем узле. Механизм RPC (сервис вызова удалённых процедур), определяемый протоколом FBUS, функционирует следующим образом.

1. Прикладная или системная программа на мастере выполняет обращение к сервису RPC, передавая в качестве аргументов тип вызываемой удалённой процедуры и список фактических параметров, после чего блокируется, ожидая завершения выполнения RPC.
2. Сервис RPC упаковывает тип и фактические параметры вызова и передаёт запрос на транспортный уровень протокола для передачи.
3. Нижележащие уровни сетевого протокола передают пакет с запросом RPC в сеть узлу, на котором находится физическая реализация вызываемой процедуры.
4. Узел, получив пакет с запросом RPC, немедленно посылает узлу-источнику запроса пакет, содержащий статус команды PENDING, и приступает к исполнению запрошенной процедуры.
5. Узел-источник запроса RPC, получив пакет со статусом команды PENDING, начинает периодически посылать узлу, на котором выполняется удалённая процедура, пакет с командой проверки завершения выполнения процедуры. Период проверки завершения может задаваться индивидуально для каждого типа удалённой процедуры. Если выполнение удалённой процедуры при получении очередного запроса проверки завершения еще не завершилось, узел-источник запроса RPC будет получать от удалённого узла пакет со статусом команды BUSY.
6. Как только выполнение удалённой процедуры завершено, узел-источник в ответ на очередной запрос проверки завершения RPC получает от удалённого узла пакет с результатом выполнения удалённой процедуры.

Надо сказать, что блокировка на мастере в ожидании завершения выполнения длительной операции на некотором узле отнюдь не обязательна, поскольку во время выполнения RPC на одном узле можно запустить аналогичные длительные операции на других узлах, после чего периодически

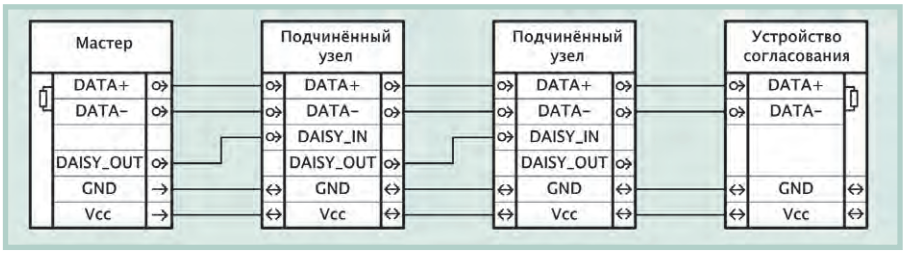



**Рис. 6. Линии среды обмена данными FBUS**

*Таблица 1*

**Назначение контактов соединителей интерфейса FBUS**

| Линия | Направление | Назначение |
|---|---|---|
| DATA+ | Вход/выход | Дифференциальная симметричная пара, по которой происходит обмен данными между мастером и подчинёнными узлами |
| DATA– | | |
| DAISY_IN | Вход | Вход подчинённого узла. Электрические параметры соответствуют ТТЛ. Активный уровень — высокий. При наличии активного уровня на данном входе подчинённый узел отвечает на запросы, адресуемые мастером узлу с нераспределённым сетевым идентификатором (ID = 7Dh) |
| DAISY_OUT | Выход | Выход мастера и подчинённого узла. Электрические параметры соответствуют ТТЛ. Активный уровень – высокий. Предназначен для установки/сброса текущим узлом активного уровня на входе DAISY_IN следующего узла |
| GND | | Общий провод источника питания узлов |
| Vcc | | Потенциальный провод источника питания узлов |

проверять каждый узел на предмет завершения ранее запущенных операций.

Рассмотрим чуть подробнее уровни протокола FBUS.

## Физический уровень

Линии среды обмена данными и топология сети показаны на рис. 6. Описание назначения контактов представлено в табл. 1

Спецификация физического уровня протокола FBUS 2.0 предусматривает три типа соединителей. Соединитель типа 1 предназначен для реализации сборного соединения контроллера и модулей методом «сторона к стороне». Соединитель типа 1 производится компанией WAGO и имеет номер для заказа 68 3301203. Другие два типа соединителей (RJ-45) предназначены для реализации проводного соединения между устройствами шины FBUS, имеющими конструктивное исполнение, отличное от WAGO.

Электрические параметры приёмопередатчиков узлов сети FBUS должны соответствовать требованиям стандарта ANSI/TIA/EIA-485-A-98.

## Канальный уровень

### Формат кадра

Наименьшим неделимым элементом информационного обмена по шине FBUS является байт (8 бит). Пакеты, передаваемые по шине, строятся из отдельных кадров двух типов, формат которых представлен на рис. 7.

Кадр типа ID используется только мастером для передачи сетевого идентификатора адресата в исходящем пакете и перед стоп-битом содержит дополнительный бит низкого уровня. Если приёмопередатчик подчинённого узла настроен на формат кадра (1 стартовый бит, 8 бит данных, 1 стоповый бит, без контроля четности), то при получении кадра типа ID в подчинённых узлах происходит индикация ошибки приёма кадра, позволяющая без существенных затрат вычислительных ресурсов определить начало пакета на шине и произвести селекцию пакета по адресу, передаваемому кадром ID.

Нормальный кадр предназначен для формирования остальной части пакета от мастера, а также для формирования всех пакетов от подчинённого узла мастеру. Промежуток времени при передаче соседних кадров пакета не должен превышать 10 мкс.

Совершенно очевидно, что для формирования пакетов, содержащих в начале кадр типа ID, необходимо иметь не очень традиционный UART, который в контроллерах Fastwel I/O реализован на базе программируемой логической интегральной схемы Xilinx. Возникает законный вопрос: для чего нужен специальный тип кадра, несовместимый с обычными UART? Если отвечать коротко, для того чтобы предельно упростить задачу обнаружения начала пакета узлами с ограниченными вычислительными возможностями и производительностью, а также для упрощения реализации некоторых сетевых взаимодействий в подчиненных устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами. Рассмотрим проблему подробнее.

Какие есть варианты обнаружения начала пакета? Например, можно ставить в начале каждого пакета маркерный байт, значение которого говорит получателю: «Эй, получатель, это начало пакета!». В таком случае мы имеем в информационном сообщении один байт, который не может нести полезные данные. Впрочем, это не так страшно, если поле полезных данных пакета может нести сотни и тысячи байт. А вспоминая так называемые современные высокие технологии, в которых для пересылки даже одного байта полезных данных требуется передать целый XML-документ, можно забыть о такой мелочи, как лишний байт в начале пакета. Далее, нужно обратить внимание на тот факт, что маркер начала кадра может встретиться среди других полезных байтов пакета, а значит, отправитель и получатель пакета обязаны иметь согласованный алгоритм исключения значения маркера из полей пакета. Имеются довольно эффективные алгоритмы исключения маркера, однако их исполнение требует в наихудшем случае перебрать и заменить содержимое всего поля данных пакета у получателя и отправителя. Если подчинённый узел реализован на базе 8-разрядного

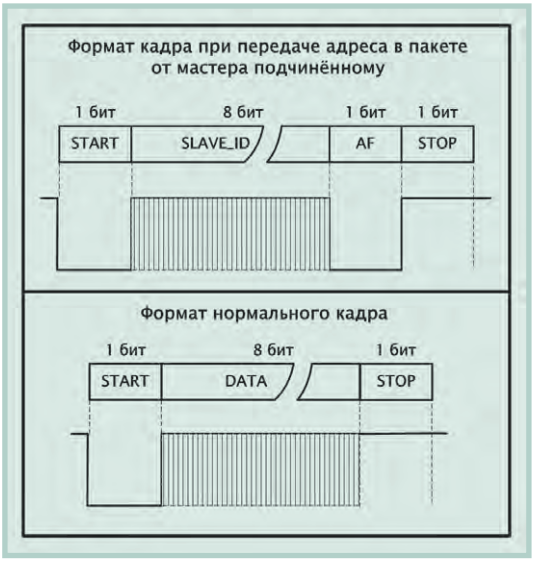



**Рис. 7. Форматы кадров FBUS**

микроконтроллера, то последовательный перебор и замена пары сотен байтов займут ощутимое время.

Использование специального кадра ID для отметки начала кадра позволяет, во-первых, передавать идентификатор получателя, а во-вторых, избежать манипуляций по исключению маркера. Кроме того, начало поступления пакета, отмеченного кадром ID, сопровождается прерыванием Frame Error, которое получатель может трактовать как прерывание по началу кадра, проверить адрес получателя пакета и при необходимости выполнить некоторые короткие полезные действия прямо на контексте обработчика. Если же во время приёма остальных данных пакета возникает «настоящая» ошибка приёма очередного кадра, то получатель будет обрабатывать соответствующее прерывание законным образом, поскольку ему известно, что кадр уже давно начался. Ну, а если «сломается» сам кадр ID, тогда придётся уповать на контрольную сумму на более высоких уровнях протокола.

Скорость обмена по шине FBUS составляет 2 Мбит/с. Обмен данными по шине осуществляется в полудуплексном режиме по инициативе мастера.

*Таблица 2*

**Идентификаторы сети FBUS**

| Адрес | Назначение |
|---|---|
| 0...63 (00h...3Fh) | Допустимые идентификаторы подчинённых узлов |
| 64 (40h) | Зарезервирован |
| 65 (41h) | Идентификатор мастера |
| 66–124 (42h...7Ch) | Зарезервированы |
| 125 (7Dh) | Идентификатор подчинённого узла, которому не назначен рабочий идентификатор |
| 126 (7Eh) | MID — идентификатор широковещательного пакета (пакета для всех узлов) |
| 128+N (80h+N) | Идентификатор пакета для группы узлов. N — номер группы в диапазоне от 0 до 63 |
| 192...255 (C0h...FFh) | Зарезервированы |

Получив любой пакет индивидуального запроса (о типах пакетов будет сказано далее) от мастера, подчинённый узел должен передать в сеть пакет ответа в течение интервала времени, не превышающего 10 мкс. По завершении передачи последнего байта пакета узел FBUS должен освободить линию, переключив приёмопередатчик в режим приёма, за время, не превышающее 10 мкс.

**Адресация**

Шина FBUS должна содержать один мастер и до 64 подчинённых узлов. Для адресации пакет, передаваемый в сеть мастером, содержит поле идентификатора длиной 1 байт. Пространство сетевых идентификаторов FBUS представлено в табл. 2.

Таким образом, адресатом сообщения от мастера может быть один подчинённый узел, все подчинённые узлы или отдельные группы подчинённых узлов. Что такое группа? Несколько модулей могут быть объединены в группу и опрашиваться все вместе пакетами группового запроса с периодом, заданным для данной группы. Если быть более точным, то в группы могут включаться не только отдельные модули, но и области входных или выходных данных отдельных модулей. В контроллерах Fastwel I/O для обмена данными с модулями используется одна группа, которая объединяет все модули, под-


ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
для монтажа на DIN-рейку

Выходные мощности от 5 до 480 Вт

- Универсальный вход 90...264 В (47...63Гц)/90...375 В постоянного тока
- Широкий диапазон регулировки выходных напряжений (5, 12, 15, 24, 48 В)
- Прочная конструкция для промышленных применений
- Диапазон рабочих температур от –25 до +70° С (для 480 Вт моделей)
- Защита от перенапряжения, короткого замыкания; релейный выход состояния выходного напряжения (для 24 В моделей), параллельная работа
- MTBF: не менее 200 000 часов

XP THE XPERTS IN POWER

Реклама

#223 ProSoft®

Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ключённые к шине контроллера. Это связано с тем, что система разработки CoDeSys генерирует только однозадачный код для процессора 80186, а значит, период опроса модулей должен быть один. Модули, входящие в группу, в ответ на групповой запрос совместно формируют так называемый цепочечный пакет, более подробная информация о котором приведена далее.

**Назначение идентификаторов**

Идентификатор 125 (7Dh) используется только в процессе назначения идентификаторов подчинённым узлам.

Назначение сетевых идентификаторов выполняется следующим образом.

1. Мастер передаёт в сеть широковещательный пакет с командой сброса линии DAISY_OUT у всех подчинённых узлов. Все подчинённые узлы, подключённые к сети, сбрасывают свои выходы DAISY_OUT.
2. Мастер передаёт в сеть широковещательный пакет с командой всем подчинённым узлам считать свой идентификатор не назначенным и равным 125. Все подчинённые узлы, получив данный пакет, сбрасывают свой ранее установленный рабочий идентификатор.
3. Мастер устанавливает свой выход DAISY_OUT в активное состояние, которое воспринимается подчинённым узлом, расположенным в сети непосредственно после мастера. Данный подчинённый узел готов отвечать на запросы, адресуемые узлу с нераспределённым адресом.
4. Мастер передаёт в сеть индивидуальный пакет подчинённому узлу с нераспределённым идентификатором, содержащий команду чтения состояния входа DAISY_IN. Подчинённый узел, чей вход DAISY_IN находится в активном состоянии с нераспределённым идентификатором, возвращает мастеру состояние своего входа DAISY_IN.
5. Мастер передаёт в сеть индивидуальный пакет подчинённому узлу с нераспределённым идентификатором, содержащий команду установки рабочего идентификатора, равного 0. Подчинённый узел, получив данный пакет, отвечает мастеру пакетом со статусом команды OK (=0).
6. Мастер сбрасывает свой выход DAISY_OUT.
7. Мастер передаёт в сеть индивидуальный пакет подчинённому узлу с рабочим идентификатором 0, содержащий команду сделать его выход DAISY_OUT активным. Подчинённый узел, получив данный пакет, отвечает мастеру пакетом со статусом команды OK (=0) и устанавливает свой выход DAISY_OUT в активное состояние, которое воспринимается на входе DAISY_IN следующим подчинённым узлом.
8. Мастер повторяет транзакции по пп. 4–7 в отношении следующего подчинённого узла, увеличив назначаемый рабочий идентификатор на 1.
9. Транзакции распределения адреса по пп. 4–8 повторяются до тех пор, пока не истечёт тайм-аут ожидания ответа на запрос чтения состояния входа DAISY_IN. В этот момент считается, что мастер обнаружил все подчинённые узлы, подключённые к сети, и назначил им рабочие идентификаторы.

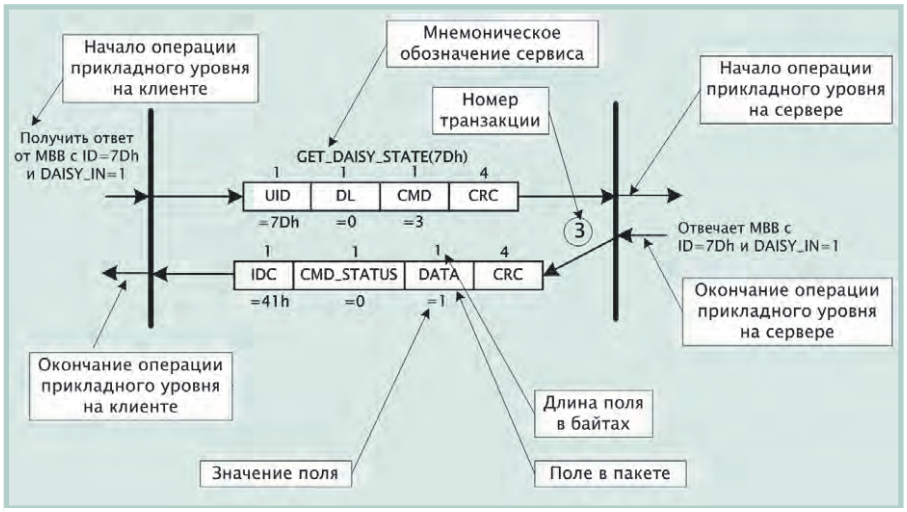



**Рис. 8. Система обозначений сетевого взаимодействия**

## Сетевой уровень

**Типы пакетов FBUS**

Имеются следующие типы пакетов FBUS.

1. Индивидуальный пакет – пакет, адресуемый одному узлу FBUS.
2. Широковещательный пакет – пакет, адресуемый мастером всем подчинённым узлам FBUS.
3. Пакет группового запроса – пакет, адресуемый мастером некоторой группе подчинённых узлов.
4. Цепочечный пакет – пакет, совместно формируемый подчинёнными узлами и передаваемый в сеть в ответ на групповой запрос мастера.
5. Пакет индикации ошибки контрольной суммы – пакет длиной 2 байта, формируемый и передаваемый в сеть подчинённым узлом, входящим в некоторую группу, который обнаружил ошибку контрольной суммы в переданном цепочечном пакете.

**Индивидуальный пакет**

Пакет, адресуемый одному узлу FBUS, называется индивидуальным. Поле адреса индивидуального пакета содержит значения из диапазона от 0 до 125 (0h...7Dh). Содержимое поля данных определяется типом сервиса, транспортировка данных которого осуществляется индивидуальным пакетом.

**Широковещательный пакет**

Пакет, адресуемый мастером всем подчинённым узлам FBUS, называется широковещательным. Поле адреса широковещательного пакета содержит значение 126 (7Eh). Содержимое поля данных определяется типом сервиса, транспортировка данных которого осуществляется широковещательным пакетом.

**Пакет группового запроса**

Пакет, адресуемый мастером группе подчинённых узлов, называется пакетом группового запроса. Поле адреса пакета группового запроса содержит идентификатор группы подчинённых узлов, в которую направляется групповой запрос. Старший бит поля адреса пакета группового запроса всегда установлен в 1. Содержимое поля данных пакета группового запроса определяется типом групповой операции, транспортируемой пакетом. Как правило, оно содержит данные, передаваемые для записи в область выходных данных подчинённых узлов, входящих в адресуемую группу.

**Цепочечный пакет**

Пакет, последовательно формируемый несколькими подчинёнными узла-

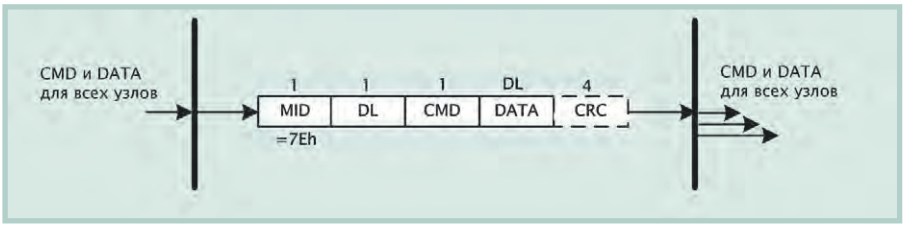



**Рис. 9. Взаимодействие в отношении «мастер/подчинённый» без подтверждения**

*Таблица 3*

**Поля широковещательного пакета транзакции отношения «мастер/подчинённый» без подтверждения**

| Поле | Длина | Значение | Описание |
|---|---|---|---|
| **MID** | 1 | 7Eh | Идентификатор широковещательного пакета |
| **DL** | 1 | 0…249 | Длина данных команды |
| **CMD** | 1 | | Код команды |
| **DATA** | 0…249 | | Данные команды |
| **CRC** | 4 | | Контрольная сумма по всем полям, кроме CRC |

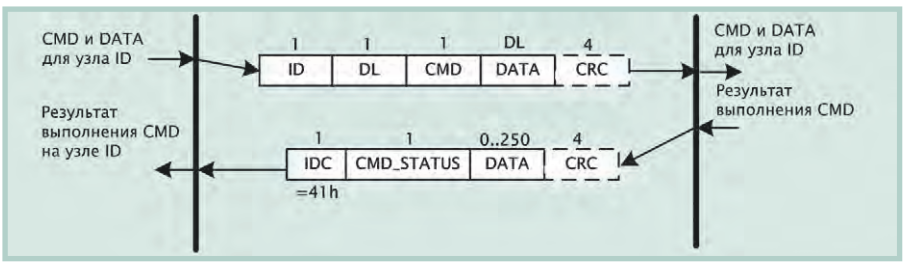



**Рис. 10. Взаимодействие в отношении «мастер/подчинённый» с подтверждением и возвратом результата выполнения команды**

ми в ответ на пакет группового запроса, называется цепочечным пакетом. Поле адреса цепочечного пакета содержит идентификатор мастера, равный 65 (41h). Поле данных содержит значения из областей входных данных подчинённых узлов, входящих в группу.

**Пакет индикации ошибки контрольной суммы цепочечного пакета**

Пакет, формируемый и передаваемый в сеть подчинённым узлом, входящим в некоторую группу, который обнаружил ошибку контрольной суммы в процессе передачи цепочечного пакета на запрос в данную группу, называется пакетом индикации ошибки контрольной суммы (CRC). Пакет индикации ошибки CRC состоит из двух кадров, содержащих нулевые значения.

## Сеансовый уровень

Сеансовый уровень протокола FBUS определяет виды транзакционных взаимодействий между мастером и подчиненными узлами FBUS и поддерживает следующие типы отношений:

- «мастер/подчинённый» без подтверждения;
- «мастер/подчинённый» с подтверждением;
- «источник данных/потребитель» с выборкой по запросу потребителя.

Формат приводимых далее диаграмм сетевого взаимодействия иллюстрируется рис. 8. Сокращение «МВВ» означает «модуль ввода-вывода». Поля адреса пакетов от мастера подчинённому и от подчинённого мастеру изображаются слева. Поле контрольной суммы всегда изображается справа. Под клиентом понимается прикладная или системная программа, выполняющаяся на мастере и запрашивающая выполнение некоторой последовательности действий на подчинённом устройстве, выполняющем роль сервера.

**Отношение «мастер/подчинённый» без подтверждения**

Отношение «мастер/подчинённый» без подтверждения предназначено для реализации сервисов, посредством которых мастер передаёт команды и данные всем подчинённым узлам FBUS. Данное отношение реализуется транзакцией, показанной на рис. 9.

Описание полей пакета транзакции приведено в табл. 3.

**Отношение «мастер/подчинённый» с подтверждением**

Отношение «мастер/подчинённый» с подтверждением предназначено для реализации сервисов обмена данными между мастером и одним подчинённым узлом, а также для вызова мастером удалённой процедуры на подчинённом узле. Взаимодействие в отношении «мастер/подчинённый» с подтверждением может выполняться по одному из следующих сценариев.

1. Подчинённый узел, получив пакет индивидуального запроса, немедленно передаёт мастеру результат выполнения команды запроса.
2. Подчинённый узел, получивший пакет индивидуального запроса, не имеет возможности выполнить команду, поскольку занят выполнением предыдущей команды, в связи с чем немедленно передаёт мастеру статус занятости BUSY. Для успеш-

*Таблица 4*

**Поля пакетов транзакции отношения «мастер/подчиненный» с подтверждением**

| Поле | Длина | Значение | Описание |
|---|---|---|---|
| **Поля пакета индивидуального запроса от мастера подчинённому узлу** | | | |
| **ID** | 1 | 0…63, 125 | Идентификатор подчинённого узла |
| **DL** | 1 | 0…249 | Длина данных команды |
| **CMD** | 1 | | Код команды |
| **DATA** | 0…249 | | Данные команды |
| **CRC** | 4 | | Контрольная сумма по всем полям, кроме CRC |
| **Поля ответа подчинённого узла** | | | |
| **IDC** | 1 | 41h | Идентификатор мастера |
| **CMD_STATUS** | 1 | 0 | OK — статус успешного выполнения команды |
| | | FCh | BUSY — подчинённый узел занят и не может выполнить команду |
| | | FDh | PENDING — подчинённый узел приступил к исполнению вызываемой удалённой процедуры |
| | | FEh | Неизвестный код команды или ошибка в параметрах |
| | | FFh | Команда выполнена, но при выполнении произошла ошибка |
| **DATA** | 0…249 | | Данные команды, если CMD_STATUS=0 |
| **CRC** | 4 | | Контрольная сумма по всем полям, кроме CRC |

ного завершения такой транзакции мастер обязан повторить запрос по истечении интервала времени BUSY_PERIOD.

3. Подчинённый узел, получивший пакет индивидуального запроса с командой вызова удалённой процедуры, немедленно передает мастеру статус PENDING, свидетельствующий о начале исполнения вызываемой процедуры, результат выполнения которой будет подготовлен позже. Для успешного завершения транзакции мастер должен с периодом BUSY_PERIOD проверять статус завершения исполнения до тех пор, пока подчинённый узел не завершит исполнение удалённой процедуры.
4. Подчинённый узел, получивший пакет индивидуального запроса, обнаружил в пакете неподдерживаемый код команды или неправильное количество или значения данных. В данном случае подчинённый узел отвечает пакетом со статусом ошибки кода команды или параметров команды.

Общий вид взаимодействия в отношении «мастер/подчинённый» с подтверждением представлен на рис. 10. Описание полей пакетов во взаимодействии приведено в табл. 4.

### Отношение «источник данных/потребитель» с выборкой по запросу потребителя

Отношение «источник данных/потребитель» с выборкой по запросу потребителя предназначено для реализации групповых операций чтения и записи данных подчинённых устройств. Полная транзакция данного отношения показана на рис. 11. Описание полей пакетов, образующих транзакцию, приведено в табл. 5.

Данный вид отношения реализуется следующим образом.

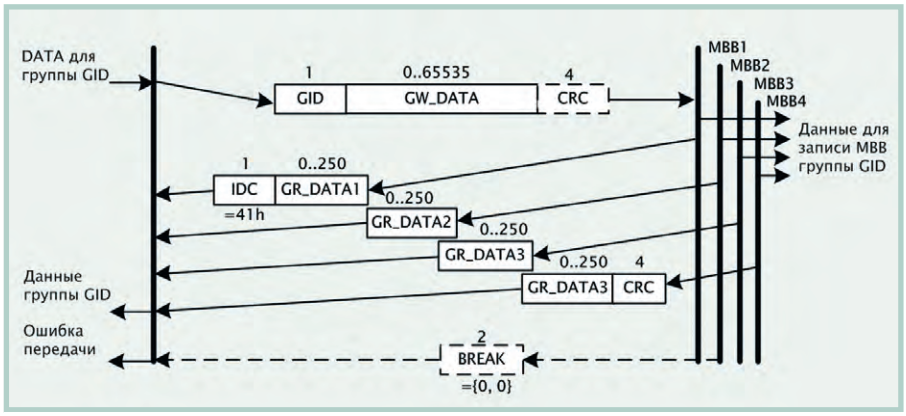



**Рис. 11. Транзакция отношения «источник данных/потребитель»**

1. Мастер передаёт в сеть пакет группового запроса, содержащий идентификатор адресуемой группы, выходные данные для подчинённых узлов, входящих в группу, и поле контрольной суммы. Подчинённые узлы, входящие в группу, на основании конфигурационных параметров знают, по какому смещению в поле данных группового запроса находятся адресованные им данные и какова их длина. Кроме того, на основании конфигурационных данных им также известно, по какому смещению в области их входных данных и какой длины должны быть переданы данные в цепочечном пакете.
2. После получения и проверки контрольной суммы группового запроса первый подчинённый узел, входящий в группу, формирует первую часть цепочечного пакета, содержащую идентификатор мастера и значения из своей области входных данных.
3. Второй подчинённый узел, входящий в группу, формирует вторую часть цепочечного пакета, содержащую значения из своей области входных данных.
4. Остальные части цепочечного пакета передаются остальными подчинёнными узлами, входящими в группу. Последний подчинённый узел, входящий в группу, по окончании передачи данных из своей области входных данных передаёт мастеру поле контрольной суммы, вычисленное по всем полям полного цепочечного пакета, за исключением самого поля контрольной суммы.

В процессе формирования цепочечного пакета все участвующие подчинённые узлы, помимо всего прочего, занимаются вычислением контрольной суммы по всем полям цепочечного пакета, за исключением поля контрольной суммы. Если какой-нибудь подчинённый узел «не согласен» со значением контрольной суммы, переданной в последнем поле цепочечного пакета последним подчинённым узлом группы, он немедленно формирует на шине пакет индикации ошибки контрольной суммы цепочечного пакета, состоящий из двух нормальных кадров, содержащих нулевые значения. Мастер, получив пакет индикации ошибки, аннулирует результат только что завершившейся транзакции.

Зачем нам понадобился цепочечный пакет и такое хитрое взаимодействие между мастером и подчинёнными узлами? Предположим, опрос модулей ввода-вывода, подключённых к линии RS-485, выполняется традиционным способом с использованием отношения «мастер/подчинённый» с подтверждением, как показано на рис. 10. Тогда мастер будет посылать индивидуальные запросы каждому подчинённому узлу и получать ответы. В таком случае накладные расходы на общение с каждым подчинённым (адрес, длина, контрольная сумма) будут пропорционально увеличиваться с увеличением количества подчинённых узлов. Впрочем, здесь можно позаниматься «улучшательством», скажем, исключив поле длины, сократив поле контрольной

*Таблица 5*

**Поля пакетов транзакции отношения «источник данных/потребитель» с выборкой по запросу потребителя**

| Поле | Длина | Значение | Описание |
|---|---|---|---|
| **Поля пакета группового запроса от мастера группе подчинённых узлов** | | | |
| **GID** | 1 | 128+N | Идентификатор группы. N — номер группы от 0 до 63 |
| **GW_DATA** | 0…65535 | | Данные для записи в группу |
| **CRC** | 4 | | Контрольная сумма по всем полям, кроме CRC |
| **Поля ответа группы** | | | |
| **IDC** | 1 | 41h | Идентификатор мастера |
| **GR_DATAn** | 0…250 | | Данные из области входных данных подчинённого устройства n |
| **CRC** | 4 | | Контрольная сумма по всем полям, кроме CRC |
| **BREAK** | 2 | {0, 0} | Признак ошибки передачи цепочечного пакета |

суммы, а также упаковывая некоторые управляющие поля протокола в биты передаваемых кадров и т.д. Но повлияет ли это на пропускную способность сети заметным образом?

Предположим, что требуется поочерёдно обмениваться данными с 64 модулями аналогового ввода, каждый из которых имеет по 4 16-разрядных канала. Пусть запрос к модулю предельно оптимизирован и содержит только адрес модуля в диапазоне от 0 до 63 (6 бит), код команды (2 бита), и при этом используется стандартный кадр 8-N-1 без контроля чётности и без поля контрольной суммы в пакете. Для передачи байта запроса при скорости 2 Мбит/с будет затрачено $0,5 \times 10 = 5$ мкс. Пусть прерывание по приёму запроса у каждого подчинённого узла, имеющего буферизованный UART (размер 16 байт, настроен на генерацию прерывания по заполнению 14 байтами), происходит по прошествии времени, равного длительности двух кадров «тишины» в линии, то есть через 10 мкс. Далее считаем, что каждый подчинённый узел отвечает на запрос без какой-либо заметной задержки, причём тоже предельно оптимизированно – восемью байтами данных, содержащими значения на каналах аналогового ввода. Таким образом, передача ответа подчинённого устройства на запрос мастера займет $8 \times 5 = 40$ мкс, плюс длительность двух кадров «тишины» для генерации прерывания UART мастера по приёму ответа. Таким образом, для обмена данными с 64 модулями с использованием «супероптимизированного» протокола, рассчитанного на идеальный канал связи и на наличие всего 4 сетевых команд (помним про 2 бита на команду), потребуется:

$((5 + 10) + (40 + 10)) \times 64 = 4160$ мкс, что для $8 \times 64 = 512$ байт полезных данных даёт пропускную способность $512/(0,00416 \times 1024) = 120,2$ кбайт/с.

Если UART мастера настроен на генерацию прерывания по приёму 8 байт, то пропускная способность улучшится и достигнет 142 кбайт/с, поскольку UART мастера не придётся ждать по 10 мкс «тишины» после приёма 8 байт ответа очередного подчинённого устройства.

Теперь допустим, что для опроса каналов указанных модулей используется пакет группового запроса, определённый спецификацией протокола FBUS, а модули в ответ формируют соответствующий цепочечный пакет. Пакет группового запроса содержит идентификатор группы размером 1 байт и передаётся кадром типа ID размером 11 бит, а также поле контрольной суммы размером 4 байта, которые передаются стандартными кадрами длиной 10 бит. Для передачи пакета группового запроса с учётом длительности двух кадров «тишины» потребуется $5,5 + 4 \times 5 + 10 = 35,5$ мкс. Цепочечный ответ модулей, состоящий из стандартных кадров, содержит идентификатор мастера (1 байт), поле данных (512 байт) и поле контрольной суммы (4 байта). С учётом кадров «тишины» между отдельными фрагментами цепочечного пакета для его передачи потребуется

$(5 + 40 + 10) + (40 + 10) \times 62 +$
$+ (40 + 20 + 10) = 3225$ мкс,

а с учётом длительности группового запроса на всю транзакцию будет потрачено $3225 + 35,5 = 3260,5$ мкс.

Таким образом, пропускная способность составит 153,3 кбайт/с.

Однако это ещё не всё. При использовании описанного здесь «супероптимизированного» протокола, получив ответ на очередной запрос, сервис протокола должен что-то сделать с поступившими данными, после чего послать

ipc2U
Industrial PC to you

**Дистрибуция**
web: www.ipc2u.ru, www.icn.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 232-02-07, Факс: (495) 232-03-27,
E-mail: sales@ipc2u.ru

г. **Санкт-Петербург**, Тел.: (812) 271-56-02, Факс: (812) 271-56-06,
E-mail: spb@ipc2u.ru

г. **Екатеринбург**, Тел.: (343) 381-56-26, Факс: (343) 381-56-27,
E-mail: ekb@ipc2u.ru

ICOS

**Комплексные решения**
web: www.icos.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 937-72-00, Факс: (495) 937-72-10,
E-mail: sales@icos.ru

г. **Санкт-Петербург**, Тел.: (812) 271-56-02, Факс: (812) 271-56-06,
E-mail: spb@icos.ru

г. **Набережные Челны**, Тел.: (8552) 53-94-40, Факс: (8552) 53-94-17,
E-mail: chelny@icos.ru

Реклама

запрос следующему подчинённому узлу. Посмотрим подробнее, что будет происходить на мастере после того, как его UART принял ответ на запрос и сгенерировал прерывание по приёму, дождавшись длительности двух кадров «тишины».

Во-первых, управление передаётся обработчику прерывания – эта операция рассматривается отдельно, поскольку совместно с возвратом из обработчика занимает некоторое время.

Во-вторых, обработчик прерывания достаёт данные из приёмного буфера UART, копирует в некоторый приёмный буфер и сигнализирует потоку (процессу), на контексте которого исполняется сервис протокола, что ему поступили новые данные. Извлечение данных из UART, как минимум, состоит из чтения порта статуса буфера приёма UART, проверки признака наличия там байтов и чтения самих байтов. Копирование считанных из UART данных в буфер протокола состоит из собственно пересылки порт ввода-вывода — память и модификации некоторой переменной, например, указывающей на «голову» буфера протокола. Сигнализация потоку в многозадачной операционной системе может быть реализована с помощью примитива типа Event (событие). Это значит, что примитив типа Event ставится обработчиком прерывания в сигнальное состояние, после чего выполняются некоторые манипуляции со списком ожидающих его потоков и с очередью планируемых к исполнению потоков. Цель указанных манипуляций состоит в том, чтобы после возврата из обработчика прерывания начал исполняться наиболее приоритетный поток среди ожидающих примитив Event.

Далее происходит возврат из обработчика прерывания. В правильно спроектированных операционных системах реального времени и правильно спроектированных программах управление будет передано потоку, на контексте которого исполняется сервис протокола, то есть произойдет переключение контекста, поскольку поток сервиса протокола до этого находился в состоянии ожидания примитива Event. В неправильно спроектированных операционных системах реального времени управление будет передано потоку сервиса протокола только на очередном прерывании системного таймера, когда произойдёт вызов диспетчера операционной системы. А в неправильно спроектированных программах управление может быть передано другому потоку, который имеет более высокий приоритет, чем поток сервиса протокола (будем считать, что наш «супероптимизированный» протокол написан правильно и под правильную ОС РВ).

Наконец, поток сервиса протокола, получив управление, ставит Event, по которому он только что был разбужен, в несигнальное состояние, затем записывает в буфер передачи UART заранее подготовленный (ведь мы как разработчики правильных программ позаботились об этом заранее, реализовав что-то вроде очереди исходящих запросов, не так ли?) запрос следующему подчинённому узлу и разрешает передачу.

Посмотрим, сколько тактов процессора займут описанные действия при использовании R1610C и операционной системы CMX.

1. Передача управления обработчику прерывания и последующий возврат из обработчика прерывания с переключением контекста на поток сервиса протокола – около 680 тактов.
2. Извлечение восьми байтов данных из UART с проверкой статуса и копирование в буфер протокола потребуют ещё 1080 тактов. Можно сократить, используя для выборки данных из буфера UART канал прямого доступа к памяти (DMA). Однако не факт, что сократить удастся существенно, поскольку «раскланивания» между процессором и контроллером DMA вокруг общего ресурса (памяти) на шине типа ISA не останутся незамеченными.
3. Сигнализация Event (события) в небольшой и предельно оптимизированной операционной системе типа CMX в среднем занимает 551 такт на R1610C.
4. Постановка Event (события) в несигнальное состояние – не менее 116 тактов.
5. Чтение из очереди исходящих запросов запроса для следующего подчинённого устройства, запись в UART и разрешение передачи – примерно 130 тактов.

Сложив перечисленные затраты процессора, получим 680 + 1080 + 551 + 116 + 130 = 2557 тактов, или около 26 мкс при тактовой частоте 100 МГц. То есть суммарный вклад в программное обслуживание обмена с каждым из 64 подчинённых устройств составит $64 \times 26 = 1664$ мкс.

Таким образом, для обмена данными с 64 модулями, имеющими по 4 канала аналогового ввода с использованием «супероптимизированного» протокола поочередного опроса модулей, к тому же рассчитанного на идеальный канал связи и на наличие всего 4 сетевых команд, потребуется 4160 + 1664 = 5824 мкс, что для 512 байт полезных данных даёт предельную пропускную способность $512 / 1024 / ((4160 + 1664) \times 10^{-6}) =$ 85,9 кбайт/с. То есть паузы между обменами подчинённых устройств, вызванные временными затратами на обработку ответов сервисом протокола на мастере, ухудшают пропускную способность почти на 30%.

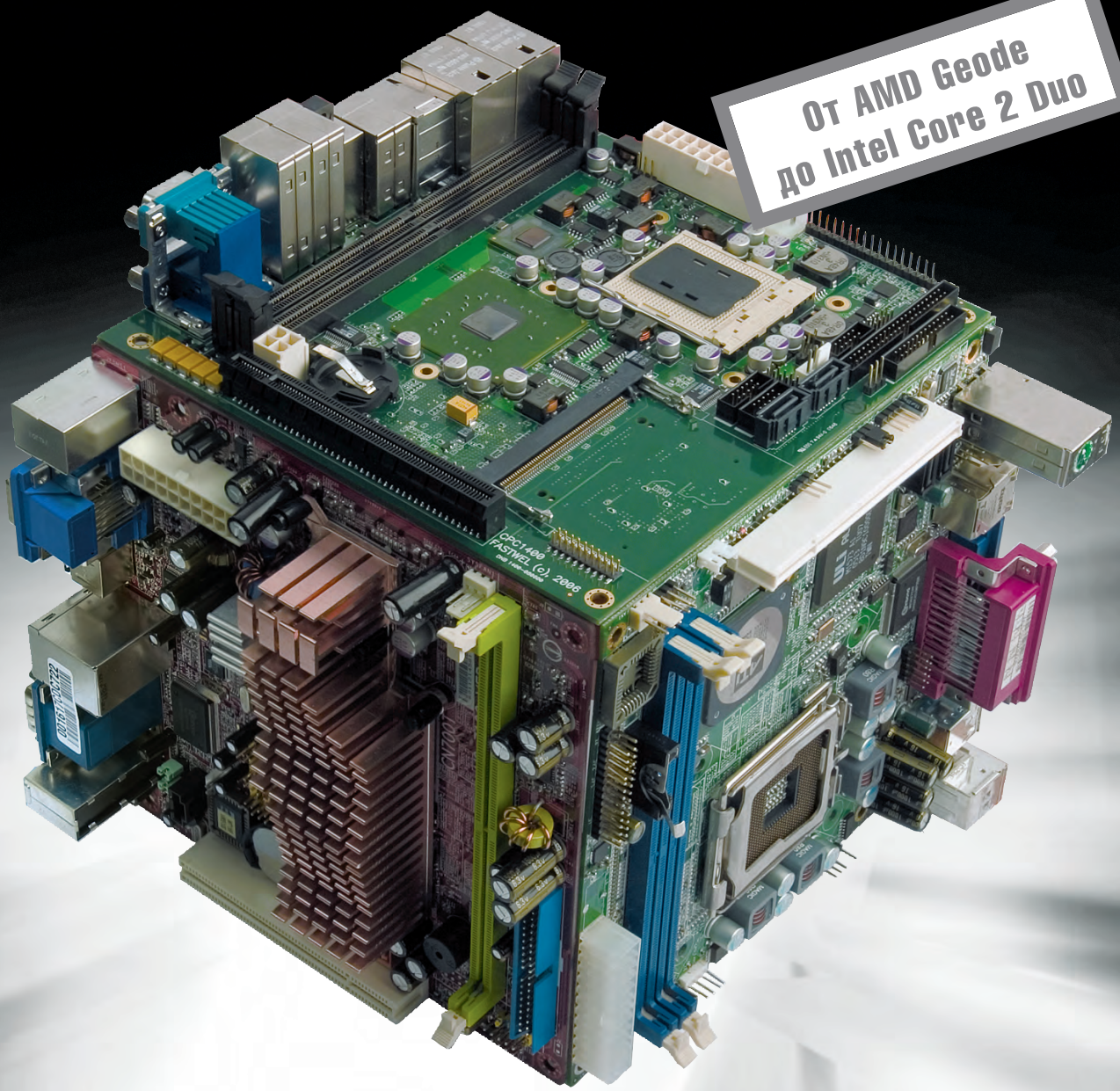
Если UART мастера настроен на генерацию прерывания по приёму не 14, а 8 байт, то пропускная способность составит $512 / 1024 / ((3520 + 1664) \times 10^{-6}) = 95{,}45$ кбайт/с.

При использовании группового запроса и цепочечного ответа FBUS, а также специализированного UART на мастере указанные затраты на обслуживание сведутся к затратам на формирование одного запроса и обработку трёх прерываний по приёму цепочечного пакета, в процессе которого происходит копирование 512 байт данных из буфера FIFO UART в буфер протокола (копирование занимает около 26,2 мкс). То есть затраты на обслуживание группового запроса и цепочечного ответа представленной конфигурации модулей составят $130 \times 0{,}01 + (680 + 551 + 116) \times 3 \times 0{,}01 + 26{,}2 = 67{,}91$ мкс, что незначительно ухудшит пропускную способность: $512 / 1024 / ((3260{,}5 + 67{,}91) \times 10^{-6}) = 150{,}2$ кбайт/с.

Резюмируя приведённые здесь пространные рассуждения, можно сделать вывод: групповой запрос мастера и цепочечный пакет, совместно формируемый подчинёнными устройствами в ответ на групповой запрос в протоколе FBUS, решают две проблемы — проблему «дырок» между соседними опросами подчинённых устройств и проблему обеспечения максимальной плотности полезных данных в пакетах. Следует отметить, что наша текущая реализация аппаратно-программного обеспечения протокола FBUS позволила получить несколько лучшую по сравнению с вычисленной ранее пропускную способность за счёт больших размеров буферов FIFO UART, за счёт использования канала прямого доступа к памяти для обмена данными меж-

# Встраиваемые и промышленные платы формата Mini-ITX

От AMD Geode
до Intel Core 2 Duo



- **Автоматизация промышленных производств**
- **Телекоммуникационные системы**
- **Терминалы, банкоматы и т.п.**
- **Компактное лабораторное и медицинское оборудование**
- **Мультимедийные рабочие станции**
- **Видеосерверы и системы видеонаблюдения**

Реклама

#27

ProSoft®

**МОСКВА** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

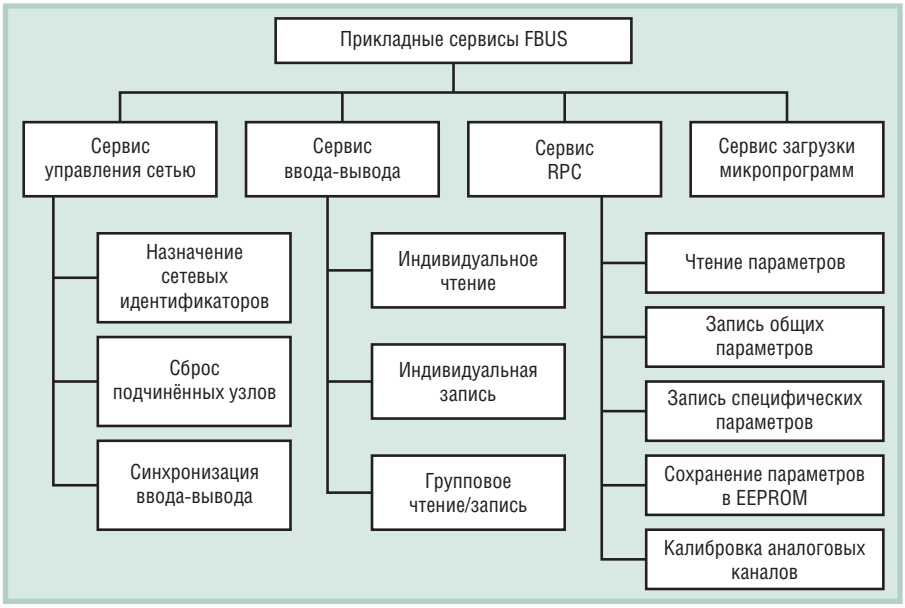



**Рис. 12. Структура сервисов прикладного уровня FBUS**

ду UART и памятью процессора мастера и других тонкостей.

Небольшое лирическое отступление. Внимательный читатель может задать следующие вопросы-возражения:

1. Почему бы не посылать очередной запрос прямо на контексте обработчика прерывания по приёму?
2. Зачем использовать многозадачную операционную систему реального времени?
3. Почему бы не использовать более производительный процессор, если R1610C тратит так много тактов на такие простые вещи?

Ответ на первый вопрос: при реализации описанного «супероптимального» протокола с четырьмя командами и без каких-либо средств контроля достоверности передаваемых данных, вероятно, можно. Но если протокол чуть сложнее, а пакеты длиннее, то весьма нежелательно, ибо на обработчик прерывания не должна возлагаться какая-либо функциональность, кроме самой необходимой — прочитать данные из UART и дать возможность UART опять генерировать прерывания. Вообще говоря, в программных системах реального времени процессору желательно поменьше находиться в обработчиках прерываний и оставлять прерывания закрытыми. Однако указанная техника с некоторыми изменениями в определённых случаях может использоваться в микропрограммах подчинённых устройств (и реально используется в модулях ввода-вывода Fastwel I/O).

Ответ на второй вопрос выходит за рамки данной статьи, поскольку сам вопрос скорее относится к областям философии и религии. В конце концов, специалистам АСУ ТП вряд ли придёт в голову реализовывать ПИД-регулятор, скажем, на ассемблере. И даже на языке IL стандарта IEC 61131-3 это делать, мягко говоря, не очень удобно. Или нет?

К третьему вопросу мы ещё вернемся при рассмотрении внутреннего устройства сервиса исполнения прикладных программ на базе адаптированной среды исполнения CoDeSys. Сейчас же можно сказать: да, R1610C тратит довольно много тактов на исполнение команд, связанных с модификацией указателя инструкций, и на пересылку данных из памяти и в память по сравнению с 32-разрядными RISC-микропроцессорами для встраиваемых применений. Но значительно меньше, чем традиционный 186-й от Intel или AMD.

**Прикладной уровень**

На прикладном уровне FBUS определены следующие базовые сервисы:

- сервис управления сетью;
- сервис вызова удалённых процедур (RPC);
- сервис ввода-вывода (сервис обмена данными реального времени).

На основе указанных базовых сервисов реализованы все прикладные сервисы FBUS, как показано на рис. 12.

Ввиду отсутствия возможности привести полное содержимое спецификации FBUS в журнальной статье, ограничимся описанием реализации сервиса ввода-вывода в адаптированной среде исполнения CoDeSys в контроллерах Fastwel I/O.

## Реализация сервиса ввода-вывода в контроллерах Fastwel I/O с CoDeSys

В контроллерах Fastwel I/O обмен данными между контроллером узла и модулями ввода-вывода осуществляется с использованием описанного ранее отношения «источник данных/потребитель» с выборкой результатов запроса потребителем, при котором за одну сетевую транзакцию одновременно осуществляется запись данных для всех выходных каналов и чтение данных всех входных каналов модулей ввода-вывода, при этом обеспечивается пропускная способность около 165 кбайт/с.

Сервис ввода-вывода реализует функции стека протоколов FBUS и обеспечивает выполнение следующих функций.

1. Инициализацию шины и конфигурирование модулей ввода-вывода.
2. Обмен данными реального времени с модулями ввода-вывода.
3. Обработку нештатных ситуаций, связанных с потерей связи с одним или несколькими модулями ввода-вывода.
4. Обновление диагностической информации, доступной прикладной программе, и светодиодную индикацию.

**Инициализация шины**

Инициализация шины происходит в несколько этапов. На первом этапе выполняется поиск всех модулей ввода-вывода, подключённых к контроллеру узла. Модулям последовательно назначаются сетевые идентификаторы (адреса). То есть первый обнаруженный модуль имеет идентификатор 0, второй — 1 и т.д. На втором этапе для всех модулей, описания которых имеются в конфигурации контроллера, сформированной средой разработки CoDeSys, поочерёдно выполняются следующие действия.

1. Выясняется, совпадает ли тип обнаруженного модуля, имеющего некоторый сетевой идентификатор, с типом модуля, имеющимся в конфигурации контроллера. Соответствие между тем, что обнаружено на шине, и тем, что задано в конфигурации программы, считается установленным, если порядок следования и типы обнаруженных модулей в точности совпадают с порядком следования и типами модулей в древовидном списке I/O Modules секции PLC Configuration в проекте CoDeSys.

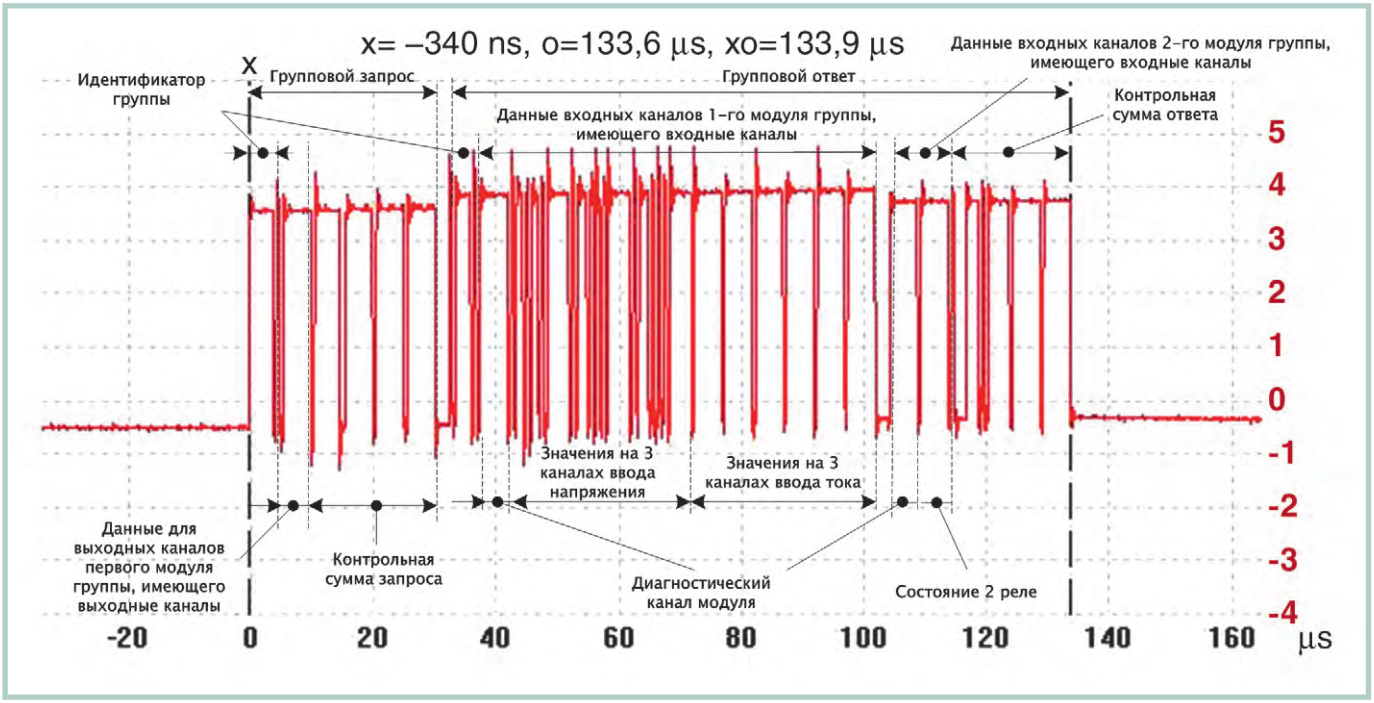



**Рис. 13. Осциллограмма группового обмена с модулями AIM720 и DIM713**

2. Если соответствие типа установлено, считывается текущий идентификатор конфигурации модуля, сохранённый в его энергонезависимой памяти, и сравнивается с идентификатором текущей конфигурации контроллера. Если текущий идентификатор конфигурации, считанный у модуля, не совпадает с идентификатором конфигурации контроллера, новая конфигурация передаётся модулю по внутренней шине.

Идентификатор конфигурации вычисляется при помощи алгоритма CRC32 по всем байтам конфигурации контроллера, сформированной средой разработки CoDeSys.

Если при инициализации обнаружены не все модули ввода-вывода, которые имеются в конфигурации контроллера, сервис ввода-вывода не будет выполнять обмен данными реального времени с модулями и со средой исполнения CoDeSys до тех пор, пока не обнаружены и не сконфигурированы все ожидаемые модули.

### Обмен данными с модулями ввода-вывода

Если инициализация внутренней шины контроллера выполнена успешно, сервис ввода-вывода приступает к обмену данными с модулями. При этом индикатор I/O на передней панели контроллера начинает светиться зелёным цветом.

Обмен данными с модулями выполняется с периодом, заданным для прикладной программы, с использованием групповых запросов и цепочечных пакетов. Период обмена данными с модулями ввода-вывода задаётся пользователем в конфигурации контроллера в среде разработки CoDeSys из диапазона от 1 до 1000 мс включительно.

При обнаружении ошибки обмена сервис ввода-вывода не передаёт полученные в текущей транзакции данные от входных каналов модулей и увеличивает счётчик ошибок ввода-вывода, доступный в прикладной программе.

Осциллограмма групповой операции обмена данными с двумя модулями ввода-вывода (AIM720 и DIM713) показана на рис. 13. При завершении очередной операции обмена данными с модулями ввода-вывода сервис ввода-вывода выполняет обмен данными со средой исполнения CoDeSys и сигнализирует среде исполнения о возможности вызова прикладной программы пользователя. Подобную осциллограмму для своей конфигурации модулей ввода-вывода может получить каждый любознательный пользователь, умеющий пользоваться осциллоскопом.

### Обработка нештатных ситуаций

Если в процессе инициализации шины обнаружены не все модули ввода-вывода, описанные в конфигурации программы контроллера, сервис ввода-вывода не выполняет обмен данными по внутренней шине и занимается поиском отсутствующих модулей.

Если в процессе обмена данными реального времени с модулями пять операций группового обмена подряд завершились неудачно, обмен данными по внутренней шине прекращается и запускается специальная процедура обнаружения и повторной инициализации модулей.

Данная процедура выполняет поиск модулей, с которыми утрачена связь. При обнаружении очередного модуля, с которым была утрачена связь, выполняется проверка совпадения идентификатора конфигурации модуля с текущим идентификатором конфигурации, имеющимся у сервиса ввода-вывода. При несовпадении принимается решение о том, что произошла замена модуля без выключения питания контроллера, и в модуль загружаются текущие параметры конфигурации. Обмен данными реального времени по внутренней шине контроллера возобновляется тогда и только тогда, когда восстановлена связь со всеми модулями ввода-вывода, описания которых имеются в конфигурации прикладной программы контроллера.

Здесь необходимо особо подчеркнуть, что замена модулей ввода-вывода без выключения питания контроллера может привести к выходу из строя встроенного преобразователя питания контроллера, формирующего напряжение питания на контактах внутренней шины, поскольку краевой соединитель WAGO, к сожалению, не позволяет обеспечить первоначальное соедине-

ние цепей GND, а потом цепей питания и остальных линий интерфейса.

Разумеется, во время поиска и повторного конфигурирования модулей прикладная программа продолжает выполняться с заданным периодом, имея последние достоверные значения от модулей. При этом в области входных данных программы имеется специальная битовая маска, расположенная по адресам %IB11 и %IB15 (два двойных слова) области входных данных среды исполнения CoDeSys и позволяющая программе выяснить, с какими модулями была утрачена связь, а индикатор I/O на передней панели контроллера светится красным цветом. Вообще говоря, красный цвет индикатора I/O во время работы контроллера в нормальном режиме (о режимах работы контроллера говорится далее) свидетельствует о том, что состав и/или типы модулей ввода-вывода, обнаруженных сервисом ввода-вывода, отличаются от того, что считано из конфигурации программы при включении питания или после перезагрузки.

### Как определить потребный период опроса модулей

Период опроса модулей совпадает с периодом вызова прикладной программы и задаётся пользователем в среде разработки CoDeSys в секции PLC Configuration путем установки параметра контроллера SampleRate, как показано на рис. 14. По умолчанию параметр SampleRate имеет значение 10 мс.

Пусть контроллер должен содержать некоторые модули ввода-вывода, описания которых добавляются пользователем в подсекцию I/O Modules дерева PLC Configuration в среде разработки CoDeSys. Возникает вопрос, как определить минимальный период, за который сервис ввода-вывода будет успевать опрашивать модули?

В документе «Система ввода-вывода Fastwel I/O. Модули ввода-вывода. Руководство программиста» в описании каждого типа модуля приведены размеры его областей входных и выходных данных. Размер области входных данных определяется суммой размеров всех входных каналов модуля, а размер области выходных данных – суммой размеров всех выходных каналов. Таким образом, нужно сложить размеры областей входных и выходных данных всех модулей, входящих в конфигурацию, разделить 168960 (165 × 1024 байт/с) и умножить на 1000, что даст время в миллисекундах, потребное на групповой обмен с модулями по внутренней шине.

Пусть, к примеру, в составе контроллера, размер области входных данных которого составляет 17 байт и который не имеет выходных каналов, должно быть 64 4-канальных модуля ввода токовых сигналов типа AIM721. Тогда для обмена данными со всеми 64 модулями по внутренней шине понадобится (17 × 64 / 168960) × 1000 = 6,44 мс.

Однако это ещё не всё. Для того чтобы обмен с модулями ввода-вывода не слишком сильно загружал процессор, желательно, чтобы время обмена составляло, скажем, не более 70% от заданного периода исполнения прикладной программы. Тогда для определения потребного периода опроса нужно вычисленное потребное время опроса разделить на 0,7. В приведённом примере для 64 4-канальных модулей ввода токовых сигналов типа AIM721 это даёт 6,44/0,70 = 9,19 мс. Однако можно смело округлить полученное значение до ближайшего целого, поскольку коэффициент 0,7 – это довольно пессимистическая поправка «на ветер». В большую сторону полученное значение нужно округлять в случаях, когда оно менее 1,5 мс, поскольку интервал системного таймера, по которому периодически вызывается планировщик операционной системы, равен 1 мс, и выбор наименьшего целого (1 мс) при округлении приведёт к чрезмерной загрузке процессора.

И это ещё не всё, что нужно учесть. В рассмотренном примере с модулями типа AIM721 ничего не говорилось о реальном периоде измерения значений на всех каналах модуля, а значит, о реальном периоде обновления данных в каждом модуле. При частоте встроенного режекторного помехоподавляющего фильтра, равной 1000 Гц и заданной для всех 4 каналов модуля, время обновления данных по всем каналам AIM721 составляет 8,4 × 4 = 33,6 мс. Таким образом, для того чтобы на каждом цикле контроллера программа получала обновлённые показания на каналах модулей, период опроса желательно иметь большим либо равным 34 мс.

У читателя может возникнуть ещё один вопрос: а что будет, если пользователь установил слишком малый период опроса модулей ввода-вывода? В таком случае сервис ввода-вывода самостоятельно выполнит приведённые здесь вычисления перед началом информационного обмена с модулями, используя ещё более пессимистическое значение поправочного коэффициента (0,5), и принудительно скорректирует период опроса модулей и период выполнения прикладной программы. Пользователь узнает об этом произволе со стороны сервиса ввода-вывода по покрасневшему индикатору RUN/ERR на передней панели контроллера. К слову, индикатор RUN/ERR будет светиться красным также по причине того, что прикладная программа, разработанная на CoDeSys и загруженная в контроллер, требует для выполнения больше времени, чем предполагал пользователь, устанавливая параметр SampleRate в конфигурации контроллера. ●

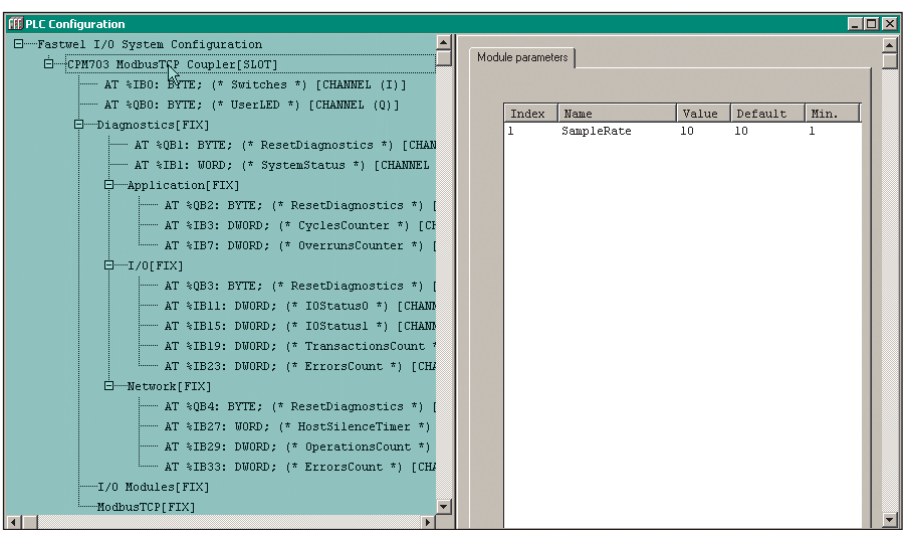



**Рис. 14. Конфигурация контроллера в среде CoDeSys. Период исполнения прикладной программы и опроса модулей ввода-вывода**

**Автор – сотрудник фирмы Fastwel**
**119313, Москва, а/я 242**
**Тел.: +7 (495) 234-0639**
**Факс: +7 (495) 232-1654**
**E-mail: info@fastwel.ru**
**Web: www.fastwel.ru**

# Проверено железными дорогами

**Пружинные клеммы WAGO CAGE CLAMP®** работают на железнодорожном транспорте с 1978 г.:

- при сильной вибрации,
- в диапазоне температур от –40 до +55°C

**ОТКАЗОВ НЕ ЗАФИКСИРОВАНО**

**Пружинные клеммы WAGO CAGE CLAMP®**

WAGO® INNOVATIVE CONNECTIONS

#391

PROSOFT®

| | |
|---|---|
| **МОСКВА** | Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru |
| **С.-ПЕТЕРБУРГ** | Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru |
| **ЕКАТЕРИНБУРГ** | Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru |
| **САМАРА** | Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru |
| **НОВОСИБИРСК** | Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru |

Реклама

Максим Овод

# Разработка переносимого драйвера устройства для встраиваемых систем

## О драйверах и операционных системах

В отличие от множества печатных и электронных изданий, освещающих вопросы разработки драйверов для различных операционных систем, материал этой статьи обозначит общие черты систем, и особое внимание будет уделено принципам и организационной структуре драйверов, которая позволит успешно «собирать» их под ОС Windows 2000/XP/XP Embedded, Linux и QNX6. Множество устройств, предназначенных для расширения функций компьютера, как правило, оснащается драйверами под ОС Windows, доминирующей на рынке домашних ПК. Нередко производитель оборудования уделяет внимание и операционной системе Linux. Мир встраиваемых систем отличает интересная особенность, какая бы ни была поставлена задача: сбор сигналов с датчиков, или управление ресурсами критических по времени объектов, или обеспечение функционирования сложных систем цифровой обработки сигналов – в каждом случае мы можем выбрать отдельную операционную систему, которая будет успешно работать. Многообразие встраиваемых операционных систем (одних операционных систем реального времени насчитывается более ста) заставляет разработчика ПО соблюдать некоторые правила написания кода, чтобы при портировании драйвера под очередную ОС не приходилось проделывать всю работу с нуля и при этом сам код оставался «читабельным». Для встраиваемых ОС и операционных систем реального времени (ОС РВ) традиционным подходом является модель кросс-разработки, когда инструментальная ЭВМ использует одну ОС (обычно это «классическая» платформенная ОС типа Windows), а целевая – другую (рис. 1).

Невероятно сложно, скорее всего невозможно, написать драйвер без понимания внутреннего устройства операционной системы. Поэтому, как минимум, необходимо иметь общие представления о следующих понятиях:

- процессы и нити, их различия в Windows- и Unix-системах,
- механизмы синхронизации,
- управление памятью — режим пользователя и режим ядра, понятия о выгружаемой памяти,
- отличие между пространством ввода-вывода и памятью ввода-вывода,
- приоритеты и механизмы обработки прерываний,
- режим прямого доступа к памяти.

## Стоит ли писать портируемый драйвер?

Термины «портируемый» и «переносимый» можно рассматривать по-разному. Для кого-то код, написанный для разных версий компилятора, уже считается переносимым. Под разработкой переносимого драйвера мы будем понимать создание такого проекта на языке Си, который бы мог компилироваться не только разными компиляторами (GCC, Microsoft C++), но и под разными архитектурами процессоров, например, ОС QNX работает на MIPS, PowerPC, SH-4, ARM, StrongArm, Intel® XScale™ Microarchitecture и x86.

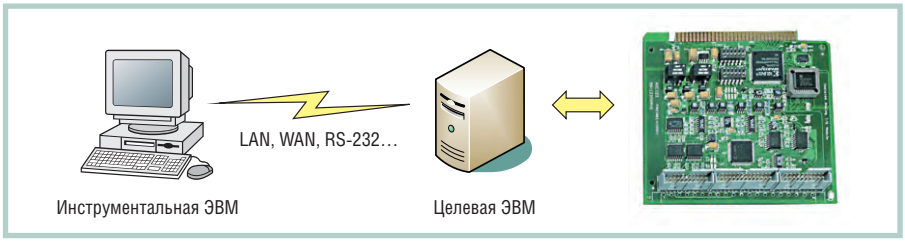



**Рис. 1. Традиционная модель разработки ПО для встраиваемых систем**

Кроме очевидного преимущества того, что кросс-платформенное программное обеспечение может работать на разных типах компьютеров, есть ещё один немаловажный плюс — портируемость хорошо влияет на сам код. Во-первых, ошибки, которые не распознает один компилятор, с лёгкостью могут быть обнаружены другим. Во-вторых, общий исходный код для проектов под различными операционными системами увеличивает робастность, надёжность вашего кода и возможность повторного его использования. И в-третьих, тестирование приложения на разных платформах помогает в отладке — скрытая, трудновоспроизводимая ошибка может быть легко обнаружена на другой платформе.

Казалось бы, между Windows, Linux и QNX нет ничего общего – это абсолютно разные системы с разной идеологией и организацией. Однако, взглянув поглубже, можно отметить некоторые «общие» черты, интересующие нас как разработчиков драйверов:

- ориентация на язык Си – компиляторы существуют для всех платформ и архитектур;
- обращение к драйверу происходит так же, как и работа с обычными файлами, следовательно, применимы стандартные функции open(), read(), write() и другие;
- драйверы имеют схожую модель взаимодействия с системой (рис. 2).

Заметим, что на схеме, представленной на рис. 2, в частном случае библиотека функций может отсутствовать. Стандартный приём создания переносимого приложения — спрятать непортируемый код в отдельные модули. На рис. 3 показан один из возможных вариантов переносимого драйвера, представляющий собой двухуровневую структуру. На первом уровне находится общий портируемый код, который не должен зависеть от операционной системы. На второй уровень будут добав-

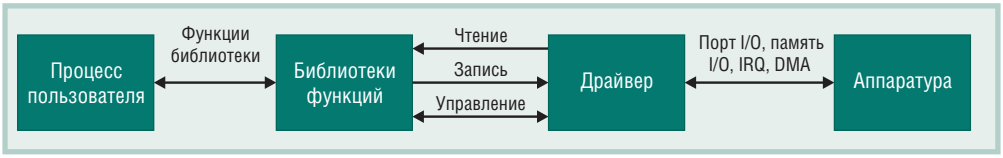



**Рис. 2. Общая модель взаимодействия драйвера с системой**

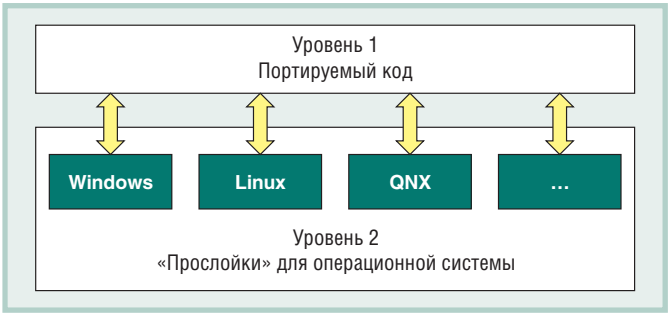



**Рис. 3. Один из вариантов структуры переносимого драйвера**

няя, третья сторона ведёт диалог с аппаратной частью. Обо всех инструментах разработки, которые могут понадобиться, упомянуть просто не представляется возможным, и, конечно, есть необходимый минимум программ и утилит, без которых не обойтись. Для ОС Windows основным пакетом и первоисточником разработки драйверов является Microsoft DDK (Driver Development Kit), который содержит в своём составе множество полезных утилит, примеров драйверов и собственно компилятор. Создание и редактирование исходного кода удобно делать в IDE Visual Studio. Из сторонних утилит интересны программы просмотра отладочных сообщений DebugView (http://www.microsoft.com/technet/sysinternals/Miscellaneous/DebugView.mspx). Порой не обойтись без отладчика, один из лучших — это SoftICE. Огромный портал, посвящённый разработке драйверов под Windows, расположен по адресу http://www.osronline.com.

ляться так называемые «драйверные прослойки», выполняющие специфичную для ОС работу:

- процедуры инициализации и захвата ресурсов,
- установку обработчиков прерываний,
- регистрацию callback-функций для реакции драйвера на события ядра ОС,
- освобождение ресурсов при выгрузке драйвера и т.п.

## WDM-драйверы Windows

Важно отметить, что на смену WDM-драйверам (Windows Driver Model) Microsoft предлагает WDF (Windows Driver Foundation). Одна из главных особенностей новой драйверной модели — возможность создания драйверов, работающих в пространстве пользователя, в результате чего даже серьёзная ошибка, допущенная программистом, не должна влиять на стабильность системы.

WDM-модель проектировалась как совместимая снизу вверх, то есть драйвер, написанный для Windows 2000, будет успешно работать под Windows XP/XP Embedded/2003.

Внешне образ драйвера для нас представляется трёхсторонней моделью (рис. 4). Одна из сторон общается с программой пользователя, которой необходимо получить доступ к управляемой драйвером аппаратуре. Механизм взаимодействия основан на вышеупомянутых методах open(), read(), write(), iocontrol() и т.д. Другая сторона взаимодействует с ядром через системные вызовы для собственных нужд драйвера. Это может быть, например, выделение памяти, установка callback-обработчиков событий ядра и др. И последних «патчей», считается наиболее стабильным, так как протестировано множеством специалистов. Также стоит обратить внимание на версии компилятора GCC и основных библиотек. При компиляции проекта драйвера практически всегда необходимы заголовочные файлы ядра Linux. Интересно, что имена файлов, входящих в исходный код ядра Linux, могут различаться лишь регистром символов, что для Unix-систем вполне естественно. Если на инструментальной ЭВМ установлена ОС Windows, может получиться конфликт имён, так как Windows не различает регистр символов в названиях файлов. Поэтому модель кросс-разработки в данном случае менее удобна и компиляцию проекта лучше делать на целевой ЭВМ. Во многие дистрибутивы входит интегрированная среда разработки Eclipse IDE. Из утилит интересен отладчик Linice (http://www.linice.com), напоминающий своим интерфейсом Windows SoftICE. Большое количество информации об операционной системе Linux доступно на сайте www.linuxjournal.com. А по адресу http://lxr.linux.no можно найти путеводитель on-line по исходному коду ядра, начиная с его первой версии.

## Драйверы Linux

Механизм общения драйвера с ядром операционной системы в Linux и Windows довольно схожий. Если абстрагироваться от внутреннего устройства ядра драйвера в этих системах, то можно сказать, что модель взаимодействия драйвера с системой выглядит одинаково (рис. 4). Очень важным моментом является ветка ядра Linux, так как от версии к версии, в отличие, скажем, от Windows, в ядре Linux могут сильно меняться структуры данных и сами системные вызовы. Развиваются две основные ветки — 2.4 и 2.6. Существует ряд документов (http://lwn.net/Articles/driver-porting), помогающих переходить на новую ветку 2.6. Разработку желательно вести на оригинальном стабильном ядре (vanilla source), взятом с сервера http://www.kernel.org. В этом случае оно не имеет специаль-

## Драйверы QNX

QNX — это операционная система реального времени, обеспечивающая предсказуемость и гарантированное время отклика при любом внешнем воздействии. В этой системе, основанной на микроядре, совершенно другая идеология построения драйверов (обычно употребляют синоним — ресурс-менеджер). Поэтому остановимся на этом моменте подробнее. Модель взаимодействия ресурс-менеджера с системой представлена на рис. 5.

Главное и, пожалуй, самое ценное для нас отличие внутреннего устройства драйвера от других систем, постро-

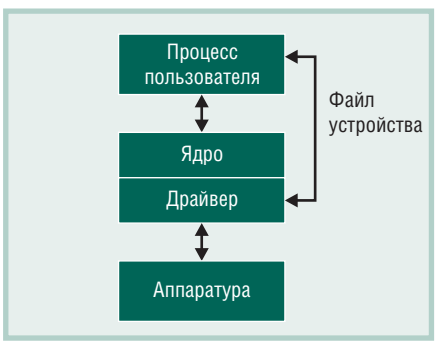



**Рис. 4. Модель взаимодействия драйвера с компонентами системы в ОС Windows и Linux**

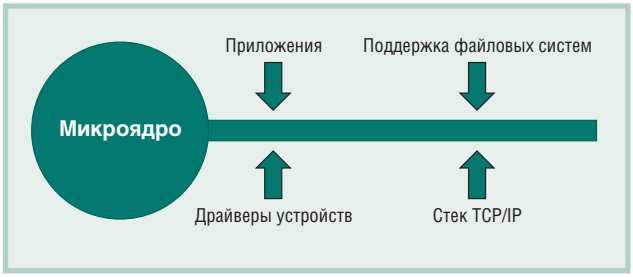



**Рис. 5. Модель взаимодействия драйвера с компонентами системы в ОС QNX**

енных на монолитном ядре, это то, что ресурс-менеджер является самым обыкновенным пользовательским процессом системы. То есть, в принципе, написание драйвера для QNX ничем не отличается от написания обыкновенной программы. Ресурс-менеджер не является частью ядра, не встраивается в него в виде модуля, это просто сервер, принимающий сообщения от других программ и переводящий их на язык обслуживаемого им устройства.

QNX Momentics 6.3 содержит в себе мощный набор программного инструментария для разработки целевого программного обеспечения реального времени. Среда разработки включает в себя Application Builder — средство для разработки графических приложений под Photon, представляющее из себя RAD-систему (Rapid Application Development — быстрая разработка приложений), очень схожую с такими инструментами, как Borland Delphi или Microsoft Visual Basic. Среда Momentics создана на базе технологии Eclipse и поддерживает кросс-платформенную разработку под Windows, Linux и Solaris.

Очевидный плюс QNX в том, что это система «из коробки», то есть весь инструментарий, все программы и утилиты, требующиеся для полноценной и комфортной работы, уже включены в дистрибутив системы. Как яркий пример этого отметим великолепную утилиту System Profiler, предназначенную для отладки системных приложений. System Profiler (рис. 6) работает в паре со специальным инструментальным ядром QNX и позволяет заглянуть внутрь системы, чтобы понять, что же происходит «за кулисами». С помощью инструментального ядра можно отследить очень много событий системы, включая

- системные вызовы ядра,
- работу менеджера процессов,
- отладку прерываний,
- работу планировщика,
- переключения контекстов.

В связи со спецификой ОС и соответственно её меньшей популярностью существует немного примеров программирования драйверов. Хорошим подспорьем для начинающего программиста будут готовые шаблоны ресурс-менеджера, написанные Игорем Желтиковым, которые можно свободно загрузить со страницы http://resmgr.narod.ru. Большие порталы сообщества программистов и пользователей QNX доступны по адресам

http://qnx.org.ru и
http://www.openqnx.com.

## С чего начать

Удобная конфигурация стенда разработки представлена на рис. 1. По возможности Windows, Linux и QNX необходимо поставить на один жёсткий диск и сделать образ системы, чтобы в случае отказа быстро восстановить рабочую среду. При написании кода часто возникают «мистические» ошибки, когда, казалось бы, всё что можно проверено, но программа всё равно не работает. Первый плюс такой конфигурации стенда в том, что можно быстро перегружаться между системами и выявлять место ошибки. Второй плюс заключается в том, что написание драйвера обычно идёт для нового, только что вышедшего из опытной партии в свет «железа». И два одинаковых на вид устройства могут иметь совершенно разные аппаратные особенности. Поэтому для сужения возможного круга ошибок разработку и эксперименты лучше вести на одном устройстве.

Для улучшения переносимости кода настоятельно рекомендуется исключить из драйвера и вынести в интерфейсную библиотеку операции с плавающей точкой и файлами. Если предполагается работать с другими устройствами, доступ к которым предоставляет операционная система (COM-порты и т.п.), архитектура драйвера должна проектироваться с учётом этого.

Все драйверы по-своему уникальны, так как создаются для нового типа оборудования, но в большинстве из них используются общие механизмы:

- задержки,
- выделение памяти,
- синхронизация,
- печать отладочных сообщений,
- доступ к портам ввода-вывода.

Важно определить, какие ресурсы будут использоваться драйвером, и создать свой интерфейс с функциями, не зависящими от операционной системы. Например, доступ к портам ввода-вывода можно сделать на основе макроопределений:

```
#ifdef OS_WINNT

#define WRITE_PORT8(port, value)\
WRITE_PORT_UCHAR( (PUCHAR)(port),\
(value))
#define READ_PORT8(port)\
```

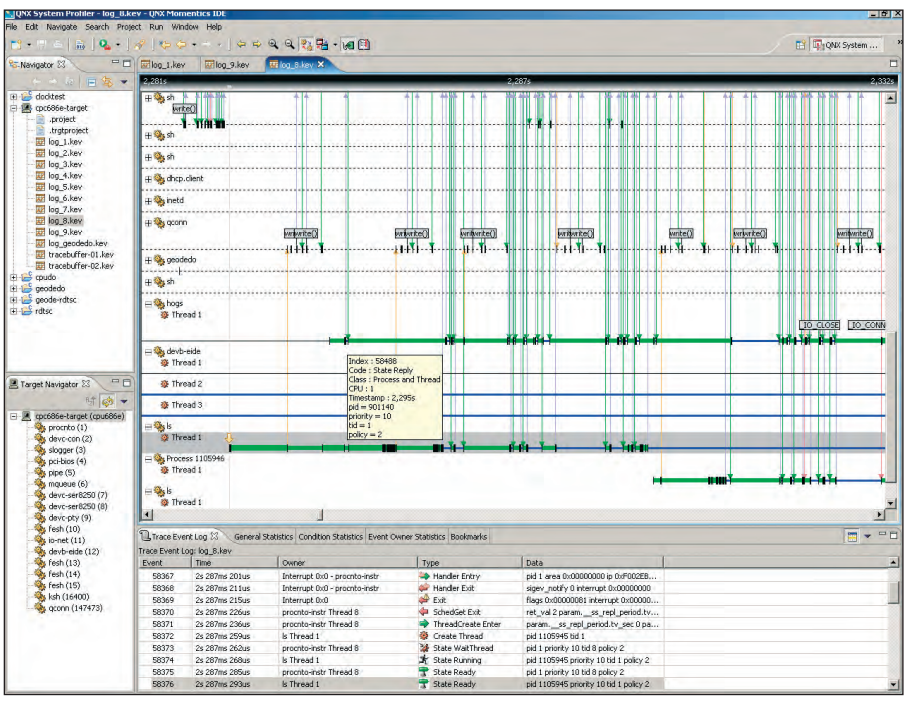


**Рис. 6. Отладка приложения с помощью System Profiler**

```
(READ_PORT_UCHAR( (PUCHAR) (port) ))

#endif // _NT_

#ifdef OS_QNX

#define WRITE_PORT8(port, value)\
out8((port), (value))
#define READ_PORT8(port) in8(port)

#endif // _QNX_

#ifdef OS_LINUX

#define WRITE_PORT8(port, value)\
outb((value), (port))
#define READ_PORT8(port) inb(port)

#endif // _LINUX_
```

## Размер предопределённых типов данных

Для различных типов процессоров машинное слово имеет свой родной, предопределённый размер. Изначально предполагалось, что Си-программисты будут считать размер типа int соответствующим размеру машинного слова, то есть оптимальному для процессора, и так было многие годы. Но наступил момент, когда большинство разработчиков приняло за аксиому равенство sizeof(int) = 4. К сожалению, стандарт ANSI не предусматривает чётких правил для размеров фундаментальных типов данных языка Си, поэтому можно предположить, что

- sizeof(int) = sizeof(long) = sizeof(void *)
- sizeof(int) = размер машинного слова
- sizeof(int) = 4

Насчитывается несколько разновидностей моделей, определяющих размеры основных типов данных языка Си (табл. 1). Большинство Unix подобных систем (Linux, QNX, ...) поддерживает модель LP64, тогда как Microsoft использует LLP64 для 64-разрядных версий Windows.

Практически все 32-битовые системы поддерживают ILP32. Модели LP32 и ILP64 мало распространены и встречаются довольно редко.

В табл. 2 представлены типы данных компилятора GCC в операционной системе Linux. Отметим, что поддерживается тип long long, чего стандарт LP64 не требует. Такие расширения компилятора для переносимого кода использовать не рекомендуется.

Исходя из сказанного, желательно всегда определять типы данных с помощью typedef:

*Таблица 1*

**Модели, определяющие размеры фундаментальных типов данных языка Си**

| Datatype | LP64 | ILP64 | LLP64 | ILP32 | LP32 |
|---|---|---|---|---|---|
| char | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| short | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| _int | 32 | — | 32 | — | — |
| int | 32 | 64 | 32 | 32 | 16 |
| long | 64 | 64 | 32 | 32 | 32 |
| long long | — | — | 64 | — | — |
| pointer | 64 | 64 | 64 | 32 | 32 |

```
typedef signed char         my_s8;
typedef unsigned char       my_u8;

typedef signed short        my_s16;
typedef unsigned short      my_u16;

typedef signed int          my_s32;
typedef unsigned int        my_u32;


typedef float               my_f32;
typedef double              my_f64;

#ifdef OS_WINNT
typedef signed __int64            my_s64;
typedef unsigned __int64          my_u64;
#endif

#ifdef OS_LINUX
typedef signed long long int      my_s64;
typedef unsigned long long int    my_u64;
#endif
```

## Проблема порядка байтов

Сыздавна нет чёткого ответа на вопрос, в каком порядке должна передаваться цифровая информация: от младшего бита к старшему или от старшего к младшему. Процессоры, передающие первым младший разряд, называются little-endian, старший, соответственно, big-endian. Проблема порядка байтов проявляется при передаче многобайтового числа на компьютер с другой архитектурой, без соблюдения соглашений о том, какой из байтов является старшим, а какой младшим. Изначально термины little-endian и big-endian совсем не имели отношения к информатике, любознательный читатель может ознакомиться с историей их появления в статье по адресу http://www.rdrop.com/~cary/html/endian_faq.html#danny_cohen.

Можно предположить, что большинство программистов знакомо с x86 процессорами, которые построены на архитектуре little-endian. Постараемся показать подводные камни, которые ожидают при работе приложений на процессорах big-endian. Определим массив:

```
short data[ 2 ] = { 0x0001, 0x0203 };
```

В архитектуре x86 информация в памяти разместится слева направо:

```
01 00 03 02
```

Процессоры PowerPC, SPARC, а также заголовки пакетов протокола TCP/IP хранят данные в формате big-endian, что очень удобно для отладки и просмотра hex-образов дампов памяти:

```
00 01 02 03
```

Взгляните на вполне обычный код преобразования типов через указатели

*Таблица 2*

**Размеры типов данных ОС Linux в зависимости от архитектуры ЭВМ**

| arch | char | short | int | long | ptr | long-long | u8 | u16 | u32 | u64 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i386 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| alpha | 1 | 2 | 4 | 8 | 8 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| armv4l | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| ia64 | 1 | 2 | 4 | 8 | 8 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| m68k | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| mips | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| ppc | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| sparc | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| sparc64 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| x86_64 | 1 | 2 | 4 | 8 | 8 | 8 | 1 | 2 | 4 | 8 |

```
unsigned long x = 0x03020100;
unsigned long *ptr_x = &x;
unsigned char x_char;
x_char = *(unsigned char*)ptr_x;
```

После выполнения на little-endian процессоре x_char будет равно 0, на big-endian — трём. Выход из ситуации — использовать дополнительную переменную и возложить преобразования на компилятор:

```
unsigned long temp = *ptr_x;
x_char = (unsigned char)temp;
```

Теперь независимо от типа системы x_char будет содержать младший байт переменной temp.

Очень важно соблюдать порядок байтов при записи файлов или передаче информации по сети.

```
long x = 0x1;
int result = write( handle, &x, sizeof( x ) );
```

В результате чтения записанной информации по сети или с дискового носителя можно получить неверный результат:

```
long x;
int result = read( handle, &x, sizeof( x ) );
```

Если ЭВМ имеет тот же порядок байтов, содержимое x будет равно 1, в противном случае x примет значение 0x01000000 (при условии, что оба компьютера 32-разрядные).

Порядок байтов в конкретной машине можно определить с помощью программы на языке Си (testendian.c):

```
#include <stdio.h>
unsigned short x = 1; /* 0x0001 */

int main(void)
{
 printf(«%s\n», *((unsigned char *) &x)
 == 0 ? "big-endian" : "little-endian");
 return 0;
}
```

Результаты запуска на big-endian машине (SPARC):

```
$ cat /proc/cpuinfo | grep ^cpu
cpu : TI UltraSparc IIi
$ gcc -o testendian testendian.c
$ ./testendian
big-endian
```

Результаты запуска на little-endian машине (x86):

```
$ cat /proc/cpuinfo | grep '^model name'
model name : Intel(R) Pentium(R) 4 CPU
2.66GHz
$ gcc -o testendian testendian.c
$ ./testendian
little-endian
```

## Выравнивание данных

Некоторые процессоры не могут читать или писать многобайтовые числа по точно указанному адресу памяти. Зачастую сложности в доступе возникают, если адрес не кратен размеру числа, поэтому при размещении данных в памяти рекомендуется использовать выравнивание, то есть слова следует размещать по чётным адресам, двойные слова — по адресам, кратным четырём, и т. д. Архитектура x86 поддерживает произвольный доступ к памяти, но обращение к невыравненным данным вынуждает процессор делать дополнительные циклы чтения или записи. Доступ к невыравненным данным на некоторых RISC-процессорах может вызывать исключение с последующей остановкой системы. Поэтому следует очень осторожно отнестись к манипуляциям с указателями и директивам компилятора. Для максимальной переносимости следует выбрать наибольшее выравнивание из требований к архитектурам процессоров, поддерживаемых вашим программным обеспечением.

Рассмотрим пример:

```
struct _foo{
char a;
long b;
} foo;

foo.a = 1;
foo.b = 2;
```

Как структура будет расположена в памяти? Всё зависит от платформы и настроек директив компилятора. По умолчанию для оптимизации доступа часто включено выравнивание данных, поэтому sizeof(foo) заранее не известно. В памяти может быть

```
01 00 00 00 02
```

или

```
01 e8 00 00 00 02
```

или даже

```
01 f6 a5 20 00 00 00 02
```

При включённом выравнивании данных компилятор сам вставляет дополнительные «пустые» байты для оптимизации доступа к структуре. В приведённых примерах, байты e8, f6, a5 — это всего лишь старые значения, хранящиеся в памяти, поэтому рекомендуется делать её предварительное обнуление.

## Заключение

Что же должны помнить разработчики при создании переносимого кода, при создании программ, которые будут перенесены на системы с другой архитектурой, например, базирующиеся на микроядре? Основная мысль, содержащаяся в ответах на эти вопросы, это соответствие стандартам. Придерживайтесь стандартов! Избегайте расширений компиляторов Borland C, GCC и др. Использование стандарта ANSI языка Си, интерфейса POSIX и других вещей, которые были стандартизированы, даст неплохой шанс вашим программам запуститься на любой платформе.

В статье не упомянута операционная система Windows CE, созданная Microsoft специально для встраиваемых систем, которая, кстати сказать, доросла уже до версии 6. Поэтому в следующих выпусках мы детально рассмотрим структуру и процесс создания драйвера Windows CE. ●

## Рекомендуемая литература


1. QNX® Momentics® Integrated Development Environment User's Guide. — Ottawa : QNX Software Systems Ltd., 2004.
2. B. Hook.Write Portable Code: An Introduction to Developing Software for Multiple Platforms. — San Francisco : No Starch Press, 2005.
3. Walter Oney. Programming the Windows Driver Model. — Redmond : Microsoft Press, 1999.
4. Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, Greg Kroah-Hartman. Linux Device Drivers, Third Edition. — Sebastopol : O'Reilly Media, Inc., 2005.
5. http://www.unix.org
6. http://www.ansi.org
7. http://www.wikipedia.org



**Автор — сотрудник фирмы Fastwel**
**119313, Москва, а/я 242**
**Тел.: (495) 234-0639**
**Факс: (495) 232-1654**
**E-mail: info@fastwel.ru**

PROSOFT® SYSTEMS

ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ
ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ
ЕКАТЕРИНБУРГ

# КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПРОЦЕССОР ECP

**Мультипротокольный программный шлюз для создания распределенных систем сбора данных и передачи команд телеуправления подстанций, межстанционных пунктов и центров управления в электроэнергетике**

ECP

**Поддержка протоколов**

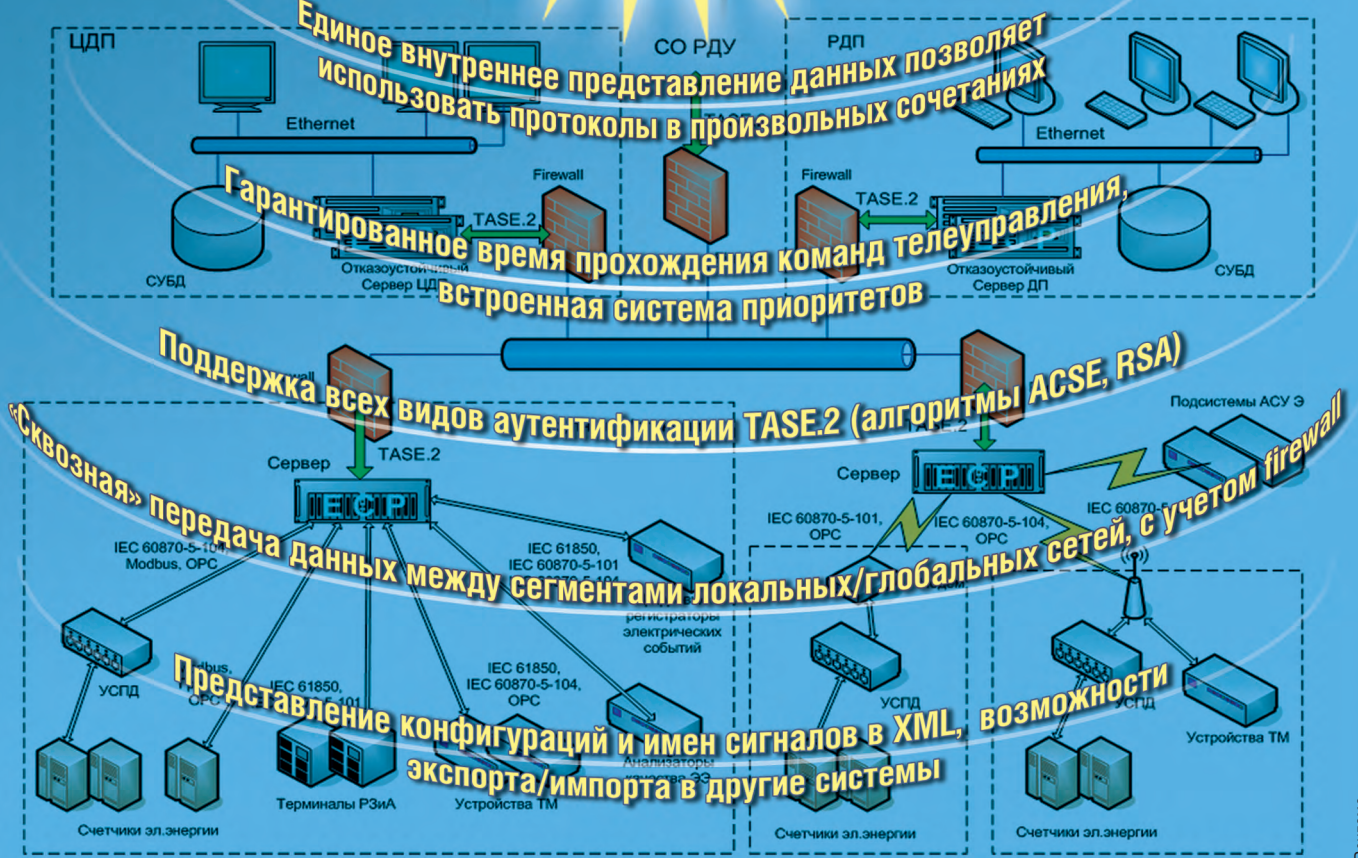
**IEC 61870-5-101**

**IEC 61870-5-104 (МЭК-104)**

**IEC 61850 (8.1,9.1)**

**IEC 60870-6 (TASE.2)**

**OPC 1.X, 2.X, 3.0**




Реклама



Инженерная компания ООО «Прософт-Системы»
620102, Екатеринбург, ул. Волгоградская, 194а, тел.: (343) 376-28-20, факс: 376-28-30
www.splitopc.ru www.prosoftsystems.ru Email: splitopc@prosoftsystems.ru

## Выставка «ПТА Санкт-Петербург 2007»: новые решения для передовой автоматизации

15-17 мая состоится III международная специализированная выставка «ПТА Санкт-Петербург 2007». Новейшее оборудование, современные технологии в области промышленной автоматизации и встраиваемых систем будут представлены в Санкт-Петербурге в выставочном центре «Северо-Запад РФ».

Сегодня выставка «ПТА» является одним из наиболее значимых, развивающихся и эффективных мероприятий, главная цель которого — ознакомление широкого круга специалистов с современным состоянием отрасли.

Традиционно к мероприятию компании-участники подготовят новые экспозиции. Стремление представить свои достижения, в том числе за последний год, стимулирует компании предлагать обновлённые, более яркие формы демонстрации своих новинок. На сегодняшний день участие в выставке уже подтвердили компании Phoenix Contact, Ipc2u, Vipa, Advantech, ПРОСОФТ, Eplan, Saco, Stepmotors, Синетик, АТ-Электроникс, ТС-СКН, Астрософт и другие.

Важно отметить поддержку, оказываемую «ПТА» в Санкт-Петербурге официальными структурами. Так, Российское представительство Международного общества приборостроения, систем и автоматики (ISA) приурочило к открытию выставки награждение победителя конкурса «Лучший студенческий проект в области автоматизации». Конкурс направлен на выявление наиболее одарённых студентов, стремящихся к творческому самовыражению в профессиональной деятельности и разработке проектов в сфере промышленной автоматизации.

По традиции в рамках выставки «ПТА Санкт-Петербург 2007» пройдет Всероссийская конференция по АСУ ТП и встраиваемым системам. Участники конференции смогут более детально ознакомиться с новинками продукции и услуг, узнать о современных научных разработках, о встраиваемых системах и проектах АСУ ТП, внедрённых в разных отраслях промышленности. Отличительной особенностью конференции станет её программа, поделенная на тематические блоки, соответствующие ключевым отраслям промышленности Северо-Западного региона: машиностроение, ВПК, атомная и электроэнергетика, нефтегаз, судостроение. Такое деление естественно, поскольку оно позволяет выделить наиболее важные задачи отрасли, выявить особенности их решения, привлечь внимание целевой аудитории посетителей.

**Количество участников растёт год от года**

В первый день работы «ПТА Санкт-Петербург 2007» Ассоциация по автоматизации зданий и системам управления инженерным оборудованием на базе протокола BACnet «BIG-RU» (Bacnet Interest Group Russia), впервые принимая участие в выставке, представит свой семинар «Автоматизация зданий и сооружений». В качестве спикеров в этот день выступят представители компаний, входящих в Ассоциацию: AutomatedLogic, EcoProg, Johnson Controls, Kieback&Peter, RTSoft, Sauter и Siemens.

Производителям и разработчикам электроники ВК «Экспотроника» предлагает посетить Форум TopElectronics. Раздел электроники всегда присутствовал в фокусе выставок ПТА, и как одну из самых перспективных отраслей промышленности данную отрасль было решено выделить в самостоятельное мероприятие. Уникальность Форума TopElectronics в том, что его участники сами формируют актуальную тематику при помощи голосования. Все выступления на Форуме будут дополнены демонстрацией образцов электронной техники на стендах в рамках экспозиции выставки «ПТА».

В деловой программе мероприятия заявлен конкурс журнала «СТА». Полюбившийся участникам и гостям выставки и ставший уже традиционным профессиональный конкурс представлен в двух номинациях: «Лучший проект» и «Лучший доклад». Итоги конкурса будут обнародованы на церемонии открытия III Международной специализированной выставки «ПТА Санкт-Петербург 2007».

ВК «Экспотроника» старается сделать участие экспонентов и посетителей не только наиболее эффективным, но и наиболее полезным, предлагая помощь в решении актуальных и насущных вопросов, в том числе таких, как поиск и подбор персонала. В рамках выставки «ПТА Санкт-Петербург 2007», продолжая традицию московской выставки, состоится ярмарка вакансий, призванная помочь молодым специалистам в выборе организации, в которой они смогут максимально эффективно применить полученные знания. В течение всей выставки молодым специалистам предоставляется уникальная возможность не только подобрать интересующую вакансию, но и, не откладывая, встретиться непосредственно с потенциальным работодателем.

**На выставке «ПТА» в Санкт-Петербурге, 2006 год**

Несомненно, выставка ПТА для всех её участников играет огромную роль в укреплении отношений с уже существующими клиентами, а также в поиске новых.

Получить бесплатный пригласительный билет и узнать дополнительную информацию можно на официальном сайте выставки: www.pta-expo.ru/spb/ ●

## Конференция «Современные энергосберегающие технологии и комплексная автоматизация Siemens»

1 марта 2007 года в Центре международной торговли состоялась конференция «Современные энергосберегающие технологии и комплексная автоматизация Siemens». Мероприятие было посвящено комплексной автоматизации: обзору систем автоматики для зданий производства Siemens, приборов и решений для автоматизации котлов и горелок, а также решениям по тепловой автоматике. На конференции выступили сотрудники штаб-квартиры Siemens Building Technologies (Швейцария). Ведущие эксперты российского офиса поделились с присутствующими практическим опытом применения систем автоматики Siemens. В частности, было рассказано о технических аспектах реализации проекта по созданию «умного города», создании единой системы диспетчеризации районных тепловых пунктов в Новосибирске.

Также представители компаний-партнеров «Ставан-М», «Майбес-Рус» рассказали о своих решениях в области систем отопления, их применении и функциях. С докладом выступил и исполнительный директор Ассоциации по автоматизации зданий и систем управления инженерным оборудованием (BIG-RU) Андрей Головин.

В настоящее время Департамент «Автоматизация и безопасность зданий» ООО «Сименс» активно участвует в тематических мероприятиях по комплексной автоматизации и безопасности зданий, проводит технические семинары не только в Москве, но и в регионах России. ●

Флагман передовой автоматизации

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

ПТА

ВЫСТАВКА

# ПТА Санкт-Петербург 2007

## Выставка

## Промышленная автоматизация и встраиваемые системы

## 15-17 мая 2007

## ВЦ «Северо-Запад РФ»

**Организатор:**
Выставочная компания
**«ЭКСПОТРОНИКА»**

http://www.pta-expo.ru/spb

**В Москве:**
(495) 234-2210, info@pta-expo.ru

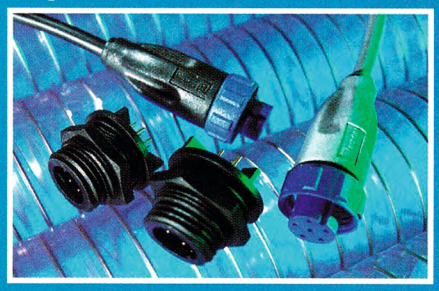
**В Санкт-Петербурге:**
(812) 448-0338, spb@pta-expo.ru

Реклама

# Влагозащищенные разъёмы и кнопочные переключатели BULGIN

Компания Bulgin Components производит цилиндрические герметичные разъёмы, USB- и Ethernet-разъёмы со степенью защиты IP68, переключатели со светодиодной индикацией IP66-IP68, держатели батарей и предохранителей, силовые разъёмы. Многие изделия компании стали промышленным стандартом.

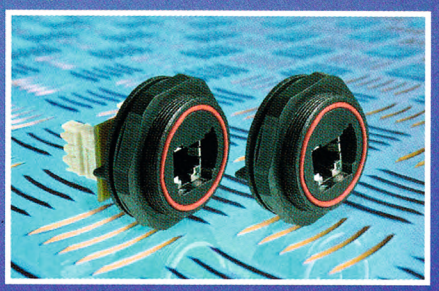
## Серия 400 Buccaneer



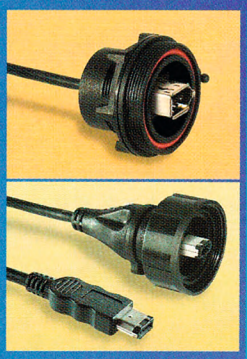
## IP68 Bluetooth Adapter

## Серия FireWire Buccaneer

## Серия Ethernet Buccaneer

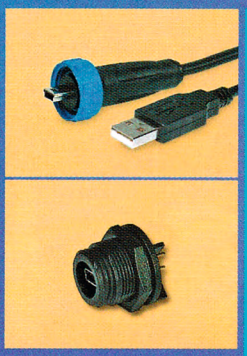


## FireWire Buccaneer



| | |
|---|---|
| Класс защиты | IP68, соответствие EN60529 |
| Количество контактов | 4 и 6 |
| Номинальный ток | 1 А |
| Номинальное напряжение | ~30 В |
| Покрытие контактов | Золото 50 микрон |
| Количество соединений | Свыше 1000 |
| Корпус разъема | Соответствие UL94V-0 |
| Рабочая температура | 0...+70°С |
| Исполнение | IEEE1394a, 400 Мбит/с |
| Соответствие RoHS | Да |

## Bulgin Mini USB Buccaneer



| | |
|---|---|
| Класс защиты | IP68, соответствие EN60529 |
| Количество контактов | 5 |
| Номинальный ток | 1 А |
| Номинальное напряжение | ~30 В, 42 В |
| Покрытие контактов | Золото 50 микрон |
| Сопротивление контактов | 50 Ом |
| Количество соединений | Свыше 5000 |
| Корпус разъема | Соответствие UL94V-0 |
| Рабочая температура | –20...+70°С |
| Исполнение | USB 2.0 |
| Соответствие RoHS | Да |

**Электронный каталог продукции Bulgin** представлен на сайте **www.bulgin.co.uk**

**По вопросам**

- *приобретения продукции Bulgin,*
- *заказа образцов,*
- *получения технической поддержки*

**обращайтесь: info@prochip.ru**


PROSOFT®

#484

ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

**МОСКВА** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Реклама

*В этой рубрике мы представляем новые аппаратные средства, программное обеспечение и литературу.*

*Если Вы хотите бесплатно получить у фирмы-производителя подробное описание или каталог, возьмите карточку обратной связи и обведите индекс, указанный в колонке интересующего Вас экспоната «Демонстрационного зала», затем вышлите оригинал или копию карточки по почте или факсу в редакцию журнала*

**«Современные технологии автоматизации».**

*Карточку можно также заполнить на сайте журнала «СТА»:*

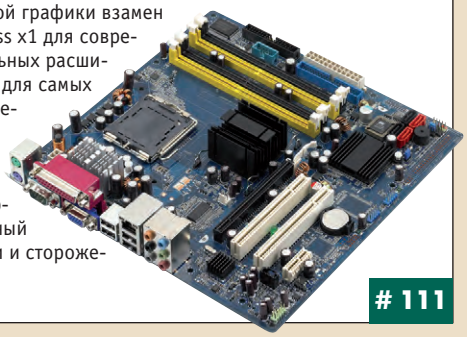
**www.cta.ru**

## Маленький ATX для больших задач

Часто при подборе конфигурации промышленного ПК с материнской платой формата ATX значительная часть её многочисленных слотов остается невостребованной.

На этот случай компания Advantech предлагает модель AIMB-562, более компактную и экономичную, но лишь минимально уступающую по расширяемости «старшей», ранее выпущенной ATX плате AIMB-762. AIMB-562 выполнена в форм-факторе MicroATX на базе чипсета i945G и поддерживает двухъядерные процессоры Intel Core 2 Duo и Pentium D, а также привычные одноядерные Pentium 4 и Celeron D, память DDR-II (максимально 2 Гбайт) и 2 жёстких диска SATAII.

На плате размером 244×244 мм размещены слоты PCI Express x16 для мощной дискретной графики взамен встроенной, PCI Express x1 для современных производительных расширений и два слота PCI для самых разнообразных периферийных плат. Среди прочих особенностей стоит отметить порт Gigabit Ethernet, 8 портов USB 2.0, 8-канальный звук высокой чёткости и сторожевой таймер. ●



**# 111**

## Малая глубина для 3U

Недостатком многих монтируемых в стойки корпусов является их большая глубина, что влечет за собой необходимость использования более вместительных 19" шкафов, а следовательно — увеличение расходов. Избежать этого позволяет применение модели Akiwa GHI-351, корпус которой имеет форм-фактор 3U и глубину всего 400 мм. В корпус можно установить материнскую плату формата ATX, в частности, с поддержкой высокопроизводительных ЦП Intel Core 2 Duo, Pentium 4/D. На задней панели присутствуют 7 отсеков для вывода разъёмов полноразмерных плат расширения. GHI-351 может комплектоваться как одиночным, так и резервированным блоком питания мощностью до 500 Вт. В корпус можно установить до 4 приводов: для этого GHI-351 оснащён внешними отсеками 5,25" и 3,5", а также двумя внутренними отсеками 3,5" для НЖМД. Таким образом, в него вмещается вся начинка современного ПК. На переднюю панель выведены 2 порта USB и светодиоды, информирующие о состоянии питания, активности сетевого соединения и НЖМД. ●

**# 63**

## Модуль PWD-433 — надёжное беспроводное решение для сбора данных и управления

Модуль PWD-433 компании Fastwel предназначен для передачи аналоговых и цифровых данных по радиоканалу в диапазоне 433 МГц. В состав периферии беспроводного модуля входят 4-канальный 12-битовый АЦП, аппаратный ШИМ-контроллер, цифровые выводы общего назначения, контроллер последовательной шины.

Встроенный протокол передачи данных позволяет организовывать беспроводные сети «точка-точка» и «звезда». Модуль оснащён аппаратными средствами защиты от потери, искажения передаваемой информации и обеспечивает её криптографическую защиту.

Модуль PWD-433 имеет диапазон напряжения питания от 1,8 до 3,6 В, потребляет сравнительно небольшой ток в активном режиме, кроме того, он оснащён режимами пониженного энергопотребления. Это даёт возможность применять его в автономных системах.

Типичные применения радиомодуля — системы «умный» дом, пожарно-охранная сигнализация, беспроводные системы управления и сбора данных. ●

**# 234**

## Первые PAC-контроллеры от Advantech

Компания Advantech начала поставки устройств новой серии ADAM-5550KW, представляющих собой программируемые контроллеры класса PAC (Programmable Automation Controller). Контроллеры предназначены для решения задач управления, требующих сочетания возможностей промышленного компьютера с надёжностью ПЛК.

Контроллеры ADAM-5550KW, выполненные на базе процессора AMD Geode GX533, работают под управлением Windows CE 5.0. Они имеют 2 порта Ethernet, 2 порта USB, порт VGA и 4 COM-порта (RS-232/485). В составе подсистемы ввода-вывода могут быть использованы модули расширения серии ADAM-5000, а также специализированные модули управления перемещением и хранения данных.

Для программирования контроллеров используется пакет KW MULTIPROG с поддержкой 5 языков стандарта МЭК 61131-3. Система исполнения базируется на ОС РВ ProConOs, что обеспечивает детерминированное время реакции контроллера не более 1 мс. ●

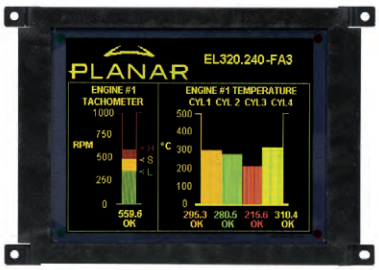
**# 114**

## Встраиваемый промышленный компьютер на базе процессора Intel Pentium M

Компания Advantech начала поставки компьютеров UNO-2171, представляющих собой новое поколение высокопроизводительных аппаратных платформ для встраиваемых систем управления. Модели UNO-2171 оснащены процессором Intel Pentium M 1,4 ГГц, оперативной памятью объёмом до 1 Гбайт, а также статическим ОЗУ 512 кбайт с батарейным питанием. Коммуникационная подсистема включает в себя 2 порта Ethernet 10/100Base-T, 2 порта RS-232, 2 порта RS-232/422/485 и 2 порта USB 2.0. В качестве накопителя может быть использован 2,5" жёсткий диск или карта Compact Flash. Расширение функциональных возможностей осуществляется с помощью дополнительных модулей PC/104+ и PC Card. Прочная безвентиляторная конструкция UNO-2171 обеспечивает надежную работу в диапазоне температур от –10 до +60°C, а также в условиях воздействия ударной нагрузки до 1g даже в конфигурации с жёстким диском. ●

**# 107**

## Многоцветный электролюминесцентный QVGA-дисплей




Компания Planar Systems представила многоцветный тонкоплёночный электролюминесцентный дисплей в формате QVGA. Новый многоцветный (воспроизводимые цвета: красный, зелёный, жёлтый) ЭЛ-дисплей — хорошее решение для медицинских, транспортных, военных и промышленных применений, где необходимо представление важной информации в жёстких условиях окружающей среды.

Конструкция полупроводникового устройства является плоской, компактной, надёжной и прочной, устойчивой к внешним температурным воздействиям.

Достоинства EL320.240-FA3: многоцветное изображение; великолепные оптические характеристики; широкий диапазон рабочих температур (от –50 до +85°C); широкий угол обзора (более 160°); компактная конструкция; низкий уровень электромагнитного излучения; высокая прочность и надёжность; длительный ресурс. Интерфейс совместим с дисплеями AMLCD. ●

**# 157**

## Advantech CompactPCI 3U: мощнее и надёжнее

Компания Advantech развила идеи, заложенные в линейку процессорных плат формата CompactPCI 3U, и выпустила модели серии MIC-3321. Они предназначены для обслуживания критически важных приложений — оборонных и транспортных, а также для измерительных задач. Основой плат является набор микросхем со встроенной графикой Intel 915GM. Для заказа доступны модификации с ЦП Intel Pentium M 2,0 ГГц, Celeron M 1,0 ГГц или 800 МГц. Объём памяти DDRII-533 составляет 256 или 512 Мбайт (опционально — 1 Гбайт). У всех плат процессоры и память напаяны, что уменьшает их вес и увеличивает надёжность. Можно заказать модели как с двойной толщиной передней панели (8 HP), так и с одинарной — 4 HP. У всех плат есть разъёмы SATA, IDE (44 контакта для 2,5" НЖМД) и CompactFlash, 2 порта USB 2.0 и 1 RS-232. Для работы в сети предусмотрено 2 интерфейса Gigabit Ethernet. Доступны модификации с диапазоном рабочих температур от –25 до +70°C. ●

**# 108**

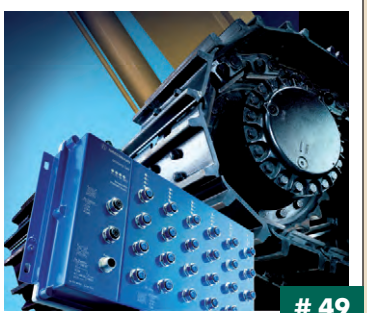
## Ethernet и в дождь, и в стужу

Промышленные сетевые коммутаторы — это высоконадёжные устройства, работающие в жёстких условиях. Однако конструктивные особенности корпуса и разъёмов, как правило, не обеспечивают им серьёзной защиты от влажности.

Эту проблему кардинально решают устройства Octopus от Hirschmann. Конструкция управляемых коммутаторов Hirschmann позволяет размещать их отдельно от шкафа управления в любом удобном месте. Благодаря корпусу со степенью защиты IP67 и специальным герметичным винтовым разъёмам M12 коммутаторы выдерживают погружение в воду, не боятся перепадов температур от –40 до +70°C, а также электромагнитных помех и вибраций.

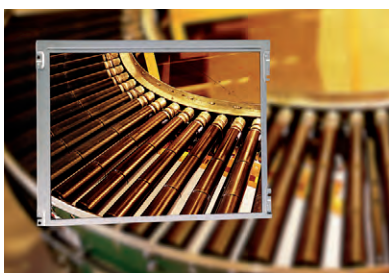
Недавно к существующей 5-портовой модели стандарта 100Base-T добавились 8-, 16-, 24-портовые Octopus (8M, 16M, 24M), а также модификации с двумя оптическими портами (16M-2FX и 24M-2FX).

Управляемые коммутаторы Hirschmann Octopus совместимы с программным пакетом HiVision и поддерживают фирменную технологию резервирования сети HIPER-Ring. ●



**# 49**

## 12,1-дюймовый SVGA ЖК-дисплей — оптимальное считывание информации при изменении условий освещённости



Компания Sharp представила новую модель ЖК-дисплея LQ121S7LY01, созданного на основе технологии Advanced Super View TFT-LCD, для применений в уличном оборудовании при яркой внешней засветке. Новая модель ЖК-дисплея на основе отражательной подсветки предназначена для применений вне помещений: в морском, навигационном, геодезическом, портативном медицинском и измерительном оборудовании, GPS-системах, торговых автоматах, информационных киосках и уличных игровых автоматах.

Конструкция дисплея исключает необходимость в дополнительных лампах для задней подсветки, уменьшает количество выделяемого в корпусе тепла и отличается небольшой высотой.

Технические характеристики: размер диагонали экрана — 12,1"; габариты 276×209×11 мм; контраст 400:1; яркость 200 кд/м$^2$, потребляемая мощность 8,5 Вт. ●

**# 267**

## Новые модели конфигурируемых источников питания AC/DC NV300 и NV700 Lambda

Компания Lambda расширила серию NV конфигурируемых источников питания двумя новыми рядами моделей — NV300 и NV700.

Модели NV300 обеспечивают 300 Вт выходной мощности. В компактном корпусе с габаритными размерами 184×95×34 мм могут быть сконфигурированы четыре выходных канала. Для снижения пульсаций в источнике применяется патентованная многорезонансная топология (Multi Resonant Topology), что обеспечивает кондуктивные помехи по классу B, при этом ток утечки на землю не превышает 300 мкА. Выходной канал имеет сигнал состояния выходного напряжения.

Ряд моделей NV700, являясь классической модульной конструкцией, обеспечивает 960 Вт выходной мощности. В небольшом корпусе (257×127×40,6 мм) могут быть сконфигурированы до 9 выходных каналов. Каждый модуль, снабжённый сигналами состояния выходного напряжения и включения/выключения, характеризуется небольшим током утечки на землю и нормами допустимых помех, соответствующими классу B.

Новые изделия предназначены для применений в медицинском оборудовании, радиовещательной аппаратуре, испытательной и измерительной технике, а также в областях промышленности, где необходимы компактные решения высотой 1U с уровнями мощностей 300 и 900 Вт.

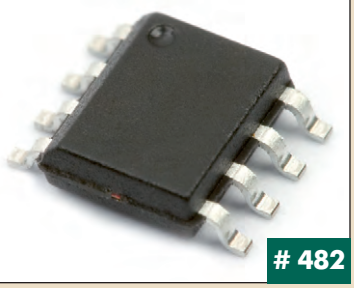
Технологии увеличения общего коэффициента полезного действия (Multiple Efficiency Gain, MEG) в новых источниках питания обеспечивают значение КПД до 90%. Полезным является сокращение энергопотребления и, как результат, уменьшение рассеивания мощности в виде тепла — важное свойство для плотно упакованных электронных систем. В качестве опции доступны вспомогательные ATX совместимые выходные вспомогательные каналы 5 В/2 А и 12 В/1 А.

Каждый из выходных каналов поддерживает режим холостого хода. Диапазон входных напряжений — от 90 до 264 В (при частоте питающей сети 45-63 Гц). ●

**# 219**

## Новый понижающий DC/DC-преобразователь от Monolithic Power Systems

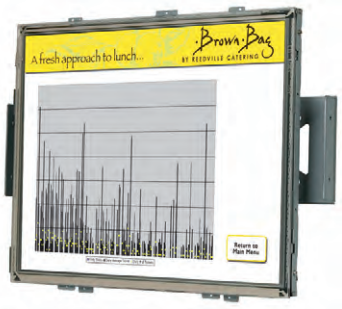
Компания Monolithic Power Systems дополнила линейку понижающих DC/DC-преобразователей новым контроллером MP2467 с расширенным диапазоном питающих напряжений от 6 В до 36 В. Микросхема MP2467, обеспечивающая ток нагрузки до 2,5 А, построена по схеме ШИМ-регулятора с постоянной частотой преобразования 500 кГц. Контроллер оснащен силовым MOSFET-транзистором с низким сопротивлением канала (150 мОм), что позволяет достичь значения КПД более 95%. Выходное напряжение новой модели регулируется от 0,8 В до 30 В - это дает возможность использовать микросхему в преобразователях питания ядер ПЛИС и микропроцессорах, а также для получения стандартного ряда напряжений от 3,3 В до 30 В.



Преобразователь MP2467 имеет встроенную цепь фазочастотной компенсации усилителя сигнала ошибки и тепловую защиту. К тому же, микросхема оснащена функцией плавного запуска с программируемой длительностью и опцией отключения при пониженном входном напряжении. ●

**# 482**

## Новый дисплей с высокой яркостью от Planar




Компания Planar Systems представила модель ЖК-дисплея LC1713R для встроенных применений. 17-дюймовый дисплей подходит для применений в наружном оборудовании, когда солнечный свет или работа осветительных приборов затрудняют считывание изображения с дисплея. Усовершенствованный LC1713R автоматически уменьшает яркость от 1200 до 200 кд/м$^2$ в зависимости от условий освещённости. ЖК-дисплей LC1713R отличается от предыдущих моделей наличием нескольких видеовходов: VGA, DVI-D, S-видео и композитного видеосигнала. Кроме того, LC1713R оснащён функцией Rapid Response Video, позволяющей транслировать динамичные изображения. По желанию заказчика доступен вариант исполнения LC1713RTI с упрочнённым сенсорным (инфракрасным) экраном и USB-интерфейсом для сенсорного экрана. Сенсорный экран обладает повышенной износостойкостью поверхности и обеспечивает исключительную точность и высокие светотехнические параметры. ●

**# 160**

## Компактные источники питания AC/DC от Lambda

Компания Lambda выпустила новые модули источников электропитания AC/DC серии PFE, обеспечивающие экономию объёма до 50% по сравнению с прежними моделями. Выполненные в формате full brick модули способны обеспечить в нагрузке до 700 Вт при температуре основания корпуса 100°C. Это делает требования к охлаждению более гибкими даже в тех случаях, когда модули используются в ответственных применениях.

500-ваттные модели нового источника питания доступны с выходными напряжениями 12, 28 и 48 В, регулируемыми в диапазоне ±20%. Модуль PFE500 с выходным напряжением 12 В обеспечивает в нагрузке 396 Вт при максимальной температуре +85°C. Модели с напряжениями 28 В и 48 В обеспечивают 504 Вт при температуре основания корпуса, равной +100°C. Нестабильность по сети и нагрузке составляет 0,4% номинального напряжения.

Модуль PFE700-48 способен обеспечить в нагрузку до 714 Вт при номинальном напряжении 51 В, что позволяет использовать его в качестве формирователя промежуточного напряжения для DC/DC-преобразователей в многоканальных применениях. Модель PFE700-48 обеспечивает в нагрузке 100% мощность при температуре основания корпуса до +85°C, с последующим понижением до 85% при температуре +100°C. Диапазон рабочих температур составляет от –40 до +100°C. Модули источников электропитания серии PFE способны работать от сетей переменного тока с предельными значениями 85 и 265 В (изменение частоты составляет 47-63 Гц); работа при 440 Гц — с понижением КМ. Электрическая прочность гальванической развязки «вход-выход» равна 3000 В (действующее значение). Габаритные размеры составляют 117×61×13 мм, в качестве теплоотвода могут применяться дополнительные радиаторы или теплоотводящие пластины.

Новые модули серии PFE соответствуют классу B по электромагнитным помехам (кондуктивные помехи и помехи излучения) и отвечают требованиям стандартов электробезопасности UL60950-1 и EN60950-1. ●

**# 220**

## Pentium M даёт сетевой отпор

Платформа для отражения Интернет-угроз Advantech FWA-3700 имеет форм-фактор 1U и может служить основой для компактного межсетевого экрана, VPN-шлюза, фильтра электронной почты и т.д. Её основой является чипсет Intel 915GM с поддержкой ЦП Intel Pentium M (до 2,0 ГГц) и память DDRII-533 объёмом до 2 Гбайт. Высокая производительность устройства обеспечивается и тем, что 4 канала Gigabit Ethernet работают на шине PCI Express, не ограничивающей пропускную способность. В корпусе FWA-3700 есть разъём CompactFlash для твердотельного носителя с ОС и программами безопасности, а также место для 3,5" жёсткого IDE- или SATA-диска, на котором будет храниться журнал событий. Возможности FWA-3700 можно расширить, задействовав слот MiniPCI, например, установив в него плату аппаратного шифрования. На передней панели находятся 2 порта USB 2.0, а также интерфейсы RS-232 и Fast Ethernet для локального и удалённого управления. ●

**# 119**

## Встраиваемый DSL модем SM-485

ООО «Галиос» представляет новую версию недорогого DSL-модема SM-485. Он применяется в системах автоматизации и сигнализации в качестве «удлинителя» портов RS-485/232 через выделенные линии. SM-485 позволяет объединять удалённые сети RS-485, обеспечивает сопряжение с портами RS-232.

**Основные характеристики DSL-модема SM-485:**

- Протяженность линии до 8 км (для диаметра жил 0,5 мм)
- Гальваническая развязка всех портов
- Скорость передачи данных от 200 до 120 000 бит/с
- 6...9 бит в посылке, 1 или 2 стоповых бита
- Поддержка сигналов RTS/CTS, DTR/DCD
- Широкий диапазон температур
- Устойчивая передача в условиях промышленных шумов
- Защита портов от опасных напряжений
- Три опции системы питания
- Настройка модема и получение данных статистики через терминальный порт при помощи меню. ●

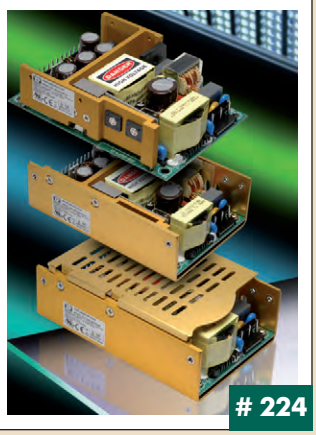
ООО «Галиос»
Телефон: (495) 789 5804
E-mail: maxim@galios.ru
Web: www.galios.ru

**# 495**

## Серия SDS150 источников питания AC/DC: мощность увеличена до 150 Вт

Новейшая разработка фирмы XP Power — серия источников питания SDS150 — компактные 150-ваттные одноканальные изделия, которые обеспечивают в нагрузке полную мощность вплоть до температуры окружающей среды +50°C (50% мощности в нагрузке при температуре +70°C) без применения принудительного охлаждения.

Источники питания SDS150 с П-образным шасси имеют габаритные размеры 127×81×39 мм (как источники серии SDS120), что позволяет применять их в конструктивах высотой 1U.



Доступны также модели в бескорпусном исполнении.

Поставляются источники питания с выходными напряжениями 9, 12, 15, 18, 24, 30, 36 и 48 В. По заказу изделия снабжаются выходным сигналом PFD (состояние выходного напряжения).

Сервисные функции: защита от перенапряжения, по току и от короткого замыкания (самовосстановление).

Максимальное значение КПД — 90% (88% тип.). ●

# 224

## Крутящиеся хамелеоны

Хамелеон — теперь не только экзотическое животное. Chameleon — ещё и линейка светящихся промышленных панельных трекболов от NSI. Основой устройства служит удобный, легковращающийся шар диаметром 50 мм. Шар и две кнопки устройства могут светиться семью разными цветами: синим, красным, жёлтым, зелёным, сиреневым, голубым и белым, причём цвет и необходимый уровень яркости подсветки можно легко установить самостоятельно.

Несмотря на яркий окрас, новые модели Chameleon предназначены для работы в суровых условиях при температурах от –10 до +60°C. Благодаря специальным силиконовым уплотнителям трекболы NSI имеют уровень защиты IP 65.

На выбор предлагается два исполнения: TCS50F1 из нержавеющей стали с клавишами длинного хода и TCL50F1 в алюминиевом корпусе с покрытием из полиэстера и клавишами короткого хода.

Трекболы NSI Chameleon не требуют специальных драйверов, для питания и подключения к ПК используются стандартные интерфейсы PS/2 и USB. ●

# 169

## Лазерные измерители дистанции EDM Pepperl+Fuchs

Компания Pepperl+Fuchs, следуя стратегии расширения бизнеса, приобрела расположенное в Гамбурге подразделение компании Sick Ibeo GmbH и получила эксклюзивные права на производство и продажу серии лазерных измерителей дистанции EDM.

Лазерные приборы EDM способны измерять расстояния от 0,5 до 240 метров с разрешением 0,1 мм. Дистанция определяется путем отражения луча лазера от мишени и измерения временной задержки. Измерители дистанции обладают высоким быстродействием и могут вычислять расстояния до объектов, движущихся с максимальной скоростью 10 м/с. Полученные значения дистанции выдаются по интерфейсам SSI, PROFIBUS-DP или Interbus со скоростью до 1,5 Мбит/с.

Прибор имеет степень защиты IP65 и может устанавливаться вне помещений. Температурный диапазон в рабочем режиме составляет от +10 до +40°C, а в отключенном состоянии от –20 до +75°C. ●

# 125

## Гибкое управление памятью в ПЛК VIPA

Компания VIPA объявила о начале поставок процессорных модулей серии System 300S с версией V 310 встроенного программного обеспечения (firmware). Одной из новых функций модулей является возможность гибкого увеличения объёма рабочей памяти ЦПУ в процессе эксплуатации. В случае возникновения проблемы с нехваткой в контроллере памяти для реализации изменившегося алгоритма его работы, например при модернизации системы управления, пользователю не обязательно заменять процессор модуля на новый, более мощный. Достаточно установить карту MCC (Memory Configuration Card) соответствующего номинала, и базовый объём памяти увеличится до необходимого значения. MCC представляет собой специально подготовленную флэш-карту формата MMC, содержащую кодовый файл, который невозможно удалить или модифицировать.

С помощью MCC объём рабочей памяти может быть увеличен с базовых 512 кбайт до 2 Мбайт в CPU314S, с 1 до 2 Мбайт в CPU315S и с 2 до 8 Мбайт в CPU317S. ●

# 287

## Новые барьеры искробезопасности серии БИА от компании «Ленпромавтоматика»

Компания «Ленпромавтоматика» выпустила новые модели барьеров искробезопасности БИА-102 и БИА-103 серии БИА, обеспечивающие гальваническое разделение входных и выходных цепей, а также цепей питания барьера.

Дискретный барьер БИА-102 предназначен для защиты цепей подключения и приёма сигналов датчиков типа «сухой» контакт. Модель работает в широком диапазоне напряжений питания от 18 до 36 В и имеет два одинаковых канала в одном корпусе. Применение на выходе барьера оптореле позволяет коммутировать цепи постоянного и переменного тока с напряжением до 100 В и токами до 150 мА. Компактный корпус, а также крепление БИА-102 на стандартную DIN-рейку шириной 35 мм обеспечивают удобство и высокую скорость монтажа. В новой модели используются разъёмные клеммные соединения, что упрощает установку и замену барьеров. БИА-102 имеет следующие технические характеристики: напряжение холостого хода 12 В, ток короткого замыкания 5 мА, габаритные размеры 114×99×17,5 мм, маркировка взрывозащиты [Ex ia] IIC/IIB.

Барьер искробезопасности БИА-103 рассчитан на трёхпроводное подключение стандартных термопреобразователей сопротивления (терморезисторов) типов ТСП и ТСМ с номинальными значениями сопротивления 50 и 100 Ом. Барьер представляет собой вторичный измерительный преобразователь с функциями искрозащиты и обеспечивает линеаризацию выходного потенциального сигнала в зависимости от диапазона измерения температуры. Диапазон выходного сигнала может составлять для разных видов исполнения от 0 до 5 В, от 1 до 5 В, от 0 до 10 В или от 2 до 10 В.

Модель БИА-103 имеет следующие технические характеристики: напряжение питания барьера 24 В, величина тока опроса терморезистора не более 400/600 мкА, напряжение холостого хода 10 В, габаритные размеры 114×99×17,5 мм, маркировка взрывозащиты [Ex ia] IIC/IIB. ●

# 242

## Настольные источники питания AC/DC XP Power

Компания XP Power выпустила компактные настольные источники питания AC/DC серии PDM60. Конструкция новых источников обеспечивает компактность изделия в соответствии с требованиями класса I, но с изоляцией оборудования класса II. При этом не требуется применение сетевой розетки с подключением к защитному заземлению.

Электрическая прочность изоляции составляет 4000 В (действующее значение); габаритные размеры 135×65×41 мм и повышенная удельная мощность делают изделия подходящими для применений в портативной аппаратуре.

Источники питания PDM60 доступны с выходными напряжениями от 12 до 48 В, с токами нагрузки от 4,6 до 1,25 А соответственно. Диапазон рабочих температур составляет от –10 до +40°С без понижения выходной мощности и до +60°С с понижением выходной мощности (2,5%/°С) до 50% от номинальной.

# 223

## ЖК-дисплеи с высоким коэффициентом контраста от Sharp

Компания Sharp представила ЖК-дисплеи для транспортных применений. Исключительная глубина и насыщенность чёрного цвета дисплея достигаются благодаря изменению конструкции различных компонентов и строения пикселов ЖК-панели. Коэффициент собственного контраста 1500:1 превышает показатель предыдущей модели в три раза, сохраняя при этом высокий срок службы и надёжность.

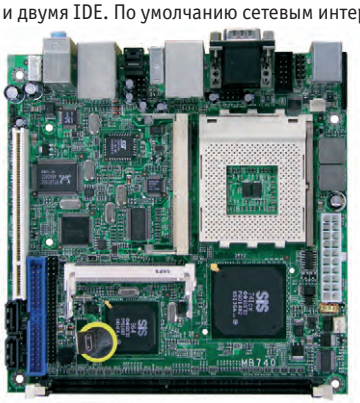
Новые высококонтрастные дисплеи от Sharp созданы для работы в диапазоне температур от –30 до +85°С. Широкий угол наблюдения 176° во всех направлениях гарантирует свободный обзор с любого сиденья автомобиля. Размер диагонали новой модели составляет 8 дюймов, формат — 800×480, яркость — 400 кд/м$^2$.

Во время движения транспортного средства ЖК-дисплей может обеспечивать отображение параметров движения, предоставлять водителю картографическую информацию системы навигации, показывать информацию с обзорных видеокамер.

# 266

## Немного экзотично, но очень практично

Процессоры серии AMD Geode NX занимают промежуточное положение по производительности и тепловыделению между процессорами AMD Geode LX и VIA C7. Это не самое распространённое решение на рынке, но именно эти ЦП поддерживает недавно выпущенная Mini-ITX плата iBASE MB740. Её основой является набор микросхем SiS 741CX + SiS 964. На плате распаян процессорный разъём Socket A, в который можно установить ЦП с частотой до 1,4 ГГц. Плата оснащена двумя контроллерами SATA и двумя IDE. По умолчанию сетевым интерфейсом является Fast Ethernet.



Наличие разъёмов PCI и MiniPCI позволяет расширить возможности MB740. Несмотря на наличие встроенной графики, плата оснащена слотом MicroAGP, в который можно установить карты с поддержкой различных интерфейсов: двухканального 18/24-битового LVDS, TV-out, TMDS/DVI или второго CRT. Для работы с периферийными устройствами предусмотрено до 6 портов USB 2.0, 2 RS-232 и опционально IEEE1394.

# 67

## Электромеханическая альтернатива гидро- и пневмоцилиндрам

Производитель электроприводов высшего класса, и профессиональных решений для нетривиальных задач Control Techniques (Великобритания) представляет линейные сервомоторы (Linear Actuators) производства компании Exlar Corp. (США). Запатентованные решения в роликово-винтовой передаче ставят представленные электромеханические преобразователи на лидирующие позиции.

- Линейная скорость до 1500 мм/с
- Динамическая нагрузка до 12000 кг
- Ход штока до 1,2 м
- Степень защиты не менее IP65
- Совместная работа электроприводов Unidrive SP и линейных сервомоторов опробована на множестве ответственных объектов. Их серьёзные преимущества перед гидро- и пневмоцилиндрами уже доказаны.

Представительство Контрол Текникс
Телефон: (495) 981-9811
Факс: (495) 981-9815
E-mail: ct.russia@controltechniques.com

# 135

## Lambda предлагает DC/DC-преобразователи от TDK

Новейшие компактные DC/DC-преобразователи серии CC-E, разработанные и выпускаемые компанией TDK, в настоящее время поставляет компания Lambda под общим товарным брендом TDK-Lambda. DC/DC-преобразователи отличаются небольшой площадью посадочного места и низким профилем, что делает их подходящими для применений в современном телекоммуникационном оборудовании, устройствах передачи данных, измерительной технике и в других промышленных приложениях.

Компактные модели преобразователей имеют выходные номинальные мощности от 1,5 до 25 Вт и входные напряжения 5, 12, 24 и 48 В. Высокое значение КПД (до 90%) обеспечивает минимальное тепловыделение и позволяет работать при полной нагрузке в диапазоне температур от –40 до +50°С. Рабочий диапазон температур может быть расширен до +85°С при понижении выходной мощности или при обдуве воздушным потоком со скоростью 1 м/с. Доступны модели в одноканальном и двухканальном исполнениях.

# 220

## Теперь 2 дюйма в подарок

Смотреть картинку на 17-дюймовом мониторе, безусловно, приятнее, чем на 15-дюймовом, особенно если за это не надо доплачивать.

Компания Akiwa Technology представила новую модель 19-дюймовой консоли оператора GHK-M03 форм-фактора 1U. Данная консоль является «сестрой» популярной модели GHK-M01 с 15-дюймовым дисплеем. Приятное удивление вызывает тот факт, что модели M01 и M03 имеют одинаковую цену. Консоль GHK-M03 обладает 17-дюймовым цветным TFT-дисплеем разрешением 1024×768 и 84-клавишной клавиатурой со встроенным трекболом, имеющим диаметр шара 38 мм.

У модели элегантный дизайн и исполнение из стали с гальваническим покрытием. Также возможен заказ алюминиевого корпуса. Габаритные размеры консоли составляют 482×44×520 мм.

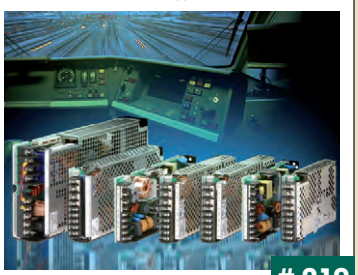
Применение данного решения оправданно в условиях ограниченного пространства серверных комнат. Консоль отлично подойдет тем, кто управляет кластерными и Blade-системами, а также операторам центров обработки данных.

# 64

## Источники питания AC/DC с высоким показателем удельной мощности TDK-Lambda

Низкопрофильные одноканальные источники питания фирмы TDK-Lambda серии RTW с конвекционным отводом тепла на 50% меньше по габаритам и на 60% легче стандартных изделий с такими же техническими характеристиками, что делает их наиболее приспособленными для применений в современном оборудовании.

Модули, предлагаемые в вариантах с выходными мощностями 50, 100, 150 и 300 Вт, отличаются широким диапазоном напряжения сети — от 85 до 265 В переменного тока. Номинальные значения выходных напряжений составляют от 3,3 до 48 В, имеется возможность подстраивания напряжения. Значение КПД источников питания достигает 89%.



Высота модулей варьируется от 22 мм в 50-ваттных моделях до 40 мм в 300-ваттных моделях. Источники питания оснащены внешней обратной связью, позволяющей компенсировать падение напряжения в протяжённой питающей линии, а также дистанционным включением/выключением. Диапазон рабочих температур составляет от –10 до +71°C. ●

# 219

## Новые модули питания KFD2-EB2 Pepperl+Fuchs

Компания Pepperl+Fuchs выпустила источники питания серии KFD2-EB2, предназначенные для обеспечения электропитанием разделительных нормализаторов сигналов K-серии через рейку с шинами питания (Power Rail), а также для формирования сообщений при возникновении аварийной ситуации. Напряжение питания распределяется через встроенные в силовую рейку шины, следовательно, не требуется подключение проводников к каждому интерфейсному модулю. Благодаря формированию модулем общего сообщения об аварийной ситуации (формируется один сигнал при обрыве в любом соединительном проводнике) в системе управления требуется только один вход аварийной сигнализации.

Резервированное питание новой модели через силовую рейку с применением двух отдельных модулей повышает коэффициент готовности системы. При выключении одного из модулей другой источник питания способен обеспечивать надёжное функционирование интерфейсных модулей системы. ●

# 124

## «Гигабит» на DIN-рейке

Каким должен быть коммутатор для современных промышленных сетей Ethernet? «Гигабитным и универсальным!» — отвечает компания Hirschmann и представляет модель RS40.

Для передачи больших объёмов данных с минимальным временем отклика устройство оснащено девятью портами стандарта 10/100/1000Base-TX с разъёмами RJ-45, четыре из которых дублированы оптоволоконным интерфейсом стандарта 100/1000Base-FX/SX/LX/LH с разъёмами SFP-типа.

Коммутатор имеет компактные размеры, безвентиляторное исполнение и способен работать в широком диапазоне температур от –40 до +70°C. Для удобства использования модель RS40 монтируется на DIN-рейке в общем шкафу и имеет дублированный вход по питанию 24/48 В постоянного или переменного тока.

Продолжая линейку коммутаторов RS, Hirschmann RS40 совместим с ПО Industrial HiVision и поддерживает основные функции и методы защиты, диагностики и администрирования, в том числе протоколы SNMP v3, SSH и технологию HIPER Ring. ●

# 50

## Взрывозащищённые панели TERMEX сертифицированы в России

Компания Pepperl+Fuchs ELCON осуществила в России сертификацию взрывозащищённых операторских панелей серии TERMEX: оформлены Сертификат соответствия № РОСС IT.ГБ05.В01804 и Разрешение на применение взрывозащищённого электрооборудования на подконтрольных Ростехнадзору объектах. По результатам сертификации текстовые и графические операторские панели TERMEX разрешены к применению во взрывоопасных зонах классов 1, 2 и 22.

Панели предназначены для выдачи на экран дисплея инструкций для оператора, а также решения задач локального управления, визуального отображения информации о производственном процессе, ввода и сбора данных. Изделия снабжены выходными каналами для взаимодействия с периферийными устройствами, предусмотрена возможность установки клавиатуры, также панели оснащены функциями, позволяющими организовывать различные виды связи с контроллерами, ПК и рабочими станциями, установленными во взрывобезопасной зоне. ●

# 178

## x86 система на кристалле RDC R8610 с поддержкой BIOS

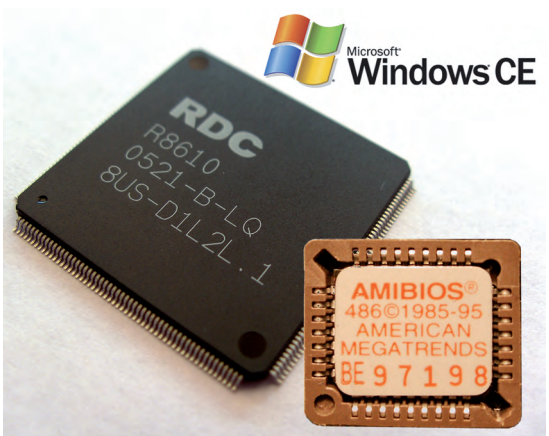
Микроконтроллер R8610 компании RDC имеет 32-битовую RISC-архитектуру, совместимую с процессором 80486SX. Частота микроконтроллера составляет 150 МГц при мощности потребления всего 1 Вт. R8610 имеет интегрированные северные и южные мосты, два MAC-интерфейса, контроллеры PCI, USB 2.0 Host, UART, LPC и SDRAM, а также 16 кбайт кэш первого уровня. Микроконтроллер R8610 выпускается в корпусах LQFP-216 (25×25 мм) и BGA-225 (13×13 мм).

В начале 2007 года компания RDC Semiconductor заключила договор с компаниями Award и AMI, ведущими производителями BIOS о поддержке системы на кристалле R8610. Благодаря наличию системы BIOS для процессора R8610 стало доступно большинство встраиваемых операционных систем, поддерживающих платформу x86, в том числе, загружаемых с IDE-носителя.

Помимо этого, компания RDC расширила программную поддержку R8610: в настоящий момент производитель чипа располагает драйверами встроенных в кристалл Ethernet- и USB-контроллеров для операционных систем Linux (версии 2.4 и 2.6), Windows CE 5.0 и MS DOS 6.22.

По желанию заказчика предоставляется отладочная плата на микроконтроллере R8610, которая представляет собой законченный IBM PC совместимый компьютер, имеющий PCI и Mini-PCI шины, два канала IDE, Ethernet- и USB-порты, стандартные интерфейсы ввода-вывода. В комплект отладочной платы входят программные и аппаратные средства для отладки прикладных программ через интерфейс JTAG.

Для отладочной платы R8610-EVB доступны демонстрационные образы систем на базе ОС Linux и Windows CE 5.0 с поддержкой графического интерфейса через стандартную PCI-видеокарту. На базе ОС Windows CE 5.0 предоставляется три различных образа системы для типичных применений: Internet-приложение, «тонкий» клиент и SetTop Box. ●




# 483

Наш журнал продолжает рубрику «Будни системной интеграции». Её появление не случайно и связано с растущим числом интересных системных решений в области АСУ ТП, с одной стороны, а с другой — с участившимися запросами в адрес редакции от различных предприятий с просьбами порекомендовать исполнителей системных проектов.

Цель рубрики — предоставить возможность организациям и специалистам рассказать о внедрённых системах управления, обменяться опытом системной интеграции средств автоматизации производства, контроля и управления. Публикация в этой рубрике является прекрасным шансом прорекламировать свою фирму и её возможности перед многотысячной аудиторией читателей нашего журнала и с минимальными затратами привлечь новых заказчиков. Рубрика призвана расширить для специалистов кругозор в области готовых решений, что, несомненно, создаст условия для прекращения «изобретательства велосипедов» и для выхода на более высокие уровни системной интеграции.

## Система автоматизированной укладки слитков в производстве алюминия

Специалисты новосибирской научно-производственной компании «Индустриальные технологии» разработали и изготовили по заказу Новокузнецкого алюминиевого завода (ОАО «НКАЗ») автоматизированную систему управления технологическим процессом укладки слитков. Система выполняет укладку металлических малогабаритных чушек (ГОСТ 11070-74) в стандартизованный пакет.

Целью создания системы стала замена устаревшего оборудования на современное, с более высокими показателями надёжности. Внедрение системы на двух линиях завода позволило повысить производительность технологического оборудования и его безопасность при эксплуатации; соответственно возрос технический уровень производства и производительность труда операторов технологической линии.

Помимо автоматического управления чушкоукладчиком по алгоритму, представленному в технической документации принципиальной заводской схемы, данная АСУ ТП позволяет управлять чушкоукладчиком вручную. Система автоматизированной укладки оснащена защитой оборудования с отключением исполнительного механизма при аварийных ситуациях, также предусмотрена защита электродвигателей, управляемых от преобразователей частоты при отказе оборудования. Состояние датчиков и положений исполнительных механизмов отображается на цифровом дисплее системы.

При разработке использованы аппаратные средства фирм Siemens, WAGO, Rittal и других.

**ООО НПФ «Индустриальные технологии», г. Новосибирск**
**Телефон: (383) 335-6380, 335-6381**
**E-mail: market@i-techno.ru**

**# 487**

## АСУ ТП приготовления сухих строительных смесей

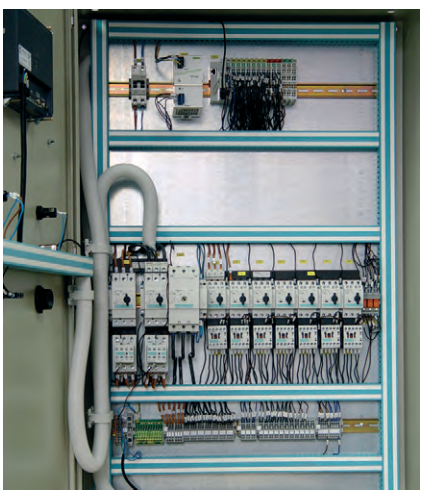
Научно-производственной фирмой «Индустриальные технологии» разработана и внедрена автоматизированная система управления процессом приготовления строительных смесей на Новосибирском заводе «Геркулес-Сибирь».

Система предназначена для управления технологической линией приготовления сухих строительных смесей в автоматическом и ручном режимах, отображения параметров и хода технологического процесса на панели оператора в виде мнемосхемы, изменения параметров рецепта приготовления смеси (таких как масса, состав и пр.), а также защиты исполнительных механизмов от недопустимых режимов работы.

Управление производственной линией осуществляется при помощи программируемого логического контроллера серии WAGO I/O. Контроллер размещён в шкафу Rittal, на лицевой стороне которого закреплена панель оператора Maple System HMI-530T, посредством которой осуществляется связь системы с технологом-оператором. Исполнительные механизмы управляются коммутационными и защитными аппаратами фирмы Siemens.

Внедрение данной системы позволило достичь повышения точности измерения масс смесей, исключения влияния человеческого фактора при дозировании и повышения качества продукции. Программа управления позволяет изменять рецепты, создавать новые и хранить их в памяти контроллера.

**ООО НПФ «Индустриальные технологии», г. Новосибирск**
**Телефон: (383) 335-6380, 335-6381**
**E-mail: market@i-techno.ru**
**Web: www.i-techno.ru**



**# 487**

## АСУ ТП на складе цемента завода железобетонных изделий

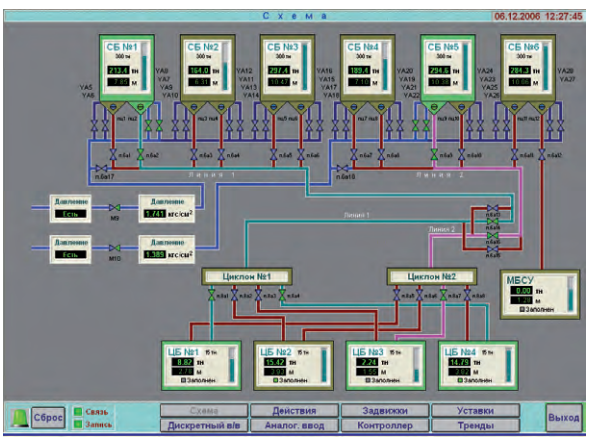
Специалисты ООО «ШАТЛ» (г. Казань) разработали и ввели в эксплуатацию автоматизированную систему управления технологическим процессом на складе цемента завода ЖБИ-3. Данная система управления является одним из ключевых звеньев, обеспечивающих устойчивую работу завода.

Цемент на складе хранится в шести силосных бункерах вместимостью по 300 тонн. Каждый бункер оснащён двумя струйными насосами, производящими закачку цемента в четыре расходных бункера вместимостью по 15 тонн каждый. Закачка производится по трём цементопроводам под давлением сжатого воздуха, поступающего с компрессорной станции. При этом система обеспечивает возможность закачки цемента из любого силосного бункера в любой расходный.

Основным режимом работы системы является автоматическая перекачка цемента в соответствии с заданными алгоритмами. Оператор склада также имеет возможность дистанционного управления как отдельными насосами, так и отдельными клапанами.

Программное обеспечение контроллера CPU188-5MX фирмы Fastwel, на базе которого построена система управления, реализовано на языке программирования C++. Автоматизированное рабочее место оператора сконфигурировано с использованием SCADA-системы GeniDAQ, которая идеально подходит для работы на небольших объектах (прежде всего по соотношению цена/качество).

**ООО «ШАТЛ»**
**Телефон/факс: (843) 238-1600**
**E-mail: shuttlepsa@kai.ru**
**Web: www.shuttle.kazan.ru**




**# 40**

## Индексы продукции для карто÷ки обратной связи

| Страница | Компания | Индекс |
|---|---|---|
| 41 | Advantech | #111 |
| 43 | | #25 |
| 2 | | 120 |
| 1 | | #116 |
| 103 | | #111 |
| 105 | | #119 |
| 104 | | #108 |
| 103 | | #114 |
| 103 | | #107 |
| 103 | Akiwa | #63 |
| 107 | | #64 |
| 102 | Bulgin | #484 |
| 75 | DataForth | #96 |
| 6-7 | Emerson | #139 |
| 57 | Fastwel | #439 |
| 4-я обл. | | #232 |
| 103 | | #234 |
| 43 | Hirschmann | #25 |
| 104 | | #49 |
| 108 | | #50 |
| 107 | iBASE | #67 |
| 3-я обл. | Iconics | #253 |
| 31 | Klinkmann | #36 |
| 29 | Lambda | #220 |
| 104 | | #219 |
| 105 | | #220 |
| 107 | | #220 |
| 108 | | #219 |
| 12 | LiteMax | #189 |
| 105 | Monolithic Power Systems | #482 |
| 106 | NSI | #169 |
| 61 | Octagon Systems | #5 |
| 106 | Pepperl+Fuchs | #125 |
| 108 | | #124 |
| 108 | Pepperl+Fuchs Elcon | #178 |
| 104 | Planar | #157 |
| 105 | | #160 |
| 108 | RDC | #483 |
| 19 | SanDisk | #31 |
| 79 | Schroff | #71 |
| 13 | | #77 |
| 104 | Sharp | #267 |
| 107 | | #266 |
| 10 | SWD Software | #200 |
| 43 | Thermokon | #25 |
| 2-я обл. | Turck | #472 |
| 71 | VIPA | #286 |
| 106 | | #287 |
| 93 | WAGO | #391 |
| 43 | | #25 |
| 83 | XP Power | #223 |
| 106 | | #224 |
| 107 | | #223 |
| 105 | Галиос | #495 |
| 109 | Индустриальные технологии | #487 |
| 107 | Контрол Текникс | #135 |
| 106 | Ленпромавтоматика | #242 |
| 89 | ПРОСОФТ | #27 |
| 43 | | #25 |
| 99 | Прософт-Системы | #24 |
| 109 | Шатл | #40 |

## Уважаемые рекламодатели,

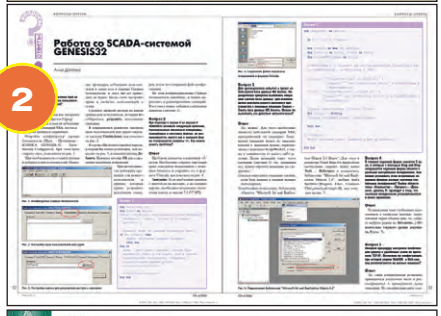
журнал «СТА» имеет довольно большой для специализированного издания тираж до 20 000 экземпляров. Схема распространения журнала: по подписке, в розницу, через региональных распространителей, а также прямая рассылка ведущим компаниям стран СНГ — позволит вашей рекламе попасть в руки людей, принимающих решения о применении тех или иных аппаратных и программных средств.

## Подведены итоги конкурса на лу÷шую статью,

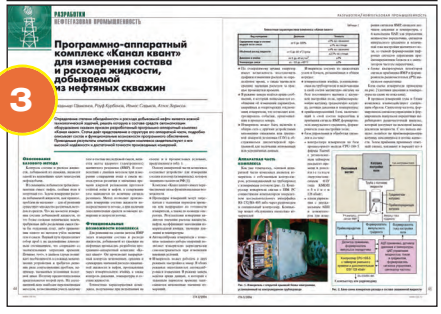
опубликованную в журнале «Современные технологии автоматизации» за 2006 год. Голосование проводилось среди читателей журнала «СТА» и участников форума на сайте www.cta.ru

**Первое место** присуждено В. Денисенко за статьи «**Заземление в системах промышленной автоматизации**» («СТА» 2 и 3/2006) и «**ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации**» («СТА» 4/2006).

**Второе место** заняла статья А. Долговой «**Работа со SCADA-системой GENESIS32. Часть 4**» («СТА» 4/2006).




**Третье место** — статья «**Программно-аппаратный комплекс „Канал квант" для измерения состава и расхода жидкости, добываемой из нефтяных скважин**», авторы В. Одиванов, Р. Курбанов, И. Садыков, А. Харисов («СТА» 2/2006).




Большой интерес читателей вызвали статьи «**„Умные" деревни**» Н. Жиленкова («СТА» 4/2006), «**Автоматизация территориально-рассредото÷енных объектов с использованием средств MicroPC**» В. Сумительнова, К. Козлова, Д. Афонина («СТА» 1/2006), «**Средства построения ÷еловеко-машинного интерфейса во взрывоопасных зонах**» В. Жданкина («СТА» 2 и 3/2006), «**Основы написания драйвера уровня ядра для ОС Windows 2000, XP и XP Embedded**» В. Яковлева («СТА» 2/2006), «**Климатизация электротехни÷еских шкафов**» Д. Тарасова («СТА» 2/2006), «**Объектно-ориентированные расширения МЭК 61131-3**» Д. Хесса («СТА» 2/2006), «**Контрольно-проверо÷ная аппаратура оптико-электронного телескопи÷еского комплекса**» А. Белевича, В. Белова, В. Брусиловского, В. Пожидаева («СТА» 3/2006), «**Автоматизированная система диспет÷ерского управления инженерными сетями и коммуникациями торгово-развлекательного комплекса**» А. Быкадорова, Г. Гладышева, К. Наранова, В. Тыкшаева («СТА» 4/2006).

***Мы поздравляем победителей и объявляем конкурс на лу÷шую статью, опубликованную в журнале «СТА» в те÷ение 2007 года.***

Авторы-победители получат премии. Подведение итогов конкурса — во втором номере журнала за 2008 год. В качестве жюри будут выступать читатели «СТА», указавшие лучшую статью в карточке обратной связи или в форуме на сайте www.cta.ru

Редакция журнала «Современные технологии автоматизации» ***приглашает к сотрудни÷еству нау÷ных редакторов, авторов и рецензентов.***
Телефон: (495) 234-0635,
факс: (495) 232-1653,
e-mail: info@cta.ru

## Уважаемые ÷итатели,

присылайте в редакцию вопросы, ответы на которые вы хотели бы увидеть на страницах журнала. Мы также будем благодарны, если вы сообщите нам о том, какие темы, по вашему мнению, должны найти своё отражение в журнале.

## Подписка на журнал «СТА»

Мы предлагаем вам следующие варианты получения нашего журнала:

***Для гарантированного и регулярного полу÷ения журнала «СТА»*** необходимо оформить платную подписку

- через подписное ***агентство «Роспе÷ать»*** по каталогу «Роспечать».
  Подписные индексы: на полугодие – 72419, на год – 81872
- через ***агентство «Книга-Сервис»*** по объединённому каталогу «Пресса России».
  Подписные индексы: на полугодие – 27861, на год – 27862.
  Телефон (495) 124-7110,
  факс (495) 719-0822

(*подписка для организаций осуществляется по телефону и заявкой по факсу; адресная рассылка в конверте с приложением необходимых бухгалтерских документов; есть возможность оформления подписки на ранее вышедшие номера текущего года*).

**Подписка за рубежом**

Читатели из дальнего зарубежья могут оформить подписку через ***агентство «МК-Периодика»***
Телефоны: +7 (495) 681-9137/8747
факс: +7 (495) 681-3798

***ДЛЯ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ БЕСПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «СТА»*** Вам необходимо заполнить форму на стр. 111 или на сайте www.cta.ru.

СТА
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

# Карточка обратной связи

Уважаемые читатели! Редакция журнала «СТА» проводит актуализацию информации о подписчиках журнала.
**Для получения бесплатной подписки на журнал «СТА»** заполните данную анкету
и отправьте её по факсу (495) 232-1653 или по адресу: 119313 Москва, а/я 26.
Анкету можно также заполнить на web-странице журнала «СТА» http://www.CTA.ru/.
Обращаем Ваше внимание, что редакция оформляет бесплатную подписку только для квалифицированных специалистов, аккуратно и полностью заполнивших анкету.
**Для гарантированного получения журнала «СТА» Вы можете оформить платную подп...**
(информация на сайте http://www.CTA.ru/)
Поля, отмеченные *, обязательны для заполнения. Можно отмечать несколько пунктов ... ...м ра...

____ / ____ Укажите в этом поле Ваш идентификационный номер из двух чисел, напечатан...ый на адрес... ...ейк... в котором Вы получаете журнал, — это ускорит обработку анкеты.

Фамилия, имя, отчество*____________________
Организация*____________________
Должность*____________ Отдел____________
Телефон*____________ Факс*____________
E-mail*____________ Сайт*____________

**Адрес предприятия***:____________
Почтовый индекс, город*:____________
Район, область*: ____________
Адрес*:____________

**Почтовый а...ес для до... ...«СТА», если о... ...от адрес...я:**
Почт... ...ород:____________
Ра... ...ласть____________
А...____________

## Тип Вашей должности:

- ❑ Руководитель/менеджер высшего звена
- ❑ Руководитель отдела, группы, участка, ...
- ❑ Менеджер по закупкам/снабжению
- ❑ Технический руководитель проекта
- ❑ Инженер-разработчик
- ❑ Инженер по технической поддержке/обслуживанию
- ❑ Научный сотрудник
- ❑ Другой____________

## Область деятельности Вашей организации*:

- ❑ Авиация, космонавтика, ВПК
- ❑ Добыча/транспортировка нефти/газа
- ❑ Энергетика
- ❑ Химическая и нефтехимическая пром...
- ❑ Телекоммуникации
- ❑ Транспорт
- ❑ Металлургия
- ❑ Горнодобывающая промышле...
- ❑ Машиностроение
- ❑ Приборостроение
- ❑ Строительная индустрия
- ❑ Легкая и пищевая промышленность
- ❑ Медицина
- ❑ Автоматизация зд...
- ❑ Сельское хозяй...
- ❑ Другая____________

## Вы рекомендуете, пр... решение о при...ении и... закупаете сл... оборудование...

- ❑ Промышле...ные ко...
- ❑ Встраива... ...стем...
- ❑ Програм... ...онт... ...ы распределен... ...выв...
- ❑ Пр...мное об...
- ❑ С... ...ераторск...
- ❑ ... ...фы, корп...
- ...гру...
- ...тройства ... ...и управления,
- ...ьно-модул... ...емы
- ❑ ... ...и привод...
- ❑ Обору... ...телекоммуникаций, сетей Ethe...
- ...рудование ... ...проводной ... данных
- ❑ ... ...я применения во взры...
- ❑ Датчики ... исполнительные устрой...
- ... питания
- ... кабели, электроустановочные
- ... монтажный инструмент
- ❑ ____________

## Ви... ...тельности Вашей орг...ации*:

- ...ная интеграция
- ...зводство мелкосерийное
- ❑ Производство крупносерийное
- ❑ Торговля оптовая
- ❑ Торговля розничная
- ❑ Научные исследования
- ❑ Опытно-конструкторские разработки
- ❑ Образование

## Количество сотрудников в Вашей организации:

- ❑ До 10 чел.
- ❑ 10 - 50 чел.
- ❑ 50 - 100 чел.
- ❑ Более 100 чел.
- ❑ Более 1000 чел.

## Оборудование каких фирм Вы применяете?

____________

❑ Сделайте помет... ...рате, если В... ...е оформ... на 20... ...подпис...

**...онкурс ... ...тью**
...фамилию ав... ...лучшей, ...ашему мнен... ...кованных в ...
____________

**Обведите в таблице номер, который совпадает с номером, указан...ым в заинтересовавшей Вас рекламе или в рубриках «Демонстрационный зал», «БСИ»**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
| 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
| 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 |
| 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 |
| 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 |
| 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 |
| 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 |
| 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 |
| 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 |
| 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 |
| 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 |
| 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 |
| 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 |
| 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 |
| 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 |
| 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 |
| 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 |
| 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 |
| 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 |
| 461 | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 | 467 | 468 | 469 | 470 | 471 | 472 | 473 | 474 | 475 | 476 | 477 | 478 | 479 | 480 |
| 481 | 482 | 483 | 484 | 485 | 486 | 487 | 488 | 489 | 490 | 491 | 492 | 493 | 494 | 495 | 496 | 497 | 498 | 499 | 500 |

ПОДПИСКА

# TABLE OF CONTENTS

## CTA 2/2007


### REVIEW/Hardware

8 **New-generation Schroff Cabinets**

*By Vladimir Byelomyttsev*
The trends in designing cabinets produced by Schroff, a leading cabinet manufacture, are considered.

### SYSTEM INTEGRATION/Railway Transport

14 **Unified software/hardware for electric energy consumption automatic accounting at a railway junction and network project implementation**

*By Yelena Emelyanenkova, Sergey Konovalov, Aleksei Uvarov, Vladimir Miretskii, Aleksei Balushkin and Maxim Tsybakov*
The design of automated systems intended for electric energy consumption commercial accounting at railway junctions, power-hungry objects distributed over a vast area, is considered. Criteria for selecting unified software/ hardware are presented, and the networking principles are described.

### SYSTEM INTEGRATION/Chemical Industry

20 **Control system for a coking plant complex**

*By Victor Veremenko, Vladimir Zamoshnik, Anna Derksen, Maxim Bakharev, Aleksandr Abramov, Aleksei Veremenko and Aleksandr Dyomin*
A process control system for a coking plant complex is described. The system covers a number of independent networked production areas involved in a production cycle. Some of the basic objectives of the system are accomplished by GENESIS32 SCADA tools.

### SYSTEM INTEGRATION/Food Industry

26 **Complex approach to designing a process control system used in alcohol mash production**

*By Aleksandr Gunko, Igor Komissarov and Aleksandr Dorofeev*
The need for a complex approach to updating production objects is demonstrated. The approach described in this paper was applied at the Kozlov distillery to incorporate the control system used in alcohol mash production into the general alcohol-production-controlling system. The alcohol production technology; the software/hardware, structure, and functions of the control system; and the potentiality of the operator interface are described. The final part of the article shows the efficiency of the approaches implemented in practice.

### SYSTEM INTEGRATION/Building Automation

32 **Building management systems: comfort and economic benefits**

*By Yaroslav Evdokimov and Aleksandr Yakovlev*
Burning issues concerning building automation, such as hardware platform selection, networking, and optimization of ventilation- and heating-controlling algorithms are touched upon. Experience on introducing automated ventilator units into the Olimp automobile center (St. Petersburg) is described.

### DEVELOPMENT/Building Automation

44 **How buildings become smart**

*By Dmitriy Shvetsov*
Modern buildings have many rooms and areas requiring different illumination, safety, and climatic conditions, as well as different levels of information service. This article describes a smart control system that has become a constituent element of high-class buildings.

### DEVELOPMENT/Oil & Gas Industry

48 **On-spot loading rack rated at 3 million tons of petroleum products a year**

*By Andrey Efimov and Dmitriy Levin*
The article describes an automated clock filling plant that has been put into operation in the oil refinery at OAO Salavatnefteorgsintez. The plant is designed for direct weighing of petroleum products and filling of tank cars through two telescopic filling pipes, as well as for removal of vapors from the filling area or their recuperation.

54 **Automated systems controlling gas, oil, and water heating**

*By Aleksandr Efentiev, Roman Efimov and Oleg Malkin*
The systems described in this article are intended to control various gas jets, keep a product being heated at a desired temperature, meet safety requirements, and detect malfunction. Remote control is also provided. The heater-controlling systems allow designers to unify circuit, hardware, and software solutions and also simplify the equipment adjustment during operation and updating.

58 **Automated system for controlling a flow gauge calibration bench**

*By Aleksei Komelin and Sergey Ilyasov*
An automated system for controlling a flow gauge calibration bench is described. Hardware and software tools constituting a basis for this process control system are presented, and the operation of the bench is outlined.

### DEVELOPMENT/Power Engineering

64 **Projects of mechanical-draft cooling tower automation**

*By Nikolay Kiyanov, Oleg Kryukov, Sergey Lopatnikov, Andrey Smirnov and Dmitriy Pribytkov*
Modern water-rotation equipment-cooling systems based on mechanical-draft cooling towers are considered. Factors crucial for the service life, reliability, and efficiency of the cooling towers are analyzed. Appropriate circuit-design and algorithmic approaches to automation are suggested. The results of modeling and operation of automated ventilator cooling towers are presented.

### DEVELOPMENT/Control & Measuring Systems

72 **Automated system for determining mechanical properties of materials**

*By Victor Rozhentsev, Anatoliy Novikov, Aleksandr Shamanin and Andrey Fishchilenko*
The system described in this article is intended for controlling the loading parameters of general-purpose testing machines determining the strength characteristics of materials. The system is built on an industrial computer.

### HARDWARE/Industrial Conrtollers

80 **Fastwel I/O inside. Part 2**

*By Aleksandr Lokotkov*
The structure and operation of the basic components of a Fastwel I/O hardware-software complex intended for designing automated data acquisition and control systems are considered, and design approaches are discussed. FBUS module-communicating internal bus, an adapted environment for CoDeSys application programs, network protocol services, and interaction between the complex's basic components are described in detail.

### ENGINEER'S NOTEBOOK

94 **Portable device driver for embedded systems**

*By Maxim Ovod*
It is hard to imagine a more pleasant moment for a programmer than when he sees that a program on which he has worked hard for several days, months, or even years operates exactly as it must: rapidly and correctly. The article touches upon special programs – drivers. The reader will get to know program design and debugging tools aimed at making a driver flexible and portable as applied to the Windows, Linux, and QNX operational systems.

### EXHIBITIONS, CONFERENCES, SEMINARS

100 **PTA – St. Petersburg 2007: new approaches to automation**

100 **"Modern Energy-Saving Technologies and All-Round Automation from Siemens" conference**

### SHOWROOM
103

### SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF
109

### NEWS
47, 63


**CD-ROMs in this issue**

Iconics, Turck

BizViz™

ICONICS

# Инструмент для построения интеллектуальных систем

## BizViz — мощный прикладной пакет программного обеспечения фирмы ICONICS — применим на всех уровнях производства и интеллектуальных систем!

**Вы сможете выбрать нужные компоненты пакета BizViz:**

- **Alarm Analytics™** — многоуровневый анализ тревог и исторических данных, оповещение о событиях, регистрация информации в открытых базах данных и формирование отчётов
- **ReportWorX™** — гибкая и универсальная система документирования для создания отчётов в реальном масштабе времени любой сложности, с комплектом стандартных шаблонов
- **BridgeWorX™** — сервер данных для автоматизированного обмена информацией, технологическими данными OPC, бизнес-информацией из MES- и ERP-систем
- **PortalWorX™** — создание и управление собственными информационными порталами, работа с технологической и коммерческой информацией для локальных и удалённых пользователей
- **MobileHMI™** — контроль и управление данными, поддержка технологии беспроводной передачи данных (GSM, TDMA, CDMA, WAP)

**BizViz базируется на технологии Microsoft.NET**

**BizViz имеет единый web-интерфейс для всех компонентов системы, гибкую лицензионную политику для любых систем, высочайшую надёжность и безопасность.**

Microsoft Windows SharePoint Services

Microsoft GOLD CERTIFIED Partner

*От встраиваемых систем до корпоративных порталов управления*

Реклама

#253

PROSOFT®

**МОСКВА** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
**САМАРА** Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
**НОВОСИБИРСК** Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

# CPC1600/CPC1700

# PC/104-Plus
# PC/104 Express

Встраиваемые компьютеры Fastwel CPC1600 (PC/104 Plus) и CPC1700 (PC/104 Express) являются одними из лидирующих в мире по производительности и функциональности в сегменте PC/104. Высокая надежность, компактность и набор современных коммуникационных интерфейсов компьютеров Fastwel CPC1600/CPC1700 дают возможность разработчикам систем стандарта PC/104 создавать современные решения для робототехники, авиации, космонавтики, транспорта и других бортовых систем, требующих высокой производительности и обмена данными с периферийными устройствами в масштабе реального времени

- Процессор Intel® Pentium® M до 2 ГГц с системной шиной 533 МГц
- Напаянная память DDR2 SDRAM 1 Гбайт
- 2 независимых канала Gigabit Ethernet
- 2 SATA-интерфейса
- Напаянный твердотельный диск объемом 32 Мбайт
- 8 программируемых цифровых каналов ввода-вывода
- Кондуктивный теплоотвод
- Высокая вибро- и ударостойкость
- Диапазон рабочих температур: от –40 до +85°C и от 0 до +70°C

Реклама

EMBEDDED-PC PC/104 MODULES

Fastwel
Creating the Future!

www.fastwel.ru/products/pc104/cpumodules/

ProSoft®

#232

Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru