

# СТА

СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМАТИЗАЦИИ

Подпишитесь!  
на 2008 год!

Стр. 111

- КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- МЕТАЛЛУРГИЯ
- СТАНДАРТЫ ПО ТЕЛЕМЕХАНИКЕ



Только в ПРОСОФТ:

- документация на русском языке
- драйверы для ОС QNX
- возможность военной приемки



# БРОНЯ КРЕПКА ЗАЩИЩЕННЫЕ НОУТБУКИ MITAS



- A790 (расширяемый)**
- Безвентиляторное исполнение
  - Дисплей 12,1" или 14,1"
  - Множество опций
  - Степень защиты IP54
  - Соответствие стандартам MIL-STD-810F и MIL-STD-461E



- M230 (мобильный)**
- Безвентиляторное исполнение
  - Малая толщина
  - Дисплей 14,1" или 15"
  - Степень защиты IP54
  - Соответствие стандартам MIL-STD-810F и MIL-STD-461E



- V100 (трансформер)**
- Ноутбук/планшетный ПК
  - Безвентиляторное исполнение
  - Дисплей 10,1" или 12,1"
  - Встроенная камера
  - Степень защиты IP54
  - Соответствие стандартам MIL-STD-810F и MIL-STD-461E



- P470 (помощник инженера)**
- Повышенная производительность
  - Малый вес
  - Дисплей 14,1"
  - Встроенная камера
  - Степень защиты IP54
  - Соответствие стандарту MIL-STD-810F

#171

# 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 настольное исполнение корпуса



## ADVANTIX — ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



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



Реклама

#116

**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 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru

**Когда скорость реакции имеет значение!**



[www.speed7.com](http://www.speed7.com)



## Программируемые контроллеры на базе технологии SPEED7



**VIPA System 300S**

- Время выполнения логических команд 15 нс
- Параллельная шина расширения SPEED-Bus
- Высокоскоростные модули ввода-вывода
- Рабочая память до 8 Мбайт
- Программирование с помощью STEP7<sup>®</sup> 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 MP<sup>2</sup>I

Реклама

**Прямой адрес для получения дополнительной информации — [vipa@prosoft.ru](mailto:vipa@prosoft.ru)**

Эксклюзивный дистрибьютор компании VIPA в России, Белоруссии и Казахстане — компания ПРОСОФТ

**# 286**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: [info@spb.prosoft.ru](mailto:info@spb.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: [info@prosoftsystems.ru](mailto:info@prosoftsystems.ru) • Web: [www.prosoftsystems.ru](http://www.prosoftsystems.ru)  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: [info@samara.prosoft.ru](mailto:info@samara.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: [info@nsk.prosoft.ru](mailto:info@nsk.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • [info@prosoft-ua.com](mailto:info@prosoft-ua.com) • [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

Издательство «СТА-ПРЕСС»

Директор Константин Седов



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 Мария Кашайкина  
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  
№ 4'2007 (45)  
Тираж 15 000 экземпляров  
Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати  
Свидетельство о регистрации № 015020  
Индексы по каталогу «Роспечати» – 72419, 81872  
Индекс по каталогу МАП «Почта России» – С6820  
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  
© iStockphoto.com/Tomasz Szymanski



### Уважаемые друзья!

Вопрос «Что нам стоит дом построить?» беззаботно и риторически мог прозвучать только в известном детском стихотворении. Для риелторов за этим вопросом стоят длинные ряды цифр, образующих большие числа, а для технических специалистов он наполнен вполне конкретным содержанием, важными составляющими которого являются стройматериалы и инженерные системы зданий.

К теме производства бетона журнал обращался многократно, но на этот раз приводится обзор различных технологий и подходов к построению АСУ, применяемых ведущими предприятиями данной отрасли.

Инженерные системы зданий – тоже не новая тема, но впервые она представлена решением на уровне целого города. Автоматизированная система контролирует количество и качество предоставляемых населению коммунальных услуг, а также оперативно реагирует на аварийные ситуации. Важная особенность системы – она легко тиражируема и может быть развёрнута в любом небольшом городе или районе крупного города.

Наблюдая активность г-на Митволя по взиманию штрафов с экологических нарушителей и разрушению дачных домиков на берегах водоёмов, многие озаботились соблюдением экологических норм. Пример такого подхода, когда за счёт дополнительных инвестиций в систему управления объект становится более «дружелюбным» к окружающей среде, описан в статье о проекте «Экомойка».

Нельзя не учитывать, что за время, прошедшее с момента написания упомянутого в начале детского стишка, дома сильно «поумнели». Мечта об «умном» доме веками жила в народе, а первым инженерным прототипом была, похоже, та самая избушка на курьих ножках. Загородный дом такого типа был весьма продвинутым и даже содержал в контуре управления подсистему распознавания речи. Современный «умный» дом в большей степени отвечает требованиям комфорта, сбережения ресурсов и безопасности (дабы разные «добры молодцы» не докучали), что показано в журнале на примере одного из автоматизированных коттеджных посёлков.

В этом номере также широко представлена тема «Металлургия». Кроме того, продолжена публикация материалов о промышленных контроллерах Fastwel I/O и устройствах флэш-памяти, размещена первая часть статьи, являющейся своеобразным путеводителем по семейству базовых стандартов телемеханики. С этого номера журнал начинает печатать цикл статей «ПИД-регуляторы: вопросы реализации», в практическом аспекте продолжающий цикл ранее опубликованных статей по данной тематике.

Всего Вам доброго!

*Сорокин*

С. Сорокин



**В этом номере Вы найдёте компакт-диск компании WAGO**

# СОДЕРЖАНИЕ 4/2007

## ОБЗОР/Технологии

### 6 Современное состояние и перспективы систем автоматизации бетонных заводов

*Александр Черниговский*

В статье рассмотрены основные подходы отечественных разработчиков к созданию современных автоматизированных систем управления БСУ (бетоносмесительных узлов) бетонных заводов и приведены примеры практической их реализации, в том числе с использованием цифровых датчиков измерения влажности бетонной смеси.



**стр. 6**

## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Коммунальное хозяйство

### 20 Автоматизированная система контроля количества и качества предоставления коммунальных услуг населению города

*Василий Карпов*

Статья рассказывает о внедрении системы контроля количества и качества предоставления коммунальных услуг населению небольшого подмосковного города. Основные цели, преследуемые при создании системы, – улучшение качества предоставления услуг ЖКХ, а также обеспечение возможности оперативного реагирования на различные аварийные ситуации и разбора сложившихся аварийных ситуаций на основании архивной информации о поведении объекта до и в процессе аварии с целью предотвращения подобных ситуаций в будущем.



**стр. 20**

## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Металлургия

### 26 Автоматизация стального гиганта

*Дмитрий Швецов*

В данной статье приведён пример эффективного внедрения современных технологий АСУ ТП на сталелитейном предприятии. Особое внимание уделено вопросам создания и развития конкурентоспособных интеллектуальных предприятий отрасли. Показана необходимость применения систем, подобных описываемым, по всей вертикальной цепочке — от переработки руды до транспортировки конечной продукции покупателям.



**стр. 26**

## РАЗРАБОТКИ/Металлургия

### 32 Система управления прессом, построенная на базе ADAM-5510

*Виталий Щербаков, Алексей Барабошкин, Анатолий Диулин*

На примере системы управления прессом, используемым в производстве огнеупорных кирпичей для нужд металлургии, описывается надёжное и эффективное решение для малобюджетных проектов автоматизации.



**стр. 32**

### 36 Измерительный зонд для автоматического определения параметров плавки в конвертере

*Павел Максимов*

В условиях интенсификации производства конвертерной стали использование зонда с автоматической перезарядкой сменных блоков и, следовательно, с возможностью многократных замеров параметров стали позволяет обеспечить работу конвертера без повалки. Такие измерительные зонды, установленные на конвертерах в ОАО «Северсталь», прошли успешные испытания. Цикл плавки был сокращён на 4 минуты.



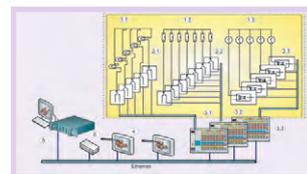
**стр. 36**

## РАЗРАБОТКИ/Автоматизация зданий

### 40 Интеллектуальный мир коттеджей

*Дмитрий Волков, Дмитрий Швецов*

Представлены отдельные компоненты автоматизированной системы управления коттеджного поселка. Описан опыт применения современного оборудования и передовых программных технологий для «интеллектуальных» зданий. Этот опыт может послужить ещё одним взносом в копилку успешных решений, обеспечивающих уют и комфортность жилья.



**стр. 40**

## РАЗРАБОТКИ/Коммунальное хозяйство

### 46 Проект «Экомойка»

*Николай Жиленков*

Обоснована необходимость комплексного подхода к разработке проекта автомойки, являющейся серийным изделием с довольно большим тиражом выпуска, отвечающей требованиям соблюдения экологической безопасности и сохраняющей при этом свою эффективность как объекта бизнеса. Показано, что важнейшей составляющей такого подхода является создание централизованной системы автоматического управления функционированием мойки, представлены выбранные для этого аппаратные средства.



**стр. 46**

## РАЗРАБОТКИ/Безопасность

### 52 Внедрение сертифицированных систем безопасности на промышленных предприятиях России

Григорий Брагин

На многих предприятиях России, особенно в металлургической и машиностроительной отраслях, в последнее десятилетие наблюдается рост объёмов производства, который сопровождается высокой степенью автоматизации, увеличением скорости и интенсивности загрузки производственных механизмов. Освоение новых технологических процессов значительно повысило требования к безопасности работы оборудования, так как актуальность приобрели вопросы предотвращения травматизма обслуживающего персонала, защиты от повреждений дорогостоящего оборудования.



стр. 52

## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА/Промышленные контроллеры

### 56 Fastwel I/O изнутри. Часть 4

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.



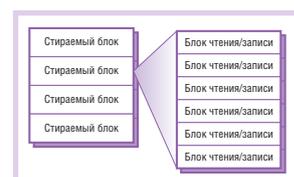
стр. 56

## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА/Флэш-память

### 68 Твердотельные диски – надёжное решение для ответственных применений. Часть 2

Альберт Башев

В статье проведён сравнительный анализ эффективности применения накопителей информации на твердотельных и жёстких дисках, сделан обзор существующих форматов твердотельных дисков. Описаны проблемы, характерные для NAND-памяти, и показано, как на основе программного обеспечения TrueFFS® можно справиться с этими проблемами, сделав достоинства NAND-памяти по ёмкости, производительности, надёжности и цене доступными для потребителей.



стр. 68

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ/Системы реального времени

### 72 Использование технологии объединения ресурсов для создания безопасных отказоустойчивых военных систем

Керри Джонсон, Пол Леру

Сетевые военные технологии в значительной степени зависят от взаимосвязанных платформ, средств вооружения и связи, а также сенсорных систем, каждая из которых содержит в себе интеллектуальные возможности, что делает её уязвимой для программных ошибок, атак злоумышленников и просто неправильно написанного кода. Одним из способов гарантированной защиты глобальной информационной сети от воздействия неисправностей её отдельных систем является использование операционных систем с технологией объединения ресурсов. Использование запатентованной QNX технологии адаптивной декомпозиции позволяет обеспечить приложениям гарантированное реальное время, нейтрализовать угрозы и защитить систему.



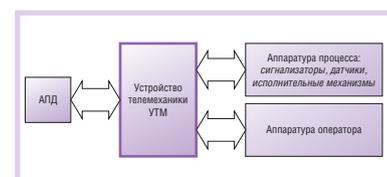
стр. 72

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

### 76 Основные положения базовых стандартов ГОСТ Р МЭК на устройства и системы телемеханики. Часть 1

Александр Вулис, Виктор Сумительнов

Приведены основные положения серии базовых стандартов на устройства и системы телемеханики, которые разработаны МЭК и введены в нашей стране для того, чтобы российские разработки в этой области соответствовали международным требованиям и имели перспективу унификации технических решений.



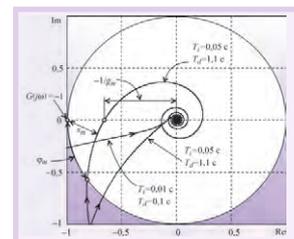
стр. 76

## В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

### 86 ПИД-регуляторы: вопросы реализации. Часть 1

Виктор Денисенко

В предыдущих статьях автора, посвящённых ПИД-регуляторам, были изложены принципы их построения и описаны модификации. В предлагаемой статье продолжается начатая тема и приводится обзор методов ручного расчёта параметров, автоматической настройки и адаптации ПИД-регуляторов.



стр. 86

## ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

### 100 Международный военно-морской салон 2007: «Флоту быть!»

Алексей Гапоненко

### 101 Удачный старт в Новосибирске

## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

103

## БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

109

## НОВОСТИ

39, 82, 98, 101



стр. 100



Александр Черниговский

## Современное состояние и перспективы систем автоматизации бетонных заводов

В статье рассмотрены основные подходы отечественных разработчиков к созданию современных автоматизированных систем управления БСУ (бетоносмесительных узлов) бетонных заводов и приведены примеры практической их реализации, в том числе с использованием цифровых датчиков измерения влажности бетонной смеси.

### Введение

С начала 21 века наметилась тенденция по возрождению отечественной промышленности и, соответственно, повышению спроса на железобетонные изделия, выпускаемые строительной отраслью. У многих заводов появились средства для модернизации производства, а в связи с резким ростом цен на квартиры строительная отрасль стала привлекательной для серьёзных инвестиций.

Реконструкция домостроительных комбинатов, заводов КПД (крупнопанельного домостроения) и ЖБИ (железобетонных изделий) позволит отечественной стройиндустрии произвести

коренную перестройку как в области применения новых технологий, так и в номенклатуре выпускаемых изделий.

Ряд предприятий уже провёл такую реконструкцию на базе технологических линий преимущественно зарубежного производства. При этом выбор нового оборудования и подход к модернизации оборудования существующего часто определялись не анализом состояния заводского оборудования и оптимизацией имеющихся на рынке предложений, а лишь субъективными факторами (например, репутация или удачный опыт соседнего завода). По мнению профессора К.И. Львовича [1], любую реконструкцию предприятия стройиндустрии следует начинать с модернизации бетоносмесительного комплекса. Бесмысленно покупать дорогостоящее формовочное оборудование, не обеспечив его бетоном требуемого качества. И с этим трудно не согласиться.

На российском рынке многие фир-

мы, как отечественные, так и зарубежные, сегодня предлагают автоматизированные бетонные заводы. Наибольшей популярностью пользуется оборудование зарубежных производителей, известных на мировом рынке благодаря своей высококачественной и надёжной продукции: WIGGERT + Co. GmbH, ELBA-WERK Maschinen-Gesellschaft GmbH, Liebherr, ELKON, WAMGROUP, IMER GROUP, BEVACO, FEXIMA, GOMACO и других. Многие считают, что западное бетоносмесительное оборудование всегда лучше отечественного. Это весьма распространённое заблуждение активно поддерживается не только зарубежными, но и некоторыми российскими специалистами то ли по незнанию, то ли по иным причинам. В качестве аргументов приводится низкая надёжность работы даже лучших российских (СБ-163 и СВП-2000) и украинских (СБ-242) бетоносмесителей, которые конструктивно ни в чём не уступают лучшим зарубежным образцам, но требуют более частой замены брони; при этом многие забывают, что их стоимость в 3-4 раза меньше зарубежных аналогов. Добиться высокого качества при производстве современных литых бетонов, жёстких смесей, конструкционных бетонов и т.д. на отечественном сырье (немытый песок, плохо сеянный



Воскресенский завод ЖБКИИ

щебень и т.п.) можно только при наличии автоматизированного бетоносмесительного узла (БСУ), оптимизированного для такой задачи, поэтому лучшие российские системы в этих условиях оказываются предпочтительнее зарубежных.

Автоматизировать БСУ для производства высококачественного бетона могут только профессионалы высшей квалификации, и такие специалисты у нас есть. Если в 20 веке количество российских фирм, серьёзно занимающихся созданием автоматизированных систем управления, можно было пересчитать по пальцам, то на сегодняшний день в каждом крупном городе имеются, по крайней мере, 2-3 фирмы, претендующие на участие в работах по автоматизации БСУ. Причина этого — кажущаяся простота бетоносмесительного оборудования. За его изготовление нередко берутся фирмы, совершенно к этому не готовые. Казалось бы, совсем не сложно смешать песок, щебень, цемент и воду. Но делать это быстро, качественно, стабильно и без ручного труда можно только с помощью автоматизированных систем.

В журнале «СТА» неоднократно печатались статьи с конкретными примерами автоматизации БСУ различной степени сложности. В рамках данной статьи на основе анализа последних отечественных и зарубежных разработок попытаемся сформулировать основные требования к современному автоматизированному БСУ и покажем наиболее удачные примеры практической реализации этих требований российскими разработчиками АСУ ТП.

### ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ

В настоящее время безусловными лидерами в производстве бетона высокого качества являются Япония и США. Наиболее широко на российском рынке представлены автоматизированные бетонные заводы Германии, которые пока немного отстают от своих конкурентов, но в последних разработках уже практически преодолели это отставание.

За рубежом в системах управления БСУ, как правило, применяются специализированные промышленные контроллеры, такие как СВ2 фирмы BMG Seltec Concrete Enterprise, ProBatch фирмы Control Solutions Ltd., С-РАК фирмы Practical Control Systems, Desna Batch Control фирмы

Desna Control и другие. Например, контроллер Desna Batch Control работает под управлением Windows XP и легко адаптируется к задачам современного бетонного производства. Системы управления, построенные на основе этого или других перечисленных контроллеров, удовлетворяют практически всем приводимым далее требованиям, включая задание регламентов загрузки в миксер, адаптацию к скорости высыпания наполнителей, учёт влажности наполнителей и выдерживание водоцементного отношения бетонной смеси. Основным недостатком этих систем — высокая стоимость и недостаточная робастность, так как они проектировались для работы с подготовленными наполнителями, кривые гранулометрического состава которых известны.

Основное преимущество отечественных систем — относительно низкая стоимость, возможность тонкой настройки для конкретного потребителя и понятный интерфейс на русском языке.

В ближайшем будущем, если мы не хотим сильно отстать, нам придётся гармонизировать европейский стандарт EN 206-1, который помимо контроля качества бетонной смеси предусматривает изготовление бетона заданного состава и заданного качества. Высококачественный бетон — это многокомпонентный материал, в котором используются композиционные вяжущие вещества, химические модификаторы структуры, свойств и технологии, активные минеральные компоненты и расширяющие добавки. Многокомпонентность позволяет управлять структурообразованием на всех этапах технологии изготовления бетона. Однако контролировать качество смеси во время смешения в настоящее время весьма затруднительно. Во многих случаях можно определить только качество готовой продукции. Современные зарубежные автоматизированные системы включают программы многопараметрического проектирования составов бетона, контроль их качества и коррекцию в реаль-

ном времени состава смеси при изменении характеристик исходных материалов (активности цемента, гранулометрического состава, влажности заполнителей и бетонной смеси) [2]. В странах СНГ также имеются теоретические разработки в данном направлении [3], но пока дело не дошло до их практического внедрения.

### ПРОБЛЕМА ДОСТИЖЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Взвешивание и дозирование являются ключевыми операциями бетонного производства, во многом определяющими качество выпускаемой продукции.

Управление технологическим процессом взвешивания и дозирования материалов связано с обеспечением требуемой точности, что всегда представляло острую научно-техническую проблему.

Любая система автоматического дозирования БСУ должна обеспечивать точность не хуже, чем по ГОСТ 7473-94. В соответствии с этими требованиями сыпучие исходные материалы для бетонной смеси дозируют по массе (кроме пористых заполнителей, которые дозируют по объёму с коррекцией по массе).

Погрешность дозирования исходных материалов весовыми дозаторами циклического и непрерывного действия не должна превышать для цемента, воды, сухих химических добавок, рабочего раствора жидких химических добавок  $\pm 1\%$ , а для заполнителей  $\pm 2\%$ .

Погрешность дозирования пористых заполнителей не должна превышать  $\pm 2\%$  по объёму.

Эти требования соответствуют современным мировым представлениям о точности дозирования, и все ве-



Линия по производству плит перекрытия

лучшие мировые производители БСУ декларируют аналогичные характеристики. К сожалению, проблема получения качественного бетона не сводится к задаче простого многокомпонентного дозирования, и эти требования выступают в качестве ограничений на оптимизируемый в реальном времени функционал, параметрами которого выступают прочность, удобоукладываемость и однородность бетонной смеси с заданной морозостойкостью, водонепроницаемостью, средней плотностью и некоторыми другими особыми свойствами. Решение данной оптимизационной задачи с нечёткими граничными условиями (активность и влажность цемента, неоднородность заполнителей и т.п.) при неизвестных функциях распределения ошибок дозирования в реальном времени возможна только с использованием адаптивных алгоритмов. Для этого система должна иметь возможность:

- реализации двухстадийного режима загрузки дозатора инертных материалов (грубое дозирование в начале и тонкое в конце загрузки);
- автоматической адаптации задержек срабатывания впускных затворов относительно скорости истечения материала и изменения дозы от предыдущего дозирования;
- реализации алгоритма компенсации погрешностей на фазах дозирования (система минимизирует погрешности дозирования предыдущих замесов за счёт уменьшения или увеличения дозы материала на последующих замесах);
- корректировки количества дозируемой по рецепту воды и инертных компонентов (щебня, гравия, песка и т.п.) с учётом их влажности (значения влажности поступают автоматически с влагомеров или регулярно вводятся вручную по результатам лабораторных измерений);
- стабилизации водоцементного отношения по СВЧ-влажномеру в смесителе.

### **Основные требования, предъявляемые к современному БСУ**

Современный бетоносмесительный узел — это компьютеризированная система, гарантирующая высокую точность дозирования компонентов, однородность и стабильность состава получаемой смеси и обеспечивающая са-

монастройку при изменении свойств заполнителей. Эта система должна удовлетворять целому ряду технологических требований, которые наиболее полно представлены на сайте компании L-Express. Если взять их за основу, то можно привести следующий перечень основных требований, предъявляемых к современному БСУ.

- Автоматическое (штатный режим работы) и ручное управление процессом приготовления бетонных (растворных) смесей.
- Управление дозировочным, смесительным оборудованием, подъёмными устройствами (скипы, транспортёры подъёма), устройствами ускорения выгрузки, если такие имеются в наличии.
- Визуализация состояния технологического оборудования и параметров процесса.
- Возможность просмотра диаграмм работы оборудования.
- Постоянный контроль функционирования исполнительных механизмов с выдачей сообщений о возникших нештатных ситуациях и неисправностях.
- Выполнение необходимых технологических блокировок для исключения аварийных ситуаций дозировочно-смесительного оборудования.
- Блокировка ошибочных команд оператора.
- Многорецептурное приготовление смесей.
- Параллельное дозирование нового и перемешивание предыдущего замеса с целью сокращения времени выполнения заявок.
- Загрузка содержимого дозаторов в смеситель по заданному регламенту выгрузки (если в силу принятой технологической схемы невозможна одновременная выгрузка всех дозаторов в смеситель, применяется заданная последовательность разгрузки дозаторов).
- Возможность задания индивидуальных регламентов выгрузки компонентов смесей из дозаторов в смесители для каждого класса продукции.
- Возможность задания в зависимости от вида продукции индивидуальных технологических параметров и характеристик оборудования: времени перемешивания, времени выгрузки из смесителя, вместимости смесителя.
- Корректировка количества дозируемой по рецепту воды и инертных

компонентов (щебня, гравия, песка и т.п.) с учётом их влажности.

- Наличие широкой номенклатуры производимых смесей, в том числе и жёстких смесей с водоцементным отношением 0,30...0,41, для производства которых необходимо круговое впрыскивание воды в бетоносмеситель и выполнение ряда других специальных условий.
  - Стабилизация водоцементного отношения по СВЧ-влажномеру.
  - Возможность оперативного ввода оператором отклонения от рецепта воды как для всей заявки, так и для отдельных замесов (данная опция полезна в ситуации резкого изменения влажности наполнителей).
  - Возможность изменения рецептов, параметров системных и технологических настроек с учётом прав доступа пользователя к функциям системы.
  - Регистрация вмешательств в процесс автоматического управления, фиксация изменений рецептов, системных и технологических параметров.
  - Учёт дозирования компонентов в ручном режиме, защита от хищений компонентов.
  - Формирование архивов отгрузок, расхода, событий и распечатка соответствующих отчётов.
  - Контроль давления воздуха в магистрали, выдача сообщений о падении давления ниже допустимой величины с приостановкой процесса отгрузки.
  - Контроль уровней материала в бункерах и цементных силосах.
  - Контроль и поддержание температуры горячей воды, контроль температуры бетонной смеси.
  - Управление загрузкой инертных компонентов и цемента в бункеры дозаторов.
  - Обеспечение многолетней безотказной работы в режиме двух- или трёхсменной эксплуатации.
- Данным требованиям не отвечает большинство производимых в нашей стране БСУ, в которых до сих пор используются релейно-контактные схемы, давно забытые на Западе. С другой стороны, именно соответствие этим требованиям даёт возможность конкурировать с ведущими западными фирмами. В конечном итоге способность вести равную конкурентную борьбу с лидерами мирового рынка является главным показателем уровня фирмы и качества производимого ею оборудования.

## ОБЗОР РЫНКА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ БСУ

Стоимость на российском рынке оборудования зарубежных БСУ с наиболее востребованной производительностью 30–40 м<sup>3</sup>/ч товарного бетона или раствора колеблется от 250–300 тысяч евро (итальянский завод фирмы *Cuoghi*) до 800 тысяч–1 млн. евро (финский завод фирмы *Steel Kamet Oy*). Среднее положение по цене и, соответственно, по качеству занимают бетоносмесительные узлы фирм *ELKON*, *Simem* и других. Если же говорить о линиях по производству железобетонных изделий и о заготовительном отделении, то цена вырастает в несколько раз. Так что позволить себе автоматизировать завод полностью или даже только БСУ с использованием лишь импортного оборудования могут далеко не многие заказчики.

Поэтому основное внимание в обзоре уделено отечественным разработкам, о которых большинство производителей железобетонных изделий практически не имеет информации.

Стоимость этих заводов в 1,5–2 и даже более раз дешевле зарубежных аналогов при практически том же качестве продукции. Стоимость автоматизации

процессов приготовления различных многокомпонентных смесей у разных фирм начинается от 0,8–1 миллиона рублей без стоимости «железа» в случае простейшей автоматизации (перевод на тензометрический способ измерения веса с полуавтоматическим управлением от контроллера или компьютера с релейным выходом) и доходит до нескольких десятков миллионов рублей в случае автоматизации всего завода. Большинство системных интеграторов, постоянно работающих в этой области, брали в качестве аналога одну из поставляемых в Россию вместе с заводом зарубежных систем автоматизации БСУ и создавали свою. Отсюда многообразие используемых контроллеров. Практически все ведущие производители контроллеров представлены на рынке автоматизации БСУ: *Allen-Bradley*, *Omron*, *Siemens*, *Mitsubishi* и другие. В лучшем случае выбор контроллера определяется тем, что системные интеграторы являются официальными дистрибьюторами либо партнёрами той или иной зарубежной фирмы, но в большинстве случаев контроллеры выбираются на основе повышенного доверия к раскрученному бренду, за что в конечном счёте при-

ходится дополнительно платить. И это в то время, когда на рынке представлены не уступающие им по надёжности, но явно выигрывающие в цене контроллеры российской фирмы *Fastwel*.

Большинство таких систем автоматизации предназначены для производства товарного бетона на мобильных заводах и редко — для различных марок конструкционного бетона и жёстких смесей.

Они не имеют возможности контролировать параметры смеси в реальном времени в процессе приготовления и тем самым влиять на качество. Однако практически все эти системы имеют развитую структуру интеграции с корпоративными системами учёта и управления производством на базе программных пакетов *1С*, «Галактика», «Парус» и других, что, в общем, хорошо, но хотелось бы большего. В качестве примера рассмотрим автоматизированную систему управления на базе контроллера *Allen-Bradley* компании «Самарская Лука». Краткое описание системы предоставлено самой компанией.

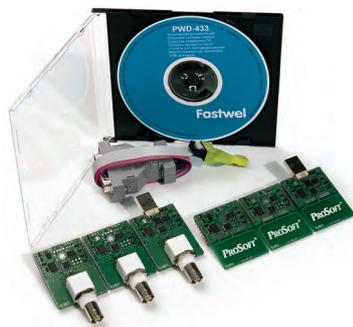
*Автоматический режим* — основной режим эксплуатации. Производится автоматическая дозировка компо-

## PWD-433 — универсальные радиомодули Фаствел



### Характеристики PWD-433

- Диапазон частот 430–435 МГц
- Максимальная мощность передачи 10 дБм
- Чувствительность приемника –100 дБ
- Радиус действия до 250 м
- Скорость передачи до 50 кбит/с (по радиоканалу)
- Индустриальный диапазон рабочих температур –40...+85°C
- Манчестерское кодирование сигнала
- Сквозное шифрование передаваемых данных
- Интерфейсы: USB/RS-232/UART
- Управление AT-командами
- 4 аналоговых входа (разрешение АЦП 12 бит)
- 4 цифровых входа/выхода (нагрузка до 10 мА на вывод)
- Встроенный контроллер 8051 с возможностью программирования через JTAG



### Типичные применения модулей PWD-433

- Автономные беспроводные датчики
- Системы дистанционного управления и контроля
- Беспроводные сети для передачи данных
- Системы «умный» дом
- Пожарно-охранная сигнализация

Реклама

**PROSOFT®**

**ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА**

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

Эксклюзивный дистрибьютор компании *Fastwel* в России, странах СНГ и Балтии — компания ПРОСОФТ

# 235

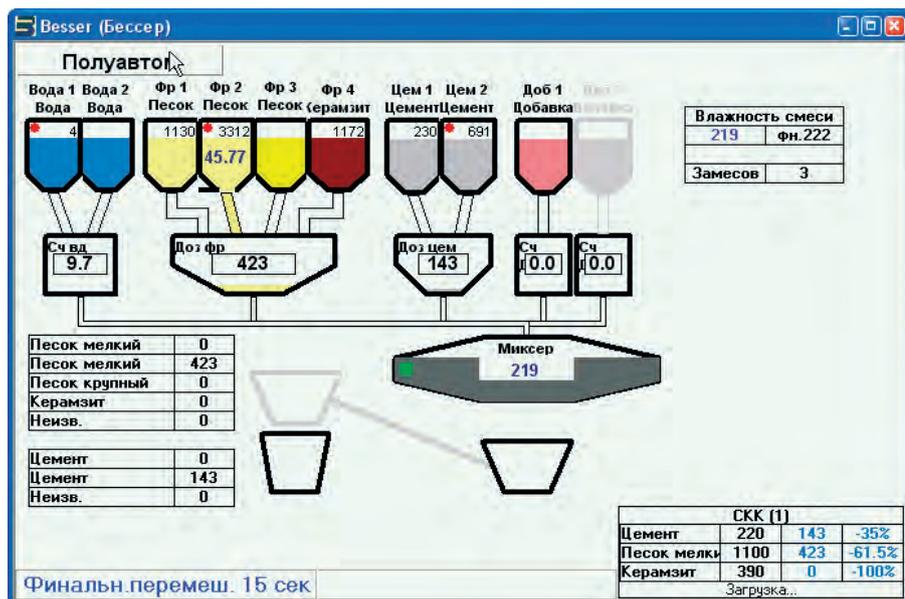


Рис. 1. Мнемосхема системы управления БСУ Besser

ментов на основе выбранного состава и количества бетона, автоматическая выгрузка дозированных компонентов в бетоносмеситель и перемешивание бетона. Оператор только открывает заслонку сброса бетона из бетоносмесителя.

*Полуавтоматический режим* – дополнительный режим. Производится автоматическая дозировка компонентов на основе выбранного состава либо вручную установленных доз. Режим используется для нестандартных разовых составов и промывки бетоносмесителя.

*Технологический режим* – режим «сухой» прокрутки. Этот режим используется для прокрутки всех исполнительных механизмов. Имитируется наполнение дозаторов при пустых бункерах. Завод выполняет заданную программу, отгружая «воздух».

*Режим наладки* – алгоритм работы не выполняется, оператор или наладчик непосредственно управляет каждым исполнительным механизмом. Режим используется во время пусконаладочных работ для проверки правильности подключения исполнительных механизмов и фазировки электрических двигателей.

*Режим имитатора* – исполнительные механизмы не работают, контроллер имитирует работу завода. Режим используется для обкатки программы при программировании нестандартных заводов либо для обучения оператора.

*Режим тарировки* используется для проведения тарировки и проверки дозаторов.

*Аварийный режим* (как опция) включается при наступлении аварийной или предаварийной ситуации. В зависимости от опасности ситуации реакция контроллера может проявляться по-разному от простого предупреждения до полного останова завода и приведения всех механизмов в исходное состояние.

Допускается до 100 различных составов бетона, определяемых и корректируемых заказчиком.

Как опция в программе возможно посекундное получение статистики расходов с указанием времени и расходного количества компонентов, с возможностью распечатки как на локальном, так и на сетевом принтере. Как опция возможна коррекция составов в зависимости от влажности компонентов.

Аналогичные решения по автоматизации с различными схемами подачи дозируемых компонентов предлагает большое количество фирм. Подробное описание системы такого вида, реализованной на контроллерах фирм Fastwel и Advantech, приведено в одном из номеров журнала «СТА» [4].

Современное бетонное производство немислимо без применения химических добавок. За счёт их правильного использования зарубежные производители бетона тратят цемента на 20-30% меньше, чем отечественные производители при том же качестве продукции. К сожалению, точное дозирование химических добавок не в традиции российских производителей бетона и железобетона. Добавки нового поколения, особенно сделанные по

западным образцам, имеют ярко выраженный экстремум функции «эффективность-доза» и поэтому не терпят передозировки. Удивительно, правда, как при этом на БСУ достигают заданной точности дозирования заполнителей и добавок без учёта их влажности, ведь большинство систем автоматизации использует датчики влажности как опцию. Например, при влажности песка 10% вместо 1000 кг фактически будет отвшено 900 кг песка и на 100 кг больше воды. Многие небольшие фирмы-разработчики даже забывают о такой «мелочи», хотя погрешность проявляется не только по песку, но и по фактически получаемой концентрации добавки. Их оправдывает то, что в России практически нигде предварительно не готовят заполнители. К сожалению, многие зарубежные заводы придерживаются в России такой же практики. Нужно, правда, отметить, что на большинстве заводов такие системы управления надёжно работают (при достаточно высокой цене оборудования), но претендовать на рынок высококачественного бетона или выпускать товарный бетон постоянного качества эти заводы вряд ли могут. На лучших отечественных и зарубежных бетоносмесительных комплексах автоматизация технологического процесса обязательно проводится с использованием алгоритмов обратной связи, работающих в реальном времени по оптимальным схемам введения цемента, заполнителей, химических добавок и распыла воды, а также с включением в технологию этапа подготовки заполнителей.

В качестве простого примера реализации системы управления с обратной связью рассмотрим систему управления БСУ Besser на Воскресенском заводе ЖБКиИ-Бессер, принцип функционирования которой понятен из мнемосхемы на рис. 1. Основу системы составляет промышленный компьютер ROBO-2000 (PC2U), в котором установлен адаптер дискретного ввода-вывода PCI-7296, совместимый с Opto 22, и сетевая карта. Компьютер соединён через пульт ручного управления со шкафом УСО, в котором расположены модули ввода-вывода G5 фирмы Grayhill с гальванической развязкой (Opto 22). Шкаф управления кабелями соединён с датчиками и исполнительными механизмами. Каналы измерения веса компонентов построены на основе тензорезисторных S-образных датчиков RL20000 и весовых термина-

лов «Тензо-М», подключённых к промышленному компьютеру через адаптер RS-232/RS-485. Канал измерения влажности использует цифровые высокоточные СВЧ-датчики влажности песка HP-02 и бетонной смеси HM-06 фирмы Hydronix, которые объединены по интерфейсу RS-485; через преобразователь RS-485/USB обработанная информация о влажности поступает в компьютер. Свободный аналоговый выход датчика HM-06 выведен на цифровой индикатор ручного пульта управления для дополнительного визуального контроля. Канал измерения расхода воды построен на основе датчика PFT-1E (Badger Meter), а каналы измерения расходов добавок и красителей — на основе акустических счётчиков жидкости с частотным выходом, сигналы с которых через адаптер дискретного ввода-вывода PCI-7296 поступают в компьютер. В системе предусмотрен пульт ручного управления исполнительными механизмами с индикацией их состояния и переключением режимов работы (ручной/автоматический). В качестве концевых датчиков применяются индуктивные датчики фирмы Omron или отечественный аналог датчиков немец-

кой фирмы Balluff — индуктивные датчики фирмы «Мега-К». Для контроля уровня в бункере цемента используются датчики Pointek VLS 200 компании Siemens Milltronics.

Программное обеспечение системы Besser написано на языке C++ и функционирует в среде MS Windows XP на ПЭВМ стандартной конфигурации, расширенной оборудованием для цифрового ввода-вывода и связи с весовыми терминалами.

В соответствии с требованиями, изложенными в разделе «Основные требования, предъявляемые к современному БСУ», система выполняет двухстадийное дозирование всех компонентов (за исключением добавок и красителей) по специальному регламенту выгрузки, а также учёт влажности заполнителей в реальном времени и точное выдерживание водоцементного отношения за счёт использования цифрового датчика влажности в смеси-теле. При этом оригинальная система подачи воды позволяет осуществлять распыл воды и химической добавки по всему миксеру. Другой важной особенностью является использование ультразвукового датчика уровня совместно с датчиком влажности HP-02 для дози-

рования пористых заполнителей (керамзита) вместо применения дорогого объёмно-весового дозатора. Оператор в реальном времени видит на экране монитора график изменения влажности бетонной смеси (рис. 2) до получения гомогенной смеси. Обратная связь по влажности и температуре заполнителей позволяет осуществлять их точное дозирование, а подача воды осуществляется не по заранее введённому рецепту (такой вариант тоже возможен), а по показаниям датчика влажности HM-06 до достижения заданного водоцементного отношения. Кстати, этот же датчик выдаёт текущую температуру смеси, что также способствует получению бетона высокого качества. Расход воды отображается на мониторе и заносится в архив.

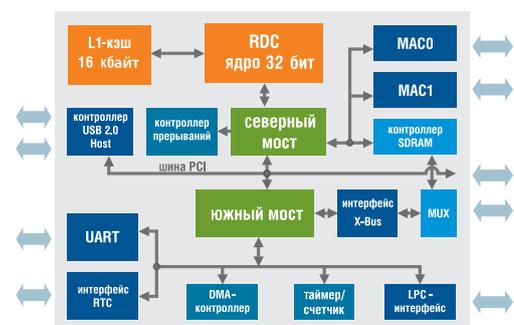
Типичный пример более сложной системы с трёхуровневой структурой управления — система автоматизации БСУ НПФ «Ракурс» (рис. 3), построенная на базе стандартных средств промышленной автоматики фирмы Omron. Первый уровень — уровень датчиков и исполнительных механизмов. Второй уровень — уровень контроллеров, которые выполняют функции сбора информации и непосредственного

## x86 микроконтроллер RDC R8610

### Технические характеристики

- RISC-ядро 133 МГц 32 бит
- Совместимость с архитектурой 80486SX
- Кэш первого уровня 16 кбайт
- Двухпортовый хост-контроллер USB 2.0
- Контроллер PCI rev. 2.1
- 2 контроллера Fast Ethernet MAC
- Интегрированная периферия
  - контроллер прерываний
  - контроллер DMA
  - таймеры
- Внешние интерфейсы и память
  - Flash, ROM, SDRAM
  - порт UART
  - LPC-интерфейс
- 56 портов ввода-вывода общего назначения
- Поддержка WinCE, Linux и других ОС
- Питание ядра 1,8 В, подсистемы ввода-вывода 3,3 В

## RDC®



Структурная схема микроконтроллера R8610

### Области применения

- промышленные компьютеры
- системы сбора данных
- оборудование для коммуникаций: коммутаторы пакетов, точки доступа, локальные маршрутизаторы и т.д.

**PROSOFT®**

ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru  
Эксклюзивный дистрибьютор компании RDC на территории России, стран СНГ и Балтии — компания ПРОСОФТ

#483

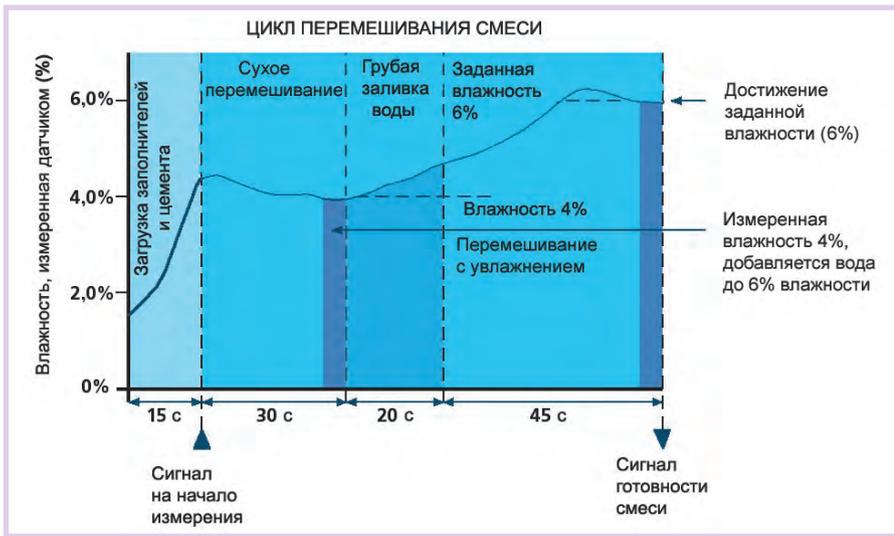


Рис. 2. Управление по показаниям датчика влажности при приготовлении бетонной смеси

управления технологическими объектами. Фактически этот уровень реализует распределённую систему управления, в которой удалённые модули ввода-вывода располагаются непосредственно около датчиков и исполнительных механизмов, что значительно сокращает затраты на монтаж и кабель-

ную продукцию и особенно эффективно для башенных заводов. Третий (верхний) уровень – система диспетчерского учёта и управления, которая обеспечивает координацию работы уровня программируемых логических контроллеров (ПЛК) и все операции с архивом данных.

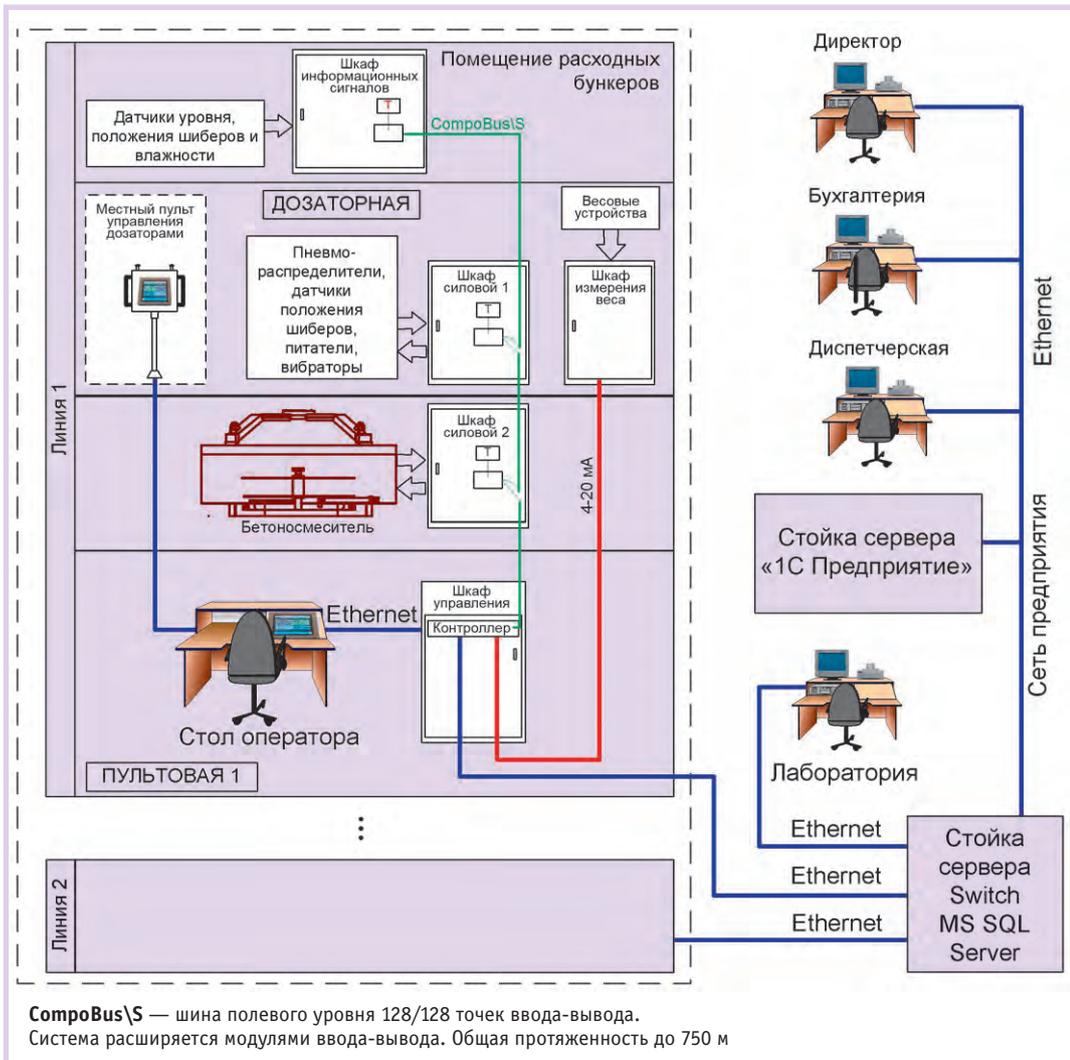


Рис. 3. Структурная схема системы автоматизации БСУ НПФ «Ракурс»

В качестве контроллеров управления оборудованием используются ПЛК типа CJ. Это современный промышленный контроллер, предназначенный для построения больших и средних систем и выполнения функций сбора информации и управления объектами. Функции пультов оператора выполняются цветные или монохромные программируемые терминалы с активными экранами в промышленном исполнении (степень защиты лицевой панели – IP65). Эти устройства позволяют отображать информацию как в графическом, так и в символьном формате, вводить требуемые данные, осуществлять необходимые функции по управлению оборудованием. Для разработки управляющих программ среднего уровня используется стандартный пакет программирования CX-One, а управляющей программы верхнего уровня – SCADA SYMAC-SCS. Гибкое изменение параметров загрузки, удобное отображение отчётов и результатов загрузки/разгрузки позволяют операторам производить точное до-

зирование в автоматическом режиме.

Внешний вид шкафа управления системы автоматизации БСУ НПФ «Ракурс» показан на рис. 4.

Безусловно, при реализации проектов практически полностью на базе средств промышленной автоматизации, поставляемых одной крупной фирмой, будь то Omron или, например, Siemens, не возникает трудностей, связанных с сопряжением аппаратуры разных поставщиков, повышаются надёжность и ремонтпригодность системы, минимизируется время на доработку системы в соответствии с требованиями конкретных заказчиков. Если системный интегратор является официальным дистрибьютором крупной фирмы, то для него стоимость системы обойдётся на 20-30% дешевле, чем для обычных системных интеграторов.

ров. В общем случае подход, связанный с преимущественным использованием в проекте аппаратно-программных средств только одной фирмы, хоть и очень удобен для наладки и последующей эксплуатации, но обойдётся намного дороже.

Решения, аналогичные описанному, с централизованной или децентрализованной системой управления предлагает целый ряд фирм, таких как «Самарская Лука» (г. Самара), «Комкон-Бетал» (г. Обнинск), «345 механический завод» (г. Балашиха, Московской области), «Строймаш Техническое Обслуживание Ремонт Наладка» (г. Москва), «Бетонмаш» (г. Славянск) и другие. Большинство из них предлагает датчики влажности инертных материалов как опцию, но при этом предусматривается возможность внесения лабораторией средних значений влажности заполнителей.

Наиболее интересные системы автоматизации БСУ с обратной связью, работающие в реальном времени и удовлетворяющие большинству параметров, перечисленных в разделе «Основные требования, предъявляемые к современному БСУ», предлагают фир-

мы «Элтикон» (г. Москва/Минск) [5], «Комкон-Бетал», Инженерный центр ЗАО «Железобетон» (г. Ярославль) [6], L-Express (г. С-Петербург). Причём все они используют более дешёвую, но и более трудоёмкую при реализации систему управления на базе промышленных компьютеров или процессорных модулей с адаптерами ввода-вывода разных производителей, в основном Advantech, Fastwel, Octagon Systems и др. В настоящее время все перечисленные в этом абзаце фирмы, кроме компании «Элтикон», устанавливают датчики влажности только в бункеры инертных заполнителей, а при работе с отечественными смесителями для управления пластичностью смеси (по примеру фирмы Steel Kamet Oy) вместо установки в смеситель датчика влажности используют ручное управление или сложные алгоритмы расчёта пластичности смеси по изменению нагрузки на двигатели смесителя (контроль по току), что возможно только для однородных заполнителей. Кроме того, для производства жёсткой бетонной смеси необходимы круговое впрыскивание воды в смеситель и автоматическая коррек-



Рис. 4. Внешний вид шкафа управления системы автоматизации БСУ НПФ «Ракурс»

ция рецепта при изменении влажности песка и щебня с контролем влажности смеси в реальном времени. Это не предусмотрено во многих зарубежных и во всех российских бетоносмесителях, поэтому их приходится дорабатывать перед установкой в БСУ, что умеют делать всего несколько фирм. Вызывает удивление позиция заводов, которые выпускают бетоносмесители устаревшей конструкции и ничего не предпринимают для их усовершенствования.

## Решения удаленного управления и мониторинга на основе контроллеров Unitronics и GSM/GPRS модемов



- Типовые решения для удаленного управления объектами, метрологии с помощью SMS, GPRS или GSM-Data.
- Контроллеры Unitronics разработаны на основе микросхем Infineon Technologies AG и полностью совместимы с GSM/GPRS модемами.
- Возможность защищенного от взлома управления с сервера, удаленного компьютера, мобильного телефона.
- Контроллеры Unitronics совмещают в себе ПЛК, HMI с поддержкой GSM/GPRS и широкие возможности по расширению портов и I/O.
- Бесплатное ПО LadderLogic имеет релейную логику и большой набор готовых функциональных блоков.



**KLINKMANN**

www.klinkmann.ru

**Санкт-Петербург**

тел. +7 812 327 3752

klinkmann@klinkmann.spb.ru

**Екатеринбург**

тел. +7 343 378 4152

yekaterinburg@klinkmann.spb.ru

**Минск**

тел. +375 17 2000 876

minsk@klinkmann.com

**Москва**

тел. +7 495 641 1100

moscow@klinkmann.spb.ru

**Київ**

тел. +38 044 239 12 50

klinkmann@klinkmann.kiev.ua

Реклама

#36

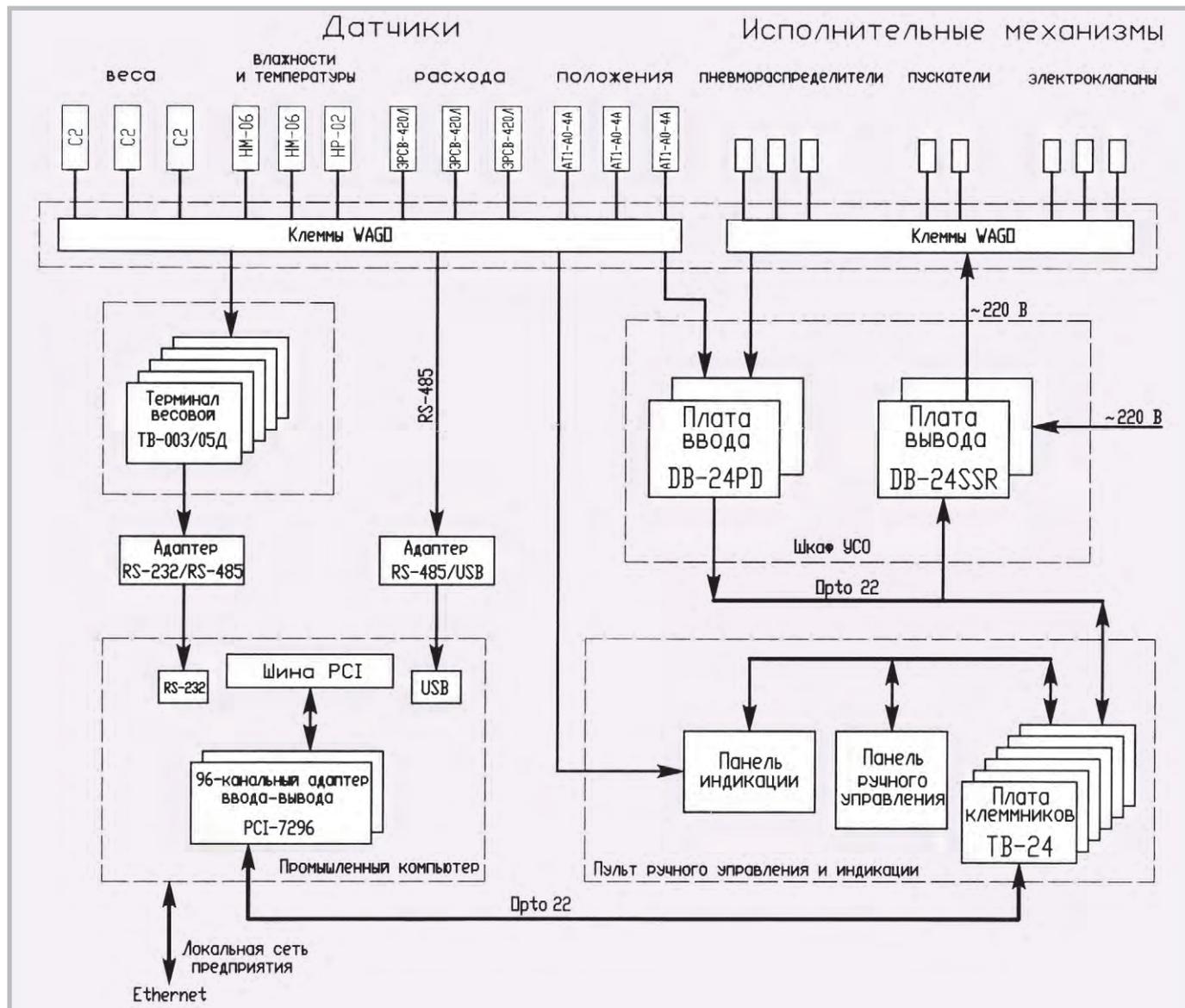


Рис. 5. Структурная схема системы управления БСУ Dozer

**ОПИСАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

В основу построения большинства современных систем управления БСУ (таких как у НПФ «Ракурс», L-Express и др.) заложена концепция стандартного единого ядра, в котором реализован базовый набор функций системы по управлению технологическими процессами и автоматизации бизнес-процессов, связанных с отгрузкой продукции потребителю. Расширить функциональность ядра системы и охватить максимальное количество подразделений, участвующих в производстве продукции и доставке её потребителю, легко за счёт подключаемых модулей, реализующих дополнительные функции. С помощью несложных параметрических настроек и соответствующего набора дополнительных модулей можно тиражировать систему на разных пред-

приятиях без ухудшения её функциональных качеств. Реализации такого подхода благоприятствует тот факт, что, как правило, по своей архитектуре АСУ ТП являются открытыми системами.

Обычно все технологические и управленческие подразделения предприятия, охваченные системой автоматизации, соединены между собой в единую сеть предприятия, имеют общую базу данных под управлением SQL-сервера и работают в едином информационном пространстве. При этом должны быть предусмотрены возможности экспорта данных в ряд форматов внешних файлов (MS Excel, MS Word, HTML, PDF), просмотра этих данных внешними программами и гибкой интеграции с корпоративными системами учёта на базе программных пакетов 1С, «Галактика», «Парус» и т.п.

Разработчики микропроцессорных систем управления обычно используют на втором уровне SCADA-системы, а на верхнем уровне – Windows XP или операционные системы реального времени, например QNX, с программами, написанными чаще всего на C++ или Borland Delphi. Выбор современных программных средств позволяет проще и быстрее интегрировать систему в среду конкретного предприятия, но мало влияет на качество функционирования системы. Основным критерием качества программных средств является их способность обеспечить системе управления технологическим процессом открытость, масштабируемость, простоту эксплуатации, а также возможность интеграции с корпоративными информационными системами и построения на их основе единых комплексов по управлению всем производством. Подробное описание такого рода взаимодействия приведено во многих

работах [4, 5, 6], и не только по автоматизации БСУ.

Особый интерес представляют описания функционирования систем управления, наиболее полно отвечающих современным требованиям. В этой связи можно отметить две публикации [5, 6]. Большинству современных требований отвечает система «Бетон-IPC» фирмы «Элтикон» [5], но применение отдельных модулей и полевого интерфейса собственной разработки, а также использование программного обеспечения, реализованного под управлением MS-DOS, не позволяют, по мнению автора, другим системным интеграторам достаточно эффективно использовать огромный опыт этой фирмы.

В качестве более простого и не такого всеобъемлющего, но не менее эффективного примера современной системы автоматизации БСУ рассмотрим систему Dozet, внедрённую на заводе ЖБКиИ (г. Воскресенск), и опишем особенности её функционирования. Структурная схема этой системы представлена на рис. 5. Из схемы видно, что по применяемым аппаратным средствам данная система во многом схожа с ранее описанной системой

Besser, поэтому основное внимание уделим её отличительным особенностям. Основу системы составляет промышленный компьютер с процессором Pentium 4/2,4 ГГц, в котором установлены 2 адаптера дискретного ввода-вывода PCI-7296 на 96 каналов каждый, совместимые с Opto 22. Компьютер через пульт ручного управления, в котором расположены платы клеммников ТВ-24, соединён с 24-канальными платами ввода DB-24PD и 24-канальными платами вывода DB-24SSR (платы с твердотельными реле), находящимися в шкафу со степенью защиты IP66. Шкаф кабелями соединён с индуктивными датчиками положения АТ1-А0-4А и исполнительными механизмами, для подключения которых в местах установки оборудования используются монтажные корпуса Schroff с установленными на DIN-рейке клеммами WAGO. Как и в системе Besser, каналы измерения веса компонентов построены на основе тензорезисторных датчиков и весовых терминалов, подключённых с промышленному компьютеру через адаптер RS-232/RS-485, а канал измерения влажности использует СВЧ-датчики НР-02 и НМ-06, объединённые по ин-

терфейсу RS-485 и через преобразователь RS-485/USB подключённые к компьютеру. Хотелось бы отметить, что на сегодняшний день цифровые СВЧ-датчики НМ-06 — единственные датчики, которые работают в отечественных бетоносмесителях типа СБ-138, установленных на большинстве заводов бывшего СССР. Каналы измерения расхода воды и добавок построены на основе электромагнитных счётчиков жидкости ЭРСВ-420Л (ЗАО «Взлёт»), сигналы с частотных выходов которых через адаптер дискретного ввода-вывода поступают в компьютер. В системе предусмотрен пульт ручного управления исполнительными механизмами (рис. 6) с индикацией их состояния и переключением режимов работы (ручной/автоматический); рабочее место оператора, где установлен пульт ручного управления, также имеет панель индикации веса материалов в дозаторах, расходов воды и добавок, влажности бетонной смеси. Автор считает, что в российских реалиях при отсутствии в технологическом процессе на большинстве заводов этапа подготовки заполнителей и не всегда надёжных исполнительных механизмах в качестве резерва обязательно

## 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°C  
(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



THE X P E R T S I N P O W E R

**PROSOFT®**

Официальный дистрибьютор компании XP Power в России, странах СНГ и Балтии — компания ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

#223

Реклама

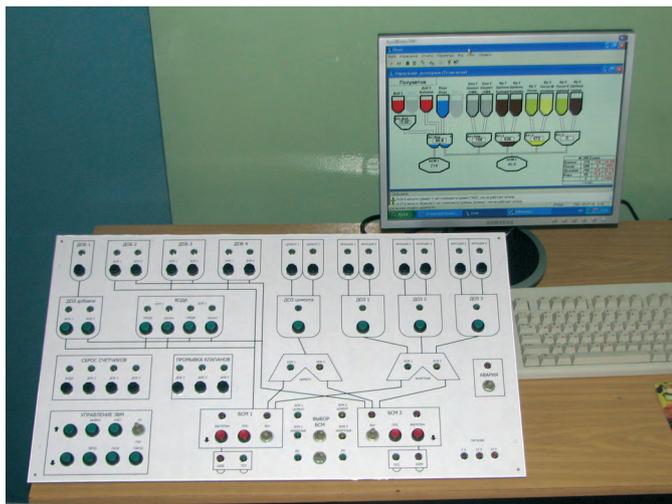


Рис. 6. Рабочее место оператора БСУ с пультом ручного управления

должен быть предусмотрен такой пульт.

Как уже отмечалось, подробное описание интерфейсов и работы автоматизированных систем приведены в работах [5, 6]. Автору ближе подход к созданию системы автоматизации БСУ, внедрённый в ЗАО «Железобетон» [6], который проще реализован, но основными недостатками которого являются отсутствие обратной связи по влажности и температуре при приготовлении бетонной смеси и невозможность распыла воды в смесителе, необходимого при приготовлении жёстких смесей. Приведём краткое описание функционирования системы Dozeg и покажем основные отличия от других систем.

В начале смены оператор вводит необходимые данные для инициализации системы, такие как наличие компонентов в расходных бункерах, влажность компонентов по данным лаборатории для тех из них, которые не контролируются датчиками влажности. Оператор также вносит заявки на приготовление бетонной смеси из базы данных или с клавиатуры компьютера и, если необходимо, корректирует порядок выгрузки компонентов из весовых дозаторов в смеситель, временную диаграмму выгрузки (временные задержки) компонентов в смеситель, параметры технологического процесса и т.п. При инициализации система рассчитывает параметры замеса и общее количество замесов, учитывает влажность компонентов, контролирует выполнение необходимых условий для начала технологического процесса, таких как наличие компонентов в расходных бункерах, исправность оборудования и т.д. При последующей работе основная задача оператора — ввести



Рис. 7. Бетоносмеситель СБ-138 с центробежными форсунками для распыла воды

заявки на приготовление бетонной смеси из базы данных или с клавиатуры компьютера и контролировать процесс приготовления смеси в каждом из бетоносмесителей. Затем открываются затворы расходных бункеров и производится двухстадийное (грубое и точное) дозирование компонентов бетонной смеси по весу (кроме воды и добавок). После окончания процесса дозирования исходные компоненты из дозаторов перегружаются в смеситель, в котором производится перемешивание бетонной смеси, а затем смесь выгружается в транспортную тележку. При этом имеется возможность задания в зависимости от вида продукции индивидуальных технологических параметров, таких как порядок загрузки компонентов в смеситель и время перемешивания на различных стадиях приготовления смеси. Оператор в реальном времени видит на экране монитора график изменения влажности бетонной смеси (рис. 2) до получения однородной смеси и выдачи команды на её выгрузку. Подача воды осуществляется не по заранее введённому рецепту, что в принципе тоже возможно, а распыляется в смесителе через центробежные форсунки собственной разработки (рис. 7) до достижения заданного водоцементного отношения. Водоцементное отношение контролируется по показаниям установленного в смесителе СБ-138 датчика НМ-06, а не по изменению нагрузки на двигатель смесителя, как это часто практикуется. Датчик влажности НМ-06 также выдаёт текущую температуру смеси. Расход воды отображается на мониторе и заносится в архив. Весь технологический процесс постоянно контролируется. При любых отклонениях его

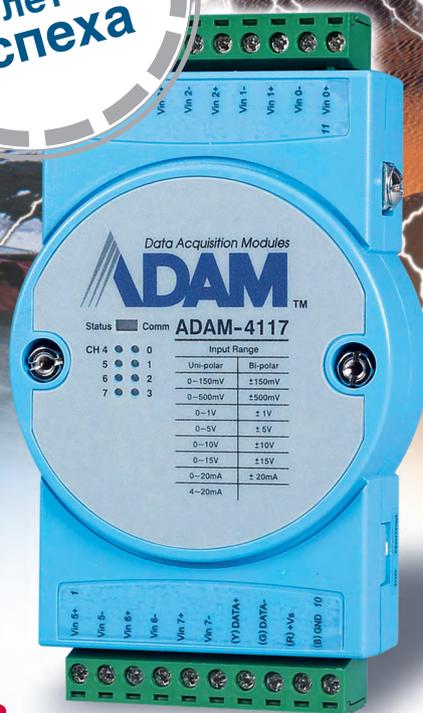
текущих параметров или ошибках в работе оборудования система управления выдаёт соответствующее сообщение оператору и в случае выхода значительных текущих параметров за заранее установленные предельные значения запрашивает вмешательство оператора. После каждого замеса или после выполнения всей заявки система формирует и записывает соответствующие отчёты. Это позволяет вести полный учёт заявок, отгрузок потребителю, расхода компонентов и выхода бетона.

### Некоторые замечания

Автором рассмотрены достаточно простые аппаратные решения автоматизации БСУ с использованием промышленного компьютера ROBO-2000 и адаптеров ввода-вывода. Более широкое распространение в России при автоматизации БСУ [5] и в других приложениях получили системы управления, выполненные на базе промышленных компьютеров и модульных контроллеров фирмы Advantech, давно работающей и хорошо себя зарекомендовавшей на рынке промышленной автоматизации. Благодаря большому и разнообразному набору процессорных плат, модулей ввода-вывода, преобразования интерфейсов, гальванической развязки и т.д. промышленные компьютеры и модульные контроллеры этой фирмы оптимизируются для конкретных применений, обеспечивая требуемую мощь аппаратно-программных средств и сохраняя при этом необходимую гибкость для адаптации к условиям применения.

В аппаратных решениях для более жёстких условий эксплуатации (расширенный диапазон температур, удары, вибрация и т.п.) и повышенных

15  
лет  
успеха



Он и  
в Арктике...

Он и  
в Африке...

# ADAM

## Надёжная конструкция для жёстких условий эксплуатации

- Расширенный диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$
- Высокая помехоустойчивость с защитой 3 кВ от импульсной сетевой помехи и 8 кВ от электростатического разряда
- Широкий диапазон напряжения питания от 10 до 48 В пост. тока
- Светодиодная индикация состояния

**ADVANTECH**  
eAutomation



**ADAM-45201**  
Преобразователь  
интерфейса RS-232  
в RS-422/485



**ADAM-4117**  
8-канальный модуль  
аналогового ввода



**ADAM-4118**  
8-канальный модуль  
ввода сигналов от  
термопар



**ADAM-4150**  
Модуль дискретного  
ввода-вывода



**ADAM-4168**  
Модуль релейной  
коммутации

Реклама

#105

**PROSOFT**®

**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**  
**ЕКАТЕРИНБУРГ**  
**САМАРА**  
**НОВОСИБИРСК**  
**КИЕВ**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
 Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
 Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
 Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
 Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
 Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru

требований по надёжности вместо промышленного компьютера со встроенными платами ввода-вывода широкое распространение получили немногим более дорогие системы MicroPC фирмы Octagon Systems. В последнее время их отчасти потеснили более дешёвые по стоимости, но не уступающие по надёжности изделия российской фирмы Fastwel, выполненные в том же формате MicroPC или других популярных форматах (PC/104, CompactPCI, AT96 и др.). Решение с использованием 96-канальных плат цифрового ввода-вывода, аналогичное описанному в предыдущем разделе, в формате MicroPC или PC/104 можно реализовать на базе универсальных модулей ввода-вывода UNIO96-1(5) с бесплатно поставляемым программным обеспечением (ПО) FWAI для удобного и эффективного программирования в различных операционных системах. Возможны и иные аппаратные решения с использованием промышленных контроллеров многочисленных других компаний, представленных на рынке средств автоматизации.

В конечном счёте, всё упомянутое оборудование достаточно надёжно и хорошо себя зарекомендовало в различных применениях, а разница в их цене не столь существенна по сравнению со стоимостью всей системы. Поэтому определяющим критерием при выборе аппаратной базы нередко становится оценка эффективности её применения, полученная с учётом имеющегося у разработчика опыта обращения с данной аппаратурой и наличия у него соответствующих квалифицированных кадров.

Я не согласен с мнением разработчиков фирмы «Элтикон», что «среда разработки ПО вообще не имеет принципиального значения» [5]. Разработанная под моим руководством система управления БСУ под управлением Windows 98 на обычном компьютере с процессором Digon 600 МГц достаточно надёжна и без особых замечаний работает до настоящего времени уже более 5 лет, и мне понятно, как, к сожалению, трудно отказываться от наработанного годами программного обеспечения, апробированных подходов. Предлагаемые фирмами «Элтикон» и «Комкон-Бетал» крупные системные решения, выполненные под управлением MS-DOS, лишней раз подтверждают это. Но именно использование

современных программных систем значительно сокращает время разработки и отладки ПО, упрощает решение вопросов интеграции с другими системами управления.

В лучших современных зарубежных системах управления работой БСУ обязательно применяются алгоритмы обратной связи по влажности и температуре смеси, работающие в реальном времени (вместо оператора бетоносмесителя) с использованием оптимальных схем введения цемента, заполнителей, химических добавок и с круговым распылом воды в смесителе. Соответствие этим критериям и требованиям раздела «Основные требования, предъявляемые к современному БСУ» даёт возможность конкурировать с ведущими западными фирмами. В конечном итоге способность вести равную конкурентную борьбу с лидерами мирового рынка уже является главным показателем уровня фирмы и качества производимого оборудования.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вряд ли кто будет спорить, что «лучше быть здоровым и богатым, чем бедным и больным». Также хорошо использовать подготовленные заполнители (промытый песок, гравий известного гранулометрического состава, цемент, соответствующий европейским стандартам, и т.п.) для загрузки в весовые дозаторы с помощью высокоэффективных ленточных питателей с частотным приводом и получать бетонную смесь за 40-50 секунд на бетоносмесителе типа Айриха [7] с установленным цифровым датчиком Hydro-Probe Orbiter, который, вращаясь, передаёт по встроенному радиомодему данные об измеренной влажности со всего объёма смесителя. Только для этого нужно иметь соответствующие средства и быть уверенным в окупаемости данного оборудования в разумные сроки. Не хотелось бы впадать и в другую крайность, когда от оператора бетоносмесителя требуют умения определять качество смеси визуально или путём сжатия смеси в руке.

Любая автоматизация производства, связанная с переходом на тензометрические системы взвешивания и отказом от использования релейно-контактных схем управления оборудованием, уже приводит к повышению надёжности оборудования, точности дозирования и, соответственно, повышает качество приготовления бетона.

Поэтому дешёвые системы автоматизации, выполняющие эти функции, будут ещё некоторое время востребованы на рынке, особенно при производстве товарного бетона.

В статье в основном рассмотрены решения фирм, давно работающих на рынке автоматизации, над которыми довлеет груз многократно апробированных решений и наработанного годами программного обеспечения. Я думаю, что в ближайшее время их потеснят молодые честолюбивые фирмы с новыми программными и аппаратными решениями. Хотелось бы надеяться, что приведённый обзор поможет системным интеграторам и разработчикам систем автоматизации БСУ и будет способствовать появлению новых, более эффективных решений.

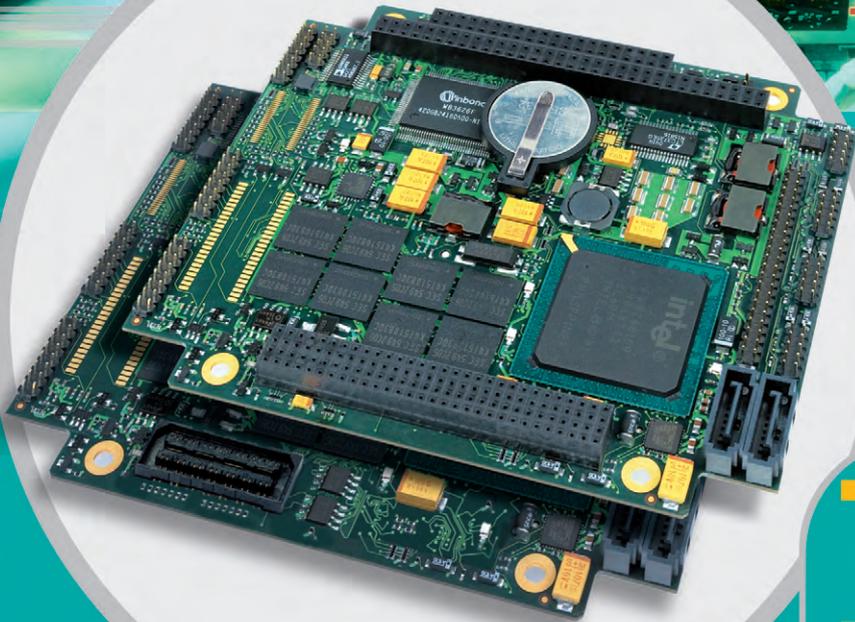
Автор будет благодарен читателям за любые критические замечания к данной статье.

*Автор признателен Ракову В.Г. (ЗАО «Самарская Лука») и Дурнову Ю.В. (ООО «Вологодский центр автоматизации» — партнер НПФ «Ракурс») за предоставленные ими материалы. Особая признательность Евстратову О.В. (ООО НПФ «Сфера» группы компаний L-Express) за разрешение использовать материалы сайта и критические замечания при подготовке статьи. ●*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Львович К. Начать с модернизации БСУ // Стройка. 2002. № 10.
2. Гебауер Г., Рефельд Т. СОВЕТ — инструмент контроля качества и отраслевое решение для бетона и строительных материалов // Бетонный завод (BFT International). 2006. № 1.
3. Дворкин Л., Дворкин О. Многопараметрическое проектирование составов бетона // Технологии бетонов. 2007. № 1.
4. Беляков Р., Ефимов Ю., Наранов К. АСУ ТП бетонного завода // Современные технологии автоматизации. 2006. № 3.
5. Пахоменко А., Починчук Н., Шипицин С. Автоматизированная система управления технологическим процессом производства бетонных смесей // Современные технологии автоматизации. 2005. № 1.
6. Смирнов Ю. Система управления бетоносмесительной установкой // Современные технологии автоматизации. 2004. № 1.
7. Лаффан Р., Томас Х. Измерение влажности в интенсивных смесителях // СРІ — Международное бетонное производство. 2005. № 4.

# 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**

### Fastwel

Creating the Future!

[www.fastwel.ru/products/pc104/cpumodules/](http://www.fastwel.ru/products/pc104/cpumodules/)



Эксклюзивный дистрибьютор компании Fastwel в России, странах СНГ и Балтии — компания ПРОСОФТ

# PROSOFT®

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

#232

# Автоматизированная система контроля количества и качества предоставления коммунальных услуг населению города

Василий Карпов

Статья рассказывает о внедрении системы контроля количества и качества предоставления коммунальных услуг населению небольшого подмосковного города. Основные цели, преследуемые при создании системы, — улучшение качества предоставления услуг ЖКХ, а также обеспечение возможности оперативного реагирования на различные аварийные ситуации и разбора сложившихся аварийных ситуаций на основании архивной информации о поведении объекта до и в процессе аварии с целью предотвращения подобных ситуаций в будущем.

В настоящий момент отдел АСУ ТП компании ПРОСОФТ работает над реализацией проекта по созданию Автоматизированной системы контроля качества (АСКК). В рамках данного проекта создаются подсистемы контроля и учёта электроэнергии, теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения. АСКК внедряется поэтапно. Ряд подсистем выведен на этап опытной эксплуатации, некоторые подсистемы находятся на завершающей стадии монтажа. Проект реализуется в городе Троицке Московской области и охватывает более сотни объектов всех районов города.

Система главным образом ориентирована на предоставление оперативной и ретроспективной информации о состоянии объектов коммунального хозяйства города. В настоящее время коммунальное хозяйство функционирует «вслепую», руководствуясь такими понятиями, как проектная тепловая нагрузка, проектное потребление воды и т.п. В процессе эксплуатации объектов становится очевидным, что такого рода характеристики не соответствуют реальности. Особенно сильно это проявляется относительно объектов соцкультбыта, которые в последнее десятилетие либо почти не используются, либо сдаются в аренду организациям с самым разнообразным родом деятельности.

Реальная картина потребления ресурсов различными объектами города позволит не только оперативно реагировать на возникающие аварийные ситуации, но и поможет установить оптимальный режим работы систем транспортирования и распределения ресурсов ЖКХ между объектами.

## Принципы построения системы

В данном проекте применена стандартная схема построения автоматизированной информационно-измерительной системы (АИИС), включающая в себя три уровня:

- уровень центра сбора и обработки данных (ЦСОД);
- уровень устройств сбора и передачи данных (УСПД);
- уровень первичных преобразователей.

Для реализации системы используется платформа программно-технического комплекса (ПТК) «ЭКОМ». Выбор этой платформы не случаен. АСКК имеет составляющие и АИИС, и автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ), а ПТК «ЭКОМ» позволяет объединить в себе обе такие системы. Немаловажным фактором явилось и то, что разработчиком и производителем ПТК «ЭКОМ» является компания ПРО-

СОФТ-Системы, с которой у нашей фирмы существуют очень тесные связи. Именно эти тесные связи и налаженные взаимоотношения между компаниями позволили оперативно внести доработки и выпустить новый релиз программного обеспечения ПТК «ЭКОМ» — программный комплекс «Энергосфера». Потребность в новом релизе была продиктована необходимостью устранить ряд проблем, сопровождавших применение ПТК «ЭКОМ» в системе АСКК и вызванных некоторыми специфическими особенностями и отличиями АСКК от традиционных АИИС и АСДУ.

## Возможности ПТК «ЭКОМ» и их использование в системе

ПТК «ЭКОМ» изначально разрабатывался как универсальная система, обеспечивающая возможность создания автоматизированной системы контроля и учёта энергоресурсов (АСКУЭ) любого масштаба (от отдельной подстанции или небольшого промышленного предприятия до энергосистем и холдингов) с любым типом современных цифровых счётчиков, представленных на российском рынке. Накоплен уникальный опыт работы с разнообразными каналами передачи данных. Реализована передача информации на всех уровнях сис-

темы (датчик – контроллер, контроллер – база данных, база данных – АРМ) практически любыми каналобразующими средствами, такими как выделенные и коммутируемые линии, ВЧ-каналы, радиоканалы, ЛВС, каналы сотовой и спутниковой связи.

Комплекс позволяет вести коммерческий учёт всех видов энергоносителей и решать задачи телемеханики и диспетчерского управления, в том числе:

- коммерческий учёт отпуска (потребления) электроэнергии;
- коммерческий учёт отпуска (потребления) тепловой энергии и расхода энергоносителей (воды, пара, природного газа, кислорода, сжатого воздуха и др.);
- телеметрический контроль режимов работы электрических, тепловых и газовых сетей, энергетического оборудования;
- автоматическое и дистанционное управление энергетическим оборудованием;
- расчёт оплаты за потребляемую энергию по многотарифной системе и формирование отчётных документов;
- расчёт удельных затрат энергоносителей.

ПТК предоставляет следующие возможности:

- возможность построения иерархических распределённых систем;
- возможность использования в измерительной системе любых счётчиков электрической энергии;
- возможность совмещения функций системы телемеханики и системы учёта электроэнергии;
- возможность автоматического управления по алгоритмам, задаваемым «непрограммирующим» пользователем;
- возможность свободной интеграции системы в состав общих ЛВС предприятия;
- возможность объединения коммерческого и технического учёта электроэнергии и любых других энергоресурсов в одной системе;
- модульность и возможность расширения;
- возможность модернизации и наращивания системы без внесения радикальных изменений в управляющие программы;
- возможность адаптации системы к любым объектам и схемам энергообеспечения, а также к любым условиям эксплуатации.

Среди общих особенностей комплекса следует отметить следующие:

- высокое качество аппаратуры и программных средств, соответствие современному уровню технологии;
- высокая надёжность аппаратуры и программных средств, обеспечивающая бесперебойное многолетнее функционирование системы в промышленных условиях эксплуатации;
- соответствие архитектуры и алгоритмов функционирования современным требованиям к энергоучёту и энергосбережению;
- относительно низкая стоимость, оптимальное соотношение стоимость/эффективность.

Далеко не все возможности ПТК мы использовали в создаваемой системе. Основной упор при выборе схемы построения АСКК делался на реализацию минимально необходимого набора функций за меньшие деньги. Потому жёсткое соблюдение классических принципов построения АИИС принесено в жертву стремлению минимизировать стоимость. Используя принцип модульности, нам удалось отказаться от применения устройства сбора и передачи данных (УСПД) «ЭКОМ-3000» – основного элемента программно-технического комплекса «ЭКОМ». Вместо него было разработано УСПД «АСКК». Конструктивно это устройство выполнено в виде шкафа и содержит вычислитель, блоки питания для измерительных преобразователей и интерфейсных модулей электросчётчиков, источник бесперебойного питания и коммуникационный сервер. Нельзя сказать, что новое устройство превосходит «ЭКОМ-3000» по функциональным возможностям или универсальности применения. Оно разработано специально для использования в системе АСКК и реализует минимум необходи-

мых функций при меньших затратах. Необходимо также отметить, что УСПД «АСКК» максимально состоит из комплектующих, которые поставляются компанией ПРОСОФТ:

- клеммы WAGO;
- шкафы и конструктивы компаний Rittal и RST;
- коммуникационные серверы фирмы Advantech;
- блоки питания компаний APC и Lambda.

Сборка УСПД «АСКК» производилась на производственных мощностях ООО «Фаствел» (Fastwel).

### ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ

Общая схема движения информации в системе показана на рис. 1. Сигналы, пропорциональные расходу и потреблению ресурсов, с первичных преобразователей поступают на вычислители. Вычислители производят измерения и необходимые преобразования, расчёты. Полученные результаты доступны в виде текущих значений или в виде архивов интегральных значений в соответствии с правилами учёта того или иного ресурса.

Серверы опроса циклически опрашивают вычислители и копируют всю необходимую информацию в базу данных (БД). В качестве канала связи верхнего и среднего уровня используется локальная городская сеть Ethernet местного провайдера связи.

Само собой разумеется, что программное обеспечение следит за целостностью БД. В случае потери на какое-то время связи сервера опроса с одним или несколькими вычислителями система будет повторять запросы до тех пор, пока не будет получена информа-

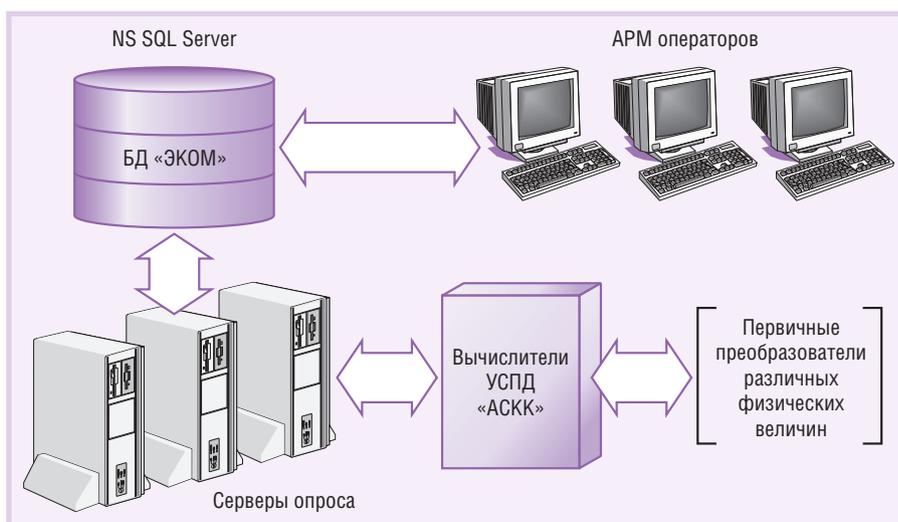


Рис. 1. Схема движения информации в системе

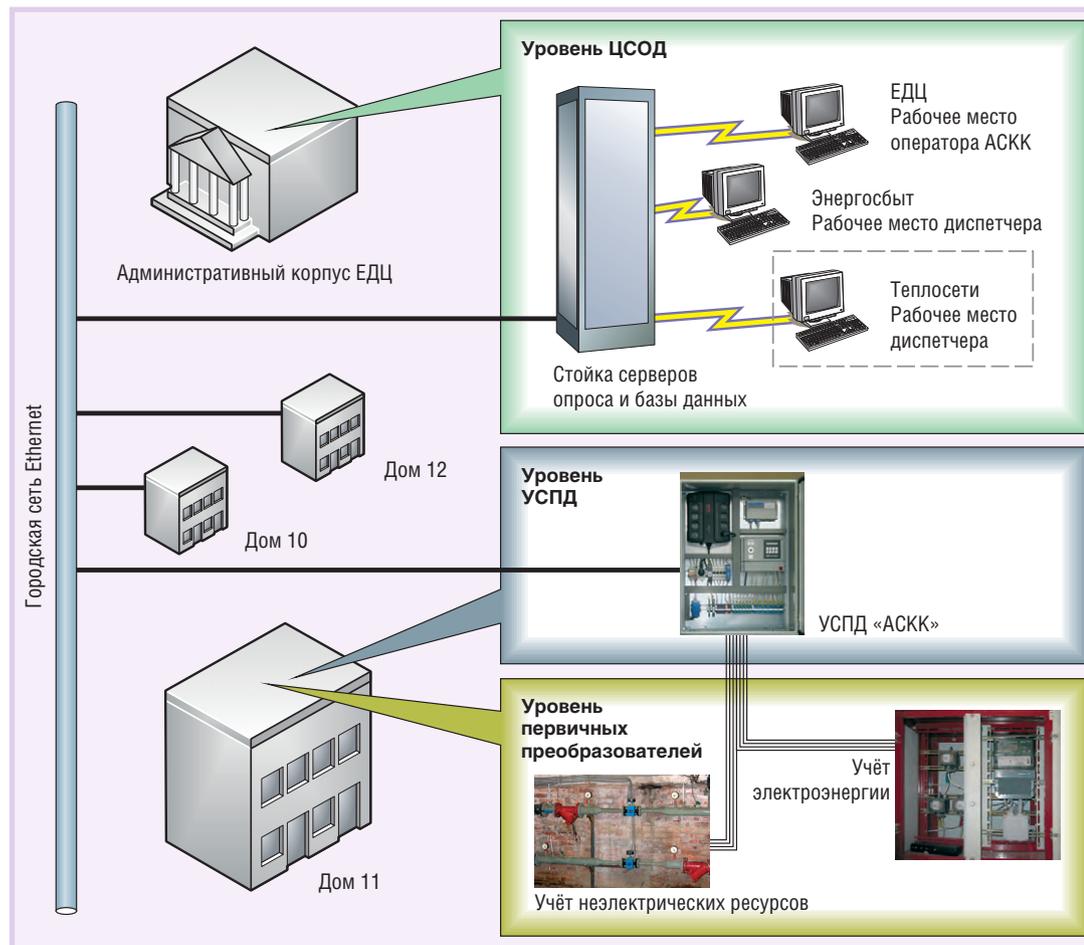


Рис. 2. Структурная схема АСКК

ция, соответствующая этому временному интервалу. Рабочие станции (АРМ) операторов подключаются к базе данных. Операторы имеют доступ к накопленным в базе данных значениям и могут в любое время просматривать тренды текущих значений напряжения и тока за последние несколько дней, сверять показания счётчиков, анализировать потребление энергии по основным интервалам, расход теплоносителя, его характеристики, потребление тепловой энергии, расход холодной и горячей воды, оперативно выявлять места и причины аварий. При этом автоматически генерируются отчёты о потреблении ресурсов по каждому объекту учёта.

### Аппаратная реализация

При выборе места установки оборудования системы необходимо было соблюсти целый ряд требований, например:

- место для установки измерительных узлов необходимо выбирать так, чтобы можно было обеспечить требуемые прямые участки трубопроводов до и после расходомеров, а также чтобы можно было удобно и безопасно подвести к датчикам кабели связи и провода питания;

- для электросчётчиков надо предусмотреть возможность реализации интерфейса связи с УСПД «АСКК»;
- устройства УСПД «АСКК» должны быть размещены в вандализо-защищённых помещениях, в которые удобно провести провода питания и кабели от счётчиков электроэнергии, первичных преобразователей и локальной городской сети.

Кроме того, в местах установки должны быть приемлемые для работы оборудования параметры окружающей среды.

Наши инженеры провели детальное обследование объектов, выбрали места установки приборов контроля и учёта. Во многих случаях это было сопряжено со строительством новых измерительных участков (прямолинейных участков трубопровода до и после установки расходомера, используемых с целью получения ламинарного потока измеряемой жидкости). На многих объектах помещения, где возможна установка первичных преобразователей, настолько малы, что измерительные участки приходилось размещать перпендикулярно к трубопроводу.

Для каждого объекта системы выпускается необходимая рабочая документация на каждую из подсистем учёта и на локальный пункт сбора информации.

Этой документацией руководствуются субподрядные организации при монтаже оборудования на объектах.

Структурная схема АСКК показана на рис. 2.

На сегодняшний день завершено создание единого диспетчерского центра (ЕДЦ) АСКК, подсистемы контроля и учёта электроэнергии и завершаются работы по монтажу подсистем тепло- и водоснабжения.

В каждом здании, на вводных трубопроводах холодной, горячей воды и отопления устанавливаются расходомеры и датчики температуры. Электросчётчики (рис. 3) устанавливаются на каждое присоединение, и один общий — на объект. Расходомеры, датчики температуры и электросчётчики подключаются к УСПД

«АСКК». УСПД «АСКК» собирает, предварительно обрабатывает и передаёт информацию о состоянии объекта по запросу с уровня ЦСОД. В качестве канала связи верхнего и среднего уровня используется локальная городская сеть местного провайдера связи.

В ЕДЦ установлены серверы опроса и сервер базы данных (рис. 4). Все серверы базируются на платформе Fastwel AdvantiX и работают под управлением операционной системы MS Windows. К серверу базы данных подключаются автоматизированные рабочие места (АРМ). Основное рабочее место оператора АСКК расположено в едином диспетчерском центре. На данный момент



Рис. 3. Счётчик потребления электрической энергии лифтами и системой освещения

Система менеджмента  
качества соответствует  
ISO 9001 : 2000



KEMA CERTIFICATE  
ISO 9001:2000



Комплексные системы учёта  
и управления энергоресурсами (КСУЭР),  
в том числе АИИС КУЭ ОРЭ

Системы телемеханики

Приборы и системы автоматики для  
электрических сетей и подстанций

Аппаратура ВЧ-связи

АСУ ТП для предприятий различных  
отраслей промышленности

Промышленные информационные  
и диспетчерские системы

Поставка оборудования и программного обеспечения  
для систем промышленной автоматизации

Силовые распределительные шкафы НКУ

Биометрические системы контроля  
и управления доступом



Инженерная компания  
ООО «ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ»  
620102, Екатеринбург  
ул.Волгоградская, 194а  
Тел.: (343) 376-28-20  
Факс: (343) 376-28-30  
E-mail: [info@prosoftsystems.ru](mailto:info@prosoftsystems.ru)  
<http://www.prosoftsystems.ru>

организовано ещё одно рабочее место в компании «Энергосбыт». Аналогичное рабочее место планируется создать и в компании «Теплосети».

Рабочее место оператора – это обычный персональный компьютер, работающий под управлением операционной системы Windows и имеющий связь с сервером базы данных по сети Ethernet. На этом компьютере запускается клиентская часть программного комплекса «Энергосфера».

### ИНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ЭНЕРГОСФЕРА»

Программный комплекс «Энергосфера» является программной частью ПТК «ЭККОМ». «Энергосфера» даёт широкий набор возможностей для представления данных системы учёта. Оператор системы получает данные в виде мнемосхем, трендов, таблиц, стандартных отчётных форм и пр.

Для удобства навигации объекты объединены в древовидную структуру. Для каждого объекта мнемосхема (рис. 5) позволяет отображать по выбору оператора общие (интегральные) и текущие показатели, как в режиме реального времени, так и архивные данные.

Система предоставляет возможность сведения баланса по потреблению электрической энергии на одном объекте. Для этого в системе используются:

- общий счётчик на объект;
- счётчик на лифты;
- счётчик на места общественного пользования;
- другие счётчики (например, на дымоудаление, освещение и т.п.).

Хотя в системе не предусмотрен поквартирный учёт энергии, очевидно, что разница между показаниями общего счётчика и суммой показаний остальных счётчиков – это потребление энергии арендаторами или жильцами.

Кроме того, современные счётчики электроэнергии предоставляют информацию о текущих значениях напряжения, тока и т.п. Эта информация записывается в архив и может быть проанализирована в дальнейшем, что особенно полезно для детального разбора причин аварий. «Прокрутив» назад на несколько дней, можно просмотреть тренды текущих значений напряжения, тока и т.п.

Большая глубина архива интегральных показателей позволяет анализировать максимумы и минимумы потребления тех или иных ресурсов в зависимо-

сти от времени года или времени суток, в праздничные или рабочие дни.

Система автоматически генерирует стандартные формы отчётов. Это исключает ошибки, связанные с человеческим фактором, при заполнении показаний счётчиков вручную.

Для анализа данных по каждой точке учёта могут быть построены графики потребления энергии за любой период в пределах глубины архива (в принципе глубина архива не ограничена, но для текущих данных она составляет 3 дня, а для остальных – 500 дней), может быть просмотрен журнал событий и многое другое.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Запуск первой очереди АСКК – подсистемы «Электроэнергия» – выявил несоответствия в схеме подключения потребителей электроэнергии. Так, например, в соответствии со схемой к присоединению № nnn подключён лифт, а по факту – система дымоудаления. Система АСКК автоматически считывает заводские номера установленных счётчиков, и это позволило навести порядок в отчётных документах. Теперь, наверное, впервые с момента электрификации, у эксплуатирующей и энергосбытовой организаций города появилась объективная информация об установленных приборах учёта и о том, что они учитывают.

В настоящее время завершается установка узлов учёта неэлектрических ресурсов. Очевидно, что эти работы должны проводиться между отопительными сезонами. Ввиду того что в городе ранее не были установлены узлы учёта неэлектрических ресурсов, трудно предсказать, сколь благотворное влияние окажет запуск систем контроля и учёта предоставления услуг водоснабжения и отопления. Но абсолютно точно можно утверждать, что система покажет перекосы в распределении тепловой энергии и водоснабжения между объектами, поможет локализовать места утечек и потерь.

Кроме системы АСКК, в городе развивается система видеонаблюдения и организован call-центр «Горячая линия». Все эти системы сосредоточены в ЕДЦ.



Рис. 4. Стойка серверов Fastwel AdvantiX, установленная в ЕДЦ (этап монтажа стойки)

На базе ЕДЦ администрация города фактически получает центр компетенции по части состояния городского коммунального хозяйства. Обладая объективной информацией, теперь можно оперативно принимать меры для наведения порядка и поддержания работоспособного состояния основных систем жизнеобеспечения города.

Описанная в статье система без особых изменений может быть развернута в любом современном небольшом городе или районе. Несколько подобных систем могут быть легко интегрированы в вышестоящую информационную систему большого города или района. ●

**Автор – сотрудник фирмы  
ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: karpov.v@prosoft.ru**

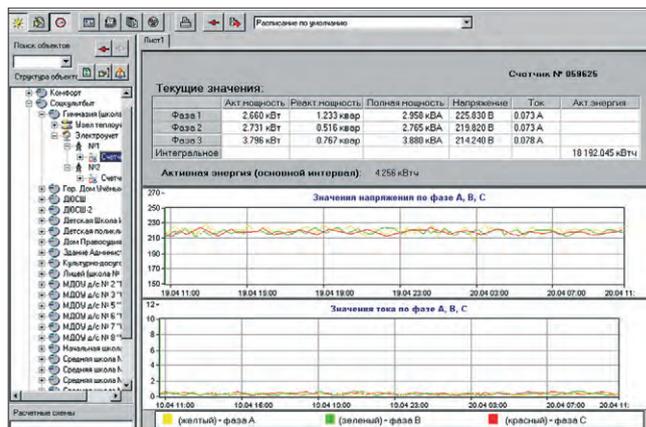
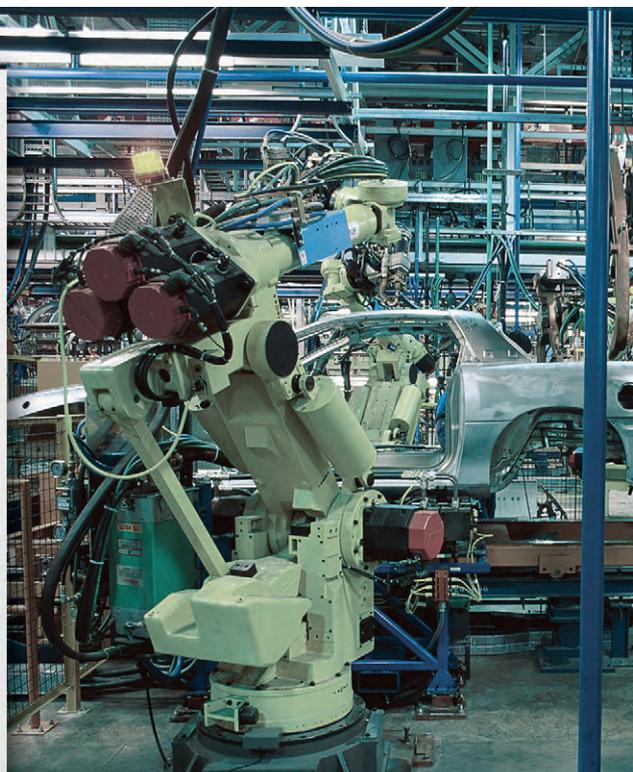


Рис. 5. Экранная форма (мнемосхема) для просмотра текущих значений потребления электрической энергии

# Прочность. Безопасность. Надёжность.

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

**VARISTAR**  
ONE SYSTEM FOR ALL SOLUTIONS.



## 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!**

Официальный дистрибьютор компании Schroff в России и странах СНГ — компания ПРОСОФТ

**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 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru

# Автоматизация стального гиганта

Дмитрий Швецов

В данной статье приведён пример эффективного внедрения современных технологий АСУ ТП на сталелитейном предприятии. Особое внимание уделено вопросам создания и развития конкурентоспособных интеллектуальных предприятий отрасли. Показана необходимость применения систем, подобных описываемым, по всей вертикальной цепочке — от переработки руды до транспортировки конечной продукции покупателям.

## О ПРЕДПРИЯТИИ

Сталелитейный комбинат «Витковице Стил» был образован в 2001 году на базе металлургических заводов Витковице в Остраве, существующих с 1828 года. Это один из ведущих восточноевропейских производителей прокатной стали. Годовой оборот — около 330 млн. долларов. Акционерное общество «Витковице Стил» было создано 7 марта 2000 года. Компания включает в себя неполный производственный металлургический комплекс по производству стали и стального проката (толстый лист, стальной профиль и т.д.).

По данным за 2005 год комбинат произвёл около 853 тысяч тонн продукции. Он является одним из ведущих производителей толстолистного проката в Европе и лидирующим производителем в

Чешской Республике. «Витковице Стил» также выпускает шпунты, значительная доля которых идёт на экспорт. Компания является единственным производителем шпунта Ларсена на внутреннем рынке, а её доля по этому виду продукции на Европейском рынке составляет 90%. Шпунты Ларсена, произведённые на заводе компании, находят широкое применение, в частности, их использовали при реконструкции известного памятника культуры — Карлова моста в Праге.

Доля внутренних продаж в 2005 году составила 33%. Доля толстолистного проката в общей объёме продаж на внутреннем рынке — 40%. Основными потребителями продукции «Витковице Стил» являются крупные компании и конечные потребители из различных отраслей промышленности: машино-

строительной, кораблестроительной, трубной и т.д. Комбинат «Витковице Стил» — единственный в регионе производитель судовой стали, а поблизости как раз планируется строительство крупных речных верфей.

Состоявшийся в 2005 году тендер по продаже 99% госпакета акций «Витковице Стил» привлёк не только местные, но и иностранные компании, среди которых был и «ЕвразХолдинг» — крупнейший в России и двенадцатый в мире производитель стали с оборотом в 6 млрд. долларов и объёмом производства 13,7 млн. тонн стали в год. Уже владея к тому времени тремя крупнейшими металлургическими комбинатами России, холдинг стал экспортировать 60% продукции на рынок ЕС и столкнулся с таможенными барьерами, поэтому ему остро требовалась европейская компания, с помощью которой можно поставлять сталь на Запад. В результате этот холдинг и стал победителем тендера. Данная сделка явилась самой крупной инвестицией российской фирмы в экономику Чехии.

Вскоре после этого была проведена широкомасштабная модернизация оборудования и систем управления нижнего и верхнего уровней предприятия. «Витковице Стил» стал лидером по выпуску проката стали в Европе. В настоящее время комбинат имеет собственные мощности для производства стали конвертерным, мартеновским, электросталеплавильным способами, разлива стали, производства стали в вакуумных печах. Основная продукция предприятия — это листовая сталь, раскрой стальных листов и заготовок для штамповки. Ши-



Сталелитейный комбинат  
«Витковице Стил»

рокий сортамент стальных листов изготавливается на 3,5-метровом четырёхвалковом прокатном стане. Для раскроя листовых материалов применяются новейшие технологии и материалы. Обработка стали, газовая резка и сварка, раскрой металла производятся только на современном оборудовании (например, резку и сварку металла выполняют станки с ЧПУ последнего поколения).

### Особенности прокатного стана

Основной 3,5-метровый четырёхвалковый прокатный стан (рис. 1) был построен в 1971 году. Серьёзная модернизация была проведена в 1999 году. Благодаря модернизации стана были созданы условия для усовершенствования геометрии и повышения качества поверхности проката, тем самым был расширен ассортимент выпускаемой продукции. Стан позволяет изготавливать листовые материалы с широким диапазоном размеров по толщине от 5 до 70 мм и большими размерами по ширине от 1000 до 3300 мм. Продукция, выпускаемая предприятием, предназначена для изготовления стальных конструкций мостовых сооружений и судов, деталей транспортных средств, износостойких изделий, специальной продукции военного назначения, а также для штамповки посуды при нормальной и высокой температуре. Помимо этого выпускаются листовые материалы с повышенной коррозионной стойкостью, специального назначения с армированием и разнообразным профилем накатки, листы для сварных труб. Особое место среди продукции предприятия занимают фасонные детали и изделия со сложным профилем.

### Базовые средства комплексной автоматизации

Предприятия по производству стали характеризуются непрерывными технологическими процессами, протекающими на различных крупных промышленных установках с получением множества видов конечных изделий. Управление непрерывным производством, мониторинг состояния его объектов и технологических цепочек, планирование и соблюдение графика производства и поставки готовой продукции оказывается весьма сложной задачей. Поэтому руководством предприятия было принято решение о комплексной автоматизации основного производства



Рис. 1. Сердце прокатного стана — 3,5-метровый пресс для проката листов толщиной от 5 до 70 мм и шириной до 3,3 м

комбината. Программное обеспечение автоматизации управления металлургическим предприятием должно легко адаптироваться к существующим программным комплексам, учитывать особенности бизнес-процессов и производства, обеспечить менеджмент достоверными и оперативными данными. Для реализации этой задачи было выбрано программное обеспечение компании ICONICS (США).

По опыту российских и зарубежных системных интеграторов внедрение и ввод в эксплуатацию SCADA-системы и комплекса бизнес-приложений компании ICONICS на предприятиях металлургической отрасли происходят довольно быстро. И это несмотря на то, что само по себе внедрение подобных систем на крупном предприятии с непрерывным циклом производства — процесс достаточно трудоёмкий и мно-

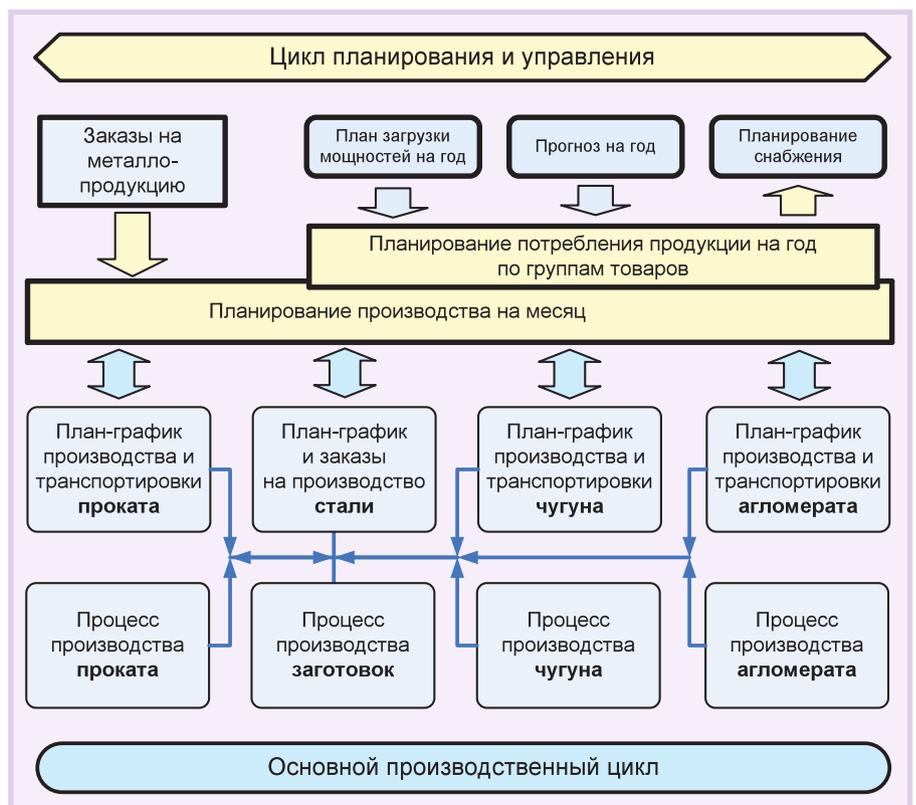


Рис. 2. Структура планирования и управления основным производственным циклом

гоступенчатый. Не стал исключением и описываемый проект: благодаря гибкой архитектуре программного комплекса GENESIS32 и BizViz удалось быстро и эффективно автоматизировать средства организационно-экономического управления предприятием и основные процессы непрерывного производства. Поскольку суммарное количество пользователей системы составляет около 150, все функции управления распределены по группам, которые отвечают за основное производство, производство материалов для основного производства, вспомогательное производство, обслуживающее производство и сервисные службы.

Структура планирования и управления основным производственным циклом показана на рис. 2.

Система управления охватывает агломератное производство, производство чугуна, производство стали, производство проката. Каждой группе пользователей предоставляется требуемая информация. Например, при производстве проката группа планирования производства имеет доступ к информации об исходных материалах, готовой продукции (сортопрокатных изделиях различного профиля), отходах, объёмах заказов, методах контроля качества продукции и сроках выполнения.

### ДЕТАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Систему управления металлургическим комбинатом можно условно разделить на три уровня:

- верхний уровень, включающий в себя систему планирования, прогнозирования и управления производством;
- нижний уровень, объединяющий основные технологические процессы в SCADA-систему;
- уровень вспомогательного производства, в который входят все службы, занятые подготовкой и обслуживанием основного производства.

Рассмотрим нижний уровень, который представлен автоматизированной системой прокатного стана, выполненной на базе контроллеров Siemens S7-400 с OPC-серверами Kerware. Контроллеры установлены на каждом участке обработки продукции. Применение оборудования Siemens на нижнем уровне АСУ ТП обусловлено двумя причинами, и обе они связаны с тем, что последняя модернизация аппаратуры системы проводилась в 1984 году на базе ПЛК Siemens ранних выпусков. Первой причиной является преемственность поколений аппаратуры практически всех узлов технологического процесса, в результате чего переход на бо-



Внешний вид контроллера Siemens S7-400

лее совершенные контроллеры того же производителя прошёл в наивысшей степени гладко. Вторая причина кроется в необходимости некоего привыкания персонала к особенностям новой системы управления и минимизации соответствующих затрат; эта причина тоже оказалась оправданной, и существенных затрат на проведение дополнительного обучения персонала, уже много лет работающего с техникой Siemens, не потребовалось. Все технические усовершенствования, накопившиеся за годы эксплуатации прокатного стана, были реализованы в новой системе управления. Навыки управления процессом производства, приобретённые персоналом за долгие годы, пригодились и после модернизации всей системы. Этому способствовало то, что все мнемосхемы технологических процессов и функциональные органы управления сохранили прежний дизайн. С другой стороны, в систему управления были внесены дополнительные функции, которые позволили полностью автоматизировать работу участков прокатного стана, сделать работу персонала максимально эффективной и комфортной, повысить качество выпускаемой продукции.

Структурная схема АСУ ТП прокатного стана металлургического комбината «Витковице Стил» приведена на рис. 3.

Верхний уровень АСУ ТП прокатного стана полностью выполнен на базе программного обеспечения ICONICS.

Далее перечислены основные характеристики АСУ ТП «Витковице стил».

- Ввод-вывод более 8000 тегов в реальном масштабе времени.
- 50 рабочих мест GraphWorX32:
  - визуализация данных в реальном времени;
  - интеграция с системой планирования предприятия на базе Oracle.
- Центральная база данных Oracle:
  - использование сервера Alpha с кластерной топологией;

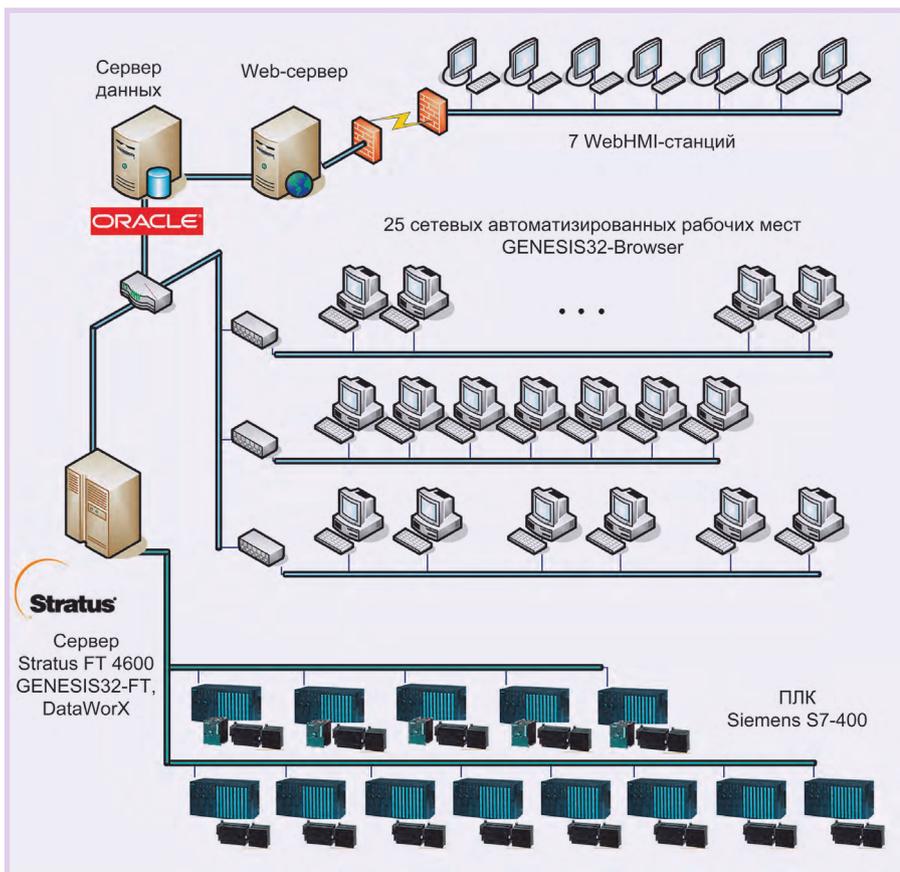


Рис. 3. Структурная схема АСУ ТП прокатного стана

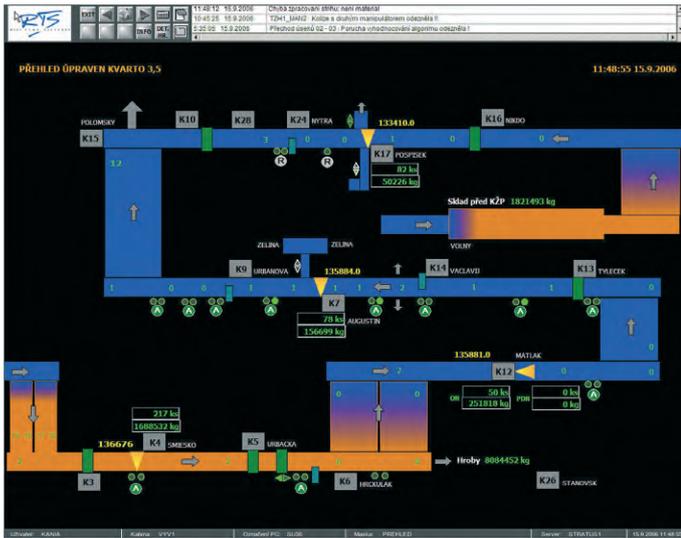


Рис. 4. Экранная форма системы управления прокатным станом (схема проката листовых материалов)

- TrendWorX32-архивация данных в Oracle;
- интенсивное применение баз данных OPC-серверов ICONICS.
- Интерфейс, адаптированный к привычной системе управления.
- Отказоустойчивые ПК Stratus FT 4600.
- Операционная система Microsoft Windows Server 2003.
- Система безопасности, интегрированная с доменом NT.
- Более 150 пользователей.

В качестве серверов данных применены высоконадёжные отказоустойчивые ПК Stratus FT 4600. Серверы серии FT обеспечивают постоянную готовность в системах базовой инфраструктуры. Созданные на базе процессоров Intel и поддерживающие операционную систему Microsoft Windows 2003 серверы серии FT имеют максимальную отказоустойчивость. Это достигается применением двойной избыточности модулей,

ли в одном из них происходит сбой, второй продолжает работу в прежнем режиме, при этом не происходит ни остановки, ни потери данных. Программное обеспечение серверной платформы представлено двумя или более системами, которые работают совместно, дублируя и дополняя друг друга; в результате пользователи, обращаясь к серверу, воспринимают их как единую систему. Целью создания таких систем является повышение отказоустойчивости, управляемости, масштабируемости, производительности или обеспечение комбинации этих качеств. Важное дополнительное достоинство подобных решений проявляется в поддержке службы балансировки нагрузки сети (NLB), которая распределяет входящий трафик протокола IP между узлами сети.

Ещё одним элементом надёжного и эффективного функционирования системы является применение технологии

возможностью «горячей» замены блоков питания, вентиляторов, процессоров и прочих узлов компьютеров. Технология отказоустойчивой системы основывается на том, что взаимодействующие компоненты выполняют параллельно одни и те же инструкции. Каждый из компонентов является активной заменой другого.

Таким образом, если

а также через Интернет. Кроме того, она обеспечивает безопасность Web-сервера и предоставляет возможность использования экранных форм, мнемосхем и других интегрированных решений.

Примечательно, что компания ICONICS поставляет стандартное программное обеспечение GENESIS32-FT и BizViz-FT для подобных серверных платформ. Использование программного обеспечения Microsoft и ICONICS позволило максимально быстро развернуть АСУ ТП предприятия, поддерживающую индексацию и поиск информации в разнородных ресурсах (файловые хранилища, OPC-данные, тревоги и события, исторические данные, Интернет- и интранет-ресурсы).

К основным функциональным особенностям проекта можно отнести:

- интеграцию информационных ресурсов и корпоративных приложений как единой бизнес-среды;
- наличие поискового механизма (поиск информации по ключевым словам, содержащимся как внутри самого документа, так и в его атрибутах);
- управление данными (отслеживание версий, подтверждение возможности редактирования и публикации, подписка на обновлённые ресурсы, создание профилей документов);
- обеспечение безопасности и разграничение прав доступа к OPC-данным, отчётам и прочим документам;
- обеспечение совместной работы как отдельных узлов, так и всего предприятия в целом (пользователи получают доступ ко всем этим возможностям через привычный интерфейс обозревателя Internet Explorer, а также из офисных приложений Microsoft Office).

Применение новой технологии DataWorX32 V9 туннелинга OPC с удалёнными OPC-серверами и локальными клиентами обеспечило высокоэффективную и устойчивую связь. Надёжная передача данных реализована на базе технологии GenBroker™, которая заменяет протокол DCOM (Microsoft). Туннелинг OPC в DataWorX32 V9 полностью поддерживает открытые промышленные стандарты и протоколы типа:

- OPC доступа к данным (DA 3.0);
- OPC тревог и событий;
- OPC доступа к историческим данным;
- OPC единой архитектуры (UA);
- протоколы связи TCP/IP и XML.

На основе новых технологий можно группировать OPC-теги и осуществлять



Рис. 5. Мнемосхема работы прокатного стана

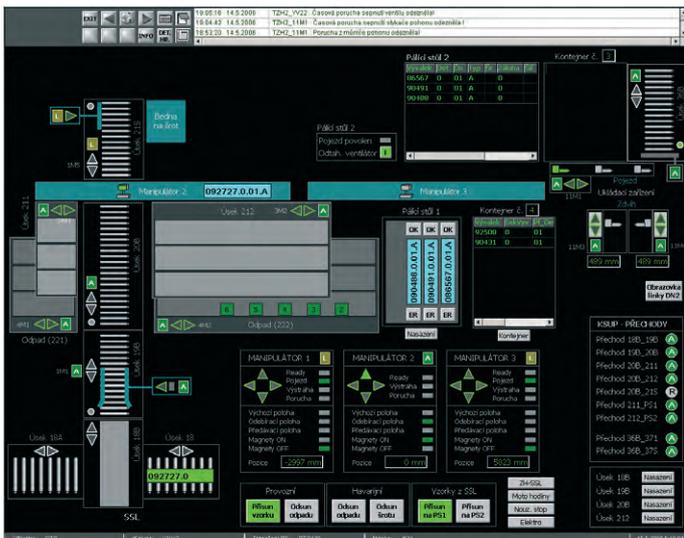


Рис. 6. Мнемосхема работы участка раскроя и складирования прокатного стана

построение мостов данных. При этом реализован механизм «горячего» резервирования и синхронизации данных открытых промышленных стандартов.

Интегрированная платформа для совместной работы и обмена информацией позволила повысить производительность работы сотрудников и сократить затраты на информационные технологии.

Компоновка системы диспетчеризации производства комбината отчасти обусловлена технологической схемой отдельных участков прокатного стана. На экранной форме рис. 4 приведена схема проката листовых материалов. Она по-прежнему разбита на пятнадцать подсистем контроля объектов технологического процесса. Данные от всех подсистем объединяются на верхнем уровне, в системе помимо резервирования информационных потоков предусмотрено «горячее» резервирование оборудования нижнего и верхнего уровней автоматизированной системы. Подобная технология обеспечивает высокую надёжность и производительность информационной системы большой распределённой сети металлургического предприятия.

Особенностью предложенной структуры построения системы является со-

Таблица 1

Показатели годового выпуска продукции на предприятии «Витковице стил», достигнутые благодаря внедрённой АСУ ТП

Производство стали	До 950 тысяч тонн
Прокат толстого листа	До 755 тысяч тонн
Сортовой прокат	До 140 тысяч тонн
Резка и штамповка	До 30 тысяч тонн

хранение её работоспособности при полном отказе или плановой остановке работы верхнего уровня системы. В этом случае оперативная информация о состоянии системы отображается на автоматизированных рабочих местах прокатного стана, а оперативное управление осуществляется при помощи панелей оператора. Экранная форма панели оператора прокатного стана приведена на рис. 5.

### ПРИМЕРЫ ЭКРАННЫХ ФОРМ

В качестве примера создаваемых систем экранных форм рассмотрим мнемосхемы работы прокатного стана и участка раскроя и складирования, представленные на рис. 5 и 6 соответственно.

В правом углу мнемосхемы на рис. 5 голубыми цифрами обозначен план раскроя поступающего листа. Зелёным прямоугольником отображается текущий лист после проката, поступающий на обрезку. Под ним приведена рецептура раскроя текущего листа. В центре отрезная машина обозначена зелёным треугольником с индикацией текущего состояния оборудования (например, при резке листа треугольник меняет цвет на красный). Также на экране отображается процесс складирования обработанной продукции и характеристики переработанных и складированных материалов (таблица в левом верхнем углу).

В верхней части мнемосхемы на рис. 6 в окне приведена оперативная информация для оператора о времени простоя, тревогах, предупреждениях и т.п. Цветовая гамма экранных форм подобрана, исходя из следующих соображений: относительно тёмный фоновый режим удобен для восприятия оператором нормальной текущей ситуации процесса производства, а яркие контрастные цвета привлекают внимание при идентификации нештатных режимов. Предусмотрен режим тестирования узлов и агрегатов. В нижней части экранной формы показаны органы

управления и высвечиваются характеристики тестируемых узлов. Например, кнопка SSL позволяет проверить работу отрезной машины для деталей, вес которых не превышает 500 кг. В отдельных окнах доступны функции управления манипуляторами с магнитными захватами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализованный проект АСУ ТП продемонстрировал, что возможны и единый дружественный интерфейс для систем нижнего и верхнего уровней, и связь с ИТ-системами и различными базами данных. Это было действительно легко сделать с помощью программного обеспечения компании ICONICS.

Благодаря внедрённой АСУ ТП не только увеличился годовой выпуск продукции на предприятии «Витковице Стил» (табл. 1), но и удалось повысить конкурентное преимущество предприятия в целом.

В настоящий момент существует необходимость увеличения производственных мощностей по выпуску горячекатаного рулонного проката, модернизации системы подготовки воды и других вспомогательных систем. В связи с этим, используя преимущества программных технологий ICONICS, планируется дальнейшая автоматизация вспомогательного производства стана горячей прокатки. Интеграция системы управления предприятием и SCADA-системы стана горячей прокатки позволила увеличить производительность предприятия. Появилась дополнительная возможность организации высокоэффективного производства рулонного и листового проката для котло-, судо- и мостостроения. Кроме того, применение универсальных технологий управления на базе GENESIS32 и BizViz позволило эффективно реализовать расширение размерного и марочного сортамента стана, обеспечить производство высококачественного рулонного проката для производства холоднокатаного листа и листа с покрытиями, а также объединить в единую систему управления контрольно-измерительное оборудование различных производителей и реализовать современные технологии управления предприятием. ●

Автор — сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru

# GENESIS 32™

## Связь, анализ и визуализация

### Лучшее в своем классе модульное приложение с поддержкой Web-технологий для построения HMI/SCADA-систем

- ▶ **Модульный комплекс средств управления данными**  
Семейство модульных продуктов для визуализации, человеко-машинного интерфейса, диспетчерского управления и сбора данных
- ▶ **Единое средство разработки для решения многих задач**  
Единое средство разработки для рабочих станций, серверов, карманных ПК, мобильных устройств, терминальных и Web-серверов. Работа на любой платформе Microsoft
- ▶ **Технология OPC-To-The-Core™**  
GENESIS32 — идеальное решение для работы с OPC: обмен данными, организация соединений, резервирование, туннелинг
- ▶ **Визуализация на базе Web-технологий**
- ▶ **OPC, SNMP и сопряжение с базами данных**  
Поддержка стандартов OPC DA, OPC XML, OPC AE, OPC HDA, OPC Unified Architecture и SNMP
- ▶ **Комплексное управление приложениями**  
Централизованное управление основными процессами в GENESIS32
- ▶ **Возможность переключения языковых настроек и глобальные псевдонимы**
- ▶ **Всесторонняя диагностика и анализ**  
Анализ, управление и отображение производительности всех приложений. Возможность управления всеми лицензиями и версиями и контроль приложений, работающих на предприятии
- ▶ **Мощная технология сбора данных**  
Открытая технология сбора данных для Open Microsoft SQL Server 2005, SAP, Plant Historians, ICONICS BizViz и любых совместимых с ODBC источников данных



#252

**PROSOFT**®

Эксклюзивный дистрибьютор компании Iconics в России, странах СНГ и Балтии — компания ПРОСОФТ

**Москва** Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-Петербург** Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • 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 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**Новосибирск** Телефон: (383) 202-09-60, 335-7001, 335-7002 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**Киев** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru

# Система управления прессом, построенная на базе ADAM-5510

Виталий Щербаков, Алексей Барабоскин, Анатолий Диулин

На примере системы управления прессом, используемым в производстве огнеупорных кирпичей для нужд металлургии, описывается надёжное и эффективное решение для малобюджетных проектов автоматизации.

## Задача

На предприятии ООО «ФЕРРО» (г. Волжский Волгоградской области), выпускающем огнеупорные кирпичи для доменных печей, использовалась релейная система управления гидравлическим прессом ДБ0638, изготовленным заводом «ПРЕССМАШ» (г. Одесса) в 1993 году.

Производство пыльное и грязное, а использованы реле в негерметичном исполнении. Поэтому часто приходи-

лось устранять неисправности в системе управления прессом путём очистки контактов реле. В конечном счёте руководство предприятия решило заменить релейную систему на электронную.

## Особенности прессы

Для повышения производительности пресс имеет две тележки с пресс-формами. Пока один оператор производит прессование, второй оператор загружа-

ет пресс-форму порошком. Затем первый загружает пресс-форму, а второй прессует. Это позволяет исключить простой прессы и повысить его производительность.

Для обеспечения такого порядка работы в составе прессы используются два пульта управления с 16 кнопками. Помимо этого пресс имеет 18 индикаторов состояния, 22 датчика механического состояния исполнительных механизмов

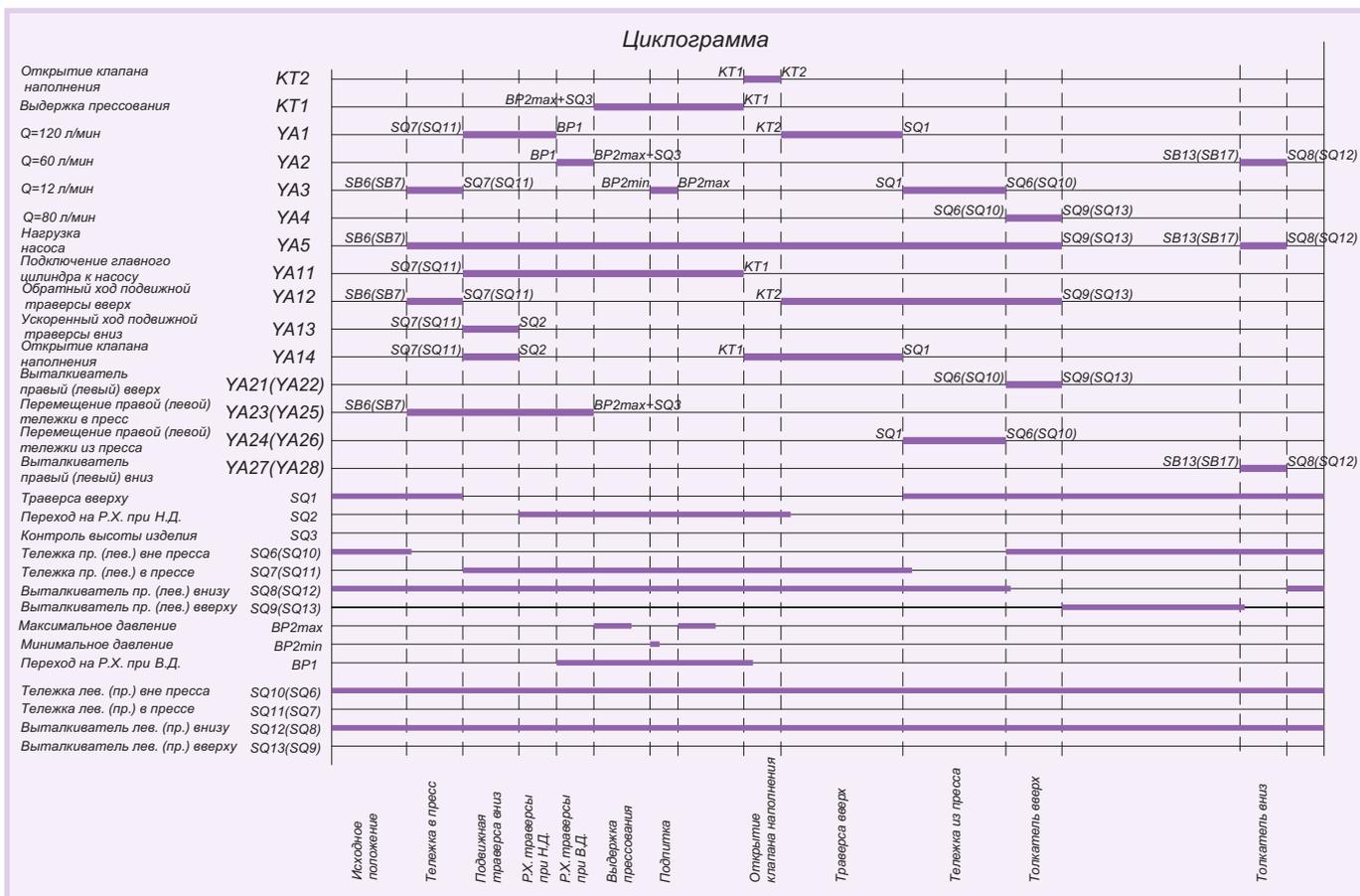


Рис. 1. Циклограмма, отображающая взаимодействие механических и гидравлических элементов прессы в процессе выполнения технологических операций

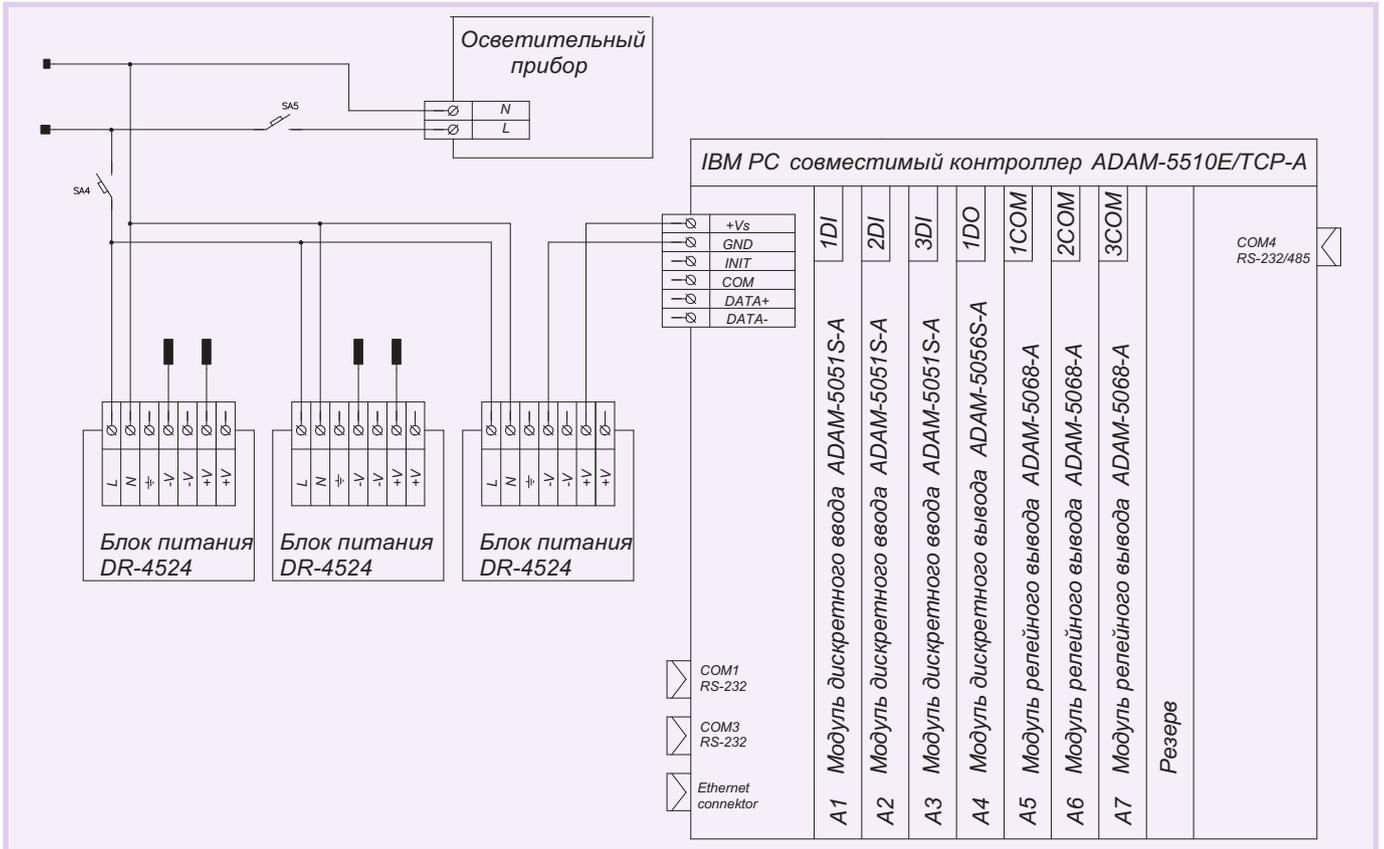


Рис. 2. Схема подключения контроллера ADAM-5510E/TCP-A

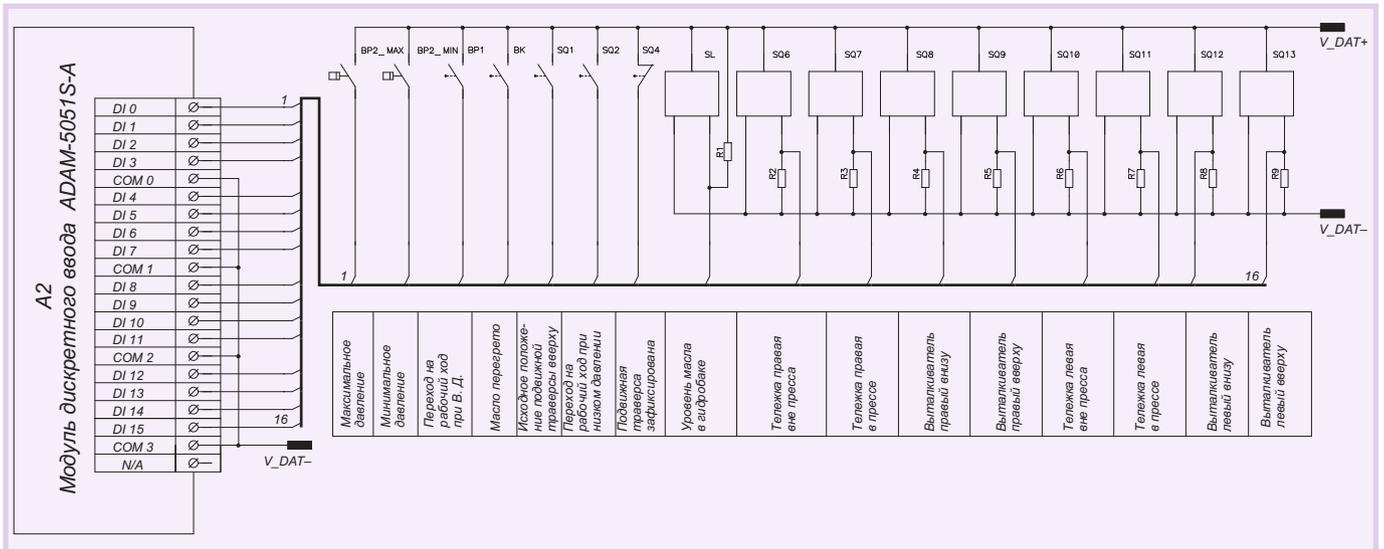


Рис. 3. Схема внешней коммутации одного из модулей дискретного ввода контроллера

и 17 электромагнитных клапанов гидросистемы.

Пресс работает в двух режимах: «Наладка» и «Полуавтомат».

Необходимое взаимодействие механических и гидравлических элементов прессы в процессе выполнения технологических операций отображено на циклограмме (рис. 1).

### ВЫБОР БАЗОВОГО КОНТРОЛЛЕРА

Анализ технологических процессов и анализ работы предшествующей систе-

мы управления прессом показали, что соответствующие технологические параметры относительно медленно изменяются во времени (сотые доли секунды) вполне достаточно контроллера с тактовой частотой от 10 МГц. Следует также заметить, что основное требование заказчика состояло в минимизации расходов на разработку при сохранении существующих функций системы управления прессом. Исходя из всех перечисленных соображений, был выбран относительно недорогой IBM PC совме-

тимый контроллер ADAM-5510E/TCP фирмы Advantech.

Этот контроллер выполнен в виде пластиковой «корзины», в которую можно установить до 8 модулей расширения. Фирма Advantech производит около двух десятков типов модулей расширения.

Процессорный модуль контроллера построен на базе процессора Intel 80188, работает под управлением ROM-DOS. Максимальная частота процессора – 80 МГц.

Пользователю предоставлено 960 кбайт флэш-памяти для хранения исполняе-

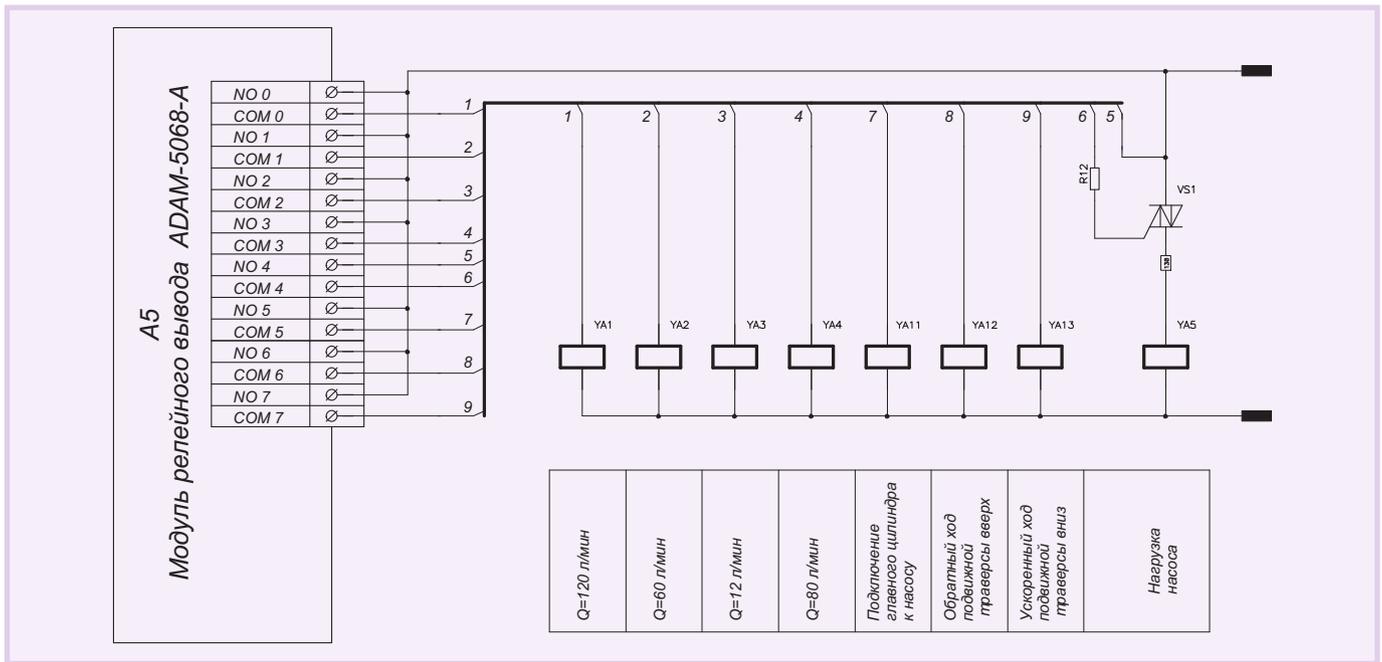


Рис. 4. Схема внешней коммутации одного из модулей релейного вывода контроллера

мых файлов, файлов конфигурации и данных. В качестве ОЗУ доступно 640 кбайт статической памяти, из которых 384 кбайт имеет резервное питание от встроенной литиевой батареи, что позволяет хранить информацию при отключении питания контроллера. Контроллер поддерживает четыре последовательных интерфейса типа RS-232/485, причём один RS-485 гальванически изолирован от цепи питания контроллера. Имеется один разъём Ethernet 10/100 Мбит/с и несколько светодиодных индикаторов, доступных для управления со стороны пользовательской программы. Есть встроенный таймер реального времени и сторожевой таймер. Напряжение питания контроллера составляет 10...30 В, потребление без модулей расширения — 2,5 Вт.

### РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Для построения системы управления прессом в составе контроллера ADAM-5510E/TCP задействованы следующие типы модулей расширения:

- ADAM-5051S-A — модуль дискретного ввода на 16 каналов с гальванической изоляцией;
- ADAM-5056S-A — модуль дискретного вывода на 16 каналов с гальванической изоляцией;
- ADAM-5068-A — модуль релейного вывода на 8 каналов с нормально разомкнутыми контактами.

Через три модуля ADAM-5051S-A контроллер вводит сигналы состояния

16 кнопок пультов управления и сигналы от 22 датчиков пресса, а через один модуль ADAM-5056S-A он выводит сигналы индикации состояния пресса.

Посредством трёх модулей релейной коммутации ADAM-5068-A контроллер управляет электромагнитами гидросистемы пресса. В сумме эти модули имеют 24 канала, из которых задействовано 17. Почти все электромагниты потребляют ток до 0,3 А, что не выходит за пределы значений, характеризующих коммутационную способность контактов модуля ADAM-5068-A. Однако два электро-

магнита имеют потребление более 0,5 А (соразмерное или превышающее предельное значение тока для контактов модуля), и их питание выполнено через симисторную схему, размещённую в пластмассовом корпусе рядом с контроллером. За год эксплуатации в трёх из 17 релейных каналов произошли отказы; это показало, что желательно все индуктивные клапаны подключать через симисторную схему.

Для обеспечения электропитания контроллера использованы сравнительно недорогие блоки питания DR-4524,

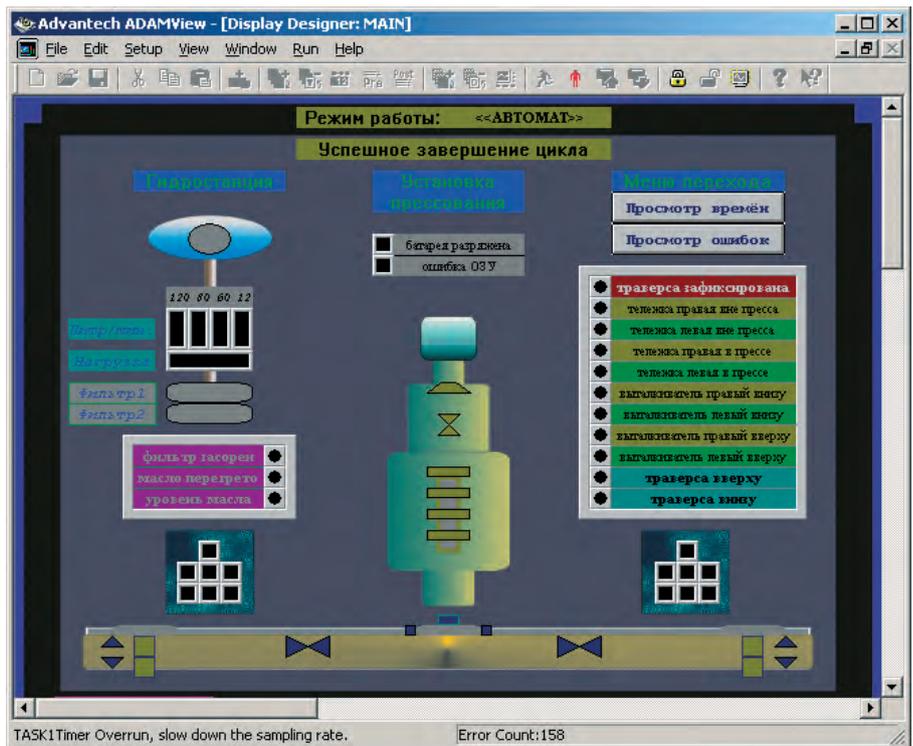


Рис. 5. Пример графического окна, создаваемого ADAMView



Рис. 6. Шкаф системы управления

формирующие выходное стабилизированное напряжение 24 В (2 А).

Принципы построения системы управления прессом понятны из электрических схем, приведённых на рис. 2-4. Здесь представлены схема подключения контроллера и в качестве примера схема внешней коммутации одного из модулей дискретного ввода контроллера и одного из его модулей релейного вывода.

С помощью программного обеспечения ADAMView (Advantech) построена простая SCADA-система, которая позволяет на удалённом компьютере производить визуализацию работы пресса. После запуска ADAMView на удалённом компьютере эта программа с периодом около одной секунды получает данные от контроллера. Результаты работы программы пользователь видит на экране компьютера в виде графических окон, в которых отображается информация о состоянии и параметрах функционирования установки через изменения цвета и положения элементов изображения установки, через высвечиваемые надписи или цифровые значения. Одно из таких графических окон показано на рис. 5. В нашем случае контроллер запрограммирован на одновременное обслуживание до четырёх удалённых компьютеров.

Конструктивно система управления прессом размещена в монтажном шкафу CONCEPTLINE (степень защиты IP66, габариты 800×600×220 мм) фирмы Schroff, дополнительную надёжность конструкции придаёт использование герметичных кабельных вводов фирмы RST. Внешние соединения выполнены с помощью клемм WAGO с зажимом CAGE CLAMP®. Всё оборудование ус-

тановлено на DIN-рельсы. Общий вид шкафа и его содержимого показан на рис. 6.

Для внутреннего освещения в шкафу установлена люминесцентная лампа с питанием от 220 В (50 Гц). Для подключения компьютера и осциллографа установлены две розетки такого же номинала. Питание контроллера и индикаторных ламп на прессе производится от источников

24 В (2 А). Для включения индуктивных клапанов гидравлической станции используется напряжение 110 В (50 Гц). Каждая из перечисленных цепей имеет отдельный автомат защиты с ручным управлением.

### Результаты и выводы

Прошло более года с момента запуска представленной в статье системы

управления прессом. За это время не зафиксировано каких-либо программных «зависаний» или искажений данных в энергонезависимой памяти контроллера, несмотря на довольно сложную электромагнитную обстановку при почти круглосуточной работе в цехе без отопления.

Хотелось бы особо отметить, что существенно упростился поиск причины возникшей на установке пресса неисправности. Дело в том, что программа контроллера выводит подробную информацию обо всех изменениях в состоянии датчиков и исполнительных механизмов, и, запустив на компьютере терминальную программу, можно по этой информации быстро локализовать неисправность.

Таким образом, контроллер ADAM-5510E/TCP можно рекомендовать как хороший выбор для малобюджетных проектов по созданию систем сетевого контроля или управления технологическим процессом. ●

Авторы — сотрудники

ООО НПЦ «АИР»

Телефон: (8443) 39-3812

E-mail: ahtuba@npcair.ru

## УДОБНЫЙ И НАДЁЖНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



### ПРОМЫШЛЕННЫЕ КЛАВИАТУРЫ И УКАЗАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

- Степень защиты до IP67
- Защищённый корпус или передняя панель
- До 10 миллионов нажатий
- Модели с подсветкой и/или интегрированными манипуляторами
- Диапазоны рабочих температур 0...+ 55 и -40...+ 90°C
- Модели для монтажа в панель, 19" стойки или настольного исполнения

InduKey

Официальный дистрибьютор компании Indukey в России, странах СНГ и Балтии — компания ПРОСОФТ

(495) 234-0636 • www.prosoft.ru

# Измерительный зонд для автоматического определения параметров плавки в конвертере

Павел Максимов

В условиях интенсификации производства конвертерной стали использование зонда с автоматической перезарядкой сменных блоков и, следовательно, с возможностью многократных замеров параметров стали позволяет обеспечить работу конвертера без повалки. Такие измерительные зонды, установленные на конвертерах в ОАО «Северсталь», прошли успешные испытания. Цикл плавки был сокращён на 4 минуты.

Управление механизации и автоматизации ЗАО «Фирма „СТОИК”» занимается созданием и сопровождением систем автоматизации на ОАО «Северсталь». В разном юридическом статусе, но на одном и том же металлургическом предприятии управление решает данные задачи фактически с 1964 года. За это время внедрено множество разработок, начиная от локальных систем до систем автоматизации, охватывающих целые агрегаты, участки и полностью цеха. Системы, созданные специалистами управления, представлены во всех металлургических переделах.

Одна из таких систем, внедрённая в конвертерном производстве ОАО «Северсталь», – система контроля температуры, содержания углерода, окисленности, уровня ванны и отбора проб металла без повалки конвертера с помощью измерительного зонда (АСУ ТП «Измерительный зонд»). Применение такой системы позволяет уменьшить количество промежуточных повалок конвертера и создаёт условия для оптимизации параметров процесса продувки плавки.

Описываемая система сопряжена с развёрнутой на предприятии АСУ ТП конвертерной плавки (АСУ ТП «Плавка») фирмы VAI, которая контролирует:

- процесс взвешивания металлического лома на платформенных весах, жидкого чугуна при переливе, сыпучих материалов в промежуточных бункерах и ферросплавов;
- температуру чугуна в ковшах после перелива;

- расход и состав кислорода на продувку;
- положение и прогар продувочных фурм;
- расход, давление и химический состав конвертерных газов;
- параметры развития процесса шлакообразования;
- положение конвертеров;
- температуру и содержание углерода в металле и др.

Помимо этого АСУ ТП «Плавка» управляет дозированием материалов в конвертер и ферросплавов в сталеразливочный ковш, регулировкой расхода кислорода на продувку, положением продувочной фурмы, перемещением измерительного зонда, регулированием давления конвертерного газа.

## Зонды для измерения параметров плавки: решаемые задачи и требования

Современные технологии выплавки стали в конвертерах предусматривают использование измерительных зондов при решении следующих задач:

- снижение времени цикла плавки;
- увеличение стойкости футеровки конвертера;
- снижение числа додувок плавков;
- снижение расхода добавочных материалов;
- увеличение производства стали;
- увеличение стойкости продувочных фурм.

Для решения таких задач необходимо иметь измерительные зонды, удовле-

творяющие следующим основным требованиям:

- высокая надёжность работы;
- минимальная продолжительность измерительного цикла (времени от старта до следующего старта);
- необходимая достоверность результатов замеров параметров плавки (температуры, окисленности, содержания углерода, уровня ванны);
- хорошее качество пробы;
- высокая ремонтная пригодность в условиях действующего конвертера;
- обеспечение возможности выполнения многократных замеров на одной плавке без повалки конвертера с автоматической перезарядкой сменных блоков.

## Описание внедрённого измерительного зонда

На конвертерах № 1-3 ОАО «Северсталь» введены в эксплуатацию измерительные зонды, осуществляющие многократные замеры температуры, окисленности, содержания углерода, уровня ванны и отбор проб металла. Замеры и отбор проб производятся во время продувки плавки без повалки конвертера. Перезарядка сменных блоков выполняется автоматически.

Архитектура построения зонда кардинально отличается от архитектуры построения зонда классического типа, используемого за рубежом. Свободная подвеска газоохлаждаемой фурмы позволила исключить несущую и направляющую колонны, а также каретку ме-

ханизма перемещения зонда. Это значительно упростило конструкцию, повысило надёжность и ремонтпригодность зонда, снизило вероятность аварийных отказов и сделало возможным применение второго манипулятора для сброса проб на рабочую площадку, что в значительной степени уменьшило продолжительность цикла перезарядки сменных блоков.

Измерение уровня осуществляется в каждом измерительном цикле при входе сменного блока в металл, и только после этого происходит позиционирование зонда на заданную глубину погружения. Это позволяет производить достоверные замеры и получать пробы хорошего качества.

Нижний уровень АСУ ТП «Измерительный зонд» представляет собой комплекс механического, энергетического, электрического и электронного оборудования и состоит из описываемых далее частей.

**Фурма (непосредственно зонд).** Состоит из трёх расположенных концентрически друг относительно друга стальных труб, которые образуют два канала охлаждения измерительных кабелей, пропущенных внутри центральной трубы. В качестве охладителей используются азот и воздух. К нижней части фурмы пристыковывается жезл для присоединения сменных блоков. Верхняя часть фурмы представляет собой узел для подсоединения к оголовку зонда.

**Механизм перемещения фурмы.** Состоит из двухскоростной лебёдки, полиспастной системы, механизма отвода фурмы (портала) в ремонтное положение, оголовка и подвески фурмы. Максимальная линейная скорость, достигаемая этим механизмом, составляет 3,8 м/с, что позволяет обеспечить измерительный цикл в пределах 25 секунд.

**Шибер.** Механизм, открывающий доступ для ввода фурмы в конвертер, представляет собой водоохлаждаемую крышку на кессончике котла-охлаждителя.

**Успокоитель.** Механизм, гасящий колебания фурмы после выхода её из конвертера, представляет собой канговый захват.

**Съёмник шлака.** Механизм, производящий удаление шлака с фурмы для обеспечения бесперебойной перезаряд-

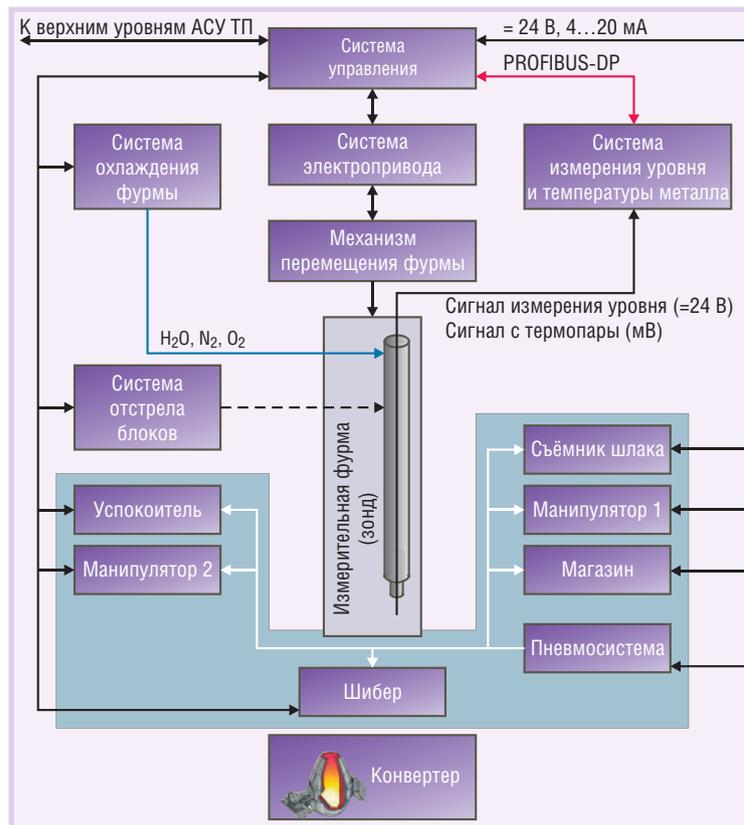


Рис. 1. Блок-схема комплекса низового оборудования АСУ ТП «Измерительный зонд»

ки сменных блоков в автоматическом режиме.

**Магазин.** Механизм, предназначенный для хранения сменных блоков и передачи их в манипулятор зарядки, состоит из вращающегося барабана и зажимов сменных блоков.

**Манипулятор 1.** Механизм, осуществляющий стыковку сменного блока с жезлом, состоит из привода перемещения манипулятора, центрирующей воронки, захвата и каретки.

**Манипулятор 2.** Механизм, осуществляющий приём отработанного сменного блока с пробой и передачу его на рабочую площадку, состоит из привода перемещения манипулятора, пассивной центрирующей воронки и заслонки.

**Система охлаждения фурмы.** Осуществляет подачу азота и воздуха в каналы фурмы во время измерительного цикла.

**Пневматическая система.** Является исполнительной частью узлов и механизмов установки.

**Система отстрела блоков.** Осуществляет пневматический съём отработанного блока с пробой и передачу его в манипулятор 2.

**Система измерения уровня металла.** Представляет собой датчик, расположенный в нижней части жезла, и электронный блок, фиксирующий вход в металл. Также в системе измерения задей-

ствован датчик положения, представляющий собой абсолютный шифратор с внешним интерфейсом PROFIBUS-DP (Siemens); с учётом люфтов в механизмах этот датчик обеспечивает погрешность позиционирования не более 1 см, что является очень хорошим показателем для подобных систем. Датчик положения используется в своей работе и другие системы, устройства и механизмы, например для включения/выключения исполнительных устройств по положению зонда (фурмы), для контроля безопасности перемещений зонда вверх/вниз и обеспечения срабатывания соответствующих блоки-

ровок и т.д.

**Система электропривода.** Обеспечивает управление силовыми агрегатами.

Фурма, механизм перемещения фурмы, съёмник шлака, магазин, манипулятор 2, система отстрела блока, система измерения уровня металла являются оригинальными разработками авторов проекта и не имеют аналогов среди зарубежных конструкций зондов.

Блок-схема комплекса низового оборудования АСУ ТП «Измерительный зонд» приведена на рис. 1.

Управление всеми механизмами, контроль за выполнением команд и возникновением аварийных ситуаций, расчёты измеренных параметров, связь с устройствами верхних уровней осуществляет система управления (СУ).

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ

Каждая система «Измерительный зонд», имея не только исполнительные устройства, датчики, средства связи и коммуникации, но и собственную систему управления, обслуживает один из трёх конвертеров, образуя соответственно АСУ ТП «Измерительный зонд № 1», АСУ ТП «Измерительный зонд № 2», АСУ ТП «Измерительный зонд № 3», сопряжённые по сети PROFIBUS-DP с АСУ ТП «Плавка» (рис. 2).

Рассмотрим используемые в этих системах аппаратно-программные средства управления на примере АСУ ТП «Изме-

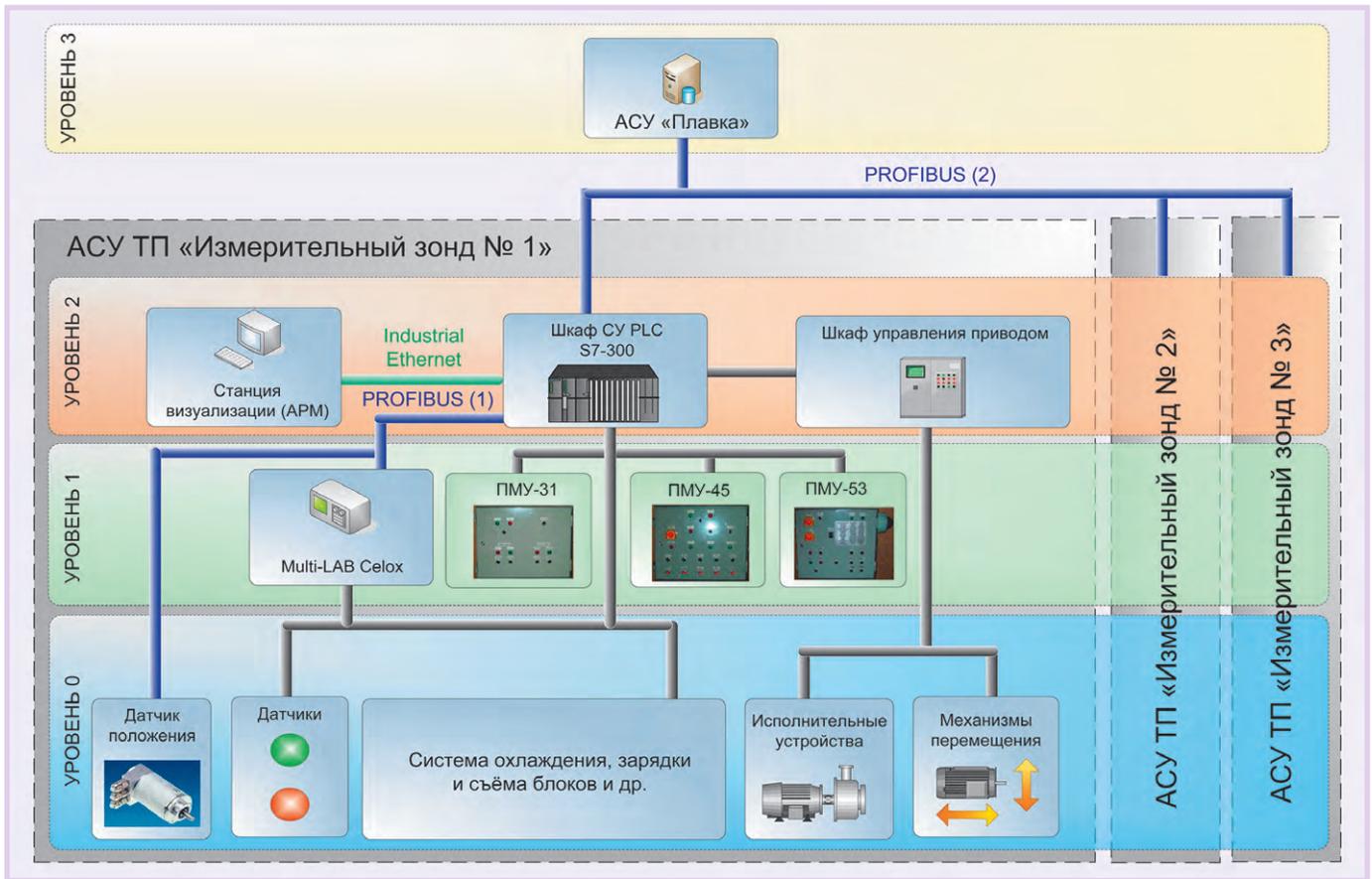


Рис. 2. Структурная схема АСУ ТП «Измерительный зонд»

рительный зонд № 1» цеха выплавки конвертерного производства (остальные системы аналогичны ей). Среди этих средств или в их составе широко применяются изделия таких фирм, как Siemens, Rittal, InduKey, Legrand и ряда других.

- Шкаф СУ на базе PLC S7-300 (рис. 3):
  - центральный процессор Siemens CPU315-2DP;



Рис. 3. Шкаф системы управления

- интерфейсный модуль Siemens IM153-1;
- коммуникационные модули Siemens CP343-1, CP342-5;
- сигнальные модули Siemens SM321, SM322, SM331;
- активное и пассивное оборудование и изделия фирм Siemens, Rittal, Legrand и др.
- Шкаф управления приводом (управление приводом реализовано на базе преобразователя Siemens SIMOREG DC).
- АРМ дежурного оператора (станция визуализации):
  - высокопроизводительный промышленный компьютер SIMATIC RACK PC IL 43 фирмы Siemens,

конструктивно выполненный в формате 19";

- 19" LCD фирмы Philips;
- защищённая промышленная клавиатура фирмы InduKey.
- Прибор Multi-Lab Celox для измерения температуры и окисленности металла в конвертере.
- Шкафы местного управления ПМУ-31 (рис. 4), ПМУ-45, ПМУ-53 в навесном исполнении.

Системный блок компьютера АРМ дежурного оператора и прибор Multi-Lab Celox размещаются в отдельном 19" шкафу фирмы Rittal. Связь шкафа системы управления со станцией визуализации реализована по линии Industrial Ethernet, а с измерительным прибором Multi-Lab Celox – по шине PROFIBUS-DP.



Рис. 4. Шкаф местного управления ПМУ-31

Особого внимания заслуживает факт применения в составе оборудования АРМ клавиатуры ТКГ-083-MGEN фирмы InduKey. Это герметизированная клавиатура для промышленных применений, обладающая высокой прочностью (материал – нержавеющая сталь) и высокой степенью за-

щиты от пыли. За всё время эксплуатации в конвертерном производстве (а для самой «старой» клавиатуры это время составляет уже 8 лет) ни разу не ставился вопрос о её замене клавиатурой другого типа.

В качестве SCADA-системы выбрана InTouch версии 7.1 (Wonderware). На рис. 5 и 6 приведены примеры соответствующих экранных форм.

Управление всем комплексом оборудования измерительного зонда осуществляется через центральный процессор CPU315-2DP контроллера S7-300. Предусмотрены два режима управления: местный и дистанционный. Режим местного управления применяется только при выполнении ремонтных работ и реализуется через пульты местного управления. Основным режимом работы системы является дистанционный

режим, реализуемый с помощью интерфейса станции визуализации с использованием средств управления и отображения информации, предоставляемых SCADA-системой, для выполнения таких функций, как запуск замера в автоматическом режиме, просмотр результатов замера и др.

### Итоги внедрения

Для измерительного зонда, представленного в данной статье, продолжительность измерительного цикла составляет 1 минуту 40 секунд, что обеспечивает его превосходство по этому показателю перед аналогичными зондами зарубежного производства.

Опыт эксплуатации измерительного зонда на конвертере № 2 показал, что за счёт бесповальной работы конвертера цикл плавки сокращается на 4 минуты.

Затраты на внедрение описанной системы равны примерно 8 млн. рублей. Экономический эффект составил порядка 225 млн. рублей в год.

В настоящее время ведутся работы по сокращению времени замера и повышению устойчивости работы оборудования. ●

## НОВОСТИ НОВОСТИ

### Открыт доступ к исходному коду QNX Neutrino

Компания QNX Software Systems открывает доступ к исходному коду операционной системы реального времени (OS PB) QNX® Neutrino® на основе новой гибридной модели лицензирования. Фактически предоставляется доступ к исходному коду микроядра OS PB и возможность скачать его с сайта QNX. Первый выпуск пакета исходного кода включает в себя код микроядра QNX Neutrino, базовую библиотеку Си и набор BSP-пакетов для популярных видов встраиваемого и вычислительного оборудования.

Теперь разработчики смогут не только изучать исходный код QNX Neutrino, но и улучшать его, вносить изменения или создавать дополнения для себя или для всего сообщества пользователей QNX. Эти изменения и дополнения можно как предложить компании QNX Software Systems и всему сообществу пользователей, так и оставить их закрытыми для собственного употребления.

Новая гибридная модель лицензирования предполагает, что доступ к исходному коду QNX является бесплатным, однако коммерческие внедрения компонентов среды исполнения QNX Neutrino, как и прежде, потребуют лицензионных выплат. Кроме того, коммерческие разработчики сохраняют необходимость платы за рабочие места среды разработки QNX Momentics®. Однако некоммерческие разработчики, представители образовательных учреждений, а также стратегические партнеры получают бесплатный доступ к инструментам разработки QNX и продуктам среды исполнения.

Компания QNX Software Systems запустила новый веб-сайт под названием Foundry27 («Кузница27»), на котором клиенты и разработчики могут получить доступ к огромному числу ресурсов, связанных с ОС PB QNX Neutrino и средой разработки комплекта QNX Momentics®, а также с новыми проектами.

Руководство компании QNX Software Systems считает, что эта инициатива, несомненно, станет основой для нового витка в развитии инновационных технологий. ●

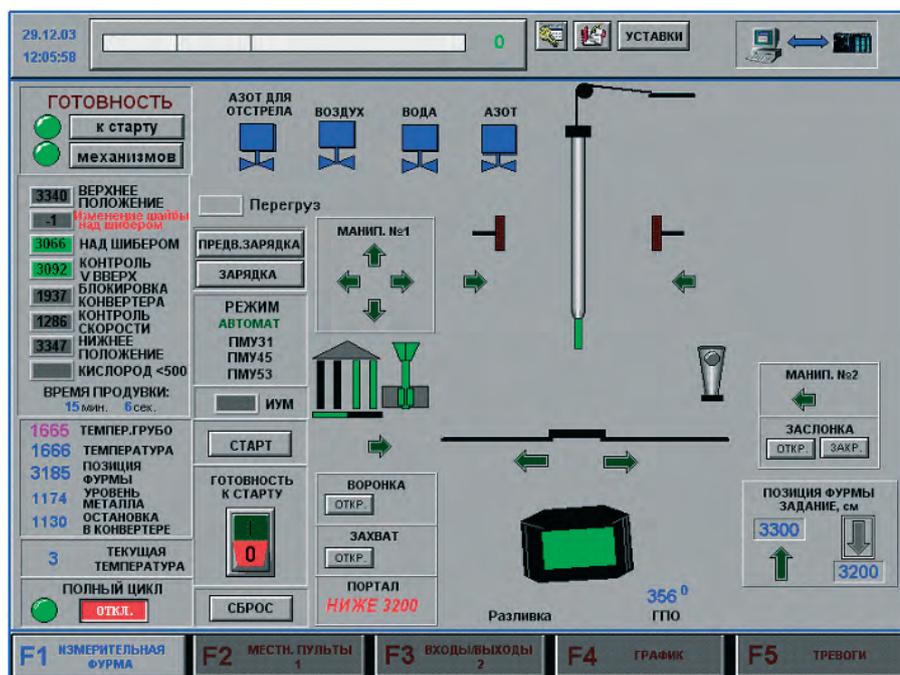


Рис. 5. Главное окно системы управления

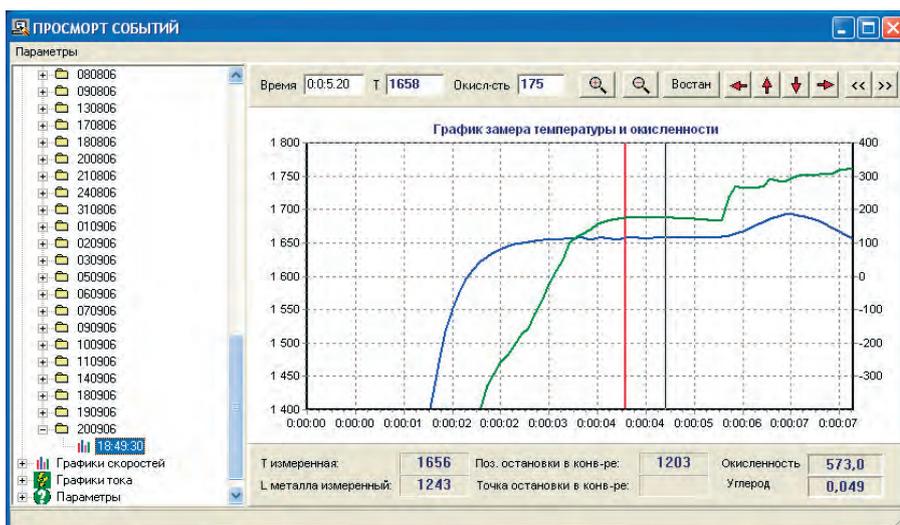
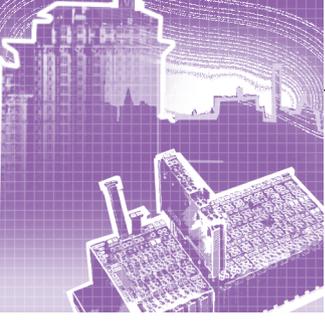


Рис. 6. Рабочее окно просмотра архива замеров



# Интеллектуальный мир коттеджей

Дмитрий Волков, Дмитрий Швецов

Представлены отдельные компоненты автоматизированной системы управления коттеджного посёлка. Описан опыт применения современного оборудования и передовых программных технологий для «интеллектуальных» зданий. Этот опыт может послужить ещё одним взносом в копилку успешных решений, обеспечивающих уют и комфортность жилья.

*Наступает новая стадия развития цивилизации — так называемая «третья волна». Информационное общество, пришедшее на смену постиндустриальному, означает совершенно новый строй, где будут видоизменяться все сферы жизни: источники энергии, методы производства, социальные понятия и жилище.*

Э. Тоффлер

«Умные» дома и коттеджи, о которых мечтали фантасты, уже существуют. Компьютеризированные системы регулируют все аспекты жизнедеятельности — от разнообразных режимов освещения, поддержания или изменения температуры воды и воздуха до управления парковкой автомобилей, системами безопасности, охраны и пожаротушения.

Концептуально каждый «умный» коттедж соответствует следующим перечисляемым далее канонам.

- «Умный» коттедж является замкнутой средой с обязательной связью с внешним миром. Средства коммуни-

кации предполагают использование проводных и беспроводных технологий. В их состав входят кабельные системы для ADSL и кабельного телевидения, оптоволоконная сеть, средства мобильной связи и цифрового спутникового телевидения.

- Все помещения охвачены локальной сетью. Оборудование, входящее в состав «умного» коттеджа, управляется посредством систем как с проводным, так и беспроводным доступом. Каждое помещение оснащено интеллектуальным устройством с сенсорным экраном, цифровой системой управления и передачи информации.

- «Умный» коттедж должен заботиться о своих обитателях. Климатическая система анализирует погоду и создаёт наиболее эффективным образом благоприятную и комфортную обстановку в различных помещениях дома. Мониторинг, управление отдельными режимами климатической системы доступны через Интернет. Кондиционеры не только «следят» за температурой и влажностью в помещении, но и убивают летающих насекомых и озонируют воздух.

- Также все помещения охвачены проводной системой, например Ecomet, в которой задействован метод передачи информации через электрическую проводку. Эта система в совокупности с другими системами «умного» дома позволит оптимально расходовать электроэнергию, управлять бытовыми приборами и силовыми агрегатами.

- «Умный» коттедж — это в первую очередь приспособляемое («гибкое») здание. Это значит, что используемые инженерные системы здания способны обеспечить адаптацию к возможным в будущем качественным и количественным изменениям. Такие системы являют собой очередную ступеньку на пути к созданию систем с «искусственным интеллектом» и в недалёкой перспективе смогут отслеживать состояние всего зда-



Типовой проект «умного» коттеджа

ния и самостоятельно выбирать режим функционирования.

### Из чего же состоит «умный» коттедж?

Коттеджный комплекс, оснащённый интеллектуальной системой, расположен на северо-западе Санкт-Петербурга недалеко от Юковского заказника. Посёлок состоит из двух- и трёхуровневых коттеджей, проекты которых разработаны финскими архитекторами. К домам подведены все необходимые коммуникации.

Интеллектуальная система посёлка организована следующим образом: основное инженерное оборудование в домах жильцов подключено к единой системе диспетчерского контроля с выходом на центральный диспетчерский пульт, который располагается в административном корпусе. Система диспетчерского контроля (автоматизированная система) верхнего уровня реализована на базе SCADA-системы GENESIS32 V9 фирмы ICONICS. Информация о состоянии всех систем, охранной и пожарной сигнализаций, температурном режиме и т.п. каждого дома непрерывно поступает на сервер GENESIS32, где она отображается, анализируется и архивируется. В автоматическом режиме происходит регистрация всех тревог и событий, отображается информация о причинах возникновения той или иной ситуации, формируются нужные отчёты и журнальные формы. В обычной ситуации диспетчер ни во что не вмешивается: параметры температурного режима, вентиляции или освещения регулируются вручную самими владельцами коттеджей или автоматически. В случае же возникновения каких-либо неполадок или нестандартных ситуаций диспетчер автоматизированной системы моментально информируется об этом, после чего он может дистанционно исправить неполадки, задействовать резервные узлы или перевести автоматизированную систему в режим аварийной эксплуатации и вызвать эксплуатационную службу посёлка для принятия соответствующих мер. Поэтому важнейшими функциями автоматизированной системы считаются поддержание работоспособности, защита от аварийных ситуаций и обеспечение безопасности от несанкционированного проникновения посторонних.

Помимо традиционных для интеллектуального жилого комплекса реше-

ний реализованы дополнительные функции дистанционного управления коттеджем. Так, существует возможность дистанционно управлять режимами освещения, климатизации, бытовыми приборами и т.п.

Все индивидуальные системы интеллектуального здания, в конечном счёте, подключены к единой системе диспетчерского контроля коттеджного посёлка.

В состав типовой структуры системы управления жилыми помещениями коттеджей входят:

- 1) система управления освещением —
  - диммирование (плавное регулирование),
  - включение/выключение,
  - управление в зависимости от уровня освещённости (датчик освещённости),
  - управление от датчика движения;
- 2) система управления шторами, жалюзи;
- 3) системы охранной и пожарной сигнализаций;
- 4) система климат-контроля и поддержания температурного режима;
- 5) система безопасности.

Параметры и режимы работы перечисленных систем можно задать:

- с сенсорной панели;
- с интеллектуального выключателя;
- с дистанционного пульта управления;
- с локального узла или удалённо с АРМ диспетчера SCADA-системы.

Понятие „умный» коттедж» во многом переключается с хорошо знакомым многим понятием „умный» дом», но по некоторым параметрам считается наполненным более интеллектуальным содержанием. Как известно, главная задача любой интеллектуальной системы здания — обеспечение трёх необходимых условий: комфорта, безопасности и рационального энергоснабжения. Основная идея «умного» коттеджа сводится к обеспечению надёжной, согласованной и бесконфликтной работы всего технического оснащения современного загородного дома.

В проекте «умного» коттеджа реализован максимально удобный интерфейс управления разнообразной техникой. В первую очередь, интеллектуальная система позволила избавиться от большого количества пультов управления бытовой техникой и узлами автоматизированной системы. Все функции управления реализуются через единый универсальный пульт. Прин-

ципальным отличием от подобных систем является применение готовых сценариев управления освещением, климатической системы и системой контроля энергопотребления. Например, для системы освещения можно использовать такие готовые сценарии, как «поздний ужин», «лёгкий бриз», «вечеринка» и т.п., а можно запрограммировать и собственный сценарий. Для каждого сценария подбираются зоны освещения, тип задействованных светильников, интенсивность освещения и условия перехода из одного состояния в другое с учётом присутствия людей в помещении. Кроме того, можно настраивать расписание работы всех систем, в том числе и освещения. Например, существует удобный сценарий «вне дома»: система выключит свет во всех комнатах, переключит на экономичный режим систему кондиционирования и отопления, поставит коттедж на охрану.

В SCADA-системе контролируется работа всех инженерных систем и осуществляется согласованное функционирование отдельных систем управления и системы управления коттеджным посёлком в целом. В каждом коттедже реализовано управление системами вентиляции, отопления, антиобледенения для крыш и подъездных путей, водоснабжения и водоочистки в бассейнах. Оборудование названных систем имеет значительную энергоёмкость и для общей сети электропитания представляет серьёзную нагрузку. Единая система управления позволяет контролировать и перераспределять нагрузку потребителей в сети в рамках всего посёлка: каждый «умный» коттедж на своём уровне согласно активным сценариям формирует приоритеты, в соответствии с этими приоритетами задействуются наиболее важные системы, а остальные переводятся в экономичный режим. Помимо сценариев энергопотребления по приоритетам широко используются режимы включения по таймерам и от сигналов датчиков движения, которые, например, активизируют нужные системы только при появлении в помещении человека и выключают их самостоятельно после его ухода. Также предусмотрен ввод комбинированных сценариев управления различными системами. Например, можно устанавливать яркость источников освещения по зонам и по времени, управлять тёплыми полами в режиме экономного расходо-

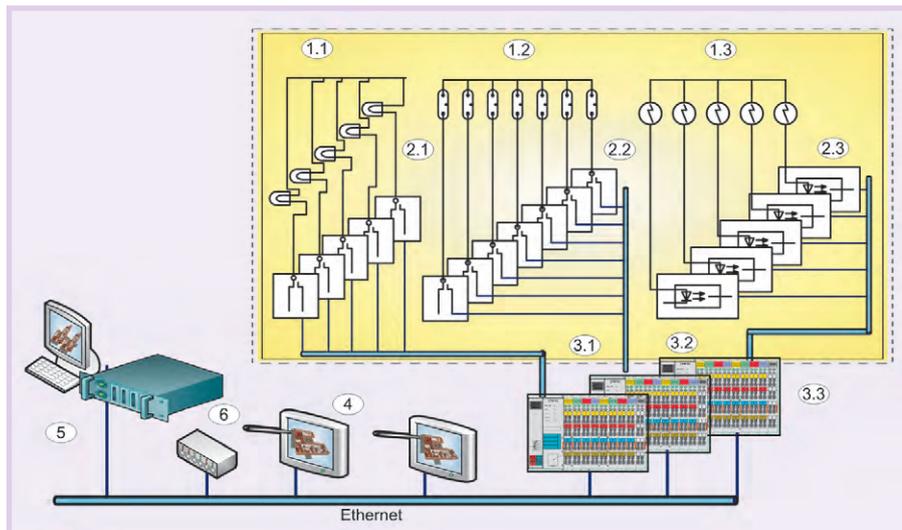


Рис. 1. Фрагмент функциональной схемы системы управления освещением

вания электроэнергии, при постановке коттеджа на охрану автоматически выключать энергопотребители, кроме тех из них, которые должны работать в отсутствие людей.

Рассмотрим подробнее некоторые системы «умного» коттеджа.

### Система управления освещением

На рис. 1 показана функциональная схема характерного фрагмента системы управления освещением, а в табл. 1 приведены её компоненты.

Следует отметить, что оборудование этой и других систем «умного» коттеджа сформировано из изделий различных производителей, что позволило за счёт оптимизации состава этих изделий обеспечить требуемую функциональность и необходимую надёжность всех систем в рамках отведённого финансирования. Среди наиболее широко применяемых устройств следует указать:

- первичные преобразователи, мощные тиристорные сборки и коммутационные модули, а также интеллектуальные устройства управления фирмы Thermokon, которые нашли широкое применение практически во всех системах «умного» коттеджа;
- сенсорные графические операторские панели серии TP фирмы VIPA;
- контроллеры семейства Fastwel I/O и разнообразные модули, позволяющие создавать оптимальные схемотехнические решения;
- многофункциональные и высоконадёжные локальные рабочие станции и серверы семейства AdvantiX фирмы Fastwel и другое оборудование этой фирмы.

Система управления освещением выполняет следующие функции:

- управление группами освещения;
- управление яркостью освещения;
- установка световых сценариев (группы и яркость одной кнопкой);
- автоматическое включение/выключение наружного освещения;
- автоматическое включение освещения в тёмное время суток (от датчиков движения);
- имитация присутствия (использование таймера и сценариев);
- автоматическое выключение всего света при покидании дома.

В качестве примера на рис. 2 приведена экранная форма SCADA-системы, с помощью которой можно выбрать необходимое помещение, источники освещения и настроить нужный сценарий для системы управления освещением.

Есть возможность использовать несколько схем освещения. Наиболее популярные из них – фронтальная, боковая и силуэтная. Во всех применяемых схемах освещения возможно регулирование яркости. В системе задействовано несколько различных типов источников света: направленный, рассеянный, точечный и прожектор, каждый из которых имеет свои собственные свойства и области применения.

### Система климат-контроля

На рис. 3 приведена экранная форма настройки параметров и режимов работы узлов и модулей системы климат-контроля.

В систему климат-контроля объединены различные агрегаты, устройства, системы, такие как кондиционеры, система вентиляции, система отопления и обогрева полов (тёплые полы), увлажнители воздуха, уловители пыли, ионизаторы и т.д. Всё это оборудование может работать в двух основных режимах: абсолютно независимо друг от друга и под управлением SCADA-системы по определённым сценариям и рецептам. Единое активное управление SCADA-системы позволяет сформировать во всём коттедже благоприятный микроклимат. В системе регулирования климатических параметров с обратной связью используются следующие параметры: показания датчиков температуры трёх уровней, датчиков влажности, группы датчиков загазованности, а также данные метеостанции. На рис. 4 приведены компоненты системы климат-контроля и фрагмент

Таблица 1

Основные компоненты системы управления освещением и соответствующее оборудование

Позиция на рис. 1	Наименование	Оборудование
1.1	Точечные источники света	Галогенные лампы накаливания с иодным циклом
1.2	Линейно-протяжённые источники света	Газоразрядные источники видимого дневного света (ЛД), с улучшенной цветопередачей (ЛЛД), холодного белого (ЛХБ), тёплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ)
1.3	Зональные источники света	Лампы накаливания, работающие по принципу теплового излучения
2.1	Модули дискретных сигналов управления для галогенных ламп	Модули DIM713 (фирма Fastwel)
2.2	Модули дискретных сигналов управления для люминесцентных ламп	Модули DIM713
2.3	Модули аналоговых сигналов управления для ламп накаливания	Модули AIM731 (фирма Fastwel)
3.	Контроллер системы управления освещением	Контроллер Fastwel I/O CPM703
4.	Настенная мультимедийная панель	VIPA 610-1BC00
5.	Локальный сервер SCADA-системы	Fastwel IS-4U-SYS5
6.	Сетевой коммутатор	Коммутатор Ethernet компании Hirschmann

экранной формы визуализации её функционирования.

В систему климат-контроля наряду с ранее перечисленными составляющими входит система контроля загазованности в гараже и других помещениях. Она построена по традиционной схеме, но при регулировании здесь учитываются такие параметры, как данные о погодных условиях, значения изменений температуры и влажности, запылённость воздуха. Например, в гараже устанавливаются комбинированные датчики загазованности; при превышении допустимого уровня CO система управления «умного» коттеджа обрабатывает соответствующие сигналы от датчиков, регистрирует в базе данных SCADA-системы аварийное или пред-аварийное состояние климатической системы, а при необходимости проинформирует хозяина и предпримет необходимые действия: включит вентиляцию, откроет гаражные ворота, включит оповещение по выбранному сценарию (тревожный сигнал, запуск мультимедийной системы, отправка SMS и т.п.).

### Система безопасности

Посёлок имеет единое ограждение и единую систему безопасности. Наряду с общей системой в каждом коттедже существует локальная система безопасности. Такая система призвана обеспечить наиболее высокий уровень охраны «умного» коттеджа, что достигается благодаря её взаимодействию со всеми системами коттеджа в рамках единой интеллектуальной системы. Общая система безопасности посёлка обеспечивает чёткую и скоординированную работу локальных систем безопасности.

Локальная система безопасности представлена системами видеонаблюдения и контроля доступа. Все камеры системы видеонаблюдения выставлены на определённые зоны и имеют индивидуальные настройки параметров распознавания тревожных ситуаций. При возникновении тревожной ситуации в охраняемой зоне производится запись в файловый видеоархив с соответствующей камеры; SCADA-система регистрирует это событие и по определённому сценарию передаёт изображение либо на телевизоры, либо на сенсорные видеопанели, либо на монитор диспетчерской системы. Для дополнительного освещения участков видеонаблюдения в тёмное время су-

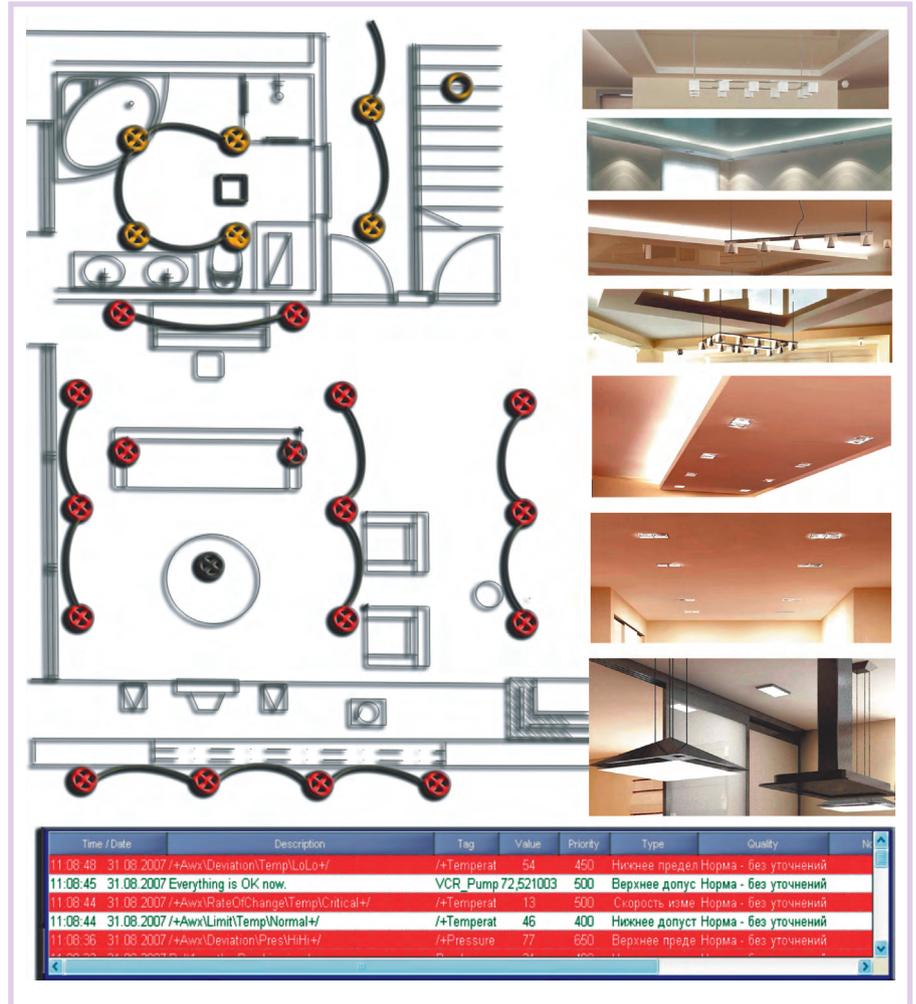


Рис. 2. Пример экранной формы, используемой для выбора источников и настройки сценариев освещения различных помещений коттеджа

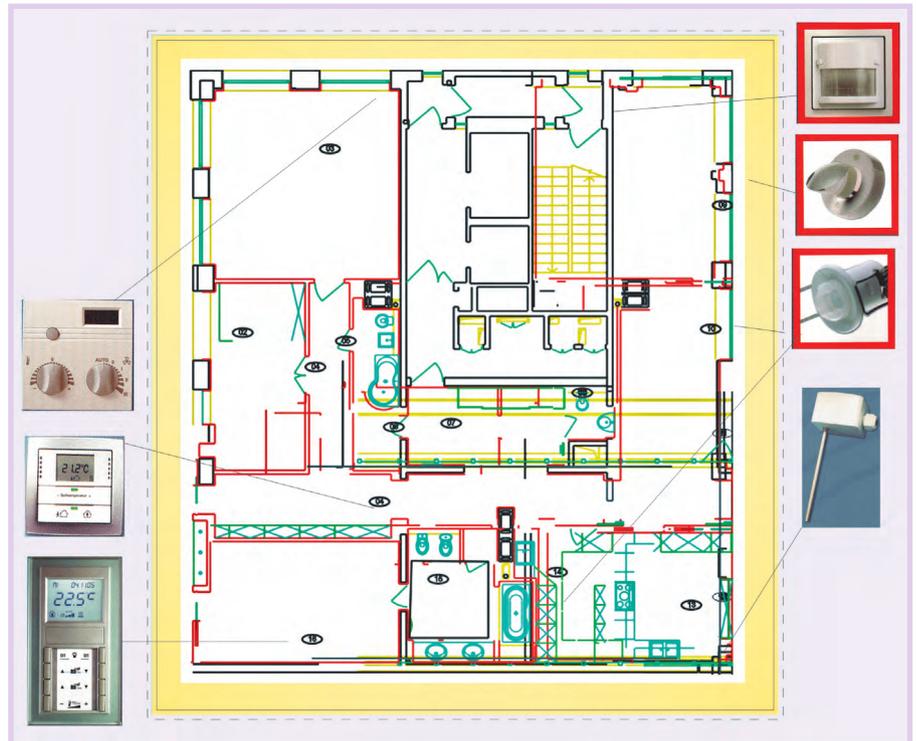


Рис. 3. Экранная форма для настройки режимов работы узлов и модулей системы климат-контроля на основании показаний температурных сенсоров, датчиков протечки, датчиков температуры воды, датчиков температуры для камина, датчиков влажности, датчика метана и датчиков углекислого газа

ток по предварительно настроенному алгоритму включаются мощные источники света. Таким образом, любое противоправное действие будет зарегистрировано; при этом будут извещены службы безопасности, и, если потребуется, изображение с камер будет передано хозяину на мобильный телефон. «Недремлющее око» коттеджа дополнено системой контроля доступа в помещение. Эта система оснащена разветвлённой сетью различных датчиков (датчиков движения, присутствия, концевых выключателей и т.д.). Оставаясь внутри дома, можно настроить режим контроля доступа, например, на внешний периметр или на весь первый этаж коттеджа. Гибкая система настроек системы безопасности позволяет установить наиболее эффективный и удобный режим её работы, обеспечивающий соблюдение необходимых требований и не нарушающий при этом комфортности проживания в коттедже. «Умный» коттедж регистрирует возникновение нештатной ситуации или аварии, попытку несанкционированного доступа или иное идентифицируемое событие, проинформирует об этом по телефону, по внутренней сети, голосовым сообщением, отправлением тревожного SMS-сообщения, а также может включить внешний световой и/или звуковой сигнал.

### ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ

Система диспетчерского контроля коттеджного посёлка реализована на базе современного программного обеспечения для SCADA-систем GENESIS32. Передовая диспетчерская система позволяет сделать работу систем жизнеобеспечения максимально эффективной, свести к нулю процент нерационального использования ресурсов, обеспечить детальный контроль всех технологических участков и систем. В конечном счёте, при должном уровне комфорта и безопасности всё это приводит к снижению затрат на содержание коттеджа.

Система диспетчеризации обеспечивает:

- централизованный сбор информации о потреблении ресурсов;
- контроль состояния инженерных систем (водоснабжение, отопление, вентиляция и т.д.) и управления ими;
- мониторинг аварийных ситуаций и многоуровневое оповещение в случае их возникновения;

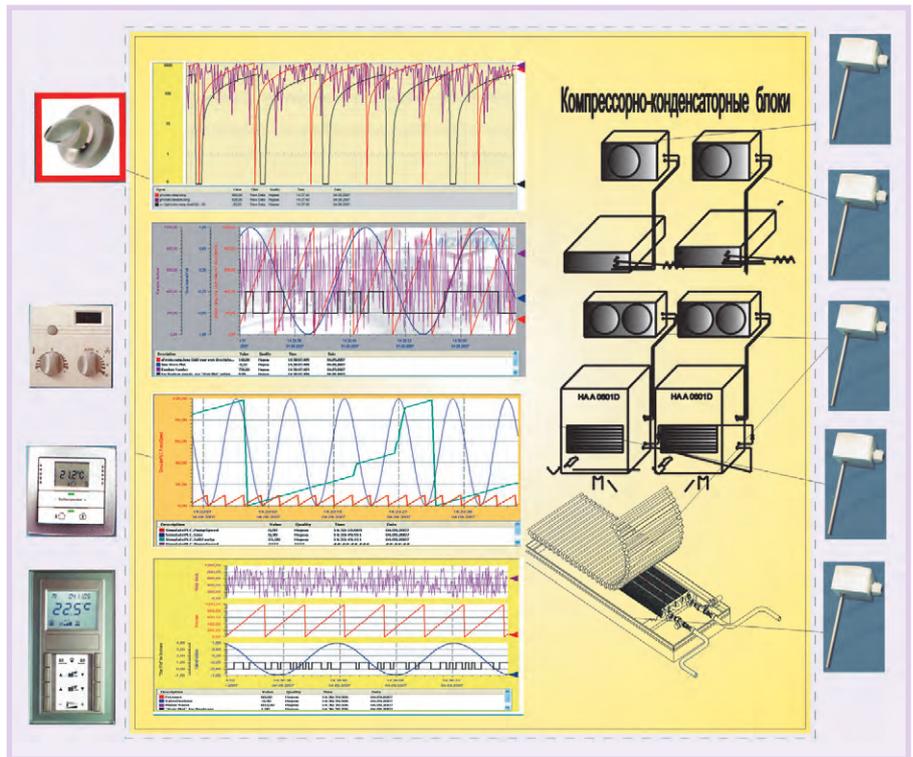


Рис. 4. Основные компоненты системы климат-контроля и фрагмент экранной формы визуализации её функционирования

- предоставление различной отчётной информации, в том числе статистических данных о расходе ресурсов;
- мониторинг, сбор и передачу данных в единый диспетчерский пункт о состоянии систем безопасности отдельных коттеджей и всего посёлка.

В целях достижения гибкой информационной интеграции организована единая сетевая древовидная структура по принципу общей высокоскоростной магистрали с использованием протокола TCP/IP и обеспечением широкого частотного диапазона для обмена всеми видами данных. Применение современного оборудования управления и интеллектуальной интеграции компании Hirschmann позволило организовать единый центр информационных услуг, предоставляющий такие услуги, как высокоскоростной доступ в Интернет, электронная почта, телефония, скоростные коммуникации между терминалами жителей, беспроводной информационный доступ к системе услуг посёлка.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффект от внедрения комплексной автоматизированной системы проявляется незамедлительно в виде снижения эксплуатационных затрат и потребления разного рода ресурсов, а также повышения производительности труда обслуживающего персонала за

счёт автоматизации многих выполняемых ими функций, улучшения условий работы и усиления контроля за их действиями.

Без сомнения можно утверждать, что от проекта к проекту «интеллектуальные» здания становятся всё умней и сообразительней. Объединённые компьютеризированные системы позволяют оптимизировать расход энергоносителей в зависимости от количества человек в каждой комнате, заказать продукты по Интернет, распознать владельца дома по отпечатку пальца или сетчатке глаза и впустить его внутрь безо всяких ключей или магнитных карточек и многое другое. Однако домам будущего ещё есть куда развиваться, так как автоматика управляет в них далеко не всем.

В заключение хочется подчеркнуть, что посёлок из «умных» коттеджей не может функционировать в полную силу, находясь в «неинтеллектуальной» среде, следовательно, должна развиваться вся его инфраструктура, всё его окружение. Развитие должно идти по принципу: от интеллектуального здания к интеллектуальному микрорайону, посёлку, городу, государству и, наконец, к интеллектуальному миру. ●

**Авторы – сотрудники фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон: (495) 234-0636**  
**E-mail: info@prosoft.ru**

# МАКСИМАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ



ТЕХНОЛОГИЯ  
**X-Ring**  
10 мс.

## Промышленные коммутаторы Gigabit Ethernet

**ADVANTECH**  
eAutomation

- Скорость передачи 10/100/1000 Мбит/с
- Поддержка технологий резервирования X-Ring (время восстановления менее 10 мс), RSTP/STP (802.1w/1D), Dual Homing, Couple Ring
- Сменные SFP-модули для оптических линий связи
- Защита портов от электростатического разряда до 4 кВ пост. тока
- Защита цепей питания от перенапряжения до 3 кВ пост. тока



### EKI-7758F

Управляемый коммутатор с поддержкой функций резервирования

- 4 порта 10/100/1000Base-TX (RJ-45)
- 4 оптических порта для SFP-модулей



### EKI-7656C

Управляемый коммутатор с поддержкой функций резервирования

- 16 портов 10/100Base-TX (RJ-45)
- 2 комбинированных порта 10/100/1000 Base-TX/SFP



### EKI-7659C

Управляемый коммутатор с поддержкой функций резервирования

- 8 портов 10/100Base-TX (RJ-45)
- 2 комбинированных порта 10/100/1000Base-TX/SFP



### EKI-7626C

Неуправляемый коммутатор

- 16 портов 10/100Base-TX (RJ-45)
- 2 комбинированных порта 10/100/1000Base-TX/SFP



### EKI-7629C

Неуправляемый коммутатор

- 8 портов 10/100Base-TX (RJ-45)
- 2 комбинированных порта 10/100/1000Base-TX/SFP



### EKI-2725

Неуправляемый коммутатор

- 5 портов 10/100/1000Base-TX (RJ-45)

Реклама

#130

**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 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
 САМАРА Телефон: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • 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  
 КИЕВ Телефон: (+380-44) 206-2343; 206-2478; 206-2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru

# Проект «Экомойка»

Николай Жиленков

Обоснована необходимость комплексного подхода к разработке проекта автомойки, являющейся серийным изделием с довольно большим тиражом выпуска, отвечающей требованиям соблюдения экологической безопасности и сохраняющей при этом свою эффективность как объекта бизнеса. Показано, что важнейшей составляющей такого подхода является создание централизованной системы автоматического управления функционированием мойки, представлены выбранные для этого аппаратные средства.

## **СУТЬ ПРОБЛЕМЫ И ВЫБОР РЕШЕНИЯ**

Оборудование для автомоек можно свободно купить у многих фирм, представленных на рынке, да и помыть автомобиль — задача сама по себе не сложная. Но вот построить и установить в нужном месте автомойку как отдельное здание или комплекс сооружений с соответствующим оборудованием, коммуникациями, подъездами, — задача намного сложнее. В каждом регионе есть свои тонкости, связанные с установкой автомоек, необходимыми согласованиями при строительстве и последующей эксплуатацией. К примеру, для Москвы основной проблемой является оптимальное использование имеющегося небольшого клочка дорогой земли (как правило, неправильной формы) для размещения там максимального количества моечных постов или сервисных помещений, при этом одними из самых важных являются требования по дизайну и архитектуре. В других регионах в силу местных условий или некой специфики на первый план могут выходить иные требования. Но главным, неизменным и всеобщим требованием является соблюдение экологической безопасности процесса мойки автомобилей.

Во многих регионах приняты постановления, запрещающие въезд грязных автомобилей в города, но состояние дорог зачастую оставляет желать лучшего, а помыть автомобиль на подъездах к городу, как правило, негде, так как установка автомоек за пределами города затруднена из-за отсутствия необходимых коммуникаций.

Для решения данной проблемы, усугублённой общим требованием соблюдения экологической безопасности процесса мойки автомобилей, было предложено разработать на основе комплексного подхода проект автомойки, являющейся готовым, серийно выпускаемым изделием.

Задачи, поставленные перед группой разработчиков, были достаточно сложными и во многом нетривиальными.

Учитывая то, что такая автомойка будет производиться как серийное изделие с довольно большим тиражом, требования к качеству инженерной работы были самые высокие; кроме того, заказчику необходим был не просто технический проект, а именно бизнес-проект, который бы содержал аспекты, касающиеся производства и технологии продаж. Группа, взявшаяся за решение этих задач, состояла из архитекторов и конструкторов компании ЭкоИнформСер-

вис, имеющей 14-летний опыт строительства автомоек в Москве, и инженеров компании АНТРЕЛ, специализирующейся на разработке систем автоматического управления. Ввиду сложности выполнения всех требований к разрабатываемому объекту его функционирование в заданном режиме без централизованной системы автоматического управления (системы автоматики) не представлялось возможным.

## **ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ**

### **Эффективность**

Для успешной работы автомоечного комплекса как объекта бизнеса важно найти оптимальное соотношение стоимости самого комплекса и его производительности. Причём не всегда высокопроизводительные автоматические



Услуги автомойки всегда будут востребованы



Рис. 1. Проектная проработка здания автомойки как быстровозводимого сооружения модульного типа

системы обеспечивают наибольшую эффективность: затраты на их построение и эксплуатацию довольно высоки, а окупаемость возможна лишь при стабильно большом количестве клиентов. Автомобильные мойки средней производительности во многих случаях экономически более эффективны, так как характерные для них невысокая стоимость установки и небольшие затраты на эксплуатацию позволяют сократить срок окупаемости.

Автомойка должна представлять собой быстровозводимое модульное здание высокой степени готовности (рис. 1). Поставка должна производиться в полной комплектности, как завершенного объекта бизнеса, вместе со штатным расписанием, набором расходных материалов и всей документацией, необходимой для эксплуатации.

### Экологическая безопасность

Основной задачей при создании данного решения являлась независимость объекта от городских сетей водоснабжения и канализации. Обеспечение полной автономности позволяет расположить автомойку в удобном месте, где имеется необходимый из соображений наибольшей эффективности поток клиентов. Отсутствие подключения водопровода и слива загрязнённой воды позволит сохранить благоприятную экологическую ситуацию в месте установки мойки и значительно упрощает процесс получения разрешений на её установку.

### Стоимость

Автомойка – это не просто комплект моечного оборудования. Для понимания эффективности мойки как объекта бизнеса важно предусмотреть все особенности её установки и дальнейшей эксплуатации, а также выработать комплексное решение, в котором заранее

проанализировано большинство аспектов функционирования.

Срок окупаемости автомойки в минимальной комплектации (2 моечных поста) не должен превышать 1,5 года.

### ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

Базовая концепция разработки во многом определяется предполагаемым использованием автомойки в условиях ограниченного потребления воды, которое может быть следствием отсутствия соответствующих коммуникаций (в том числе коммуникаций, необходимых для выполнения обязательных экологических требований) и/или проявления региональных климатических и гидрологических особенностей в виде серьёзного дефицита воды. Одним из таких вододефицитных регионов является Казахстан. Для большинства городов Казахстана проблема с водой стоит очень остро. Существующие мощности водоснабжения не покрывают текущих потребностей, и подключение к ним такой дополнительной нагрузки, как автомойка, зачастую невозможно, тем более что предполагаемые места установки моек находятся на въездах в города, а водопровода на окраинах может и не быть вовсе. Учитывая эти обстоятельства, было принято решение построить технологический процесс на основе использования привозной воды и наличия её большого запаса в накопительных ёмкостях внутри самой мойки.

### Система автоматизации

Основной задачей системы автоматизации являлось обеспечение режима максимальной экономии воды и поддержание климата внутри помещения с минимальными затратами.

Технологическое оборудование и очистные сооружения мойки имеют

собственные щиты управления, но для обеспечения согласованной работы мойки как единого комплекса они включены в общую систему.

В качестве контроллеров управления были выбраны модульные контроллеры серии WAGO I/O фирмы WAGO. На такое решение повлияли два фактора: во-первых, имеющийся опыт работы с данными контроллерами, что значительно снизило трудозатраты; во-вторых, возможность использования силовых коммутационных модулей данной серии для управления нагрузками.

Другими весьма полезными изделиями фирмы WAGO, задействованными в аппаратной части проекта, стали разъёмы серии WINSTA®. В комплект поставки мойки входят собранные фрагменты стен с заранее установленным электрооборудованием. После сборки фрагментов достаточно соединить между собой штекерные разъёмы, чтобы подключить оборудование. Разъёмы WINSTA® имеют встроенную защиту от неправильного подключения, что обеспечивает однозначную коммутацию нужного штекера с нужной розеткой. Естественно, что применение таких разъёмов привело к некоторому удорожанию аппаратной части, но потери от ошибок в монтаже могут привести к значительно большему ущербу.

Операторский интерфейс построен на базе сенсорной панели фирмы Maple Systems.

Панель установлена в помещении кассира-оператора. На ней отображаются режимы работы очистных сооружений, температура наружного и внутреннего воздуха, остаток воды в накопителях, расходы электроэнергии, воды и реагентов. С этой панели кассир-оператор может изменять режимы работы мойки, управлять открыванием дверей и вентиляцией.

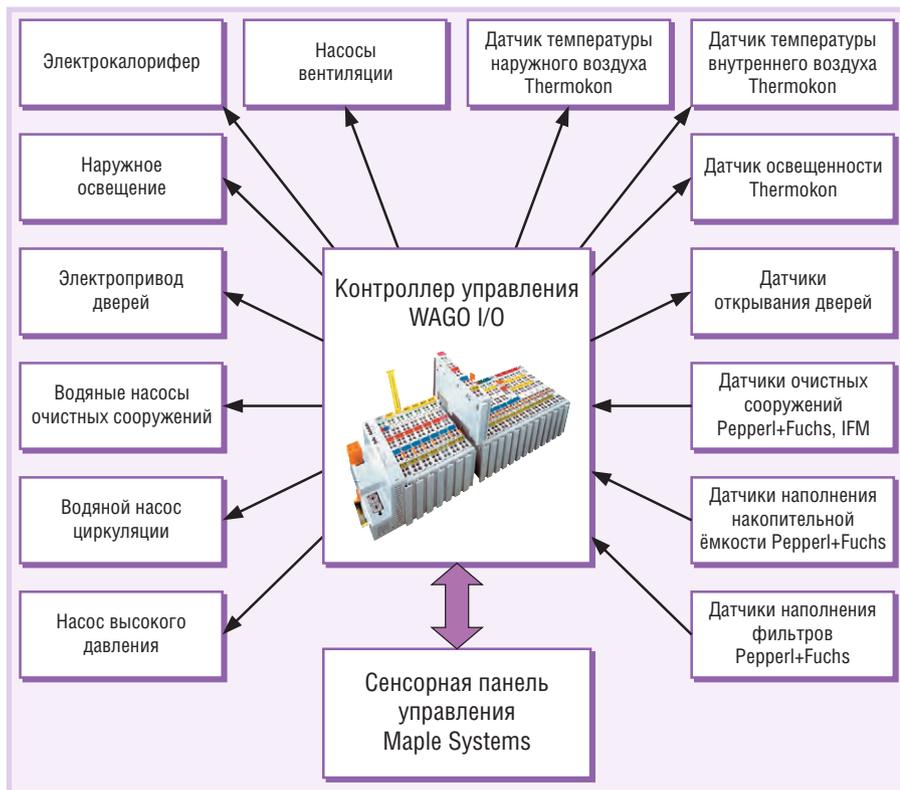


Рис. 2. Структура системы автоматки мойки

Структура системы автоматки мойки показана на рис. 2.

### Система контроля климата

Условия эксплуатации автомоек — резко континентальный климат. Температура летом может доходить до  $+40^{\circ}\text{C}$ , а зимой до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Обогревающая система имеет два возможных варианта исполнения: газовый (при возможности подачи газа) и электрический. Электрическая обогревающая система менее экономична в эксплуатации, но позволяет достичь более высокого уровня экологической безопасности и устанавливать мойку в удобном для бизнеса месте вне зависимости от наличия там системы газоснабжения.

Минимально допустимая температура рабочей среды составляет  $+18^{\circ}\text{C}$ . Само здание мойки выполнено из сэндвич-панелей толщиной 120 мм, что обеспечивает довольно хорошую теплоизоляцию. Однако зимой возникает большая потеря тепла при открывании дверей. Сами двери представляют собой секционные подъёмные ворота с электроприводом, управляемым системой автоматки. Для предотвращения потерь тепла система не позволяет одновременно открывать обе двери, а при температуре наружного воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  автоматически включает тепловые завесы, расположенные по бокам дверного проёма. Ещё одной важной функ-

цией автоматки открывания дверей является минимизация потерь воды. Дело в том, что с брызгами и влагой, оставшейся на самом автомобиле, безвозвратно теряется около 10% воды, затраченной в процессе мойки. Поэтому при открывании двери для въезда или выезда автомобиля автоматически блокируется подача воды в трубопровод высокого давления, что исключает утечку воды через открытые двери.

Блокировка подачи воды происходит ещё и при открывании внутренней двери в комнату ожидания клиентов. Это сделано для предотвращения случайного обрызгивания клиента водой.

### Управление обратным циклом воды

Вода, используемая в процессе мойки автомобилей, полностью оборотная. Притока свежей воды из водопровода нет, и в качестве накопительных ёмкостей используются пластиковые баки объёмом  $2\text{ м}^3$ . Для недельной работы самой маленькой двухпостовой мойки требуются три такие ёмкости. Температура в помещении, где они находятся, поддерживается на уровне не ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ . Ёмкости оснащаются поплавковыми датчиками уровня серии LFL фирмы Pepperl+Fuchs. Система датчиков обслуживает процесс управления рециркуляцией и обеспечивает сигнализацию наполнения баков при

заправке. Заправка водой производится из автоцистерны (поливальная машина) с помощью шланга, вставляемого в специальную заливную горловину на наружной стене мойки. Рядом с горловиной установлена сигнальная лампа для оповещения о наполнении всех накопительных баков.

В качестве системы водоочистки в составе оборудования автомойки применено готовое изделие соответствующего назначения. Это изделие российского производства. Оно представляет собой углублённый отстойник для крупных фракций и флотационную систему очистки. После дополнения готовой системы водоочистки несколькими датчиками появилась возможность подключить её к общей системе автоматки. На панель управления выводятся данные о сбоях в работе системы водоочистки и о наполнении фильтров отходами. Нормальная работа очистных сооружений невозможна без соблюдения регламента обслуживания, и при необходимости проведения регламентных работ (очистки фильтров или накопителей) на панель управления выводится соответствующее сообщение и фиксируется время выполнения. Система водоочистки обеспечивает на выходе качество воды, пригодное даже для рыбохозяйственной деятельности.

На рис. 3 приведён чертёж общего вида двухпостовой автомойки, из которого можно видеть расположение в модульной конструкции здания трёх накопительных ёмкостей и оборудования системы водоочистки. Также на чертеже показаны основные размеры здания автомойки и расположение помещений, в том числе и вспомогательных, о которых рассказывается в следующем подразделе.

### Бытовые условия и развлечения

Для персонала требовалось создать комфортные условия, для чего в конструкции автомойки предусмотрена отдельная комната, оборудованная шкафом для одежды, сушилкой, душевой кабиной и спальными местами (для ночной смены). Подогрев воды для душа осуществляется проточным нагревателем.

Для клиентов предусмотрена отдельная комната, оборудованная диваном, телевизором, DVD-проигрывателем и кофейным автоматом. В этой же комнате предусмотрено место для кассира и окно оплаты. По желанию заказчика

# ipc2U-Group

Industrial PC to you

[www.icp-das.ru](http://www.icp-das.ru)

## ICP DAS

Официальный дистрибьютор ICP DAS Co.,LTD  
в России - компания **IPC2U**

### ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ ICP DAS:

- Имеет расширенный диапазон рабочих температур -25...+75°C
- Обладает высокой функциональностью и надежностью
- Проверена многолетним опытом внедрений
- Включена в Государственный реестр средств измерений
- Имеет разрешение Госгортехнадзора
- Представлена в полном объеме на сайте [www.icp-das.ru](http://www.icp-das.ru)



Закажите каталог продукции  
ICP DAS на русском языке

## УНИВЕРСАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ



### WinCon

Высокопроизводительный контроллер с функциональностью персонального компьютера

- Процессор Intel Strong Arm 206 МГц
- Оперативная память 64 Мбайт, встроенная FLASH-память 32 Мбайт
- Поддержка карт памяти CompactFlash
- Операционная система реального времени Windows CE.net
- Интерфейсы RS-232, RS-485, USB, Ethernet, а также VGA и PS/2
- 3 или 7 слотов расширения, возможность комплектации дополнительными корзинами расширения



### I-8000

Универсальный контроллер для систем сбора данных и управления

- Процессоры x86 40 или 80 МГц
- Интерфейсы RS-232, RS-485, Ethernet, ModBus, CANopen, DeviceNet
- Встроенная DOS-совместимая операционная система
- 4 или 8 слотов расширения, возможность комплектации дополнительными корзинами расширения
- Трехуровневая гальваническая изоляция до 3000 В



### I-7000

Самые популярные в России модули удаленного сбора данных и управления

- Большое число модификаций, обеспечивающих ввод любых сигналов
- Непосредственное подключение к датчикам и исполнительным механизмам
- Поддержка протоколов DCON или ModBus RTU на шине RS-485
- Возможность считывания данных непосредственно в инженерных единицах
- Экономичность построения больших территориально-распределенных систем сбора данных и управления

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРОВ ICP DAS



ПОСТАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ: ООО "АйПиСи2У" (IPC2U)

г. Москва, Тел.: (495) 232-02-07, E-mail: [sales@ipc2u.ru](mailto:sales@ipc2u.ru)  
г. Санкт-Петербург, Тел.: (812) 271-56-02, E-mail: [spb@ipc2u.ru](mailto:spb@ipc2u.ru)  
г. Екатеринбург, Тел.: (343) 381-56-26, E-mail: [ekb@ipc2u.ru](mailto:ekb@ipc2u.ru)  
[www.ipc2u.ru](http://www.ipc2u.ru), [www.icn.ru](http://www.icn.ru)

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ: ЗАО "Индустриальные компьютерные системы"

г. Москва, Тел.: (495) 937-72-00, E-mail: [sales@icos.ru](mailto:sales@icos.ru)  
г. Санкт-Петербург, Тел.: (812) 271-56-02, E-mail: [spb@icos.ru](mailto:spb@icos.ru)  
г. Набережные Челны, Тел.: (8552) 53-94-40, E-mail: [chelny@icos.ru](mailto:chelny@icos.ru)  
[www.icos.ru](http://www.icos.ru)



# Созданы для безопасной работы во взрывоопасных зонах

Взрывозащищённые средства операторского интерфейса



Взрывозащищённые IBM PC совместимые операторские терминалы серии IPC-EX в корпусе из нержавеющей стали с сенсорным экраном, клавиатурой и мышью.

Установка во взрывоопасных зонах классов 1, 2 и 22



Взрывозащищённые диспетчерские блоки контроля и индикации серии TERMEX с монохромными графическими/текстовыми ЖК-дисплеями для подключения к ПЛК и системам с применением ПК.

Установка во взрывоопасных зонах классов 1, 2 и 22



Взрывозащищённые IBM PC совместимые клавиатуры серии TASTEX с интегрированным трекболом и сенсорным указательным устройством.

Установка во взрывоопасных зонах классов 1, 2 и 22

Все оборудование сертифицировано и имеет Разрешение Ростехнадзора РФ

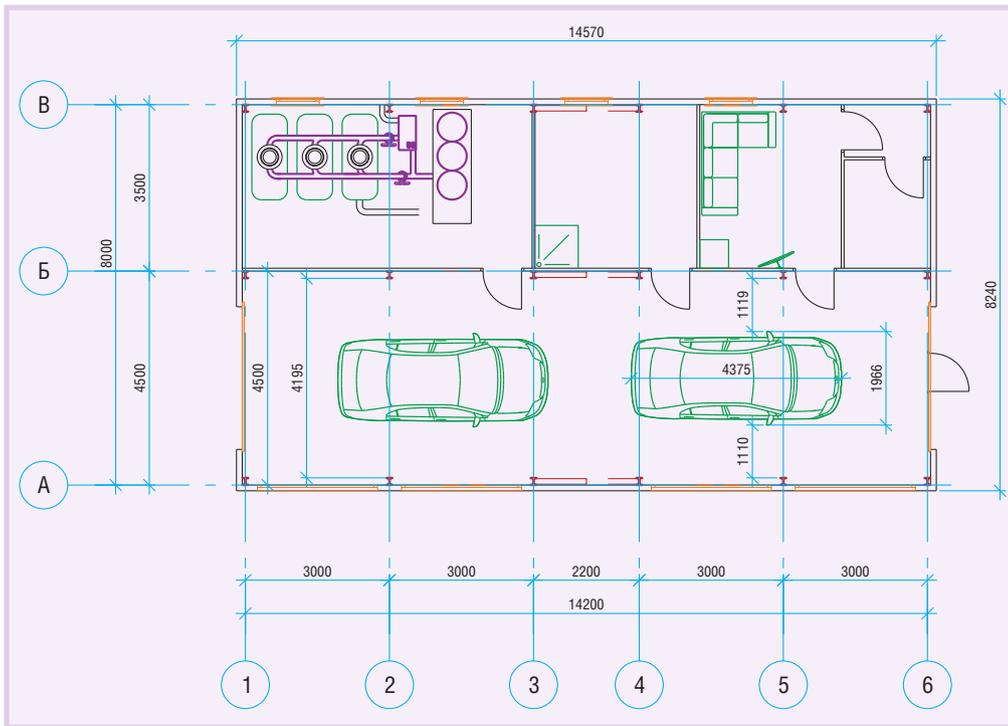


Рис. 3. Чертеж общего вида спроектированной автомойки

в клиентской комнате может быть установлена барная стойка.

### Освещение

Управление системой освещения производится с общего контроллера управления. При отсутствии в мойке автомобилей лишнее освещение автоматически гаснет. Наружная световая реклама включается по состоянию датчика наружной освещённости (компания Thermokon). Эти решения продиктованы режимом максимальной экономии.

### Отчётность и коммуникации

Разработанная система позволяет автоматически вести учёт автомобилей, расхода воды, электроэнергии и рабочего времени. Нештатные ситуации и регламентные работы по обслуживанию оборудования также фиксируются в памяти контроллера. В состав системы автоматики входит GSM-терминал, с помощью которого реализуется возможность оповещения о нештатных ситуациях и предоставления ежедневного отчёта по запрограммированным номерам абонентов. В силу того что автомойка позиционируется как готовый объект для бизнеса, такая функция будет полезна для её владельцев.

### Результаты

Процесс разработки проекта автомойки подтвердил необходимость комплексного подхода к проектированию и выработки комплексных решений.

Для того чтобы изделие было жизнеспособным, экономически эффективным не только в изготовлении, но и в эксплуатации, потребовались слаженные совместные действия целой команды специалистов разных областей.

Особо надо отметить применение навыков, апробированных решений и аппаратно-программных средств из области автоматизации зданий. Результатом этого стало создание в относительно короткие сроки достаточно эффективной и надёжной системы автоматики с использованием хорошо зареко-

мендовавших себя в проектах «умных» домов контроллеров WAGO I/O, панелей управления Maple Systems, датчиков Pepperl+Fuchs и Thermokon.

Разработанная автомойка является готовым объектом бизнеса, предназначенным для серийного тиражирования и отвечающим всем исходным требованиям по высокой степени автономности, ресурсосбережению, экологической безопасности. Такие особенности вкпе с простотой и модульностью конструкции здания автомойки позволяют быстро и с минимальными затратами устанавливать её там, где она востребована и может быстро окупиться, а не только там, где существуют необходимые коммуникации. Всё это, в конечном счёте, обеспечивает высокую экономиче-

скую эффективность применения таких автомоек.

В настоящее время автомойки представленного типа устанавливаются в городе Актобе (Республика Казахстан). Первая мойка уже установлена и ведётся наладка оборудования. Параллельно с этим готовятся площадки для установки ещё четырёх таких же моек. ●

Автор – сотрудник компании

**АНТРЕЛ**

Телефон: (495) 775-1721

E-mail: antrel@antrel.ru

## Industrial Ethernet для гарантированной связи

korenix



**Промышленные Ethernet-коммутаторы JetNet**



**Медиа-конвертеры JetCon**



**Мультислотные платы JetCard**



**Серверы последовательных устройств JetPort**

SYSTEMS  
**PLC**  
SYSTEMS

ООО "ПЛКСистемы"  
125362, Москва, ул. Циолковского, д.4,  
тел./факс: (495) 105-77-98, 789-83-45  
info@plcsystems.ru www.plcsystems.ru

#476

Реклама



# Внедрение сертифицированных систем безопасности на промышленных предприятиях России

Григорий Брагин

На многих предприятиях России, особенно в металлургической и машиностроительной отраслях, в последнее десятилетие наблюдается рост объемов производства, который сопровождается высокой степенью автоматизации, увеличением скорости и интенсивности загрузки производственных механизмов. Освоение новых технологических процессов значительно повысило требования к безопасности работы оборудования, так как актуальность приобрели вопросы предотвращения травматизма обслуживающего персонала, защиты от повреждений дорогостоящего оборудования.

В России, в отличие от европейских стран, при проектировании современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), как правило, не используются современные технические средства и оборудование, прямое назначение которых — предотвращение несчастных случаев и обеспечение безопасности труда на производстве.

На европейских же предприятиях подобные вопросы безопасности стали актуальными более 30 лет назад. Поэтому на Западе разработали специальное законодательство о защитных технологиях. В принятых законах и нормативных актах предписывались организационные и технические требования по безопасности, предъявляемые к предприятиям, которые проектируют, производят и эксплуатируют промышленные машины и установки. Благодаря этому законодательству руководителям предприятий стало выгоднее вкладывать средства в специальное защитное механическое и электрическое оборудование, нежели платить огромные штрафы государству и пожизненные пенсии пострадавшим при несчастных случаях.

Тем не менее, в последнее время в России также стали уделять внимание вопросам безопасности на производстве, что нашло отражение в новых государственных стандартах и нормах по безопасности оборудования. Данные

документы в основном являются точными копиями аналогичных европейских стандартов.

Опираясь на новые ГОСТы, руководство отдельных российских предприятий, не дожидаясь ввода законов, которые в обязательном порядке регламентировали бы применение специальных защитных устройств, уже сейчас вкладывает средства в подобное оборудование, в результате чего уровень безопасности труда на данных производствах значительно повышается.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРТИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

Одним из важнейших российских национальных стандартов по безопасности является вступивший в силу с 2005 года ГОСТ Р ИСО 13849-1-2003 «Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью».

Текст данного стандарта — это точная копия европейского стандарта EN-954-1, который соответствует директиве по машиностроению для стран ЕЭС «89/655/ЕС».

Цель разработки стандарта EN-954 — предоставить чёткую основу для проектирования и функционирования любого элемента системы управления машин и механизмов, связанного с обеспечением безопасности людей и оборудова-

ния. Данный стандарт имеет широкую область применения, он применим для предприятий машиностроительного, металлургического комплексов, пищевой, деревообрабатывающей промышленности и любых других предприятий, имеющих оборудование с движущимися механическими частями, которые представляют опасность для человека.

Основу безопасности согласно данному стандарту создают системы управления, которые закладываются в проектируемое оборудование с соблюдением нескольких правил.

1. Для обеспечения безопасности в машинах и установках применяются специальные устройства (датчики безопасности), при срабатывании которых формируется сигнал на отключение опасного механизма.

Назначением датчиков безопасности является, во-первых, формирование сигнала экстренного отключения всех потенциально опасных механизмов установки при ручной активации датчика. К подобным датчикам относятся различные аварийные кнопки и выключатели.

Во-вторых, контроль опасной зоны или пространства на удалении от установки, а также непосредственно у самой установки. К устройствам данного типа относятся магнитные или концевые выключатели защитных дверей (ограждений), тросовые выключатели, контактные маты, оптоэлектронные средства защиты: световые барьеры и завесы, ла-

зерные сканеры, различные блокирующие замки для контроля доступа.

Данная концепция системы безопасности обладает важной особенностью: при возникновении аварийной ситуации при срабатывании датчика блокируется только та часть установки, которая представляет опасность для человека. При этом работа остальных механизмов установки не нарушается и потеря времени на незапланированные остановки технологического процесса не происходит.

2. Вся система (цепь) безопасности, начиная от датчика и кончая исполнительным устройством механизма (катушкой реле, контактора, клапана или электродвигателя), должна быть сертифицирована на соответствующую категорию безопасности.

Согласно стандарту EN-954-1 все элементы системы безопасности (датчик безопасности, сертифицированное устройство безопасности и исполнительное устройство) нормируются по пяти категориям безопасности (В1, 1, 2, 3, 4). Категория определяется инженером-конструктором на стадии проектирования оборудования по специальной методике, основанной на оценке вероятности возникновения рисков опасной ситуации. Естественно, категория будет тем выше, чем большую угрозу для безопасности персонала представляет данная установка или машина. Например, система управления ленточным транспортёром, подающим щебень в бункер, обычно отвечает категории безопасности 2. Для данной системы для обеспечения безопасности используются аварийные кнопки и защитное ограждение. В качестве примера наивысшей категории 4 может служить система управления прессовой установкой для получения штампованных деталей. Безопасность персонала в этом случае обеспечивается наличием световых завес, расположенных в опасных зонах, специальных двуручных переключателей, которые оператор использует для управления установкой, а также аварийных кнопок для экстренного отключения оборудования.

Таким образом, все отключающие (дискретные) сигналы от датчиков безопасности не должны идти непосредственно на исполнительное устройство либо через промежуточное устройство, не сертифицированное категорией безопасности.

Все сигналы датчиков в обязательном порядке должны обрабатываться только специальными сертифицированными устройствами безопасности (рис. 1).



Рис. 1. Структурная схема сертифицированной системы безопасности

После обработки сигналов датчиков сертифицированное устройство безопасности генерирует сигнал на отключение исполнительных устройств (реле, контакторов, клапанов) всех потенциально опасных механизмов.

Самыми распространёнными типами сертифицированных устройств безопасности являются реле безопасного отключения и контроллеры безопасного отключения.

Наличие сертифицированного устройства безопасности в качестве промежуточного звена между датчиком безопасности и исполнительным устройством диктуется требованиями стандарта EN-954-1 к системе обеспечения безопасности установки по целому ряду причин.

- В случае опасной ситуации (например, при экстренном нажатии кнопки аварийного останова) необходима повышенная надёжность в отключении исполнительных устройств. Требуемую надёжность могут обеспечивать только сертифицированные устройства безопасности за счёт специально разработанной конструкции.
- В системе безопасности установки должны обнаруживаться все возможные неисправности как входных цепей (цепей датчиков безопасности), например короткое замыкание в аварийной кнопке, так и выходных цепей (цепей исполнительных устройств). К последним, например, относится «сваривание» контактов реле или контактора. Логическая управляющая схема сертифицированного устройства безопасности обеспечивает постоянный контроль входных цепей и в случае обнаружения неисправности генерирует соответствующий сигнал. Контроль состояния выходных цепей обеспечивается путем введения в сертифицированное устройство безопасности цепей обратной связи.
- Кроме сертификации на определённую категорию (по EN-954-1), реле безопасности (или контроллер безо-

пасности) в зависимости от типа отключения исполнительного устройства сертифицируются на категорию останова 0 или 1 согласно EN 60204-1.

Это продиктовано требованием останова для конкретного механизма. Например, если механизм имеет большие маховые массы, то осуществлять его торможение путем снятия напряжения питания с исполнительного устройства не представляется возможным. В этом случае используется управляемый останов механизма за фиксированный промежуток времени (согласно категории 1 по EN 60204-1).

Рассмотрим основные отличия реле безопасности и контроллера безопасности.

- Реле безопасного отключения, как правило, имеет вход для контроля только одного датчика безопасности. Примерами данного устройства могут служить реле контроля защитной двери, реле аварийного останова, реле контроля световой завесы и так далее. Реле безопасности применяются на сравнительно небольших установках (до 4-5 датчиков безопасности).
- Контроллеры безопасности (программируемые и с аппаратным конфигурированием) предназначены для установок с большим числом механизмов (например, для протяжённой автоматизированной конвейерной линии). С экономической точки зрения, на данных установках выгоднее применять не реле безопасности, а контроллеры безопасности, так как они имеют модульный принцип конструкции и позволяют контролировать большое число датчиков безопасности.

### ПРЕИМУЩЕСТВА СЕРТИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД ТРАДИЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ БЕЗОПАСНОСТИ

Реализация систем безопасности на основе реле безопасности и контролле-



Рис. 2. Реле безопасности серии 4000

ров безопасности имеет важные преимущества по сравнению с применяемыми на многих предприятиях традиционными системами безопасности. Последние используют в качестве промежуточного звена между датчиком и исполнительным механизмом либо релейно-контакторные схемы управления, либо обычный (не сертифицированный на категорию безопасности) промышленный контроллер (PLC).

В первом случае для периодической проверки исправности данных электрических схем на предприятиях существуют системы планово-предупредительных ремонтов (ППР), во время которых проверяется целостность различных цепей управления, надёжность контактов и прочее.

Таким образом, контроль за исправностью оборудования осуществляется только в период ППР, а в остальное время неисправность оборудования определяется только в случае возникновения какой-либо нештатной ситуации (например, если оператор не может запустить двигатель какого-либо механизма).

Понятно, что при подобной системе контроля определяющим является так называемый «человеческий фактор». Не исключается вероятность и того, что дежурный электрик при очередном ППР (или оператор установки перед началом работы) может случайно забыть или не успеть проверить какую-нибудь важную цепь управления, влияющую на безопасность.

Применение же сертифицированных устройств безопасности позволяет избежать возникновения подобных нештатных ситуаций, так как данные устройства постоянно осуществляют контроль за исправностью как входных цепей уп-

равления, так и исполнительных устройств. Если во время работы оборудования возникает неисправность, то оператор сразу увидит сигнал аварии на пульте управления и вовремя остановит работу вплоть до выяснения причины неисправности.

Что касается второго варианта реализации традиционной системы безопасности, то показатели надёжности несертифицированного промышленного контроллера на порядок ниже, чем у реле безопасности и контроллеров безопасности, следовательно, обычный PLC в качестве составляющей системы безопасности применяться не может.

### ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Система безопасности установки является автономной от общей АСУ ТП установки, её сигналы воздействуют при этом только на те механизмы, которые представляют потенциальную опасность для человека.
- Система безопасности установки имеет более высокий приоритет перед общей АСУ ТП установки, так как от её функционирования напрямую зависит безопасность персонала и оборудования.

Поэтому настраивать и вносить изменения в параметры данной системы может только уполномоченный персонал цеха, отвечающий за безопасность оборудования, то есть передавать данные и управлять системой в автоматическом режиме общая АСУ ТП не имеет права.

Только система безопасности может передавать данные в общую АСУ ТП с целью информации, диагностики и визуализации параметров системы (например, на панели оператора). Это могут быть данные о состоянии потенциально опасных механизмов, датчиков безопасности (включены или выключены), индикация режимов работы системы безопасности и т.д.

### ОБЗОР МОДУЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ БЕЗОПАСНОСТИ НЕМЕЦКОЙ КОМПАНИИ WIELAND ELECTRIC GMBH

Компания Wieland Electric GmbH — один из европейских лидеров в области производства электротехнической коммутации и средств промышленной автоматизации.

Одно из основных направлений компании Wieland — производство модульных устройств безопасности

(SAFETY-устройств), которые выпускаются с 1987 года.

Модульные устройства безопасности существуют в следующих сериях:

- реле безопасного отключения серии 4000 (рис. 2);
- аппаратный контроллер безопасности серии SAMOS (рис. 3);
- аппаратный контроллер безопасности серии SAFETY CENTER.

### Реле безопасного отключения серии 4000

- Реле безопасного отключения имеют возможность подключения датчиков безопасности по 1- или 2-канальной схеме согласно требованиям категорий безопасности 2-4 (по EN 954-1).
- Существуют версии реле, которые обеспечивают управляемый останов двигателя согласно требованиям категории останова 1 (по EN 60204-1).
- Возможность питания от напряжений разных номиналов (от 24 до 220 В).
- Выходные «сухие» контакты с нагрузочной способностью до 250 В/6 А переменного тока.
- Компактные размеры (ширина корпуса 22,5 мм) при реализации таких сложных функций безопасности, как аварийный останов, контроль световой завесы и других.

### Контроллер безопасности с аппаратным конфигурированием серии SAMOS

Это новейшая разработка специалистов компании Wieland. Контроллер SAMOS обладает рядом преимуществ:

- По сравнению с программируемыми контроллерами безопасности других производителей контроллер SAMOS не требует затрат на дорогостоящее программное обеспечение и на обучение персонала. Конфигурирование всех параметров и функций в контроллере SAMOS выполняется аппаратным способом при помощи обычной отвёртки.
- Благодаря своей модульной структуре и универсальности контроллер безопасности SAMOS применим для различных систем автоматизации. Его структура расширяется в зависимости от задачи безопасности по принципу детского конструктора.
- Благодаря имеющимся коммуникационным модулям стандартных промышленных интерфейсов контроллер безопасности SAMOS может передавать диагностическую информацию в

промышленные контроллеры других производителей (например, в контроллеры производства Siemens через интерфейс PROFIBUS-DP).

### Российский опыт внедрения сертифицированной системы безопасности

Несмотря на то что в России, в отличие от европейских стран, отсутствуют законы и нормативные акты, регламентирующие в обязательном порядке применение на наших промышленных предприятиях сертифицированных систем безопасности, подобные системы уже начали внедряться на промышленных предприятиях. Одним из положительных примеров может служить компания ОАО «Уралэлектромедь» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область), входящая в холдинг УГМК.

На данном предприятии, производства которого относятся к потенциально опасным, требования по безопасности производства поддерживаются на высочайшем уровне.

Руководство ОАО «Уралэлектромедь» всегда идет навстречу требованиям по безопасности, предъявляемым со стороны инспекторов МТУ Ростехнадзора по Уральскому федеральному округу к опасным производственным объектам на предприятиях компании.

Поэтому еще 2 года назад перед техническими службами предприятия была поставлена задача нахождения технических решений по безопасности на металлургическом, химическом, горном, прессовом производстве. Главными требованиями к техническим решениям по безопасности являлись следующие:

- система безопасности должна отвечать требованиям современных российских ГОСТов по безопасности оборудования;
- так как все основные производства данного предприятия являются непрерывными, то система безопасности конкретной установки должна быть автономной от общей системы АСУ ТП: ее стадии проектирования, монтажа и наладки не должны затрагивать уже существующих электрических схем управления и текущий технологический процесс не должен нарушаться (или останавливаться на минимальное время).

В результате проведенной работы в качестве основы сертифицированной системы безопасности были выбраны модульные устройства безопасности



Рис. 3. Аппаратный контроллер безопасности серии SAMOS

(реле безопасности и контроллеры безопасности) производства немецкой компании Wieland Electric GmbH.

Управлением автоматизации ОАО «Уралэлектромедь» совместно с российским представительством компании Wieland (ООО «Виланд Электрик РУС») были разработаны и проведены следующие организационно-технические мероприятия:

- для инженерно-технического персонала компании «Уралэлектромедь», а также для других предприятий, входящих в холдинг УГМК, был проведен обучающий семинар, в котором принимали участие немецкие специалисты компании Wieland, а также представители МТУ Ростехнадзора по УрФО;
- органами Ростехнадзора РФ после проведения соответствующих экспертных работ было выдано разрешение на применение модульных устройств безопасности (SAFETY-устройств) производства компании Wieland Electric GmbH. Необходимость в подобном разрешении обусловлена тем, что оно обязательно для всех технических средств, применяемых на опасных производственных объектах;
- инженерно-техническими службами компании «Уралэлектромедь» была разработана соответствующая проектно-конструкторская документация, выполненная на основе модульных устройств безопасности компании Wieland.

Результатом проведенных мероприятий стали внедренные проекты, которые содержали общую АСУ ТП в комплексе с сертифицированной системой безопасности на различных производствах предприятия.

- в результате внедрения данных систем повысился уровень безопасности установок и технологических линий, так как значительно уменьшилось

влияние «человеческого фактора» при эксплуатации оборудования;

- система безопасности стала независимой от общей АСУ ТП установок, что также повышает безопасность установки. К примеру, процесс отладки технологических параметров АСУ ТП установки теперь осуществляется в безопасном режиме, так как инженер-наладчик при этом не может включать потенциально опасные механизмы и управлять ими.

### РЕЗЮМЕ

1. Огромный опыт использования сертифицированных систем безопасности на европейских предприятиях показывает, что при применении подобных систем число несчастных случаев на производстве значительно снизилось.
2. Технические решения на основе модульных устройств безопасности компании Wieland уже имеют опыт применения не только в Европе, но и на предприятиях Российской Федерации, поэтому они могут быть рекомендованы для применения на различных промышленных предприятиях.
3. Выданное Ростехнадзором разрешение на применение устройств безопасности Wieland позволяет использовать их на различных промышленных производствах, в том числе на потенциально опасных, таких как металлургическое, химическое производство, крановое, подъемное оборудование и других.
4. Имея опыт сотрудничества с различными проектными организациями, специалисты российского представительства компании Wieland по запросам клиентов готовы предложить различные технические решения в области безопасности на производстве.
5. Все технические вопросы и вопросы поставки по модульным устройствам безопасности производства Wieland можно уточнить, связавшись с представительством компании Wieland Electric GmbH на территории РФ. ●



**wieland**

Electrical  
Connections

ООО «Виланд Электрик РУС»,  
представительство Wieland Electric  
GmbH в России

Телефон: (343) 372-9240

Факс: (343) 245-3328

E-mail: info@wieland-electric.ru

www.wieland-electric.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 4

### Исполнение прикладной программы

Прикладная программа функционирует в контроллере под управлением среды исполнения CoDeSys следующим образом:

1. Сервис ввода-вывода выводит из области выходных данных данные, подготовленные на предыдущем цикле исполнения, в выходные каналы модулей ввода-вывода.
2. Данные входных каналов модулей ввода-вывода и входящих коммуникационных вводятся в область входных данных среды исполнения CoDeSys.
3. Вызывается на исполнение программа PLC\_PRG.
4. Данные из области выходных данных среды исполнения CoDeSys подготавливаются к выводу во внешнюю сеть и в модули ввода-вывода.

Описанный цикл контроллера повторяется с периодом, который задаётся пользователем путём установки параметра CPM70x Coupler — SampleRate в диапазоне от 1 до 1000 мс в секции PLC Configuration.

Необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Перед вызовом программы PLC\_PRG происходит непосредственный вывод данных в выходные каналы модулей ввода-вывода, причём выводятся данные, буферизованные сервисом ввода-вывода в конце предыдущего цикла.
2. Вывод данных в выходные каналы модулей ввода-вывода и ввод данных входных каналов производится за один обмен (за одну транзакцию) по внутренней шине контроллера.
3. После очередного исполнения программы данные из области выходных данных среды исполнения CoDeSys выводятся не в модули, а буферизуются сервисом ввода-вывода.
4. Запросы чтения и записи по внешней сети поступают в случайные моменты времени относительно цикла выполнения программы. При поступлении запроса чтения по внешней сети в сеть передаются буферизованные данные из области выходных данных среды исполнения CoDeSys, относящиеся к последнему завершившемуся циклу прикладной программы. При поступлении запроса записи данные, пришедшие в запросе по сети, передаются в об-

ласть входных данных среды исполнения CoDeSys непосредственно перед следующим после запроса записи вызовом прикладной программы.

Для того чтобы сказанное стало более понятным, соберем небольшой стенд и оценим время реакции среды исполнения на изменение сигнала, поступающего на вход модуля дискретного ввода. В стенд войдут контроллер CPM703 (Modbus TCP) и следующие модули:

- 1) модули OM751 и DIM718. Первый служит для питания выходных цепей следующего, который содержит 8 каналов дискретного вывода с коммутируемым напряжением от 0 до 30 В. Третий канал модуля будет использоваться для генерации меандра в режиме формирования ШИМ-последовательности. Полученный меандр будет использоваться в качестве испытательного воздействия и подаваться на входы модулей аналогового и дискретного ввода. Седьмой канал модуля будет переключаться из прикладной программы, как только она обнаружит перепад сигнала на входе другого модуля, на который подан испытательный сигнал в виде меандра;
- 2) два модуля DIM716, каждый из которых имеет два канала дискретного ввода с диапазоном от 0 до 30 В. На первый канал второго модуля будет подаваться меандр, формируемый третьим каналом модуля DIM718;
- 3) четыре 2-канальных модуля аналогового ввода AIM726 с диапазоном входного напряжения от 0 до 40 В и четыре 4-канальных модуля аналогового ввода AIM728 с диапазоном входного напряжения от -20 до +20 В. Эти модули будут выступать в качестве «массовки», ничего не измеряя, но увеличивая время цикла межмодульной внутренней шины.

Определим потребное время опроса перечисленных модулей. Размеры областей входных и выходных данных выбранных модулей таковы:

- OM751: 2 байта,
- DIM718: 10 + 9 байт,
- DIM716: 7 байт,
- AIM726: 9 байт,
- AIM728: 17 байт.

Тогда потребное время опроса составит:

$$((1 \times 2 + 1 \times 19 + 2 \times 7 + 4 \times 9 + 4 \times 17) / 168960) \times 1000 = 0,82 \text{ мс}$$

Тогда потребный период опроса, а значит, и период исполнения прикладной программы, составит:  $0,82/0,70 = 1,18 \approx 2$  мс (округляем до «верхнего» целого, потому что оценка потребного времени менее 2 мс).

Создадим проект в среде CoDeSys для платформы Fastwel I/O System и добавим в конфигурацию контроллера CPM703 описания модулей с соблюдением указанного выше порядка: OM751, DIM718, DIM716, DIM716, AIM726, AIM726, AIM726, AIM726, AIM728, AIM728, AIM728, AIM728.

Установим значение параметра CPM703 ModbusTCP Coupler—SampleRate равным 2 мс.

В конфигурации модуля DIM718 для параметра Mode выберем значение Use PWM, в результате чего после загрузки конфигурации в контроллер и перезапуска 3-й и 4-й каналы модуля будут переведены в режим формирования ШИМ-последовательностей с характеристиками, определяемыми длительностями полуволн, которые задаются прикладной программой на его логических выходах firstHalfDutyState0: secondHalfDutyState0 и firstHalfDutyState1: secondHalfDutyState1.

Программа для оценки времени реакции среды исполнения на изменение сигнала на входном канале модуля дискретного ввода будет выглядеть так:

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
(* Длительность полуволн ШИМ-последовательности
на третьем канале DIM718 в единицах, кратных 50 мкс *)
pwmTime : WORD;
(* Признак обнаружения перепада на входе второго модуля DIM716 *)
toggleSensed : BOOL := FALSE;
END_VAR
VAR_INPUT
(* Первый бит содержит логическое состояние на первом
дискретном входе модуля DIM716 *)
din_byte AT%IB57 : BYTE;
END_VAR
VAR_OUTPUT
(* Ссылка на 7-й, начиная с 1, выходной канал DIM718 *)
dout1 AT%XQ2.14 : BOOL := FALSE;
(* Ссылка на логический канал формирования первой полуволны
на 3-м, начиная с 1, выходном канале DIM718 *)
dout0_pwm_first AT %QW3 : WORD;
(* Ссылка на логический канал формирования второй полуволны
на 3-м, начиная с 1, выходном канале DIM718 *)
dout0_pwm_second AT %QW4 : WORD;
END_VAR
(* Программа начинается здесь *)

(* Задаваемая длительность полуволны испытательного сигнала:
T = 200x0,05 = 10 мс *)
pwmTime := 200;
(* Записываем значения длительности первой и второй полуволн *)
dout0_pwm_first := pwmTime;
dout0_pwm_second := pwmTime;
(* Определяем факт перепада и текущее логическое состояние
на 1-м входе второго модуля DIM716 *)
toggleSensed := ((din_byte AND 1) <> 0);
(* Выводим текущее логическое состояние в 7-й, начиная с 1,
выходной канал модуля DIM718 *)
dout1 := toggleSensed;
END_PROGRAM
```

Соберём описанную конфигурацию контроллера. Подключим выход блока питания с выходным напряжением 24 В к клеммам питания контроллера, а также к контактам с маркировкой «1» (+24 В) и «2» (Общий) модуля OM751. Далее соединим контакт с маркировкой «2» модуля DIM718 с контак-

том «1» второго модуля DIM716 и первым каналом осциллоскопа. Второй канал осциллоскопа подключим к контакту с маркировкой «4» модуля DIM718. Включим блок питания и загрузим предварительно скомпилированную программу в контроллер, после чего выполним команду **Online-Logout** в среде разработки CoDeSys, чтобы взаимодействие между средой разработки и контроллером не влияло на измерение.

На индикаторе осциллоскопа появится осциллограмма, аналогичная представленной на рис. 18. При этом запаздывание фронтов сигнала, формируемого программой в ответ на перепады испытательного сигнала, относительно фронтов испытательного сигнала будет периодически изменяться от 4 с небольшим до 5,5 мс.

Проанализируем полученный результат. Для этого зафиксируем осциллоскопом циклограммы исполнения прикладной программы и обмена с модулями по внутренней шине. Способ подключения щупов осциллоскопа к контроллеру иллюстрирует рис. 19. Общий провод одного из щупов может быть подключён ко второму или третьему сверху контакту под пластмассовой крышкой на передней панели контроллера. Самый верхний контакт под крышкой позволяет увидеть импульсы, передние фронты которых соответствуют началу ввода данных в программу, а задние — окончание вывода. Высокий уровень между фронтами удерживается в течение времени исполнения программы. Совмещённые циклограммы с дополнительными пояснениями представлены на рис. 20.

На рис. 20 рассмотрена наихудшая ситуация, когда изменение входного испытательного сигнала происходит в момент окончания получения модулями группового запроса. Как только модуль получил корректный пакет группового запроса, он меняет местами буфер, в котором находятся ранее зафиксированные входные данные, с коммуникационным буфером и приступает к формированию своей части цепочечного ответа. Если перепад входного сигнала произошёл в момент обслуживания модулем очередного группового запроса, то фактически данный перепад попадёт в коммуникационный буфер и будет передан мастеру FBUS только при обслуживании следующего группового запроса, что и обозначено на рисунке. А это означает, что программа «увидит» перепад испытательного сигнала во время выполнения второго цикла с момента его реального происхождения. Далее, перед началом следующего цикла программы произойдет очередной обмен с модулями ввода-вывода, и выходной сигнал, сформированный программой в ответ на обнаружение перепада испытательного сигнала, поступит модулю дискретного вывода, который после небольшой задержки актуализирует его на соответствующем дискретном выходе.

Таким образом, параметр «Время реакции прикладной программы на изменение состояния на канале дискретного ввода», определённый в документации, значение которого в предельном случае равно двум периодам исполнения программы, представляет максимальный интервал времени, по истечении которого программа обнаружит фронт сигнала на дискретном входе модуля. Если под временем реакции системы подразумевать интервал времени, выделенный на рис. 20 пунктирными линиями, то его предельное значение составляет два периода исполнения программы плюс время, которое понадобится потратить на один обмен со всеми модулями, подключёнными к внутренней шине контроллера, плюс время задержки выдачи, специфичное для каждого модуля.



Рис. 18. Оценка времени реакции на перепад сигнала на дискретном входе. Трасса красного цвета – испытательное воздействие. Трасса синего цвета – подтверждение восприятия программой испытательного воздействия. Запаздывание составляет 5,35 мс

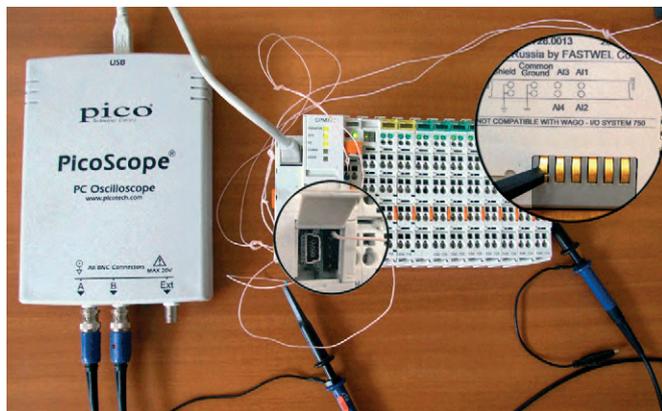


Рис. 19. Подключение осциллографа к контроллеру для получения циклограмм исполнения прикладной программы и обмена с модулями по внутренней шине

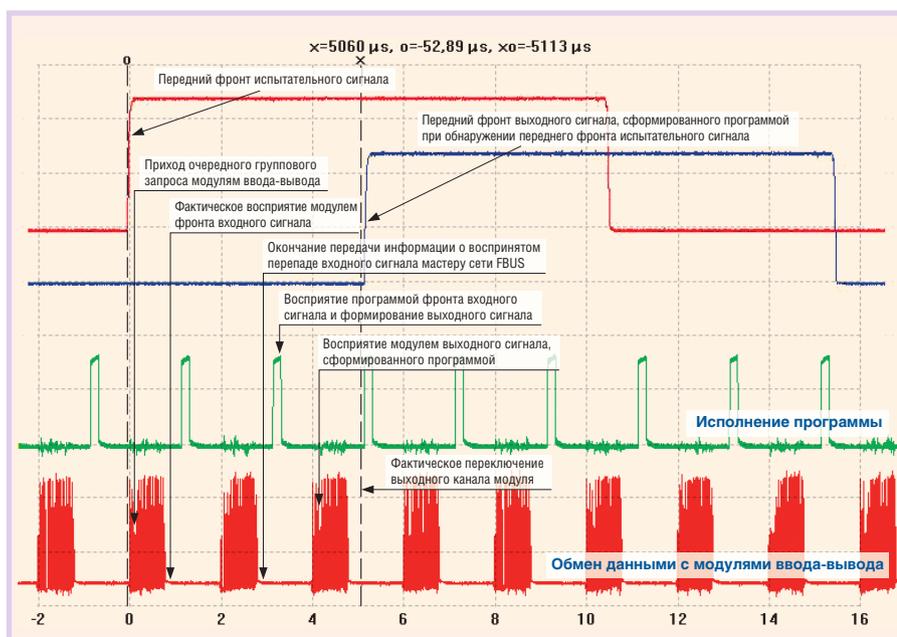


Рис. 20. Циклограммы для программы оценки времени реакции на изменение сигнала на входном канале модуля дискретного ввода

## Режимы работы контроллера

### Безопасный режим

При поставке контроллер не содержит прикладной программы и при включении питания запускается в так называемом **безопасном режиме**, о чем свидетельствует попеременное свечение индикатора RUN/ERR зеленым и красным цветами. В безопасном режиме системное программное обеспечение контроллера не обращается к модулям ввода-вывода и ожидает загрузки новой прикладной программы.

В случае когда неизвестны параметры обмена контроллера по внешней сети и требуется загрузить новую программу, контроллер может быть принудительно переведён в безопасный режим. Для этого следует включить переключатель «1» и перезапустить контроллер.

Контроллер может перейти в безопасный режим самостоятельно, если при запуске или при выполнении прикладной программы произошла одна из следующих ошибок:

- 1) размер бинарного кода программы или конфигурации при загрузке превысил максимальную величину (64000 байт – для программы, 64512 байт – для конфигурации);
- 2) в конфигурации внешней сети контроллера имеются описания по крайней мере двух коммуникационных объектов (например, регистров Modbus) с одинаковыми идентификаторами;
- 3) в прикладной программе произведено деление на 0;
- 4) в коде прикладной программы, загруженной в контроллер, произошла ошибка, повлекшая за собой немаскируемое прерывание микропроцессора или прерывание по неизвестному коду команды;
- 5) если в контроллер некоторого типа по ошибке загружена программа для контроллера другого типа.

Если контроллер запустился в безопасном режиме по ошибке, его коммуникационные параметры (например IP-адрес, адрес шлюза и маска подсети у контроллера СРМ703) примут значения из последней успешно загруженной конфигурации.

Зачем мы сделали безопасный режим? Безопасный режим появился прежде всего потому, что программа, разработанная пользователем и загруженная в контроллер, может аварийно завершиться немедленно или по истечении некоторого времени. Возможные причины аварийного завершения:

1. Деление на ноль. Компилятор CoDeSys генерирует исполняемый код процессора целевой платформы, поэтому если в программе произошло деление на ноль, она будет аварийно завершена.
2. Пользователь добавит в проект на CoDeSys библиотеку, функции которой не поддерживаются адаптированной средой исполнения для Fastwel I/O, и вызовет какую-нибудь функцию у себя в про-

грамме. Либо сигнатура какой-нибудь библиотечной функции отличается от её текущей реализации в среде исполнения типами или количеством аргументов и/или возвращаемого значения.

3. Обращение по нулевому указателю или по указателю, ссылающемуся не туда, куда нужно, из программы пользователя.
4. Компилятор среды разработки CoDeSys сгенерирует неправильный код.

Рассмотрим перечисленные причины подробнее.

Деление на ноль может случиться сразу после загрузки программы или через некоторое время, и при этом не существует никакого корректного способа продолжить работу контроллера, поскольку компилятор CoDeSys генерирует исполняемый код целевого процессора.

О вызове библиотечных функций. Реализация любой функции внешней библиотеки, используемой в проектах CoDeSys для платформы на базе 80186, должна присутствовать в коде среды исполнения. Перед запуском прикладной программы среда исполнения выполняет динамическое связывание внешних функций, чьи имена перечислены в специальной секции бинарного файла загруженной программы. Если какая-либо функция отсутствует, то контроллеру остаётся только перезагрузиться либо «зависнуть» в момент вызова отсутствующей функции.

Кроме того, связывание выполняется только по именам функций без анализа списков аргументов и возвращаемого значения (информацию о сигнатурах компилятор в бинарный код не помещает), поэтому если вызов внешней функции, сгенерированный компилятором CoDeSys, отличается по типам и/или количеству аргументов и/или типу возвращаемого значения от текущей реализации в среде исполнения, произойдёт порча стека и крах системы.

Об указателях. CoDeSys имеет реализацию специального типа данных POINTER TO, означающего «указатель на». Несомненно, указатели являются мощным инструментом в умелых руках. Но также несомненно, что поддержка указателей отрицательно влияет на безопасность кода, ибо запись по неправильному и нулевому указателю с большой вероятностью приводит к краху системы.

Спрашивается, что делать, если произошла какая-нибудь из перечисленных неприятностей? Если просто перезагрузить контроллер, то крах произойдет опять и будет повторяться до тех пор, пока пользователь каким-то способом не прекратит мучения контроллера. А что если контроллер находится в труднодоступном месте? Кроме того, до следующей перезагрузки программа может успеть что-нибудь сделать, например, несколько раз переключить дискретные выходы, что не всегда желательно.

В общем, безопасный режим показался нам разумным решением, позволяющим пользователю увидеть, что что-то идет не так, и исправить положение, загрузив правильную программу. Мы установили собственные обработчики для немаскируемого прерывания, прерывания по неизвестному коду команды и для прерывания по делению на ноль. При возникновении любого из перечисленных прерываний мы стараемся сохранить в энергонезависимой памяти контроллера причину краха системы и принудительно перезагружаем контроллер аппаратным сбросом при помощи сторожевого таймера. Кроме того, во время работы системы регулярно проверяется целостность памяти (точнее, так называемой «кучи» системы исполнения языка Си, на котором

написано системное ПО контроллера) с целью выяснить, не было ли деструктивных обращений по неправильному указателю из пользовательской программы. После перезапуска контроллера система считывает причину последней перезагрузки и выясняет, что произошла перезагрузка по ошибке, и контроллер начинает работать в безопасном режиме.

### Нормальный режим

Если в контроллер была успешно загружена прикладная программа, конфигурация которой соответствует типу контроллера и не содержит описаний коммуникационных объектов (регистров Modbus или коммуникационных объектов CANopen) с одинаковыми адресами (идентификаторами), контроллер при включении питания или перезапуске будет запускаться в нормальном режиме.

В нормальном режиме исполняются основные функции контроллера, включая периодическое исполнение прикладной программы, обмен данными с модулями ввода-вывода, обслуживание запросов, поступающих по внешней сети, и т.д.

При этом

- 1) индикатор RUN/ERR светится зелёным цветом, если среда исполнения CoDeSys успевает выполнять прикладную программу с заданным периодом. В противном случае RUN/ERR светится красным цветом;
- 2) индикатор APP светится зелёным цветом;
- 3) индикатор I/O светится зелёным цветом при успешном обмене с модулями ввода-вывода. Если текущая конфигурация модулей ввода-вывода, подключённых к контроллеру, не совпадает с конфигурацией модулей ввода-вывода, заданной для прикладной программы, либо в случае наличия большого количества ошибок обмена по внутренней шине контроллера индикатор I/O светится красным цветом.

Как указывалось ранее, программа, разработанная в среде CoDeSys, транслируется в исполняемый код микропроцессора 80186. При выполнении команды **Online—Download** в среде разработки CoDeSys сначала загружается бинарный код программы, который сохраняется в отдельном файле в энергонезависимой памяти контроллера, после чего выполняется загрузка конфигурации в бинарном формате с сохранением в отдельном файле. Подробности о взаимодействии контроллера со средой разработки приведены далее.

При запуске контроллера происходит загрузка конфигурации из энергонезависимой памяти в оперативную и инициализация сервисов адаптированной среды исполнения CoDeSys.

Если предполагается разрабатывать большие программы для контроллеров с большим количеством модулей ввода-вывода и коммуникационных объектов внешней сети, необходимо до загрузки программы в контроллер определить, поместится ли в контроллер конфигурация, созданная пользователем в секции PLC Configuration. Как определить размер некоторой конфигурации программы? В документе «Система ввода-вывода Fastwel I/O. Модули ввода-вывода. Руководство программиста» приведены размеры элементов конфигурационной информации, которые могут быть добавлены в конфигурацию контроллера. Например, если требуется иметь 64 модуля DIM714 (394 байта на 1 модуль) в составе контроллера CPM702 (861 байт), то размер конфигурации составит  $64 \times 394 + 861 = 26077$  байт. Тогда в этой конфигурации может быть до 463 Modbus-регистров (83 байта на 1 регистр).

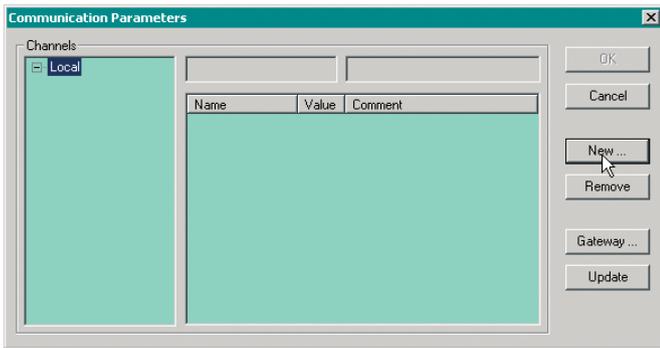


Рис. 21. Диалоговая панель параметров коммуникационного сервера связи с удаленным контроллером

**Использование библиотек**

Адаптированная среда исполнения CoDeSys для Fastwel I/O содержит реализации функций следующих внешних системных библиотек:

- 1) Standard.lib;
- 2) SysLibFile.lib. Содержит реализации функций для работы с файлами;
- 3) SysLibCom.lib. Здесь реализованы все функции для работы с последовательным портом, расположенным под пластиковой крышкой на передней панели контроллера. Для получения доступа к данному порту из прикладной программы через функции библиотеки SysLibCom.lib необходимо включить переключатель «4» на передней панели контроллера.

Кроме того, при установке комплекта адаптации CoDeSys для Fastwel I/O в каталог \Support корневого каталога установки помещаются библиотеки, содержащие функциональные блоки для преобразования данных от модулей аналогового ввода Fastwel I/O.

Все необходимые для повторного использования дополнительные функции и блоки рекомендуется реализовывать на Structured Text и оформлять в виде внутренних библиотек (тип проекта CoDeSys – Internal Library), поскольку реализация Structured Text в CoDeSys вполне приемлема для разработки довольно сложных программ.

**Взаимодействие между средой разработки CoDeSys и средой исполнения контроллера**

Адаптированная среда исполнения CoDeSys для Fastwel I/O поддерживает следующие виды взаимодействия со средой разработки:

- 1) загрузку прикладной программы и конфигурации в контроллер;
- 2) чтение и запись значений переменных программы, выполняющейся в контроллере;
- 3) пошаговую отладку программы в контроллере;
- 4) загрузку файлов в контроллер;
- 5) выгрузку файлов из контроллера.

Любое из перечисленных взаимодействий выполняется либо через интерфейс внешней сети контроллера, либо через специальный интерфейс «точка-точка» по последовательному каналу связи через порт COM1, соединитель которого расположен под пластиковой крышкой на передней панели контроллера. Типовой сценарий загрузки программы в контроллер выглядит следующим образом:

1. Пользователь создаёт проект в среде CoDeSys для платформы Fastwel I/O System, разрабатывает программу и компилирует командой **Project-Rebuild all**.

2. Выбирается команда меню **Online—Communication Parameters...** На экране появляется диалоговая панель **Communication Parameters**, показанная на рис. 21.
3. Создаётся логический информационный канал удалённого взаимодействия с контроллером, для чего нажимается кнопка **New** и в появившейся диалоговой панели вводится имя создаваемого канала, а в списке **Device** выбирается тип драйвера протокола (например, *ModbusTCP: Fastwel Modbus TCP driver*, как показано на рис. 18), и диалог **Communication Parameters: New Channel** закрывается нажатием кнопки **OK**. В древовидном списке **Channels** диалога **Communication Parameters** появится элемент, соответствующий созданному каналу, а в таблице параметров канала справа – параметры созданного канала, как показано на рис. 22.

4. Выполняется настройка параметров канала (рис. 23). В данном примере по двойному щелчку мыши на значении параметра *Address* становится доступным для редактирования значение IP-адреса контроллера. По окончании настройки диалоговая панель **Communication Parameters** закрывается нажатием кнопки **OK**. В настоящий момент среда CoDeSys подготовлена к загрузке прикладной программы в контроллер и выполнению других операций с контроллером по сети.

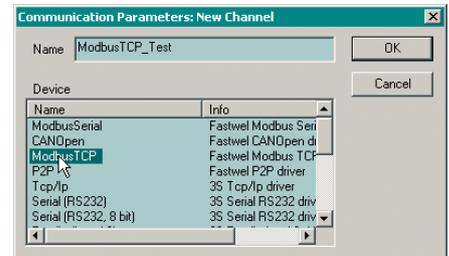


Рис. 22. Создание канала с использованием драйвера Fastwel Modbus TCP driver

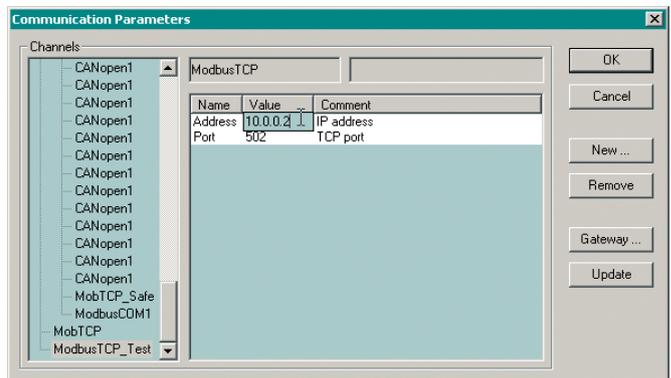


Рис. 23. Настройка параметров канала

5. В среде разработки выбирается команда **Online—Login**. При успешном соединении на экран будет выведена диалоговая панель, показанная на рис. 24.
6. После нажатия кнопки **Yes** на экран будет выведено окно, отображающее ход загрузки программы, показанное на рис. 25. Следует обратить внимание на тот факт, что в данном окне отображается ход загрузки только исполняемого кода программы. Когда исполняемый код программы загружен, начинается загрузка конфигурации контроллера,



Рис. 24. Предложение загрузить программу

однако счётчик в окне не изменяется, будто бы загрузка уже завершена. Указанная ситуация особенно заметна в больших проектах, когда конфигурация контроллера содержит большое количество модулей ввода-вывода и/или регистров.

По завершении загрузки программы и конфигурации контроллер автоматически перезапускается и пытается запустить загруженную программу, если не включен переключатель «1» (выключите его заранее до загрузки программы!). Если контроллер во время загрузки программы был в безопасном режиме по отсутствию программы или по переключателю «1», после перезапуска контроллера произойдет разрыв связи между средой CoDeSys и контроллером, поскольку параметры интерфейса внешней сети узла в конфигурации контроллера, созданной в загруженной прикладной программе, скорее всего, отличаются от параметров внешней сети для безопасного режима (они должны отличаться!).

Если загрузка программы выполнялась в нормальном режиме контроллера, после перезапуска контроллера по завершении загрузки среда CoDeSys с очень высокой вероятностью сохранит соединение с контроллером и начнёт отображать значения переменных текущей прикладной программы.

При загрузке новой программы в контроллер исполнение текущей программы и обмен данными с модулями ввода-вывода прекращаются. Дело в том, что однозадачная среда исполнения CoDeSys для контроллеров на базе процессоров, совместимых с 80186, обслуживает сетевые запросы, поступающие от среды разработки, при каждом вызове прикладной программы в том же потоке исполнения, на контексте которого вызывается прикладная программа. Если

при этом осуществляется интенсивный обмен по внутренней шине с большим количеством модулей ввода-вывода и выполняется большой объём вычислений в прикладной программе, то несколько пакетов от среды разработки могут быть потеряны, в результате чего среда разработки может решить, что пора разрывать связь с контроллером.

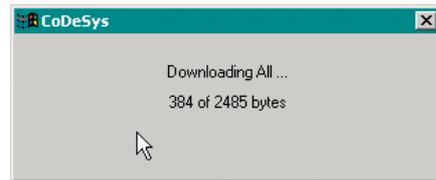


Рис. 25. Отображение хода загрузки программы

Рассмотрим процесс загрузки программы в контроллер более подробно.

Любая операция взаимодействия между средой разработки и средой исполнения CoDeSys в контроллере представляется в виде обращения клиента (среды разработки) к некоторой удалённой процедуре на сервере (контроллере).

Каждый сетевой запрос клиента содержит код удаленной процедуры, собственно данные запроса и номер фрагмента транспортируемых данных запроса. Ответ сервера выглядит практически так же. Мы передаём запросы клиента и ответы сервера по сети, упаковывая их в пакеты стандартных сервисов сетевого протокола, реализуемого контроллером. Например, при взаимодействии через Modbus (и Modbus TCP) используется стандартный сервис инкапсулированного транспорта (2Bh), а при взаимодействии через CANopen – чтение/запись мультиплекторов объектного словаря контроллера через нулевой серверный SDO (передача запросов – через 5F25h:0h, приём ответов на запросы – через 5F26h:0h). При взаимодействии



## Датчики деформации EPSIMETAL

Контроль состояния несущих элементов конструкций (мостов, кранов, прессов, клетей прокатного стана), натяжения тросов и др.

- Встроенный измерительный преобразователь
- Унифицированный выходной сигнал
- Температурная компенсация
- Быстрая установка и снятие
- Отсутствие механических регулировок
- Интерфейс RS-232 для дистанционной калибровки

- Диапазон измерения ±500 мкм/м
- Разрешение 1 мкм/м
- Нелинейность ±0,5% от полной шкалы
- Монтаж с помощью винтов или клея
- Степень защиты IP54
- Диапазон температур эксплуатации -40...+85°C

Реклама

PROSOFT®

#411

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

«точка-точка» (P2P) никаких дополнительных протоколов не используется, поэтому при таком способе взаимодействия достигается наивысшая производительность обмена. В контроллере взаимодействие сервиса внешней сети (любой из поддерживаемых) с коммуникационным драйвером среды исполнения CoDeSys осуществляет специальный сервис вызова удаленных процедур (RPC), который получает управление каждый раз, когда по сети приходит пакет запроса от среды разработки CoDeSys, либо когда среда исполнения CoDeSys в контроллере отвечает на запрос среды разработки. При этом сервис RPC в качестве источника и назначения данных, передаваемых между средой разработки и средой исполнения CoDeSys, использует коммуникационный буфер небольшого размера, который, в свою очередь, используется коммуникационным драйвером CoDeSys для приёма запросов и передачи ответов на запросы. Таким образом, взаимодействие можно представить следующим несколько упрощённым сценарием.

1. Среда разработки CoDeSys инициирует очередную операцию взаимодействия с контроллером, передавая код операции, которую он бы хотел выполнить на сервере (в контроллере), и параметры (данные) операции своему коммуникационному сервису Gateway Server, установленному на том же компьютере, что и среда разработки.
2. Gateway Server передаёт код и параметры операции в текущий выбранный коммуникационный канал, обслуживание которого осуществляет наш драйвер протокола, выбранный пользователем при создании канала.
3. Драйвер протокола начинает транзакцию коммуникационного протокола (например, запись потока байтов через SDO в CANopen или через сервис инкапсулированного транспорта Modbus), поместив в поле данных первого исходящего пакета транзакции код типа взаимодействия (этот код означает, что в данном сетевом пакете передаются данные, относящиеся к обмену между IDE CoDeSys и контроллером), код операции (например Login), часть данных операции (или все данные, если они помещаются в пакет) и номер фрагмента данных.
4. Сервис протокола внешней сети в контроллере, закончив входящую транзакцию сетевого протокола, по коду типа взаимодействия находит сервис RPC, обслуживающий взаимодействие данного типа, и передаёт ему данные транзакции для обработки, исключив код типа взаимодействия. Сервис RPC, обслуживающий взаимодействие между средой разработки и исполнением CoDeSys в контроллере, попросту копирует пришедшие данные в буфер коммуникационного драйвера среды исполнения CoDeSys.
5. Перед началом очередного цикла контроллера среда исполнения CoDeSys вызывает функцию чтения блока данных своего коммуникационного драйвера, которая обнаруживает, что пришли данные запроса от среды разработки или их часть. Как только данные запроса приняты полностью (на это может потребоваться несколько сетевых транзакций протокола внешней сети), по коду операции, пришедшему с запросом, вызывается соответствующий обработчик в среде исполнения CoDeSys, который делает, что ему положено сделать в зависимости от кода операции, после чего записывает в коммуникационный буфер данные ответа на запрос путём вызова соответствующей функции коммуникационного драйвера среды исполнения CoDeSys. Передача ответа на запрос из контроллера в сеть осуществляется в порядке, обратном описанному выше.

Следует отметить, что данные, пересылаемые между средой разработки и контроллером в процессе взаимодействия, могут не поместиться в коммуникационный буфер среды исполнения CoDeSys, что непременно происходит при загрузке больших программ и конфигураций, а также при загрузке и выгрузке файлов (команды меню **Online—Write file to PLC** и **Online—Read file from PLC**) и при чтении/записи большого количества переменных. Поэтому среда исполнения CoDeSys обязана предоставлять своему коммуникационному драйверу некий буфер, в который могли бы поместиться все данные запроса. Программа, загружаемая в контроллер из среды разработки, состоит из собственно исполняемого кода программы, снабжённого некоторой служебной информацией (размеры кода и данных, таблицы перераспределения адресов POU и символьных ссылок на функции внешних библиотек и т.п.), и бинарного дерева конфигурации контроллера, сгенерированного средой разработки на основании информации из секции PLC Configuration. В предельном случае среда исполнения должна уметь принять  $64000 + 64512 = 128512$  байт, что и делает наша адаптация среды исполнения CoDeSys. Однако при этом мы несколько ограничили возможности системы.

1. Во время загрузки новой программы исполнение имеющейся программы и опрос модулей ввода-вывода приостанавливаются.
2. Каждый раз выполняется загрузка как кода программы, так и бинарных данных конфигурации контроллера.
3. По окончании загрузки контроллер перезапускается и после успешного запуска новой программы в подавляющем большинстве случаев успешно возобновляет связь со средой разработки.

Как было указано ранее, интенсивный обмен по внутренней шине с большим количеством модулей ввода-вывода и большой объём вычислений в прикладной программе могут привести к потере пакетов от среды разработки, в результате чего практически неизбежен разрыв связи. При экстремальном тестировании системы нам легко удавалось создавать тестовые программы, при исполнении которых было невозможно сделать даже Login на контроллере, исполняющем прикладную программу и опрашивающем большое количество модулей ввода-вывода. А значит, для загрузки новой программы приходилось включать переключатель «1», перезапускать контроллер, менять сетевые параметры коммуникационного канала в среде разработки и только тогда делать Login и загружать новую программу.

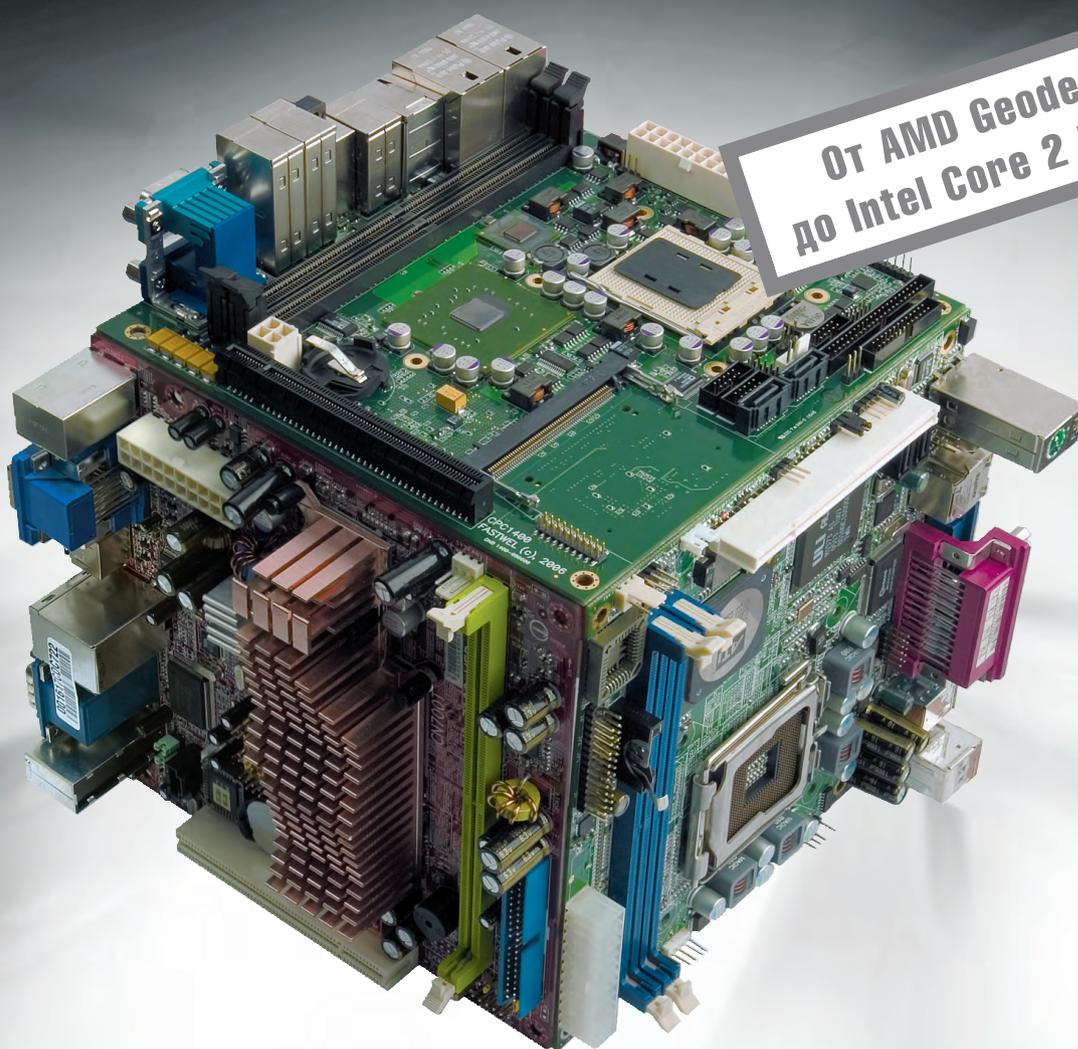
Почему мы всегда заставляем среду разработки вместе с обновлённой программой загружать и всю конфигурацию, даже если пользователь ничего в ней не менял, несмотря на то что CoDeSys вроде бы позволяет этого не делать? Потому что мы категорически не согласны с тем, что идентичность конфигураций (особенно большого размера) допустимо устанавливать путем сравнения контрольных сумм, вычисленных по всем байтам конфигурации, имеющейся у среды разработки и присутствующей в контроллере. Мы полагаем, что различие (или идентичность) конфигураций должно выясняться более надёжным способом. Более того, вероятно, следовало бы выяснять и загружать только отличия между текущей и загружаемой конфигурациями.

Третье ограничение, по всей видимости, является наиболее спорным, особенно если учесть заявления большинства производителей ПЛК о том, что они поддерживают обновление программ в контроллерах без остановки контролируе-

Встраиваемые и  
промышленные  
платы формата

# Mini-ITX

- Процессоры: от AMD Geode до Intel Core 2 Duo
- Чипсеты: от VIA CN700 до Intel Q965
- Видеоинтерфейсы: VGA, DVI, HDTV, 2 × LVDS 36 бит
- Слоты расширения: от ISA до PCI Express x16
- Сетевые интерфейсы: до 3 × Gigabit Ethernet
- До 8 USB 2.0, до 4 RS-232/485
- Операционные системы: от Windows XP до QNX
- Диапазон рабочих температур: от -40 до +85°C



От AMD Geode  
до Intel Core 2 Duo

**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 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru

#27

Реклама

мого процесса, а также тот факт, что среда исполнения CoDeSys обеспечивает возможность переключения на вновь загруженную программу на ходу (правда, для этого требуется лишние 64 кбайт оперативной памяти).

Мы считаем, что загрузка новой программы и переключение на неё в начале очередного цикла среды исполнения контроллера после окончания загрузки с сохранением значений переменных заменяемой программы в целом представляют собой небезопасную системную операцию. Описанная программная модель контроллера предполагает, что выходные данные, формируемые программой в некотором цикле, зависят от значений её входных данных в текущем цикле и переменных состояния, которые были вычислены данной программой в текущем и, быть может, предыдущих циклах выполнения. Оценка корректности реализации алгоритма обычно основывается на данном предположении, однако при использовании замены программы на лету выходные данные вновь загруженной программы могут зависеть также и от переменных состояния предыдущей заменённой программы, что существенно затрудняет оценку, ибо по сути в анализе должны присутствовать две версии программы. В ряде случаев совершенно корректная с алгоритмической точки зрения программа, будучи загруженной в контроллер, может начать работать неправильно по причине влияния на неё переменных состояния предыдущей заменённой программы.

Рассмотрим следующий пример.

Пусть, к примеру, в контроллере выполняется следующая программа:

```

TYPE STATE : (UNCERTAIN, START, RUN, MANUAL);
END_TYPE
PROGRAM SOME_DUMMY_REGULATOR
VAR_INPUT
    T : INT;
END_VAR
VAR_OUTPUT
    actuator1 : REAL;
    actuator2 : REAL;
END_VAR
VAR CONSTANT
    MANUAL_VALUE : REAL := 1.0;
    START_VALUE : REAL := 4.0;
    A : REAL := 0.2;
    B : REAL := -4.0;
    Tmin : INT := 40;
    Tmax : INT := 120;
    Tedge1 : INT := 60;
    Tedge2 : INT := 61;
END_VAR
VAR
    progState : STATE := UNCERTAIN;
END_VAR
(* Пользовательский код *)
CASE progState OF
    UNCERTAIN:
        IF T <= Tmin AND T > Tmin-2 THEN progState := START;
        END_IF
    START:
        actuator1 := START_VALUE;
        actuator2 := START_VALUE;
        progState := RUN;
    RUN:
        CASE T OF
            Tmin..Tedge1:

```

```

            actuator1 := A * INT_TO_REAL(T) + B;
            Tedge2..Tmax:
                actuator2 := A * INT_TO_REAL(T) + B;
            ELSE
                progState := MANUAL;
        END_CASE;
    MANUAL:
        IF T > Tmax OR T < Tmin THEN
            actuator1 := MANUAL_VALUE;
            actuator2 := MANUAL_VALUE;
        ELSE
            progState := START;
        END_IF
    END_CASE;
END_PROGRAM

```

Некое подобие автомата здесь реализовано для того, чтобы намекнуть на возможно гораздо более сложные действия внутри пользовательского кода, чем те, что для краткости показаны в данном примере. Будучи реалистами, считаем, что система исполнения контроллера ничего не знает о смысле загруженной программы, а делает только то, что написано в коде, в зависимости от значений входных переменных и текущих значений переменных состояния.

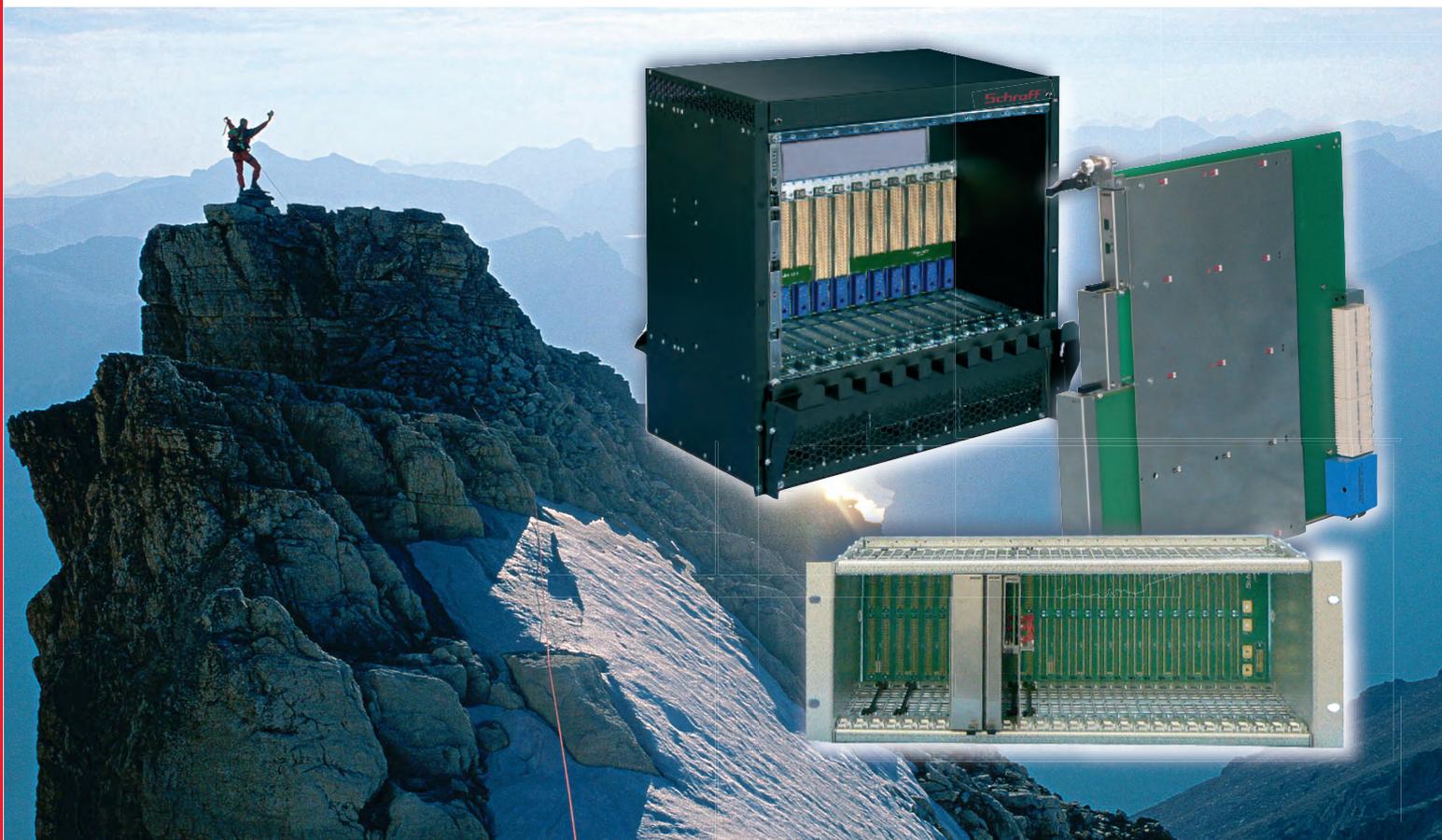
В соответствии с описанным алгоритмом переключение на вновь загруженный обновлённый вариант данной программы осуществляется путём замены блока пользовательского кода, который начинается после комментария (\* Пользовательский код \*). Кроме того, необходимо заменить значения констант в секции VAR CONSTANT. Попробуем перечислить возможные изменения, которые могут быть внесены в программу перед online-загрузкой.

1. Изменение значений констант — типичный случай настройки параметров регулятора. Хотя может оказаться проще объявить эти параметры энергонезависимыми и менять их значения, не меняя и не загружая новую программу. Но и такой способ конфигурирования может привести к проблемам.
2. Удаление существующих переменных и/или констант и соответствующая коррекция кода алгоритма.
3. Добавление переменных и/или констант и соответствующая коррекция кода алгоритма.
4. Изменение типов существующих переменных и/или констант и соответствующая коррекция алгоритма.
5. Коррекция кода алгоритма, не затрагивающая состав и типы переменных. Вероятно изменение значений констант.
6. Изменение кода и состава переменных некоторых функциональных блоков (в смысле МЭК 61131-3). Функциональный блок сам по себе является типом, а, значит, может представляться в программе множеством экземпляров (объектов).

Смотрим, что будет в самом, на первый взгляд, простом случае, когда требуется изменить значения пары констант.

Делаем в изменённой программе Tedge1 := 50 и Tedge2 := 51. То есть по смыслу, когда новая программа находится в состоянии RUN, до тех пор, пока T пребывает в диапазоне от 40 до 50 включительно, на выходе actuator1 должно формироваться значение, пропорциональное T, в диапазоне от 4,0 до 6,0, а на выходе actuator2 должно удерживаться значение, равное START\_VALUE, если T растёт, и 6,2 — если T уменьшается. Далее, когда T переходит в диапазон от 51 до 120 включительно, на выходе actuator1 удерживается значение 6,0, а на выходе actuator2 должно формироваться значение, пропорциональное T, в диапазоне от 6,2 до 20,0.

## НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ - НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ!



### Advanced TCA®

- 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

### Advanced MC™

- Мезонинные платы для расширения функциональных возможностей систем Advanced TCA®
- Все механические компоненты плат Advanced MC™ как стандартные продукты

### μTCA™

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

Schroff®

Дополнительная информация: [www.a-tca.com](http://www.a-tca.com)

PROSOFT®

Официальный дистрибьютор в России и странах СНГ — компания ПРОСОФТ  
МОСКВА Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640  
E-mail: [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

 Pentair  
Enclosures

Пусть к моменту окончания загрузки значение T на входе старой программы было равным 57, то есть значение actuator1 было равным 7,4, а actuator2 — START\_VALUE (4.0). После переключения на новую программу она остаётся в состоянии RUN, однако actuator1 имеет старое значение (7,4) вместо положенных по новому варианту алгоритма 6.0 и более не будет вычисляться, а значение actuator2 изменится скачком с 4,0 на 7,4. Казалось бы, большое дело — изменить пару констант. Однако среда исполнения контроллера не в состоянии парировать возникшую логическую ошибку. Поэтому нужно либо загружать новую программу, подождя, когда старая окажется в состоянии MANUAL, либо когда T превысит 60, либо в коде программы учитывать, что она может быть заменена во время выполнения. В приведённом примере коррекция алгоритма, учитывающая возможность обновления на лету, неочевидна (необходимо устанавливать фиксированное значение на выходе, для которого не производится вычислений в текущем диапазоне T).

Рассмотрим еще один вариант «незначительных» изменений функционирующей программы. Речь пойдет о случае, когда не затрагиваются переменные и константы программы, а только «незначительно» изменяется ее код. Пусть в контроллере функционирует программа, исходный текст которой приведён ранее, и требуется поменять местами логику формирования значений выходных переменных actuator1 и actuator2. То есть фрагмент кода:

```
...
RUN:
  CASE T OF
    Tmin..Tedge1:
      actuator1 := A * INT_TO_REAL(T) + B;
    Tedge2..Tmax:
      actuator2 := A * INT_TO_REAL(T) + B;
  ELSE
    progState := MANUAL;
  END_CASE;
...

```

модифицируется следующим образом:

```
...
RUN:
  CASE T OF
    Tmin..Tedge1:
      actuator2 := A * INT_TO_REAL(T) + B;
    Tedge2..Tmax:
      actuator1 := A * INT_TO_REAL(T) + B;
  ELSE
    progState := MANUAL;
  END_CASE;
...

```

С точки зрения системы исполнения контроллера и пользователя, это мизерное изменение, не так ли? Но что будет, если переключение на новую программу произойдёт в момент, когда T равно, скажем, 66?

До обновления переменные состояния имеют следующие значения:

T = 66, progState = RUN, actuator1 = 8,0, actuator2 = 9,2.

После загрузки нового варианта, переключения на него и первого цикла

T = 66, progState = RUN, actuator1 = 9,2, actuator2 = 9,2.

Но по логике обновлённого алгоритма здесь должно быть T = 66, progState = RUN, actuator1 = 9,2, actuator2 = 8,0.

Таким образом, опять получаем логическую ошибку прикладной программы, которая является побочным эффектом переключения на загруженную программу в начале нового цикла. Избежать этой ошибки можно либо дождавшись безопасного для изменений состояния старой программы, либо учитывая в прикладном алгоритме возможность его замены на лету.

Следующий вариант возможных изменений — добавление переменных и коррекция кода. Добавим коэффициент коррекции значений actuator1 и actuator2, вычисляемый в зависимости от значения и знака производной температуры. Новая версия программы, которую нужно загрузить на лету, может выглядеть так:

```
PROGRAM SOME_DUMMY_REGULATOR
VAR_INPUT
  T : INT;
END_VAR
VAR_OUTPUT
  actuator1 : REAL;
  actuator2 : REAL;
END_VAR
VAR CONSTANT
  MANUAL_VALUE : REAL := 4.0;
  START_VALUE : REAL := 5.0;
  A : REAL := 0.2;
  B : REAL := -4.0;
  Tmin : INT := 40;
  Tmax : INT := 120;
  Tedge1 : INT := 60;
  Tedge2 : INT := 61;
  T_UNKNOWN : INT := -32768;
END_VAR
VAR
  progState : STATE := UNCERTAIN;
  deltaT : INT := T_UNKNOWN;
  Tprev : INT := T_UNKNOWN;
  Kcorr : REAL := 1.0;
END_VAR
(* Пользовательский код начинается отсюда *)
CASE progState OF
  UNCERTAIN:
    IF T < Tmax AND T > Tmin AND deltaT <> T_UNKNOWN THEN
      progState := START;
    END_IF
  START:
    actuator1 := START_VALUE;
    actuator2 := START_VALUE;
    progState := RUN;
  RUN:
    IF deltaT > 0 THEN
      Kcorr := 1.0 + INT_TO_REAL(deltaT) / INT_TO_REAL(T);
    ELSEIF deltaT < 0 THEN
      Kcorr := 1.0 - INT_TO_REAL(deltaT) / INT_TO_REAL(T);
    ELSE
      Kcorr := 1.0;
    END_IF
  CASE T OF
    Tmin..Tedge1:
      actuator1 := Kcorr * (A * T + B);
      Tedge2..Tmax:
      actuator2 := Kcorr * (A * T + B);
  ELSE
    progState := MANUAL;
  END_CASE;
  MANUAL:
    IF T > Tmax OR T < Tmin THEN

```

```

    actuator1 := MANUAL_VALUE;
    actuator2 := MANUAL_VALUE;
ELSE
    progState := START;
END_IF
END_CASE;

IF Tprev <> T_UNKNOWN THEN deltaT := T - Tprev;
END_IF
Tprev := T;
END_PROGRAM

```

Обращаем внимание, что при изменении состава переменных программы при переключении на вновь загруженную программу невозможно просто дать новой программе использовать значения переменных старого варианта программы, — нужно сделать что-то ещё. Будем считать, что в системе исполнения контроллера имеется некий механизм разрешения такой ситуации. Пусть загрузка приведённого нового варианта программы успешно завершилась в момент, когда старая программа находилась в состоянии RUN, а значение T было равным 81. Тогда после переключения на новую программу после первого цикла значения её переменных состояния и выходных переменных будут следующими:

```

actuator1 = 8,0, Kcorr = 405,543, actuator2 = 4947,6246,
Tprev = 81, deltaT = -32768.

```

Таким образом, алгоритмически корректная программа, загруженная в контроллер, по крайней мере два цикла будет формировать на выходе actuator2 значение, равное температуре теплового излучения при ядерном взрыве. Для того чтобы избежать проявления данной ошибки, нужно, чтобы разработчиком в коде была учтена возможность замены на лету.

Последний вариант касается случая, когда меняется тип какой-нибудь переменной и соответствующим образом корректируется код. Пусть, к примеру, принято решение в переменной state хранить не только текущее состояние программы, но и значение кода команды, поступающей по сети:

```

TYPE COMPOUND_STATE :
  STRUCT
    command : BYTE;
    state : STATE;
  END_STRUCT
END_TYPE
PROGRAM SOME_DUMMY_REGULATOR
...
VAR
  progState : COMPOUND_STATE;
...
END_VAR
(* Пользовательский код начинается отсюда *)
CASE progState.state OF
...
END_CASE;
...
END_PROGRAM

```

Очевидно, в таком случае не существует ни одного приемлемого способа возобновить работу программы после загрузки без её полного перезапуска.

Для приведённого примера характерно наличие в заменяемой программе информации о её состоянии на предыдущих циклах исполнения. Если выходные данные, формируемые программой, зависят от входных данных и переменных состояния только на текущем цикле, то переключение на но-

вую версию программы при незначительных изменениях скорее всего не приведет к проблемам. Проблема, однако, в том, что среда исполнения контроллера не знает, зависит ли правильность алгоритма, реализуемого загруженной программой, от состояния на предыдущих циклах исполнения. По идее, среда исполнения могла бы предоставлять прикладной программе функцию, вызов которой информировал бы среду исполнения о допустимости переключения на новую программу. Тогда пользователю не пришлось бы ждать, когда заменяемая программа окажется в допустимом для замены состоянии. Кроме того, вновь загруженная программа, по всей видимости, также могла бы иметь возможность указать среде исполнения момент, когда допустимо произвести переключение, например, при выполнении некоторого условия. А до достижения такого подходящего момента она могла бы выполняться параллельно со старой программой, как бы обучаясь, и при этом не передавая данные ни одному из потребителей данных этой программы.

Пример:

```

PROGRAM SOME_DUMMY_REGULATOR
...
VAR
    progState : COMPOUND_STATE;
...
END_VAR
(* Пользовательский код начинается отсюда *)
CASE progState.state OF
  UNCERTAIN:
    ...
  START:
    ...
  RUN:
    ...
  MANUAL:
    (* Переключение на эту программу допустимо *)
    SwitchToThisProgramAllowed(TRUE);
    (* Переключение этой программы на новую допустимо *)
    SwitchFromThisProgramAllowed(TRUE);
END_CASE;
...
END_PROGRAM

```

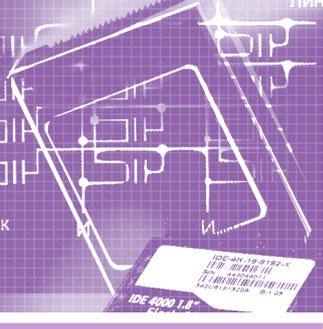
В качестве аргументов SwitchToThisProgram()/SwitchFromThisProgram() могут использоваться любые выражения с результатом типа BOOL.

Конечно же, описанный возможный механизм не прост в реализации и имеет определённые ограничения, однако ничего подобного нет ни в стандарте МЭК 61131-3, ни в среде исполнения CoDeSys.

Таковы причины, по которым мы ограничили возможности взаимодействия между средой разработки и средой исполнения CoDeSys в контроллерах Fastwel I/O в части обновления программ на лету, а также не поддерживали переменные типа VAR PERSISTENT.

*Автор благодарит И. Петрова, технического директора ПК «Пролог», за весьма ценные замечания и предложения по содержанию данной части статьи, а также за оперативную помощь в решении технических проблем, возникавших у нас в процессе работы над проектом. ●*

**Автор — сотрудник фирмы Fastwel**  
**Телефон: +7 (495) 234-0639**  
**E-mail: info@fastwel.ru**  
**Web: www.fastwel.ru**



# Твердотельные диски — надёжное решение для ответственных применений

Альберт Баишев

В статье проведён сравнительный анализ эффективности применения накопителей информации на твердотельных и жёстких дисках, сделан обзор существующих форматов твердотельных дисков. Описаны проблемы, характерные для NAND-памяти, и показано, как на основе программного обеспечения TrueFFS® можно справиться с этими проблемами, сделав достоинства NAND-памяти по ёмкости, производительности, надёжности и цене доступными для потребителей.

## Часть 2

### Природа ошибок NAND-памяти

Память NAND использует уникальный метод для организации хранимых данных, который не позволяет им быть доступными посредством стандартных вызовов файловой системы. Помимо этого, различные технологии в меньшей или большей степени подвержены разного рода ограничениям, уменьшающим время жизни накопителей и снижающим общую производительность. С внедрением новых технологий, таких как NAND с плотностью 4 бита на ячейку, эти ограничения становятся экспоненциально более сложными, чем при переходе от SLC (1 бит на ячейку) к MLC (2 бита на ячейку).

### Цикл записи/стирания

Перед записью новых данных на накопитель ранее записанные данные должны быть стёрты для освобождения места. Этот процесс известен как цикл записи/стирания. Так как уменьшаются размеры производимых кристаллов с целью размещения большего их количества на каждой подложке и увеличивается плотность ячеек, то возрастает вероятность ошибок, что требует более сложной организации цикла записи/стирания. Всё это в итоге приводит к более быстрому расходованию ресурса накопителя и увеличению потребления энергии.

### Инверсия битов

Иногда во флэш-памяти отдельный бит может быть ошибочно инвертирован или определён как инверсный. В ряде случаев, например при просмотре фотографий или прослушивании музыки, одна такая инверсия обычно оказывается несущественной: пользователь даже не заметит её. Однако если инверсия бита произошла в операционной системе, конфигурационных файлах или в другой важной информации, это может привести к ошибкам в системе и полному зависанию. Повторное чтение при определении ошибки может помочь решить проблему. Но если бит инвертирован фактически, то должен быть применён специальный алгоритм определения и коррекции ошибок (EDC/ECC).

### Парное соединение битов

В MLC NAND-памяти возможна такая ситуация, когда два бита из разных файлов могут быть записаны в одну ячейку. Как и в любой энергонезависимой памяти, одиночный бит может быть искажён по различным причинам, включая электрические помехи при записи или программные ошибки. Когда искажается один бит, то парный ему по ячейке бит тоже искажается.

Рассмотрим пример. ОС записывает бит своего кода в ячейку MLC. Днём позже при операции записи в другой бит этой же ячейки искажается мало-

значущий бит из файла мультимедиа. Последствия такого искажения для файла мультимедиа не носят принципиальный характер и, как правило, остаются незаметными для пользователя, но при этом искажается ранее записанный парный бит, принадлежащий коду ОС, и цена такой ошибки может оказаться очень высокой.

Без технологии управления, такой как TrueFFS, эффект от парного соединения битов в одной ячейке может привести к различным проблемам, например непредсказуемым изменениям в файлах, пропаданию записной книжки в мобильном устройстве или даже зависанию ОС. Усугубляет ситуацию то, что схемы парного соединения отличаются у различных поставщиков NAND-памяти и даже у различных поколений памяти от одного поставщика.

### Ошибки сохранения данных

Ячейки флэш-памяти должны поддерживать стабильность уровня напряжения для обеспечения сохранения данных в момент обращения в соответствии с требованиями приложения. В процессе записи или стирания утечка через плавающий затвор стремится медленно изменить напряжение ячейки на уровень, отличный от начального. Изменённый уровень может быть ошибочно интерпретирован как другое логическое значение.

## Случайно распределённые дефектные блоки

Из соображений эффективности производства MLC NAND-накопители сознательно поставляются с 5% случайно распределённых дефектных блоков. В дополнение к «начальным» дефектным блокам, которые появляются при производстве, нормальный износ при стирании и записи вызывает появление новых недоступных блоков. В силу этого работа с NAND-устройствами требует начального сканирования накопителя на наличие дефектных блоков и маркирования, чтобы гарантировать отсутствие доступа к ним. Невыполнение данных требований или выполнение без обеспечения надлежащей степени надёжности результатов может с высокой вероятностью привести к отказам конечного устройства и даже к его полному выходу из строя.

## Ограниченный ресурс

Отдельные ячейки на всех устройствах флэш-памяти любой технологии имеют ограниченное число циклов записи/стирания, которое они могут выдержать до того, как вероятность ошибки возрастёт до неприемлемого уровня. Потенциально возможное число циклов записи/стирания зависит от специфики применённой технологии. В области памяти, которая близка к своему лимиту, проявляются отдельные ошибки записи, которые становятся более частыми и более значимыми. В конечном итоге сектор становится недоступным. Без технологии управления, такой как TrueFFS, всё больше и больше секторов будут становиться недоступными. Ёмкость памяти постепенно уменьшается, в данных могут появляться случайные ошибки, коды приложений и ОС могут начать быстро искажаться, увеличивается вероятность полного повреждения приложения.

Особо следует отметить тот факт, что практически любая система имеет несколько относительно небольших, но очень важных для обеспечения её функционирования файлов, которые постоянно обновляются. Если эти файлы записываются и стираются в одном и том же месте памяти, то для соответствующей локальной группы ячеек может быть достаточно быстро достигнут предел числа циклов записи/стирания, после чего реальной становится опасность недопустимого искажения данных в этих файлах.

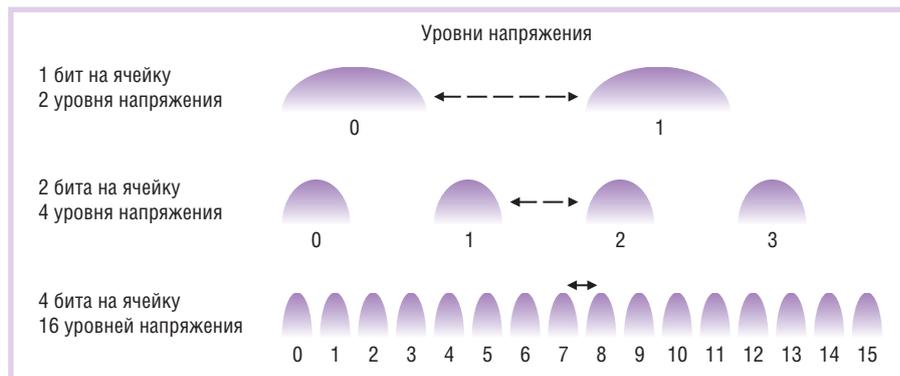


Рис. 2. Диаграммы уровней напряжения, характерных для SLC, MLC и для 4-битовой технологии

Естественно, что ошибкам, связанным с ограниченным ресурсом циклов записи/стирания, в гораздо большей степени подвержены устройства флэш-памяти с плотностью 2 (MLC) и 4 бита на ячейку, чем с плотностью 1 бит на ячейку (SLC).

## Ограничения MLC и 4-битовой технологии флэш-памяти

Увеличение плотности битов в ячейке NAND-памяти уменьшает её стоимость и размер, но при этом усиливает влияние типичных ограничений флэш-памяти, потенциально уменьшая надёжность, производительность, срок службы и в перспективе усложняя проблемы интеграции.

Технология одноуровневой ячейки (SLC) предполагает хранение одного бита данных в ячейке и использование двух уровней напряжения, технология многоуровневой ячейки (MLC) — двух битов данных в ячейке при четырёх уровнях напряжения, а 4-битовая технология — соответственно четырёх битов данных в ячейке при шестнадцати уровнях напряжения (рис. 2).

Хотя 4-битовая технология представляется на сегодняшний день наиболее передовой и выгодной NAND-технологией, именно с ней связаны наибольшие сложности. Расстояние между соседними уровнями напряжения в многоуровневых (2-битовых и 4-битовых) ячейках меньше, чем в одноуровневых, что влияет на надёжность сохранения данных. Распознавание уровней напряжения в таких ячейках по сравнению с SLC-ячейками является более сложной и требующей большей точности задачей, сопряжённой с более высокой вероятностью ошибок чтения и записи. Кроме того, флэш-память с плотностью 4 бита на ячейку более чувствительна к воздействию токов утечки и влиянию паразитной ёмкости, которые могут непредсказуемо действовать на

уровни напряжения в ячейках, негативно сказываясь на надёжности, производительности и энергопотреблении. Переход к 60-нанометровой технологии ещё больше обострил проблемы надёжности, сделав процесс производства флэш-памяти более трудным для моделирования и более тяжёлым в реализации.

Из-за увеличенной сложности управления в многоуровневой NAND-памяти такие основные операции, как чтение страницы из буфера, запись в буфер, удаление, требуют больше времени, чем в одноуровневой памяти, что в конечном счёте вынуждает искать компромисс между производительностью и надёжностью. В этих условиях трудно переоценить значение современных технологий управления флэш-памятью, прежде всего TrueFFS, которая может обеспечить надёжность доступа к данным без уменьшения производительности системы.

## Использование TrueFFS для преодоления ограничений флэш-памяти

TrueFFS использует механизмы, которые устраняют ограничения флэш-памяти, как те, которые проявились ещё в технологии SLC, так и те, которые в значительно более масштабной форме характерны для NAND-памяти с многоуровневой ячейкой. Далее представлено краткое описание этих механизмов.

## Виртуальное динамическое распределение

Флэш-память организуется в физических блоках (также называемых стираемыми модулями), которые делятся на физические секторы (наименьшая область памяти в блоке чтения/записи). Стандартные файловые системные вызовы, определяющие количество секторов и цилиндров HDD, не могут

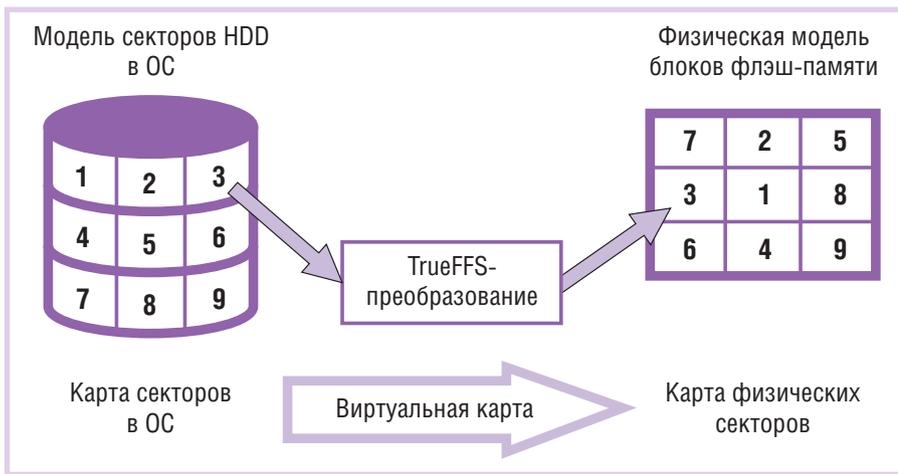


Рис. 3. TrueFFS использует виртуальное динамическое распределение для эмуляция HDD

быть использованы для доступа к данным во флэш-памяти.

Виртуальное динамическое распределение — это процесс преобразования модели HDD в ОС к физической модели флэш-диска (рис. 3). Такое преобразование обеспечивает высокую скорость доступа к данным. TrueFFS достигает этого кластеризацией связанных между собой данных, таких как секторы файла в одном блоке, и равномерным распределением по другим блокам несвязанных данных. Данный подход уменьшает фрагментацию и количество вызовов, необходимых для отображения различных физических блоков в окне памяти.

FTL (Flash Translation Layer) — это формат записи данных для стандартных промышленных флэш-дисков. Он даёт возможность эмулировать режим стандартного дискового накопителя отображением модели ОС на физическую модель флэш-диска, а именно физически определять, куда должны быть записаны данные. FTL позволяет использовать флэш-диски почти для любой файловой системы без изучения их внутренней структуры и уникально-го командного интерфейса.

Для эмуляции HDD стираемый модуль равномерно распределяется между равными по размеру блоками чтения/записи, которые имеют такой же размер, как секторы HDD (рис. 4).

### Динамическое управление повреждёнными блоками

TrueFFS отслеживает все повреждённые блоки памяти, запоминает их расположение и не допускает их использования в последующих операциях. Это не только позволяет быть уверенным в целостности данных, но и увеличивает производительность, устраняя необходимость повтора операции записи.

### Динамический и статический контроль уровня износа ячеек памяти

Количество циклов записи и стирания для каждого физического блока флэш-памяти ограничено. Этот предел падает с увеличением количества битов, содержащихся в одной ячейке: для флэш-памяти с одноуровневыми ячейками — это 100К циклов, с многоуровневыми ячейками — 10К циклов.

Для увеличения ресурса устройств флэш-памяти необходим механизм, который равномерно распределяет операции записи данных по всем ячейкам памяти.

TrueFFS использует два типа контроля износа ячеек памяти: динамический и статический.

**Динамический контроль.** TrueFFS использует статистическое распределение для вновь записываемых данных. Логические секторы динамически отображаются в любой доступный физический сектор в соответствии с данными статистики на текущий момент времени.

**Статический контроль.** Области флэш-памяти могут содержать статичные файлы, характеризующие сектора-ми данных, которые остаются неизменными на протяжении длительного периода времени. Если использовать контроль износа ячеек только для заново записываемых данных, то статичные области никогда не будут участвовать в этом процессе. Для устранения этого ограничения TrueFFS принудительно перемещает данные из статических областей в динамические.

### Оптимизация алгоритмов стирания

В TrueFFS включены алгоритмы, позволяющие минимизировать число

операций стирания и оптимизировать операции над директориями, а также запускающие механизм Garbage collection — удаление ненужных данных и переупорядочение блоков динамически распределяемой памяти, необходимой для дальнейшей работы. С помощью Garbage collection TrueFFS оптимизирует размещение данных подобно операции дефрагментации для HDD.

### Обнаружение и коррекция ошибок

В ПО TrueFFS заложены сложные математические алгоритмы, которые гарантируют высокую надёжность данных и решают задачи двоичного кодирования для многоуровневой NAND-памяти без снижения производительности. Ошибки во флэш-памяти обнаруживаются контроллером самого запоминающего устройства, что позволяет более быстро получать результат.

### Сохранение данных при отказе питания

Для обеспечения целостности данных при нормальном режиме работы, а также в случае отказа питания TrueFFS использует алгоритм «стирание после записи» вместо алгоритма «стирание перед записью». Используемые области памяти очищаются только после того, как полностью завершатся операции стирания и обновления виртуальной карты флэш-памяти. Это позволяет поддерживать информацию о распределении данных по ячейкам памяти логически последовательной даже в случае отказа питания. В оперативной памяти размещается только актуальная на текущий момент времени таблица данных карты распределения информации. При повторном включении питания после отказа или после перезагрузки эта таблица восстанавливается из флэш-памяти.

Кроме того, если прерывание операции записи при отказе питания привело к повреждению сектора, такой сектор помечается и никогда не будет участвовать в записи данных. Это экономит программное время при последующих операциях записи.

Сохранение данных при отказе питания намного сложнее осуществить в многоуровневой памяти из-за парного соединения битов. Предыдущий удачно записанный бит может быть повреждён последующей операцией за-

писи вследствие парного соединения битов. Все это усугубляется тем, что каждая многоуровневая флэш-память имеет свои собственные уникальные характеристики. Однако TrueFFS преодолевает и эти проблемы.

### Обнаружение и отслеживание случайно распределённых дефектных блоков

При первой операции записи в блок TrueFFS считывает данные и проверяет этот блок на работоспособность. При последующих операциях записи в данный блок памяти адаптивные алгоритмы определяют статус этого блока как рабочий, основываясь на предыдущих операциях, что позволяет исключить необходимость новых проверок и повысить производительность.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Флэш-память, созданная по технологии NAND, — это довольно непредсказуемый материал, и связанные с ней проблемы по мере увеличения плотности ячеек и уменьшения геометрии кристаллов от поколения к поколению всё более и более нарастают, усложняя её интеграцию и увеличивая материальные затраты. Эти обстоятельства за-

трудняют разработку решений, которые могли бы использовать все преимущества NAND, являющейся самой передовой технологией из всех представленных в настоящее время на рынке.

Программное обеспечение TrueFFS, разработанное в своё время компанией M-Systems, делает возможным для производителей оборудования использование созданной по технологии NAND флэш-памяти, устраняя все её основные недостатки. Сочетание современных средств управления памятью, включающее код обнаружения и исправления ошибки (EDC/ECC), автоматическое обнаружение и отслеживание случайно распределённых дефектных блоков, алгоритмы контроля уровня износа ячеек, увеличивает производительность, надёжность, срок эксплуатации, ускоряет разработку и процесс интеграции, уменьшает суммарные затраты.

В накопителях на твердотельных дисках SSD компании M-Systems (те-

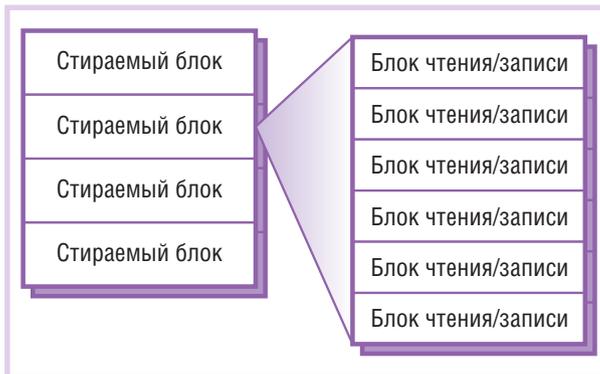


Рис. 4. Распределение содержимого ячейки флэш-памяти по блокам чтения/записи (секторам HDD)

перь уже компании SanDisk) на уровне единого, конструктивно завершённого модуля заложены современные средства и реализованы передовые методы управления флэш-памятью, что позволяет производителям оборудования рассчитывать на высочайшую степень надёжности и лёгкую интеграцию SSD во все новейшие приложения, требующие хранения больших объёмов памяти. ●

**Автор — сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**

## Флэш-диски SanDisk – ВЫСШИЙ ПИЛОТАЖ!

- Форм-фактор: 2,5" и 3,5"
- Интерфейсы: IDE/UATA/SCSI/SerialATA
- Скорость чтения/записи до 320 Мбайт/с
- Установившаяся скорость обмена 40 Мбайт/с
- Удары до 1500g
- Вибрация до 16g
- Высота до 25 мм
- -40... +85°C
- Сохранность данных более 10 лет
- Функция моментального удаления данных

Гарантия до 10 лет

#31

Официальный дистрибьютор продукции SanDisk – компания ПРОСОФТ  
(495) 234-0636 • www.prosoft.ru • info@prosoft.ru



# Использование технологии объединения ресурсов для создания безопасных отказоустойчивых военных систем

Керри Джонсон, Пол Леру

Сетевые военные технологии в значительной степени зависят от взаимосвязанных платформ, средств вооружения и связи, а также сенсорных систем, каждая из которых содержит в себе интеллектуальные возможности, что делает её уязвимой для программных ошибок, атак злоумышленников и просто неправильно написанного кода. Одним из способов гарантированной защиты глобальной информационной сети от воздействия неисправностей её отдельных систем является использование операционных систем с технологией объединения ресурсов. Использование запатентованной QNX технологии адаптивной декомпозиции позволяет обеспечить приложениям гарантированное реальное время, нейтрализовать угрозы и защитить систему.

Информационная система GIG предназначена для того, чтобы помогать участникам военных действий распознавать и уничтожать неприятельские угрозы с беспрецедентной эффективностью благодаря обеспечению доступа к точной и своевременной информации почти из любого местоположения. Тем не менее требование GIG о том, что все военные системы должны иметь сетевую архитектуру, неизбежно приводит к появлению в сети собственных угроз, в том числе вирусов, атак на отказ в обслуживании (DoS) и других форм компьютерных диверсий. Чтобы остановить распространение таких атак и обеспечить непрерывную готовность критически важных служб, технология объединения предоставляет гарантированную долю компьютерных ресурсов каждой программной подсистеме.

### ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕСУРСЫ

Обеспечение надёжности и безопасности сетевых военных систем является существенной проблемой, которую значительно усугубляет сложность современного программного обеспечения. Сложность системы способна подорвать её надёжность просто потому, что с ростом объёма кода системы повышается вероятность проявления ошибок кодирова-

ния и непредвиденных взаимодействий между программными компонентами системы в процессе её эксплуатации. Сложность программного обеспечения также способна причинить ущерб безопасности, поскольку хакеры, как правило, используют такие ошибки при желании повредить систему или проникнуть в неё. К сожалению, никакой объём тестирования не может полностью устранить

эти проблемы, так как ни один тестовый комплект не способен предусмотреть все ситуации, которые могут произойти в сложной программной системе.

Процесс разработки программного обеспечения для военных систем создаёт дополнительные сложности. Например, интегратору, который выполняет сборку наземного транспортного средства, может потребоваться скомпо-



Рис. 1. Подключение программных компонентов в микроядерной операционной системе



Рис. 2. Группировка программных процессов в виртуальные разделы и передача управляющих воздействий от ядра по шине передачи сообщений

новать прикладные программы одного поставщика, стеки протоколов — другого, операционную систему реального времени — третьего и встраиваемую базу данных — четвёртого. Затем интегратор должен объединить эти компоненты с многочисленными программными подсистемами внутренней разработки, которые написаны разными группами разработчиков. На рис. 1 показаны некоторые из многочисленных программных компонентов, которые может включать в себя такая система.

При использовании параллельных процессов проектирования неизбежно возникают проблемы с производительностью на стадии интеграции, когда различные подсистемы впервые начинают конкурировать друг с другом за процессорное время и другие системные ресурсы. Подсистемы, которые хорошо работали в отдельности, реагируют медленно или не реагируют вообще. К сожалению, многие из таких проблем проявляются только во время интеграции и проверочных испытаний, когда затраты на повторное проектирование и кодирование программного обеспечения максимальны.

Чтобы обеспечить безопасное функционирование системы и успешную интеграцию её программных подсистем, интегратор должен реализовать архитектуру, которая не позволяет компонентам и подсистемам повреждать и монополизировать компьютерные ресурсы (например, память и процессорное время), необходимые другим подсистемам. Теоретически интеграторы могли бы достичь этой цели с помощью технологии аппаратного объединения - подхода, в котором каждая программная подсистема или группа подсистем работает на отдельной плате или узле. Такой подход способен локализовать сбои и снизить конкуренцию за совместно используемые ресурсы. Тем не менее в военных системах существует тенденция к увеличению объёма функциональности, интегрируемой в устрой-

ство. Это не только снижает затраты («чем меньше устройств, тем дешевле»), но и сводит к минимуму вес и энергопотребление системы.

### БЕЗОПАСНЫЕ РАЗДЕЛЫ

Для того чтобы решить проблемы безопасности и интеграции, некоторые архитектуры помещают группы программных процессов в виртуальные разделы, или *блоки*, каждому из которых выделяется заранее определённое множество ресурсов, в том числе процессорное время (рис. 2). Таким образом система не позволяет процессам, которые находятся в каком-либо блоке, непреднамеренно или злоумышленно монополизировать ресурсы, необходимые процессам в других блоках. Многие системы оборонно-космической промышленности, использующие технологию объединения, соответствуют спецификации ARINC 653, которая обеспечивает хорошо известный, хотя и несколько жёсткий и неэффективный подход к объединению ресурсов.

Среди других возможностей блоков приложений — защита памяти в операционных системах, которые управляют доступом ко всей памяти с помощью диспетчера памяти. Например, операционная система на основе микроядра может разделить приложения, драйверы устройств, стеки протоколов и файловые системы на отдельные процессы с защищённой памятью. Если какой-либо процесс, такой как драйвер устройства, попытается осуществить доступ к памяти, находящейся за пределами своего контейнера, диспетчер памяти уведомит об этом операционную систему, которая затем сможет завершить процесс и перезапустить его.

Этот подход обеспечивает прямое и значительное улучшение надёжности системы:

- не позволяет ошибкам в коде одного процесса повреждать другие процессы и ядро операционной системы;
- даёт разработчику возможность быстро обнаруживать, диагностировать и

исправлять нарушения, локализация которых другими методами может занимать несколько недель;

- значительно сокращает время послеаварийного восстановления: в случае нарушения памяти система может вместо перезагрузки просто перезапустить процесс, который вызвал сбой.

### ГАРАНТИЯ ДОСТУПНОСТИ РЕСУРСОВ

Тем не менее для создания надёжной системы требуется не только распределить функциональность по отдельным областям памяти. Для многих систем критически важно гарантировать доступность ресурсов. Если лишить ключевую подсистему процессорных циклов, то службы, которые она предоставляет, окажутся недоступными пользователям. Например, при атаке на отказ в обслуживании внешняя система может бомбардировать устройство запросами, которые должны обрабатываться высокоприоритетным процессом. Затем этот процесс перегружает процессор и лишает другие процессы процессорных циклов, делая систему непригодной для использования.

Кроме того, во многих случаях добавление программной функциональности в систему способно «переполнить» её и отнять процессорное время у существующих приложений. Исторически единственным решением этой проблемы была модификация оборудования или перепроектирование программного обеспечения.

### ПЛАНИРОВЩИКИ С ФИКСИРОВАННЫМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ

Для разрешения описанных проблем в некоторых операционных системах используется планировщик с фиксированным объединением, который обычно основан на спецификации ARINC 653 и позволяет системному разработчику объединять процессы в блоки и выделять долю процессорного времени каждому блоку. При таком подходе ни один процесс не может израсходовать больше процессорного времени, чем статически выделено его блоку (например, 20 процентов).

Тем не менее планировщики с фиксированным объединением имеют свои недостатки. Поскольку алгоритм планирования является фиксированным, блоки, которые не выполняют работу, простаивают в течение выделенных им процессорных циклов. В это время другие блоки не могут получить доступ к

непроизводительным циклам, даже если заняты работой и могли бы воспользоваться дополнительным процессорным временем. Такой подход растрчивает ценные и доступные процессорные циклы и не позволяет системе справляться с пакетными запросами. Из-за правила «пользуйся или теряй» планировщики с фиксированным объединением способны использовать процессор лишь на 70 процентов.

Этот предел использования процессора ставит системного разработчика перед несколькими нежелательными альтернативами: воспользоваться более быстрым тепловыделяющим и дорогим процессором, ограничить объём функциональности программного обеспечения до уровня, с которым способна работать система или просто смириться со сниженной производительностью. Ограниченное использование процессора также является кошмаром для архитектур, в которых необходимо резервировать значительную долю процессорного времени для будущих приложений и расширений системы.

Кроме того, согласно стандарту ARINC приложениям необходимо использовать интерфейс APEX, для того чтобы запрашивать службы операционной системы и взаимодействовать с другими приложениями. Это ограничение не позволяет приложениям использовать преимущества безопасного объединения.

### ОБЪЕДИНЕНИЕ РЕСУРСОВ НА МНОГОЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССОРАХ

Как и системы в любой другой индустрии, военные компьютеры и подсистемы управления радаром, полётами и датчики становятся всё более сложными и требуют значительной вычислительной мощности. Многоядерные процессоры предоставляют идеальную возможность увеличить производительность таких систем, обеспечивая значительно более высокую производительность на единицу мощности, веса и площади, чем традиционные однопроцессорные микросхемы. Фактически у системных разработчиков почти нет альтернативы использованию многоядерной технологии, поскольку она лежит в основе большинства новых процессорных архитектур.

Таким образом, операционная система должна иметь возможность поддерживать объединение ресурсов на многоядерном оборудовании. К сожалению, большинство существующих операционных систем реального времени, в том

числе тех, которые включают в себя планировщики с поддержкой блоков, способны управлять лишь одним процессором или процессорным ядром в каждый момент времени. В результате разработчики вынуждены запускать отдельную копию ОС РВ на каждом ядре многоядерной микросхемы. Поскольку ни одна такая копия не управляет всей системой, решение сложной задачи управления общедоступными аппаратными ресурсами микросхемы, в том числе физической памятью и периферийными устройствами, а также обработкой прерываний, возлагается на разработчика приложений, а не на операционную систему. Чтобы избежать этой сложности, системным разработчикам следует выбрать операционную систему реального времени, которая способна одновременно управлять множественными ядрами, контролировать общие ресурсы и обеспечивать динамическое распределение загрузки между ядрами, при этом гарантируя выделение ресурсов.

### АДАПТИВНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ

Запатентованная технология адаптивной декомпозиции компании QNX Software Systems позволяет выделять приложениям и процессам гарантированный ресурс процессорного времени при полной загрузке системы, а также динамически распределяет свободные циклы работы процессора в периоды его малой загрузки.

Технология адаптивной декомпозиции описана в статье Р. Кипрушенкова «Снижение стоимости разработки промышленных систем управления посредством использования адаптивной декомпозиции системных ресурсов», опубликованной в журнале «СТА» 1/2007.

Адаптивное объединение позволяет создавать защищённые системы, повысить эффективность использования процесса, быстро начать работу и обеспечивает ряд других преимуществ, в том числе:

- возможность использования приоритетного планирования в реальном времени при небольшой загрузке, позволяющего сохранять в системах существующие алгоритмы планирования;
- возможность вводить планировщик с объединением в существующие системы, не изменяя код, что позволяет пользователям запускать существующие POSIX-приложения в блоке;
- управляемое достижение 100% использования процессора, что позволяет интеграторам реализовать пре-

имущества временного объединения без применения более быстрых и дорогостоящих процессоров;

- гарантированное выделение процессорных циклов процессам обнаружения сбоев и восстановления в количестве, достаточном для устранения программных сбоев, что сокращает среднее время восстановления;
- предоставление операторам возможности удалённого мониторинга системы и обнаружения неисправностей в ней без нарушения работоспособности критически важных приложений;
- предотвращение захвата всего процессорного времени с помощью атак на отказ в обслуживании и атак с использованием вредоносных программ.

Несмотря на то что адаптивное объединение обеспечивает большую гибкость, в некоторых ситуациях желательно использовать фиксированное планирование. Чтобы выполнить это требование, реализация адаптивного объединения должна обеспечивать системному разработчику возможность задавать в системе фиксированные бюджеты блоков без «одалживания» процессорного времени. Этот подход позволяет системному разработчику выбирать алгоритм планирования, который наилучшим образом удовлетворяет потребности его приложений.

### ПРОТИВОРЕЧИВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Рынок встраиваемых систем становится столь сложным, что без какой-либо формы объединения системным разработчикам и разработчикам программного обеспечения трудно удовлетворять противоречивые требования надёжности, производительности, безопасности, вывода системы на рынок и новых возможностей.

Объединение ресурсов позволяет поставщикам с лёгкостью интегрировать подсистемы, которые созданы многочисленными программными командами, субподрядчиками и сторонними разработчиками, обеспечивает работу новых и усовершенствованных компонентов без ущерба для текущего функционирования системы и останавливает распространение атак на отказ в обслуживании и других сетевых воздействий. Если решение с технологией объединения также предоставляет гибкий, эффективный планировщик, который позволяет использовать процессор на 100%, поставщики могут реализовать эти преимущества без затрат на более быстрое и дорогое оборудование. ●

# IMBA-X9654 — промышленная материнская плата с поддержкой процессора Intel Core 2 Quad

Компания IEI Technology — один из ведущих производителей комплектующих для промышленных компьютерных систем — объявляет о выпуске своей новой многофункциональной промышленной материнской платы.

IMBA-X9654 представляет собой промышленную материнскую плату, поддерживающую современные процессоры Intel® Core™2 Quadro и Intel® Core™2 Duo, сохраняя при этом возможность использования предыдущих линеек процессоров на базе разъема LGA775 (Pentium® D, Pentium® 4 и Celeron® D). Плата IMBA-X9654 обладает производительностью систем серверного класса.

Плата IMBA-X9654 построена на чипсете Intel Q965, поддерживающем до 8 Гбайт памяти DDR2 800.

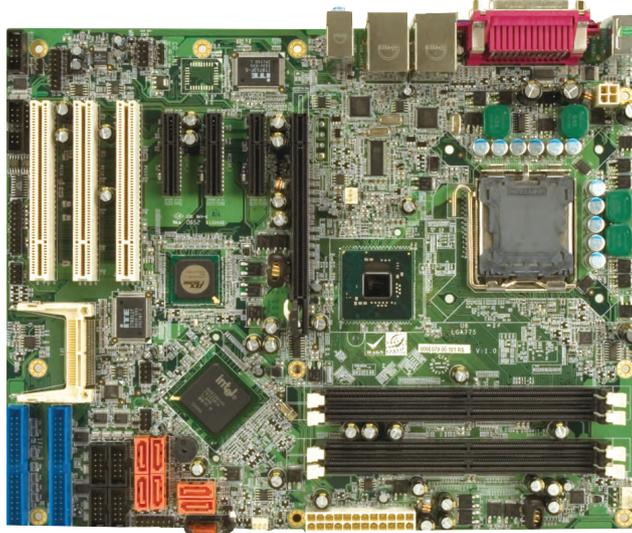
Встроенная в чипсет графическая подсистема Intel GMA 3000 обеспечивает высокую производительность графики и масштабируемость энергопотребления. Одними из основных ее характеристик являются

поддержка DirectX 9.0, Shader Model 2.0 и объема видеопамати до 256 Мбайт. Среди других особенностей IMBA-X9654 следует отметить ее широкие функциональные возможности. В частности, она имеет

Express x4. Использование возможностей высокоскоростной технологии PCI Express в сочетании с производительностью Intel Core 2 Duo позволяет создавать на платформе IMBA-X9654 мощные компьютерные решения.

В составе материнской платы имеется разъем для установки модуля TPM (Trusted Platform Module), который позволяет обеспечить контроль доступа к информации на физическом уровне. (Авторизация и доступ к данным осуществляется через идентификацию специфического носителя. Таким образом, программный взлом становится невозможным).

Промышленные материнские платы IEI формата ATX являются идеальным решением для заказчиков, использующих продукты коммерческого класса, но испытывающих потребность в обеспечении долговечности, надежности и управляемости, которые характерны для изделий промышленного назначения.



2×Gb LAN, 6×SATA II (с поддержкой RAID 0, 1, 5, 10), 6×COM, LPT, 8×USB 2.0, HD Audio, а также большие возможности расширения системы. Плата оснащена разъемами 3×PCI, 1×PCI Express x16, 3×PCI



## На гребне волны



### KINO-9654G4

Материнская плата формата Mini-ITX с ЦП Intel® Core™ Extreme, VGA, 4×PCIe GbE, USB 2.0 и SATA II



### PCIE-9650

Промышленная плата стандарта PICMG 1.3 с ЦП Intel Core 2 Quad LGA775, VGA, 2×PCIe GbE, SATA II и USB 2.0



### IMBA-X9654

Материнская плата формата ATX с ЦП Intel Core 2 Quad FSB 553/800/1066 МГц, VGA, двухканальной памятью DDR2, LPT, 6×SATA II, 8×USB 2.0 и 6×COM



#### Ниеншанц-Автоматика

www.iei.ru | ipc@nanz.ru

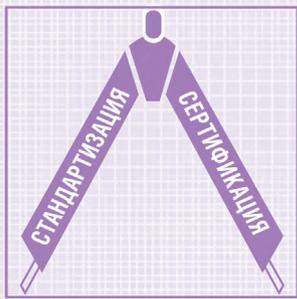
Телефон: +7 (812) 326 5924 / +7 (495) 980 6406

#### Компания IPC2U

www.ieiworld.ru | sales@ipc2u.ru

Телефон: +7 (495) 232 0207 Факс: +7 (495) 232 0327

www.ieiworld.com



# Основные положения базовых стандартов ГОСТ Р МЭК на устройства и системы телемеханики

Александр Вулис, Виктор Сумительнов

Приведены основные положения серии базовых стандартов на устройства и системы телемеханики, которые разработаны МЭК и введены в нашей стране для того, чтобы российские разработки в этой области соответствовали международным требованиям и имели перспективу унификации технических решений.

## Часть 1

Телемеханика вместе с такими научно-техническими отраслями, как связь и автоматика, определяет принципы построения автоматизированных и автоматических систем управления пространственно распределёнными технологическими процессами. Международный электротехнический словарь [1] определяет: «Телемеханика — контроль и управление оперативными объектами на расстоянии посредством преобразования управляющих воздействий и контролируемых параметров в сигналы, передаваемые по каналам связи».

Разработка устройств телемеханики с советских времен нормируется ГОСТ 26.205-88 «Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия». Но в 90-х годах в стране дополнительно была введена серия стандартов ГОСТ Р МЭК 870 на устройства и системы телемеханики, которая разработана Техническим комитетом 57 Международной электротехнической комиссии (МЭК). Эта серия включает в себя базовые стандарты и обобщающие стандарты, выполненные на основе базовых. МЭК продолжает разработку стандартов, и предполагается, что по мере их выпуска они будут переводиться на русский язык и вводиться в действие в нашей стране с той целью, чтобы отечественные разработки устройств и систем телемеханики отвечали международным требованиям.

Целью данной статьи является рассмотрение основных положений базовых стандартов ГОСТ Р МЭК 870 (60870) с позиции формирования общих требований для разработки согласованных решений, которые в перспективе должны привести к созданию телеинформационных систем проектным путём на базе продукции различных изготовителей. Статья подготовлена в качестве «путеводителя» по содержанию базовых стандартов, общий объём которых превышает 250 страниц и по этой причине затруднителен для изучения в условиях производственной текучки.

**Базовые стандарты**

Областью распространения базовых стандартов являются вновь разрабатываемые устройства телемеханики (УТМ) и системы телемеханики (СТМ) с передачей информации кодированной последовательностью битов для контроля и управления территориально-распределёнными процессами. Стандарты описывают возможные конфигурации СТМ, определяют функциональные требования, логические характеристики, интерфейсы устройств и правила, по которым УТМ должны взаимодействовать друг с другом, а СТМ должна взаимодействовать с автоматизируемым объектом и с лицами, принимающими управленческие решения. При этом базовыми стандартами не устанавливаются ни внутренние физические характеристики, ни конструктивные решения, ни используемые материалы (комплектация) УТМ. Вне области их применения на-

ходятся системы циркулярного управления, характеристики каналов связи и систем местных шин связи устройств ввода-вывода, функции местной автоматики, даже если они являются частью функций СТМ.

Рассматриваемые стандарты разрабатывались для телемеханизации систем электроснабжения, но поскольку основные аспекты управления территориально-распределёнными технологическими процессами, такими как производство, передача и распределение различных видов продукции (вода, нефть, газ, электроэнергия), оказываются весьма схожими, то нет никаких ограничений их общепромышленного распространения.

Перечень базовых стандартов семейства ГОСТ Р МЭК 870 (60870) представлен в табл. 1, в соответствии с которой в статье осуществляется изложение обзорного материала.

## Основные положения

Каждая СТМ характеризуется *структурой*, под которой понимается иерархический порядок её основных элементов, и *конфигурацией*, под которой понимается расположение телемеханических контролируемых и контролируемых станций (пунктов) и организация связи между ними.

Основные элементы СТМ — это аппаратные и поддерживающие их работу программные средства, выполняющие функции сбора, передачи, обработки и отображения информации о состоянии

Таблица 1

Перечень базовых стандартов семейства ГОСТ Р МЭК 870 (60870)

Часть	Раздел. Содержание стандарта
1. Основные положения	<b>1. Общие принципы</b> [2] Дан обзор функциональных элементов, которые образуют структуру СТМ. Приведено описание типовых конфигураций, а также основных функций телемеханики.
	<b>2. Руководство по разработке технических требований</b> [3] Приведены руководящие указания по проектированию, установлены спецификации для УТМ и СТМ, согласовывающие индивидуальные требования пользователя.
	<b>4. Основные аспекты передачи телемеханических данных и руководство по использованию стандартов МЭК 870-5 и МЭК 870-6</b> [4] Описана семиуровневая модель взаимодействия открытых систем ИСО и трёхуровневая модель повышенной производительности (ЕРА).
2. Условия эксплуатации	<b>1. Источники питания и электромагнитная совместимость</b> [5] Установлены требования к источникам питания и электромагнитной совместимости.
	<b>2. Условия окружающей среды</b> [6] Определены условия окружающей среды, которым должны соответствовать УТМ. Установлены классы для различных условий эксплуатации.
3. Интерфейсы	Установлены требования <b>к электрическим характеристикам</b> интерфейсов, связывающих различные устройства, необходимые для создания СТМ [7].
4. Технические требования	Установлены характеристики, которыми должны обладать УТМ и СТМ, чтобы они могли непрерывно, точно и надёжно выполнять возложенные на них функции, обладать гибкостью и способностью адаптации к будущим запросам пользователей [8].
5. Протоколы передачи	<b>Разделы 1-5</b> [9, 10, 11, 12, 13] Описываются функциональные характеристики передачи данных, обеспечивающие работу СТМ по линиям или сетям связи, требования к достоверности передачи информации, а также методы передачи информации и используемые при этом форматы данных и процедуры обмена, удовлетворяющие этим требованиям.

обслуживаемого технологического процесса. Состав структурных элементов показан на рис. 1 [2] на примере простейшей СТМ с конфигурацией типа «точка-точка»: аппаратура связи с процессом, выполняющая функции ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов измерения, сигнализации, управления и регулирования; УТМ контролируемого пункта (КП); аппаратура передачи данных (АПД) со стороны контролируемого и контролирующего пунктов; УТМ контролирующего пункта (далее — пункта управления, ПУ); аппаратура автоматизированных

рабочих мест (АРМ) лиц, принимающих управленческие решения (операторов/диспетчеров), решающая задачи обработки и архивирования данных и организации человеко-машинного интерфейса (HMI/SCADA). В структуре СТМ «в широком смысле» выделены канал данных и СТМ «в узком смысле». Структурное выделение канала данных предполагает, что среда передачи сигнала выбирается из ряда альтернатив: она может быть выделенной, арендуемой или общего пользования. СТМ в узком смысле — это уровень создания телемеханической сети, которая в

ГОСТ 26.005-82 «Телемеханика. Термины и определения» определяется как совокупность устройств телемеханики и объединяющих их каналов связи.

Для передачи информации в канале данных определены три типа трафика: симплексный (передачи производятся только в одном направлении — от КП к ПУ); полудуплексный (передачи от КП к ПУ и от ПУ к КП осуществляются поочередно); дуплексный (передачи по каждому направлению осуществляются по независимым каналам связи).

Возможные варианты конфигураций каналов данных в стандарте [2] определены табл. 2.

Взаимодействие оборудования ПУ и КП инициируется в СТМ одной из перечисляемых далее процедур запуска передачи телемеханических сообщений.

● **По факту изменения состояния (спорадическая передача).** Передачу инициирует КП по факту события на объекте, что позволяет минимизировать время представления информации оператору. При этом спорадически может передаваться как высокоприоритетная информация (например, аварийная), так и низкоприоритетная (например, данные амплитудной дискретизации контролируемых процессов, находящихся в пределах рабочей зоны).

● **Передача по запросу.** Иницируется ПУ путём адресного обращения к КП с запросом информации о текущем состоянии объекта или с командой управляющего воздействия на объект адресуемого КП в той или иной форме. Если ПУ периодически осуществляет последовательный оп-

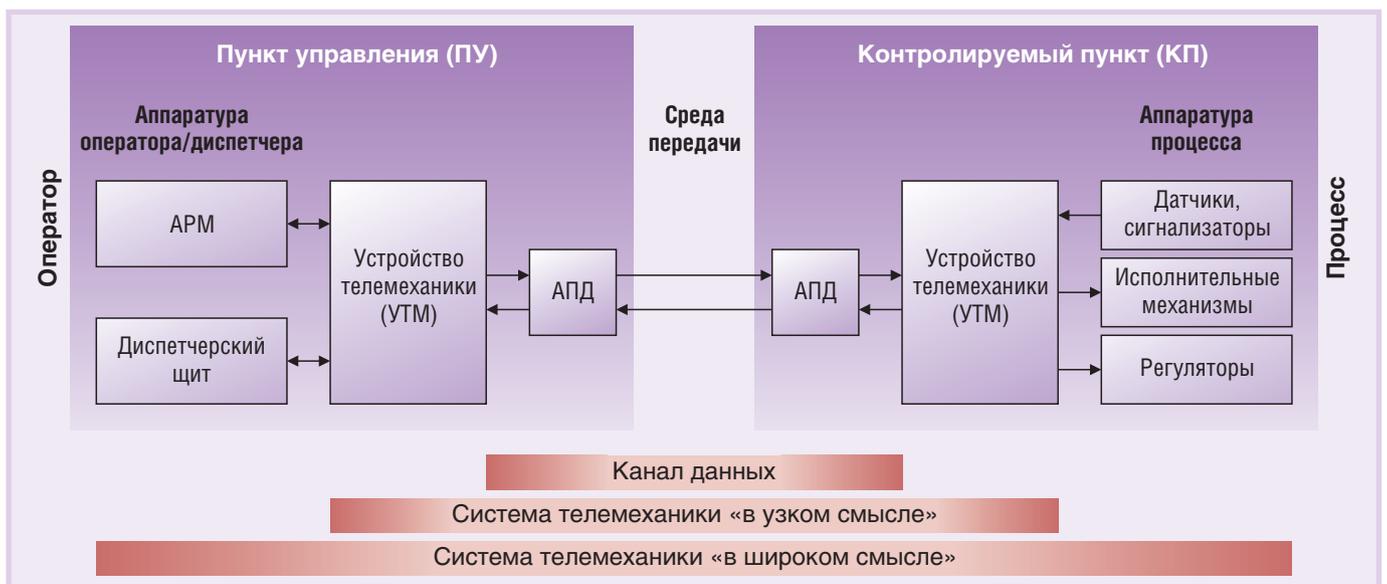


Рис. 1. Типовая структура СТМ (конфигурация «точка-точка»)

Таблица 2

**Возможные конфигурации каналов телемеханики**

Конфигурация	Описание
Радиальная «точка-точка»	ПУ связан с каждым КП индивидуальным каналом передачи данных (рис. 1). При этом количество линейных терминалов (АПД) на ПУ равно количеству подключённых КП, что позволяет ПУ одновременно и независимо передавать сообщения одному, группе или всем КП, а каждый КП может одновременно и независимо передавать данные на ПУ.
Радиальная многоточечная	На ПУ установлен один линейный терминал (АПД), к которому индивидуальными линиями связи подключены более одного КП. При этом одновременно только один КП может передавать данные на ПУ, а ПУ может передавать данные одному или нескольким КП одновременно.
Цепочечная (магистральная)	На ПУ установлен один линейный терминал (АПД), к которому общей линией подключено более одного КП. При этом одновременно только один КП может передавать данные на ПУ, а ПУ может передавать данные одному или нескольким КП одновременно.
Кольцевая многоточечная	Линия связи, проходящая через все КП, образует кольцо, по которому информация от ПУ любому КП (и обратно) может быть отправлена в одну или другую сторону (например, при обрыве линии связи).
Смешанная	Комбинация различных конфигураций. Наряду с ПУ и КП в структуре СТМ могут использоваться пункты сбора, концентрации информации и обмена ею.

Таблица 3

**Перечень испытаний на соответствие требованиям электромагнитной совместимости**

Испытание на помехоустойчивость	Аппаратура пункта управления (ПУ)				Аппаратура контролируемого пункта (КП)			
	Источник АС	Источник DC	Интерфейс оператора	Интерфейс канала	Интерфейс процесса	Источник DC	Источник АС	
A.1.1 Гармоники	+						+	
A.1.2 Интергармоники	+						+	
A.1.3 Напряжение сигнализации	+						+	
A.1.4 Колебания напряжения	+	+				+	+	
A.1.5 Провалы и кратковременные перерывы питания	+	+				+	+	
A.2.1 Импульсы напряжения 100/1300 мкс	+					+	+	
A.2.2 Импульсы напряжения 1,2/50-8/20 мкс					+	+	+	
A.2.3 Наносекундные импульсные помехи	+	+	+	+	+	+	+	
A.2.4 Затухающие синусоидальные колебания	+	+	+					
A.2.5 Затухающие колебания				+	+	+	+	
A.2.8 Импульсы напряжения 10/700 мкс				+				
A.3.1 Электростатический разряд		+				+		
A.4.1 Магнитное поле промышленной частоты		+				+		
A.4.3 Затухающее колебательное магнитное поле						+		
A.5.1 Радиочастотное электромагнитное поле		+				+		
A.6.1 Напряжение промышленной частоты в интерфейсных цепях			+	+	+			
A.6.2 Напряжение постоянного тока в интерфейсных цепях						+		

Таблица 4

**Классы механических требований к исполнениям УТМ**

Класс	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость изменения температуры, °С/мин	Размещение
A1	от +20 до +25	от 20 до 75	0,1	Кондиционирование
B1	от +15 до +30	от 10 до 75	0,5	Обогреваемые или охлаждаемые помещения
B2	от +5 до +40	от 5 до 85		
B3	от +5 до +40	от 5 до 95 с конденсацией		
C1	от -25 до +45	от 5 до 95 с конденсацией	0,5	Под крышей или в закрытых помещениях
C2	от -25 до +55	от 10 до 100 с конденсацией	0,5	
C3	от -40 до +70	от 10 до 100 с конденсацией	1	
D1	от -33 до +40	от 15 до 100 с конденсацией	0,5	На открытом воздухе
D2	от -50 до +40			

рос всех или какой-то группы КП, то такая операция определяется как циклопрос.

- **Периодическая (циклическая) передача.** Иницируется КП для передачи информации на ПУ с заданным временным разделением (временная дискретизация контролируемых процессов). Периодическая передача определяет временные задержки обновления информации в АРМ. Эти задержки тем больше, чем дольше передаётся информация от одного КП и чем большее количество КП в составе СТМ. Следует отметить, что при периодической передаче сообщений из КП потеря некоторых сообщений в канале связи не является критичной, так как обновление информации будет выполнено в процессе следующих передач.

**Условия эксплуатации**

В стандарте [5] регламентируются требования к источникам питания и электросовместимости.

*Параметры источников питания УТМ:* однофазная сеть переменного тока (АС) с номинальным напряжением 220 В при допустимых отклонениях напряжения в диапазонах ±10%, от -15 до +10%, от -20 до +15% и частоты в пределах ±0,2%, ±1,0%, ±5,0%; сеть постоянного тока (DC) с номинальным напряжением 12, 24, 48, 60, 115, 220 В при допустимых отклонениях ±10%, ±15%, от -20 до +15% и с определёнными классами условий заземления (плюсового полюса, минусового полюса, центральной точки, без заземления). Нормируются также значения несинусоидальности для источников переменного тока и уровней пульсаций напряжения для источников постоянного тока.

Требования *электромагнитной совместимости* определяются перечнем испытаний, представленным в табл. 3. Перечисленным испытаниям на помехоустойчивость в этой таблице поставлены в соответствие определённые электромагнитные явления и уровни испытательного напряжения для разных классов жёсткости условий электромагнитной обстановки, в которых должно работать испытываемое устройство.

В [6] определяются допустимые условия эксплуатации УТМ в части влияния климатических, механических и других неэлектрических величин.

Нормируются *климатические параметры окружающей среды:* допустимое изменение температуры воздуха и ско-

Таблица 5

Классы механических требований к исполнениям УТМ

Механические параметры	Класс														
	A <sub>m</sub>			B <sub>m</sub>			C <sub>m</sub>			D <sub>m</sub>					
<b>Стационарная синусоидальная вибрация</b> ● амплитуда перемещения, мм ● амплитуда ускорения, м/с <sup>2</sup> ● диапазон частот, Гц	0,3	1	200-500	3	10	15	200-500	7	20	15	200-500	15	50	40	200-500
<b>Удары</b> ● длительность половины синусоиды, мс ● пиковое ускорение, м/с <sup>2</sup>	2-9	22	40	2-9	11	100	2-9	11	300	2-9	6	1000			
<b>Свободное падение, м</b> ● масса менее 20 кг ● масса от 20 до 100 кг ● масса более 100 кг							0,25	0,25	0,1						
<b>Статическая нагрузка, кПа</b>							5			10					

рость её изменения, относительная и абсолютная влажность воздуха, атмосферное давление, солнечное излучение, интенсивность дождя, а также характер влияния (да/нет) конденсации, осадков, образования инея и гололёда. В табл. 4 [6] показаны наиболее активно используемые климатические параметры условий эксплуатации УТМ, которые незначительно, но отличаются от групп климатического исполнения по ГОСТ 26.205-88.

Устройства всех классов должны работать при изменении атмосферного давления в пределах от 70 до 106 кПа, что соответствует высоте до 3000 м над уровнем моря.

Классификационные параметры допустимых механических воздействий для условий хранения, эксплуатации и транспортирования представлены в табл. 5 [6] четырьмя классами.

В стандарте [6] для УТМ, устанавливаемого в неизвестном месте, определены три класса сейсмического воздействия (по шкале Меркалли).

**ИНТЕРФЕЙСЫ (ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ)**

В [7] объектом стандартизации являются электрические характеристики интерфейсов на границах между УТМ и внешним оборудованием согласно рис. 2, но без установления требований к интерфейсу внешнего источника питания, к логическим характеристикам интерфейсов и протоколам взаимодействия.

При рассмотрении интерфейса между УТМ и АПД не исключается возможность включения АПД в состав УТМ. Интерфейс сопряжения УТМ с каналом связи в стандарте определяется в соответствии с требованиями рекомендаций Международного консультативного комитета по телефонной и телеграфной связи (МККТТ, ныне Международный телекоммуникаци-



Рис. 2. Интерфейсные связи УТМ

онный союз – ITU-T) серий R и V. Цепи обмена между УТМ и АПД должны соответствовать рекомендациям ITU-T V.24 (1989) «Перечень определений линий стыка между оконечным оборудованием данных и аппаратурой оконечного канала данных». Электрические характеристики интерфейса должны соответствовать рекомендациям:

- ITU-T V.28 (1989) для несимметричных двухполярных цепей обмена с оконечной аппаратурой, выполненной по технологии дискретных элементов;
- ITU-T V.10 (1989) для несимметричных двухполярных цепей обмена с оконечной аппаратурой, выполненной на интегральных схемах;
- ITU-T V.11 (1989) для симметричных двухполярных цепей обмена с оконечной аппаратурой, выполненной на интегральных схемах.

Механические (разъёмные) соединения рекомендуется выполнять в соответствии со стандартами международ-

ной организации по стандартизации ISO (ИСО) и ГОСТ, указанными в табл. 6 [7].

Большая часть [7] посвящена интерфейсу аппаратуры процесса при использовании дискретных и аналоговых сигналов. Некоторым специалистам может показаться, что нет ничего проще, чем, например, решить задачу ввода дискретных сигналов, так как они решали её неоднократно с незапамятных времён. И тем не менее, следование данному стандарту и в этом вопросе поможет защитить создаваемые УТМ от непредвиденных проблем.

Дискретные двоичные сигналы нормируются по уровню и по длительности.

Различают следующие уровни: уровни верхнего и нижнего диапазонов нормальных значений; уровни промежуточного диапазона (между верхним и нижним диапазонами нормальных значений), длительное нахождение сигнала в котором свидетельствует о нарушении нормальной работы; пере-

Таблица 6

Описание внешних соединений УТМ (физический уровень)

МККТТ – ITU-T		ISO (ИСО)	ГОСТ		
Функции	Электрические характеристики	Соединения	Функции	Электрические характеристики	Соединения
V.24	V.28	ISO 2110 (25-контактный разъём)	ГОСТ 18145	ГОСТ 18145	ГОСТ 18145
V.24	V.10	ISO 4902 (37-контактный разъём)	ГОСТ 18145	ГОСТ 23675	ГОСТ 18145
V.24	V.11	ISO 4902 (37-контактный разъём)	ГОСТ 18145	ГОСТ 23675	ГОСТ 18145

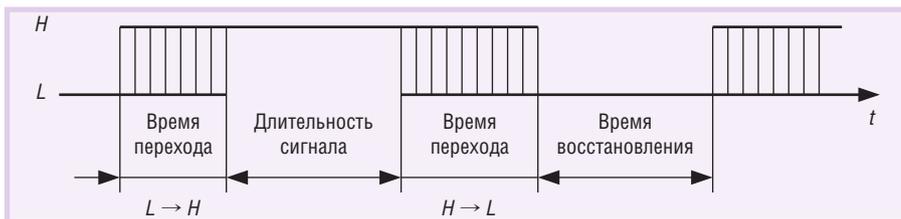


Рис. 3. Временные параметры двоичных сигналов

Таблица 7

Классы токов для двоичных входных и выходных сигналов

Класс тока	Двоичные входные сигналы постоянного и переменного тока, мА		Двоичные выходные сигналы			
	Мин.	Макс.	Постоянный ток, А		Переменный ток, А	
			Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
1	1	5	—	0,1	—	0,2
2	5	10	0,05	0,5	0,1	1
3	10	50	0,1	1	0,2	2
4	50	—	0,25	2,5	0,5	5

**Примечания.** 1. Изготовитель должен указать рабочий ток при номинальном напряжении и влияние допускаемых отклонений напряжения.  
2. Пределы приведённых классов могут быть при необходимости расширены. Для этого используют дополнительно подключённое оборудование.

Таблица 8

Пределы помех по напряжению и требования к изоляции для аналоговых сигналов

Показатели	Помехи нормального вида	Помехи общего вида
Пределы повреждений для класса 1	±50 мА постоянного тока* ±24 В постоянного тока* 0,2 кВ OSC**** 0,3 кВ IMP****	25 В переменного тока 65 В постоянного тока 1,0 кВ OSC 2,0 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 2	±50 мА постоянного тока* ±24 В постоянного тока* 0,5 кВ OSC 1,0 кВ IMP	±0,5 кВ постоянного тока 0,5 кВ PF**** 1,0 кВ OSC 2,0 кВ IMP
Изоляция между любой парой входов или выходов и землёй	—	Минимальные значения: а) 1 МОм при 500 В** б) 10 МОм при 500 В*** в) 100 МОм при 500 В***

\* Аппаратура должна выдерживать без повреждений указанные значения напряжения и тока не менее 1 мин.

\*\* Для общего применения.

\*\*\* Для специального применения.

\*\*\*\* PF — промышленная частота 50/60 Гц (ГОСТ 27918); OSC — затухающая синусоида волны колебаний (ГОСТ 27918); IMP — одиночный импульс высокого напряжения (ГОСТ 27918).

**Примечание.** Для рабочих пределов требования установлены в ГОСТ Р МЭК 870-4-93, в котором приведены зависимости между точностью, рабочими пределами и характеристиками аппаратуры.

грузочный уровень, определяемый пределами, находящимися выше верхнего или ниже нижнего диапазонов нормальных значений (этот уровень опасен возможным повреждением аппаратуры).

Нормирование по длительности осуществляется для дискретного ступенчатого сигнала (например, высокий уровень сигнала определяет состояние «ВКЛ» исполнительного устройства, а низкий — «ОТКЛ») и для импульсного сигнала, который реализует импульсную команду управления, передаёт информацию о приращении или о кратковременном состоянии.

В соответствии с рис. 3 [7] определяются следующие временные парамет-

ры двоичных сигналов: длительность, время восстановления и переходное время. Правильный выбор значений перечисленных параметров сигналов позволяет исключать влияние дрейбза и состязаний при приёме и обработке дискретных сигналов.

Стандартом определяется состав спецификации дискретных сигналов: номинальные уровни (напряжение или ток); расположение (внутри или вне аппаратуры) и полное сопротивление генерирующей цепи; форма импульсов (уровень, время перехода, длительность, полярность, остаточная пульсация); тип гальванической развязки и предельные напряжения помех (нормального вида, общего вида).

Типы аналоговых сигналов в стандарте определяются как одно- и двухполярные.

Уровни аналоговых сигналов нормируются в номинальной области, определяющей рабочие условия функционирования, включая возможные рабочие перегрузки, а также в аварийной области, в которой выделяются верхний и нижний пределы устойчивости к повреждению аппаратуры.

Стандартом определяется состав спецификации аналоговых сигналов: пределы диапазона, сопротивление нагрузки (максимальное для тока, минимальное для напряжения), тип гальванической развязки и предельные напряжения помех (нормального вида, общего вида). Ни точность, ни полоса частот сигнала (например, скорость изменения) не устанавливаются, так как они являются техническими характеристиками.

Рекомендуемые значения аналоговых сигналов предлагается выбирать из числа токовых сигналов в диапазонах: 0...5 мА, 0...10 мА, 4...20 мА, ±5 мА, ±10 мА.

*Физическая реализация интерфейса между УТМ и аппаратурой процесса* — это линия связи, по которой передаётся информация с помощью дискретных и аналоговых сигналов.

Основные характеристики интерфейсных сигналов определяются номинальными значениями напряжений и классами токов для двоичных сигналов, а также предельными значениями напряжений и требованиями к изоляции для дискретных и аналоговых сигналов.

Значения двоичных сигналов в стандарте ограничиваются номинальными напряжениями ( $U_{ном}$ ) постоянного тока: 12 В, 24 В, 48 В, 60 В. Для пассивного двоичного входа номинальные значения напряжения могут быть определены по согласованию между изготовителем и пользователем.

Классы токов для двоичных входных и выходных сигналов согласно [7] представлены в табл. 7.

Предельные значения напряжений и требования к изоляции для аналоговых и дискретных сигналов приведены соответственно в табл. 8 и 9 [7].

Двоичные входные и выходные сигналы различаются как активные и пассивные.

К активным относятся сигналы, источник питания которых находится вне УТМ. Характеристики активных входных и выходных сигналов представлены в табл. 10 [7].

Таблица 9

Пределы помех по напряжению и требования к изоляции для аналоговых сигналов

Показатели	Помехи нормального вида		Помехи общего вида
	Входной сигнал	Выходной сигнал	
Рабочие пределы	10% двойной амплитуды $U_{НОМ}$ промышленной частоты 0,2 кВ OSC* 0,3 кВ IMP*		25 В переменного тока 65 В постоянного тока 0,3 кВ OSC 0,5 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 1	+200% от $U_{НОМ}$ постоянного тока** -125% от $U_{НОМ}$ постоянного тока*** 200% от $U_{НОМ}$ переменного тока** 0,3 кВ OSC 0,5 кВ IMP		0,5 кВ PF* 0,5 кВ OSC 1,0 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 2	+200% от $U_{НОМ}$ постоянного тока** -125% от $U_{НОМ}$ постоянного тока*** 200% от $U_{НОМ}$ переменного тока** 0,5 кВ OSC* 1,0 кВ IMP*		0,5 кВ PF 1,0 кВ OSC 2,5 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 3	+200% от $U_{НОМ}$ постоянного тока** -125% от $U_{НОМ}$ постоянного тока*** 200% от $U_{НОМ}$ переменного тока** 1,0 кВ OSC* 2,5 кВ IMP*		2,5 кВ PF 2,5 кВ OSC 5,0 кВ IMP
Изоляция между любой парой входов или выходов и землей	—		Минимальные значения: а) 1 МОм при 500 В переменного тока (для общего применения) б) 10 МОм при 500 В переменного тока (для специального применения) в) 100 МОм при 500 В переменного тока (для специального применения)

\* PF — промышленная частота 50/60 Гц (ГОСТ 27918); OSC — затухающая синусоида волны колебаний (ГОСТ 27918); IMP — одиночный импульс высокого напряжения (ГОСТ 27918).  
\*\* Аппаратура должна выдерживать без повреждений указанные значения напряжения не менее 1 с.  
\*\*\* Аппаратура должна выдерживать без повреждений указанные значения напряжения не менее 1 мин.

К пассивным относятся сигналы, источник питания которых находится внутри УТМ. Эти сигналы подаются в аппаратуру в виде контактов, замыкающих или замыкающих цепи определённого сопротивления. При этом для надёжной работы нормируется значение тока, протекающего через контакты и нагрузку. Характеристики пассивных входных и выходных сигналов представлены в табл. 11 [7].

Аналоговые входные и выходные сигналы в общем случае также могут быть активными и пассивными (например, переменные сопротивления), но в стандарте рассмотрены только активные сигналы. Использование пассивных сигналов отнесено к области согласования между изготовителем и заказчиком.

В стандарте определяется, что максимальное сопротивление нагрузки [кОм] должно быть ограничено:

- для входных токовых сигналов — отношением напряжения 5 В к номинальному значению тока [мА];
- для выходных токовых сигналов — отношением напряжения 10 В к номинальному значению тока [мА];
- для сигналов напряжения — 200 кОм/В.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Объектом стандартизации [8] являются показатели, определяющие технические требования к УТМ и СТМ и предназначенные для использования при сравнительном выборе УТМ и оценке их конкурентной способности.

В табл. 12 в соответствии с [8] приведены показатели безотказности, готовности, ремонтпригодности. В обязательном Приложении А к стандарту перечислены меры, рекомендуемые для улучшения этих показателей.

**Безотказность** нормируется средним временем между отказами в часах ( $T_o$ ), которое должно рассчитываться изготовителем по данным о надёжности отдельных компонентов и подтверждаться в реальной эксплуатации за заданный период испытаний с исключением периода ранних отказов.

**Готовность** нормируется коэффициентом готовности ( $K_r$ ), который должен определяться отношением общего времени работы УТМ к суммарному времени работы и простоя.  $K_r$  характеризует способность СТМ выполнять требуемые функции в данный момент времени в отличие от безотказности, характеризующей работу за заданный период времени.

Таблица 10

Активные двоичные входные и выходные сигналы

Характеристика (см. рис. 3)	Значение	
	Входной сигнал	Выходной сигнал
Сигнал низкого уровня (L)	Минимальное: -5% от $U_{НОМ}$ Номинальное: 0% от $U_{НОМ}$ Максимальное: +15% от $U_{НОМ}$	Минимальное: 0% от $U_{НОМ}$ Номинальное: 0% от $U_{НОМ}$ Максимальное: +10% от $U_{НОМ}$
	Ток максимальный: 0,2 мА	
Сигнал высокого уровня (H)	Минимальное: +75% от $U_{НОМ}$ Номинальное: +100% от $U_{НОМ}$ Максимальное: ±125% от $U_{НОМ}$	Минимальное: +80% от $U_{НОМ}$ Номинальное: +100% от $U_{НОМ}$ Максимальное: +120% от $U_{НОМ}$
	Для классов тока по табл. 7	
Длительность сигнала	Минимальная: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время восстановления	Минимальное: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время перехода (H→L, L→H)	Максимальное: 8 мс (1 мс — для специального применения)	

Таблица 11

Пассивные двоичные входные и выходные сигналы

Характеристика	Значение	
	Входной сигнал	Выходной сигнал
Разомкнутая цепь	Минимальное: 50 кОм при $U_{НОМ}$ Номинальное: ∞ Ом при $U_{НОМ}$	Минимальное: 50 кОм при $U_{НОМ}$ Номинальное: ∞ Ом при $U_{НОМ}$
	Ток максимальный: 0,2 мА при 125% от $U_{НОМ}$	
Замкнутая цепь	Минимальное: 0 Ом Номинальное: 150 Ом	Минимальное: 0 Ом Номинальное: 0,05 $U_{НОМ}/I_{МАКС}$
	Для классов тока по табл. 7	
Длительность сигнала	Минимальная: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время восстановления	Минимальное: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время перехода (H→L, L→H)	Максимальное: 8 мс (1 мс — для специального применения)	

Таблица 12

**Показатели безотказности, готовности, ремонтпригодности**

Класс безотказности	$T_o$ , ч	Класс готовности	$K_r$ , %	Класс ремонтпригодности	$T_p$ , ч
R1	$\geq 2000$	A1	$\geq 2000$	M1	$\leq 36$
R2	$\geq 4000$	A2	$\geq 4000$	M2	$\leq 24$
R3	$\geq 8760$	A3	$\geq 8760$	M3	$\leq 12$
					$\leq 6$

*Ремонтпригодность* нормируется средним временем восстановления в часах ( $T_p$ ), вычисляемым как сумма организационного времени (промежутков от обнаружения отказа до уведомления службы ремонта), транспортного времени (от момента уведомления о повреждении до прибытия на объект с необходимым оборудованием), среднего времени ремонта  $T_p$  (обнаружения и устранения отказа, а также проверки работоспособности). Это суммарное время нормируется 1, 6, 12 или 24 часами, начиная от момента обнаружения отказа УТМ, и характеризует возможность восстановления полной работоспособности УТМ при заданных условиях эксплуатации.

Показатель «защищённость от повреждений» определяет способность УТМ избегать попадания в опасную или нестабильную ситуацию. Он не нормируется, но в пункте А4 Приложения А к стандарту [8] перечислены меры, рекомендуемые для его улучшения.

Показатель «достоверность передаваемых данных» характеризуется веро-

яностью появления необнаруженных ошибок при вероятности искажения бита  $10^{-4}$  и нормируется в соответствии с табл. 13 [8]. Меры для улучшения достоверности передачи данных описаны в пункте А5 Приложения А к стандарту.

Показатель «временные параметры» характеризует промежуток времени от момента появления события на передающем пункте до представления информации о нём на приёмном пункте. Этот параметр связан не только с характеристиками конкретных УТМ, но и с влиянием таких факторов, как конфигурация канала связи, методы передачи телемеханических сообщений, ширина частотной полосы канала связи, функции предварительной обработки на передающем пункте, уровень помех в канале связи, накопление событий за данный период времени, приоритеты в протоколе передачи данных.

Кроме полного времени передачи, при обработке информации о состоянии контролируемого процесса важны следующие параметры:

Таблица 13

**Классы достоверности передачи данных**

Класс достоверности данных	Вероятность появления необнаруженных ошибок
I1	$\leq 10^{-6}$
I2	$\leq 10^{-10}$
I3	$\leq 10^{-14}$

- разрешающая способность по очерёдности – минимальный промежуток времени между событиями, при котором правильно определяется последовательность их появления;
- разрешающая способность по времени – минимальное время между событиями, при котором различимы соответствующие метки времени;
- время подавления – промежуток времени, за который подавляется появившаяся неправильная информация об изменении состояния, вызванная помехой или дребезгом контактов;
- время опроса – минимальный промежуток времени, необходимый для правильного определения и обработки информации о состоянии.

Принятые методы определения характеристик и объёмов передаваемой информации в системах телемеханики приведены в пункте А6 Приложения А [8].

УТМ КП должны иметь интерфейс не менее чем с двумя видами управляющих устройств: быстро перемещающимися, достигающими нового

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

**ICONICS представляет программное обеспечение нового поколения**

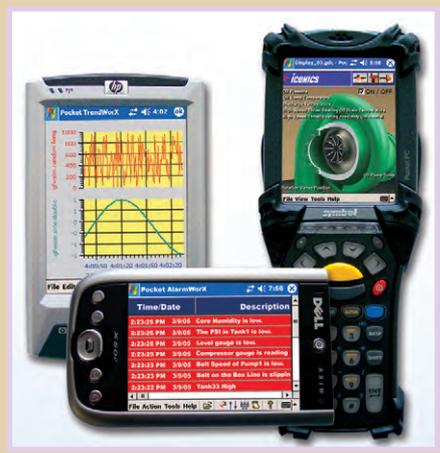
Компания ICONICS представила Pocket GENESIS 9.01 – новую версию одного из ведущих программных продуктов отрасли. Выход этого продукта открывает возможность использования новейших технологий мощного пакета GENESIS32 Automation Suite девятой версии и поддержку устройств Windows Mobile 2005 и Pocket PC.

Приложения, входящие в состав Pocket GENESIS 9.01, содержат ряд новых функций и инструментов. В частности, для увеличения производительности приложений и внутреннего программирования используется среда Visual Studio 5. Кроме того, в новом продукте предусмотрена возможность использования универсального менеджера данных на стороне сервера и клиента, включена поддержка SNMP-протокола, туннелинга OPC-данных, тревог и событий, а также исторических данных. Со сто-

роны клиента на базе DataWorX32 реализована поддержка «горячего» резервирования OPC-данных. В Pocket AlarmWorX 9.01 теперь введена и поддержка команд пользователя. Все приложения, входящие в состав Pocket GENESIS 9.01, поддерживают технологию plug&play, реализованы на базе технологии Windows Mobile 2005 и совместимы с Pocket PC 2003.

Преимущества новой технологии беспроводных распределённых систем адресованы в первую очередь разработчикам SCADA-систем и приложений для визуализации бизнес-процессов. При разработке экранных форм для АСУ ТП не требуется дополнительное преобразование интерфейса и элементов системы для применения приложений на платформе Windows Mobile 2005. Гибкая система лицензирования позволяет расширять количество узлов системы для Pocket GENESIS без какого-либо преобразования структуры существующей АСУ ТП.

Pocket GENESIS 9.01 предназначен для использования в проектах, где требуется компактное решение для визуализации и управления приложениями в распределённых системах. Приобрести Pocket GENESIS 9.01 можно у эксклюзивного дистрибьютора ICONICS в России, странах СНГ и Балтии – компании ПРОСОФТ. ●





## Процессорные платы CompactPCI и VME с процессором Intel Pentium M

### СРС501

Для телекоммуникаций

- Формат СРС1, 6U, 4HP
- Процессор Intel Pentium M до 1,8 ГГц
- ОЗУ до 1 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 2 Gigabit Ethernet, 1 Fast Ethernet
- 5 USB, 4 COM
- Слот PMC
- Широкий набор плат тыльного ввода-вывода

### СРС502

Для контрольно-измерительных систем

- Формат СРС1, 3U, 4/8/HP
- Процессор Intel Pentium M до 1,8 ГГц
- ОЗУ 1 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 2 Gigabit Ethernet
- 2 Serial ATA
- 4 USB, 4 COM
- Поддержка PXI 2.1

### СРС600

Для специальных систем управления

- Формат VME 64X, 6U, 4HP
- Процессор Intel Pentium M до 1,8 ГГц
- ОЗУ до 2 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 4 Gigabit Ethernet
- 2 Serial ATA
- 4 USB 2.0
- Слот PMC 64 бит



- Диапазон рабочих температур **-40...+85°C / 0...+70°C**
- Высокая вибро- и ударостойкость
- Влагозащитное покрытие

Реклама

**#449**

**PROSOFT**®

Официальный дистрибьютор в России и странах СНГ — компания ПРОСОФТ

**МОСКВА**

**С.-ПЕТЕРБУРГ**

**ЕКАТЕРИНБУРГ**

**САМАРА**

**НОВОСИБИРСК**

**КИЕВ**

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

Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru

Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Телефон: (383) 202-0960, 335-7001, 335-7002 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ua

определённого состояния менее чем за 250 мс; медленно перемещающимися, со временем перемещения от 250 мс до нескольких минут.

Полное время передачи команд должно быть возможно более коротким для обеспечения передачи и обработки команд с высоким приоритетом. Диспетчер (оператор) должен иметь возможность отслеживать исполнение команды управления, чтобы подтвердить приём и правильную передачу УТМ команд управления, а также выполнение команд управления периферийным оборудованием. В случае медленно действующих устройств оператору должна представляться промежуточная информация с выдачей информации об ошибке, если промежуточное состояние продолжается дольше определённого времени.

Временной параметр, связанный с обработкой измеряемых величин и команд уставок, — это полное время передачи. Выполнение функции интегральных измерений (телесчёт) требует, чтобы время обработки и передачи данных было меньше времени суммирования.

Классификационный признак «общая погрешность результатов обработки информации» определяется как разность между значениями величин в местах передачи и приёма, выраженная в процентах от номинального диапазона. Следует обратить внимание на то, что в [8] (см. п. 3.7.2.1) используется термин «общая точность» (overall assiguasu) без выделения основной и дополнительных составляющих погрешностей, которого требует ГОСТ 26.205-88 [14]. Обобщённый подход к оценке точности измерения удобен для эксплуатационного персонала по следующим причинам:

- в большинстве проектов телемеханизации не предусмотрено отслеживание условий эксплуатации УТМ по месту их установки, а следовательно, в рабочих условиях эксплуатации оценка текущих значений дополнительных составляющих погрешностей принципиально невозможна;
- в производственных условиях УТМ связаны с объектом не только измерительными каналами, но также множеством каналов сигнализации и управления, поэтому большое значение имеет возможность проведения поверки/калибровки измерительных каналов УТМ без его демонтажа, что возможно только тогда, когда условия поверки/калибровки совпадают

с рабочими условиями эксплуатации УТМ; следует отметить, что в этом случае существенно снижаются требования к поверочному оборудованию как по точности, так и по условиям его эксплуатации.

Применение обобщённого подхода к оценке точности измерительных каналов УТМ потребует разработки специальной методики их поверки/калибровки в рабочих условиях эксплуатации, которая должна быть увязана с регламентацией метрологических характеристик измерительных каналов измерительной системы [15], частью которой являются УТМ.

Различие требований [8] и [14] имеет место и в определении классов точности. В [8] они определяются из ряда (класс точности — общая погрешность): А1 — 5,0%; А2 — 2,0%; А3 — 1,0%; А4 — 0,5%; Ах — специальные классы. В [14] указано, что классы точности каналов измерения должны выбираться из ряда: 2,5 (по требованию потребителя); 1,5; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,2; 0,15; 0,1; 0,06.

Классификационный параметр «возможность расширения системы телемеханики» определяет способность СТМ и УТМ к расширению или модернизации функций в целях адаптации к изменениям обслуживаемого технологического процесса. Возможность расширения УТМ как свойство конструкции следует рассматривать на начальной стадии разработки и проектирования, в том числе с определением технических требований к тем условиям, в которых расширение и модификация могут быть возможны.

Оценка возможности расширения должна учитывать следующие требования:

- минимизации изменений в установленном УТМ и его программном обеспечении;
- недопущения ухудшения надёжности и защищённости системы телемеханики;
- минимизации времени простоя системы, необходимого для выполнения изменений в системе и проведения испытаний.

Методы представления и оценки возможности расширения УТМ изложены в обязательном приложении к стандарту [8]. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. МЭК 60050-371-84. Международный электротехнический словарь. Глава 371: Телемеханика. — ИЕС, 1984.

2. ГОСТ Р МЭК 870-1-1-93. Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 1. Общие принципы. — М.: Издательство стандартов, 1994.

3. ГОСТ Р МЭК 870-1-2-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 2. Руководство по разработке технических требований. — М.: Издательство стандартов, 1995.

4. ГОСТ Р МЭК 870-1-4-98. Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 4. Основные аспекты передачи телемеханических данных и руководство по использованию стандартов МЭК 870-5 и МЭК 870-6. — М.: Издательство стандартов, 1998.

5. ГОСТ Р 51179-98 (МЭК 870-2-1-95). Устройства и системы телемеханики. Часть 2. Условия эксплуатации. Раздел 1. Источники питания и электромагнитная совместимость. — М.: Издательство стандартов, 1998.

6. ГОСТ Р МЭК 60870-2-2-2001. Устройства и системы телемеханики. Часть 2. Условия эксплуатации. Раздел 2. Условия окружающей среды (климатические, механические и другие неэлектрические влияния). — М.: Издательство стандартов, 2001.

7. ГОСТ Р МЭК 870-3-93. Устройства и системы телемеханики. Часть 3. Интерфейсы (Электрические характеристики). — М.: Издательство стандартов, 1994.

8. ГОСТ Р МЭК 870-4-93. Устройства и системы телемеханики. Часть 4. Технические требования. — М.: Издательство стандартов, 1994.

9. ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров. — М.: Издательство стандартов, 1995.

10. ГОСТ Р МЭК 870-5-2-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 2. Процедуры в каналах передачи. — М.: Издательство стандартов, 1995.

11. ГОСТ Р МЭК 870-5-3-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 3. Общая структура данных пользователя. — М.: Издательство стандартов, 1995.

12. ГОСТ Р МЭК 870-5-4-96. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 4. Определение и кодирование элементов пользовательской информации. — М.: Издательство стандартов, 1996.

13. ГОСТ Р МЭК 870-5-5-96. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 5. Основные прикладные функции. — М.: Издательство стандартов, 1996.

14. ГОСТ 26.205-88. Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия. — М.: Издательство стандартов, 1989.

15. МИ 2439-97. ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля. — М.: ВНИИМС, 1997.

# Silver Plus

HMI5000

## Сенсорные панели оператора



- Дисплей TFT 5,6"; 8,0"; 10,4" и 12,1", 65536 цветов
- Сенсорный экран резистивного типа
- Встроенные порты Ethernet, USB, RS 232 и RS 485
- Одновременная работа до 4 коммуникационных протоколов
- Драйверы для большинства популярных типов ПЛК
- Использование шрифтов TrueType
- Всплывающие и анимированные окна
- Управление тревогами и рецептами
- Архивирование данных
- Отладка проекта в режиме эмулятора
- 2 года гарантии

### Больше чем просто устройство отображения

Новое поколение сенсорных панелей оператора имеет яркие TFT дисплеи с широкими углами обзора по вертикали и горизонтали. Изображение может иметь как ландшафтную, так и портретную ориентацию.

Наличие встроенного порта Ethernet обеспечивает подключение к панелям большого числа контроллеров, поддерживающих протоколы Modbus TCP/IP и Ethernet/IP. Используя сеть Ethernet, панели могут обмениваться данными не только с контроллерами, но и между собой, а также с удаленным компьютером.

Последовательные порты RS 232 и RS 485 также могут быть использованы для подключения нескольких контроллеров к одной панели. При этом панель может выступать в качестве шлюза данных, обеспечивая обмен информацией между контроллерами, использующими различные интерфейсы и протоколы.

Every Machine  
Needs the  
Human Touch



[www.maplesystems.com](http://www.maplesystems.com)

## ПИД-регуляторы: вопросы реализации

### Часть 1

#### ОГРАНИЧЕНИЯ, НАКЛАДЫВАЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИЕЙ

Описанный в [1] ПИД-регулятор и его модификации являются теоретическими идеализациями реальных регуляторов, поэтому для их практического воплощения необходимо учесть особенности, порождаемые реальными условиями применения и технической реализации. К таким особенностям относятся:

- конечный динамический диапазон изменений физических переменных в системе (например, ограниченная мощность нагревателя, ограниченная пропускная способность клапана);
- не всегда существующая возможность изменения знака управляющего воздействия (например, в системе поддержания температуры часто отсутствует холодильник, двигатель может не иметь реверсивного хода, далеко не каждый самолёт имеет систему отрицательной тяги);
- ограниченная точность измерений, что требует специальных мер для выполнения операции дифференцирования с приемлемой погрешностью;
- наличие практически во всех системах типовых нелинейностей: насыщение (ограничение динамического диапазона изменения переменных), ограничение скорости нарастания, гистерезис и люфт;
- технологический разброс и случайные вариации параметров регулятора и объекта;
- дискретная реализация регулятора;
- необходимость плавного (безударного) переключения режимов регулирования.

Далее описываются методы решения проблем, вызванных перечисленными особенностями.

#### Погрешность дифференцирования и шум

Проблема численного дифференцирования является достаточно старой и общей как в цифровых, так и в аналоговых регуляторах. Суть её заключается в том, что производная вычисляется обычно как разность двух близких по величине переменных, поэтому относительная погрешность производной всегда оказывается больше, чем относительная погрешность численного представления дифференцируемой переменной.

В частности, если на вход дифференциатора поступает синусоидальный сигнал  $A \cdot \sin(\omega t)$ , то на выходе получим  $A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$ , то есть с ростом частоты  $\omega$  увеличивается амплитуда сигнала на выходе дифференциатора. Иначе говоря, дифференциатор усиливает высокочастотные помехи, короткие выбросы и шум.

Если помехи, усиленные дифференциатором, лежат за границей диапазона рабочих частот ПИД-регулятора, то их

можно ослабить с помощью фильтра верхних частот. Структурная реализация дифференциатора с фильтром показана на рис. 1. Здесь

$$y = Nx \left( 1 - \frac{1}{sT/N + 1} \right) = \left( \frac{sT}{sT/N + 1} \right) x,$$

то есть передаточная функция полученного дифференциатора  $D(s)$  может быть представлена в виде произведения передаточной функции идеального дифференциатора и передаточной функции фильтра первого порядка:

$$D(s) = (sT) \left( \frac{1}{sT/N + 1} \right),$$

где коэффициент  $N$  задаёт граничную частоту фильтра и обычно выбирается равным 2...20 [2],  $T/N$  — постоянная времени фильтра,  $s$  — комплексная частота.

Большее ослабление высокочастотных шумов можно получить с помощью отдельного фильтра, который включается последовательно с ПИД-регулятором. Обычно используют фильтр второго порядка [2] с передаточной функцией

$$F(s) = \frac{1}{1 + sT_F + s^2T_F^2/2},$$

Постоянную времени фильтра выбирают равной  $T_F = T_i/N$ , где  $N = 2...20$  [2],  $T_i$  — постоянная интегрирования ПИД-регулятора. Граничную частоту фильтра желательно не выбирать ниже частоты  $1/T_i$ , так как это усложняет расчёт параметров регулятора и запас устойчивости.

Кроме шумов дифференцирования, на характеристики ПИД-регулятора влияют шумы измерений. Через цепь обратной связи эти шумы поступают на вход системы и затем проявляются как дисперсия управляющей переменной  $u$ . Высокочастотные шумы вредны тем, что вызывают ускоренный износ трубопроводной арматуры и электродвигателей.

Поскольку объект управления обычно является низкочастотным фильтром, шумы измерений редко проникают по контуру регулирования на выход системы. Однако они увеличивают погрешность измерений  $y(t)$  и снижают точность регулирования.

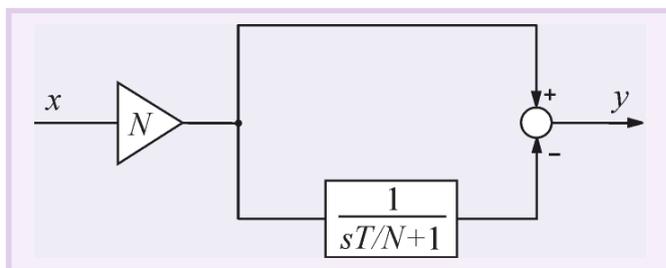


Рис. 1. Структурная реализация дифференциального члена ПИД-регулятора

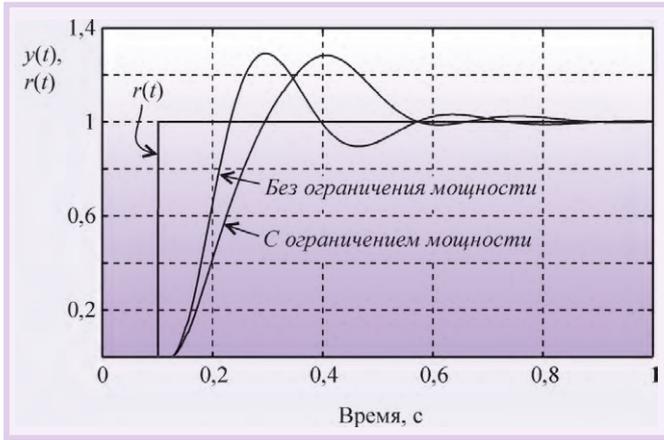


Рис. 2. Реакция выходной переменной  $y(t)$  на скачок входного воздействия  $r(t)$  для ПИ-регулятора при условии ограничения мощности на входе объекта  $u(t)$  и без ограничения (объект второго порядка,  $T_1 = 0,1$  с,  $T_2 = 0,05$  с,  $L = 0,02$  с; параметры регулятора:  $K = 2$ ,  $T_i = 0,06$  с,  $T_d = 0$ )

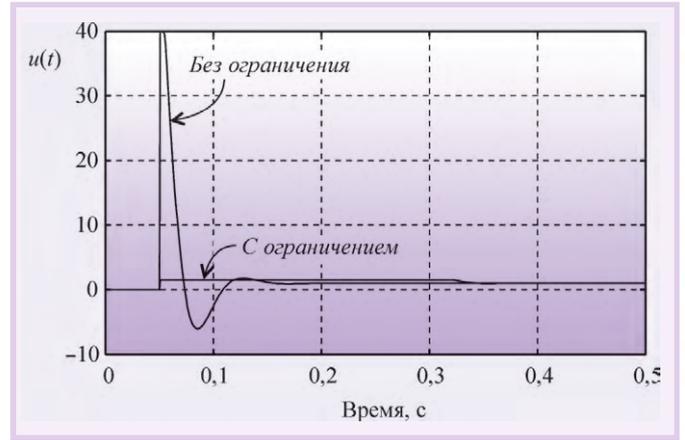


Рис. 5. Сигнал на входе объекта  $u(t)$  в контуре с ПИД-регулятором при условии ограничения мощности и без (объект второго порядка,  $T_1 = 0,1$  с,  $T_2 = 0,05$  с,  $L = 0,02$  с; параметры регулятора:  $K = 10$ ,  $T_i = 0,014$  с,  $T_d = 0,3$  с)

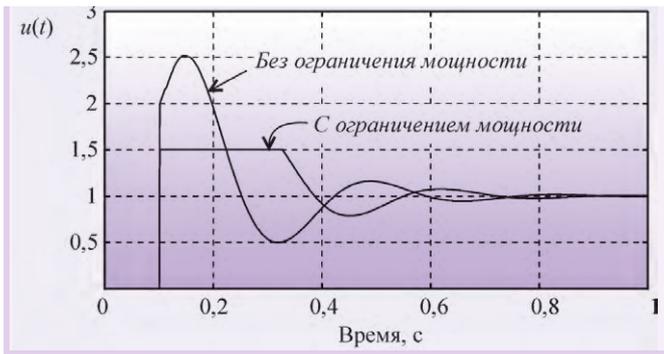


Рис. 3. Сигнал на входе объекта  $u(t)$  при условии ограничения мощности и без (объект второго порядка,  $T_1 = 0,1$  с,  $T_2 = 0,05$  с,  $L = 0,02$  с; параметры регулятора:  $K = 2$ ,  $T_i = 0,06$  с,  $T_d = 0$ )

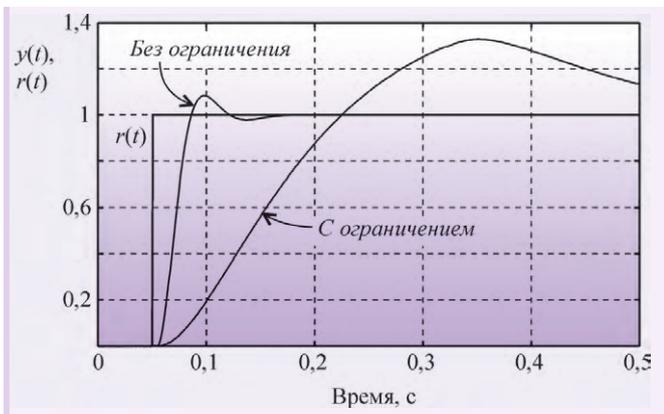


Рис. 4. Реакция выходной переменной  $y(t)$  на скачок входного воздействия  $r(t)$  для ПИД-регулятора при условии ограничения мощности на входе объекта  $u(t)$  и без ограничения (объект второго порядка,  $T_1 = 0,1$  с,  $T_2 = 0,05$  с,  $L = 0,02$  с; параметры регулятора:  $K = 10$ ,  $T_i = 0,014$  с,  $T_d = 0,3$  с)

В ПИД-регуляторах различают шум со спектром в области низких частот, вызванный внешними воздействиями на объект управления, и высокочастотный шум, связанный с электромагнитными наводками, помехами по шинам питания и земли, с дискретизацией измеряемого сигнала и другими причинами [3, 4]. Низкочастотный шум моделируют как внешнее возмущение  $d(s)$ , высокочастотный — как шумы измерений  $n(s)$ .

### Интегральное насыщение

В установившемся режиме работы и при малых возмущениях большинство систем с ПИД-регуляторами являются линейными. Однако процесс выхода на режим практически всегда требует учёта нелинейности типа «ограничение». Эта нелинейность связана с естественными ограничениями на мощность, скорость, частоту вращения, угол поворота, площадь поперечного сечения клапана, динамический диапазон и т.п. Контур регулирования в системе, находящейся в насыщении (когда переменная достигла ограничения), оказывается разомкнутым, поскольку при изменении переменной на входе звена с ограничением его выходная переменная остаётся без изменений.

Наиболее типовым проявлением режима ограничения является так называемое «интегральное насыщение», которое возникает в процессе выхода системы на режим в регуляторах с ненулевой постоянной интегрирования  $T_i \neq 0$ . Интегральное насыщение приводит к затягиванию переходного процесса (рис. 2 и 3). Аналогичный эффект возникает вследствие ограничения пропорционального и интегрального члена ПИД-регулятора (рис. 4 и 5). Однако часто под интегральным насыщением понимают совокупность эффектов, связанных с нелинейностью типа «ограничение».

Здесь и далее используются модели объектов управления первого

$$W(s) = \frac{K_p}{(sT + 1)} e^{-sL} \quad (1)$$

и второго порядка

$$W(s) = \frac{K_p}{(sT_1 + 1)(sT_2 + 1)} e^{-sL}, \quad (2)$$

где  $K_p$  — коэффициент передачи в установившемся режиме;  $T$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  — постоянные времени;  $L$  — транспортная задержка.

Суть проблемы интегрального насыщения состоит в том, что если сигнал на входе объекта управления  $u(t)$  вошёл в зону насыщения (ограничения), а сигнал рассогласования  $r(t) - y(t)$  не равен нулю, интегратор продолжает интегрировать, то есть сигнал на его выходе растёт, но этот сигнал не участвует в процессе регулирования и не воздействует на объект вследствие эффекта насыщения. Система управления

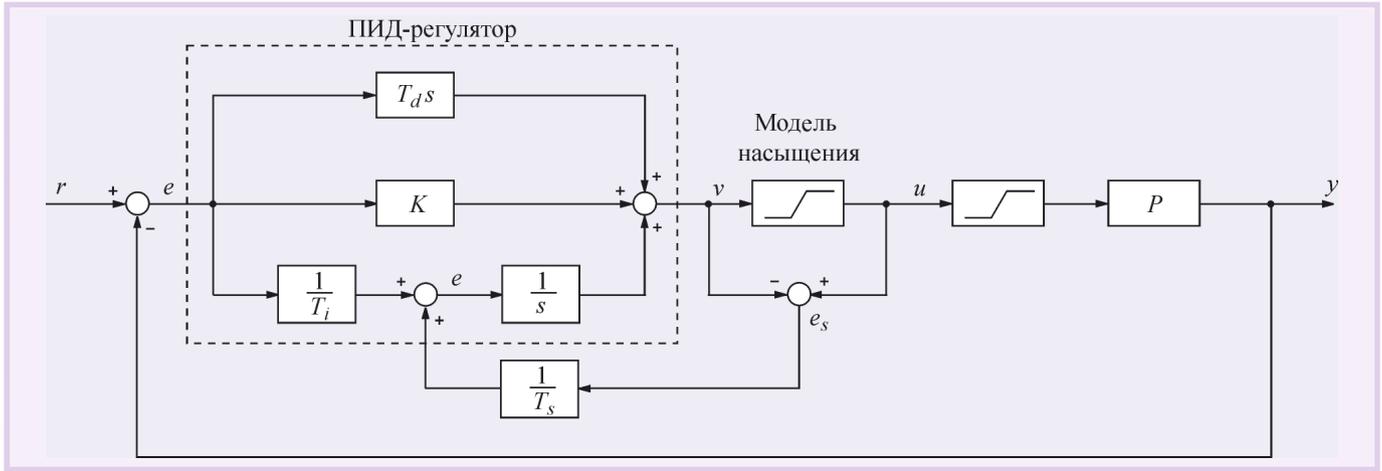


Рис. 6. Компенсация эффекта интегрального насыщения с помощью дополнительной обратной связи для передачи сигнала ошибки  $e_s$  на вход интегратора

в этом случае становится эквивалентной разомкнутой системе, сигнал на входе которой равен уровню насыщения управляющего сигнала  $u(t)$ .

Для тепловых систем ограничением снизу обычно является нулевая мощность нагрева, в то время как ПИД-регулятор требует подачи на объект «отрицательной мощности нагрева», то есть охлаждения объекта.

Эффект интегрального насыщения известен давно. В аналоговых регуляторах его устранение было достаточно сложным, поскольку в них проблема не могла быть решена алгоритмически, а решалась только аппаратными средствами. С

появлением микропроцессоров проблему удаётся решить гораздо эффективнее. Методы устранения интегрального насыщения обычно являются предметом изобретений, относятся к коммерческой тайне фирм-производителей и защищаются патентами. Далее рассмотрено несколько таких идей, описанных в литературе [2].

**Ограничение скорости нарастания входного воздействия**

Поскольку максимальное значение входного воздействия на объект управления  $u(t)$  снижается с уменьшением разности  $r(t) - y(t)$ , то для устранения эффекта ограничения можно просто снизить скорость нарастания сигнала уставки  $r(t)$ , например с помощью фильтра. Недостатком такого способа является снижение быстродействия системы, а также невозможность устранить интегральное насыщение, вызванное внешними возмущениями, а не сигналом уставки.

**Алгоритмический запрет интегрирования**

Когда управляющее воздействие на объект достигает насыщения, обратная связь разрывается и интегральная составляющая продолжает расти, даже если при отсутствии насыщения она должна была бы падать. Поэтому один из методов устранения интегрального насыщения состоит в том, что контроллер следит за величиной управляющего воздействия на объект, и как только оно достигает насыщения, контроллер вводит программный запрет интегрирования для интегральной составляющей.

**Компенсация насыщения с помощью дополнительной обратной связи**

Эффект интегрального насыщения можно ослабить, отслеживая состояние исполнительного устройства, входящего в насыщение, и компенсируя сигнал, подаваемый на вход интегратора [2]. Структура системы с таким компенсатором показана на рис. 6.

Принцип её работы состоит в следующем. В системе вырабатывается сигнал рассогласования между входом и выходом исполнительного устройства  $e_s = u - v$ . Сигнал на выходе исполнительного устройства либо измеряют, либо вычисляют, используя математическую модель (рис. 6). Если  $e_s = 0$ , это эквивалентно отсутствию компенсатора и получаем обычный ПИД-регулятор. Если же исполнительное устройство входит в насыщение, то  $v > u$  и  $e_s < 0$ . При этом сигнал на вхо-

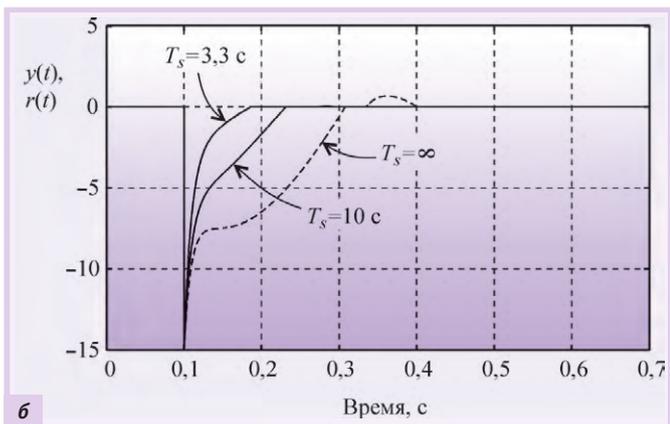
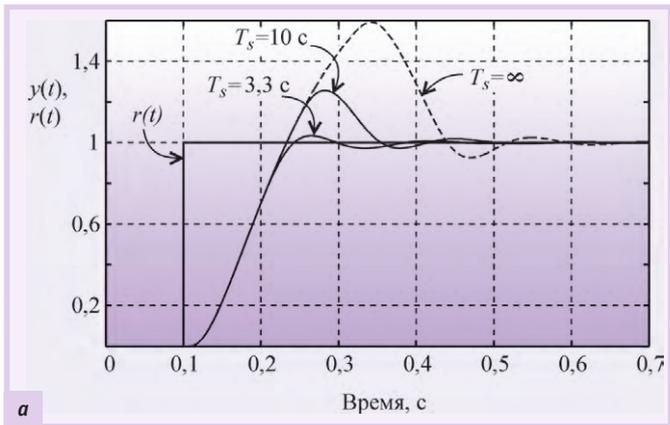


Рис. 7. Отклик системы, показанный на рис. 6:  
 а — на единичный скачок  $r(t)$  при различных значениях постоянной времени  $T_s$ ,  
 б — на сигнал рассогласования  $e_s$  (объект второго порядка,  $T_1 = 0,1$  с,  $T_2 = 0,05$  с,  $L = 0,01$  с; параметры регулятора:  $K = 7$ ,  $T_i = 0,01$  с,  $T_d = 0,1$  с)

де интегратора уменьшается на величину ошибки  $e_s$ , что приводит к замедлению роста сигнала на выходе интегратора, уменьшению сигнала рассогласования и величины выброса на переходной характеристике системы (рис. 7). Постоянная времени  $T_s$  определяет степень компенсации сигнала рассогласования.

В некоторых регуляторах вход  $u$  устройства сравнения  $e_s$  выделяют как отдельный вход — «вход слежения», что бывает удобно при построении сложных систем управления и при каскадном соединении нескольких регуляторов.

**Условное интегрирование**

Этот способ является обобщением алгоритмического запрета интегрирования. После наступления запрета интегральная составляющая остаётся постоянной, на том же уровне, который она имела в момент появления запрета интегрирования. Обобщение состоит в том, что запрет интегрирования наступает не только при достижении насыщения, но и при некоторых других условиях.

Таким условием может быть, например, достижение сигналом ошибки  $e$  или выходной переменной  $y$  некоторого заданного значения. При выключении процесса интегрирования нужно следить, в каком состоянии в момент выключения находится интегратор. Если он накапливает ошибку и степень насыщения возрастает, то интегрирование выключают. Если же в момент выключения степень насыщения понижается, то интегратор оставляют включённым [2].

На рис. 8 показан пример переходного процесса в системе с отключением интегратора при достижении выходной величиной  $y(t)$  заданного значения ( $y = 0, y = 0,2, y = 0,8$ ).

**Интегратор с ограничением**

В [1] был представлен вариант реализации ПИ-регулятора с помощью интегратора в цепи обратной связи. Если эту схему дополнить ограничителем (рис. 9 а), то сигнал  $u$  на выходе никогда не выйдет за границы, установленные порогами ограничителя, что уменьшает выброс на переходной характеристике системы (рис. 10). На рис. 9 б представлена модификация такого ограничителя.

Модель эффекта ограничения можно улучшить, если после превышения уровня, при котором наступает ограничение, уменьшить сигнал на выходе модели (рис. 11) [2]. Это ускоряет выход системы из режима насыщения.

**Запас устойчивости системы**

Возможность потери устойчивости является основным недостатком систем с обратной связью. Поэтому обеспечение необходимого запаса устойчивости является самым важным этапом при разработке и настройке ПИД-регулятора.

Устойчивость системы с ПИД-регулятором — это способность системы возвращаться к слежению за уставкой после прекращения внешних воздействий. В контексте данного определения под внешними воздействиями понимаются не только внешние возмущения, действующие на объект, но любые возмущения, действующие на любую часть замкнутой системы, в том числе шумы измерений, временная неустойчивость уставки, шумы дискретизации и квантования, шумы и погрешность вычислений. Все эти возмущения вызывают отклонения системы от положения равновесия. Если после прекращения их воздействия система возвращается в положение равновесия, то она считается устойчивой. При анализе устойчивости ПИД-регуляторов обычно ограничи-

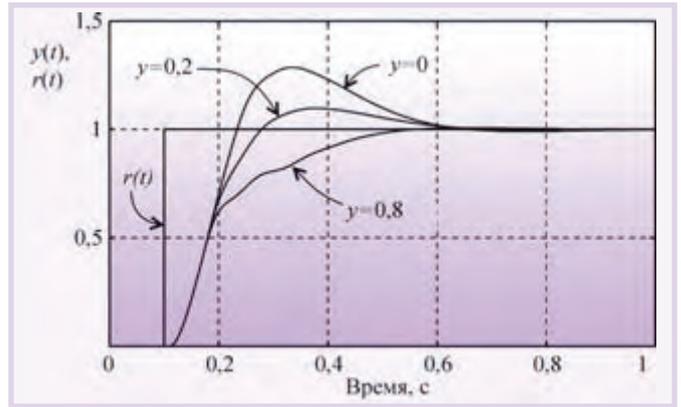


Рис. 8. Отклик на единичный скачок  $r(t)$  системы с насыщением исполнительного устройства при различных уровнях отключения интегратора  $y$  (объект второго порядка,  $T_1 = 0,1$  с,  $T_2 = 0,05$  с,  $L = 0,01$  с; параметры регулятора:  $K = 6$ ,  $T_i = 0,02$  с,  $T_d = 0,3$  с)

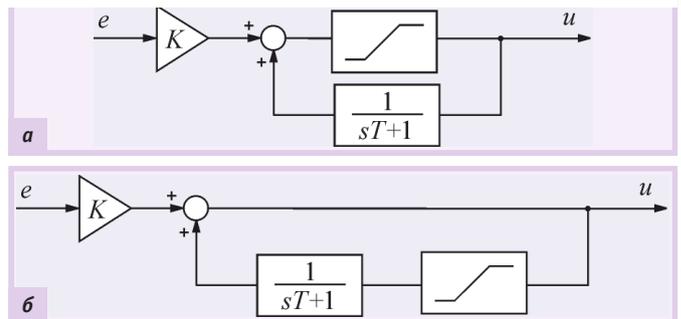


Рис. 9. Две модификации интеграторов с ограничителем

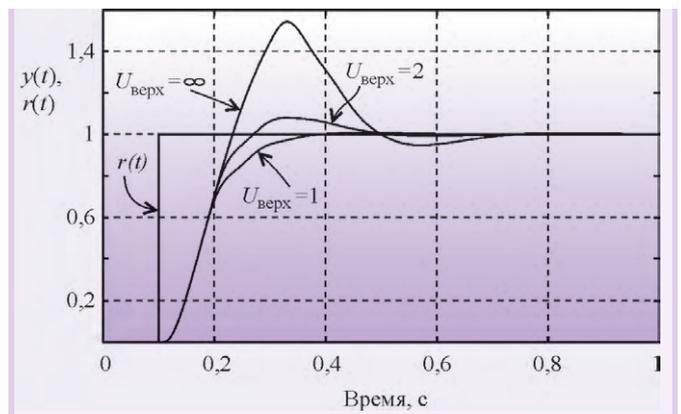


Рис. 10. Отклик на единичный скачок  $r(t)$  системы, содержащей интегратор с ограничением сверху  $U_{верх}$  (объект второго порядка,  $T_1 = 0,1$  с,  $T_2 = 0,05$  с,  $L = 0,01$  с; параметры регулятора:  $K = 7$ ,  $T_i = 0,01$  с,  $T_d = 0,3$  с)

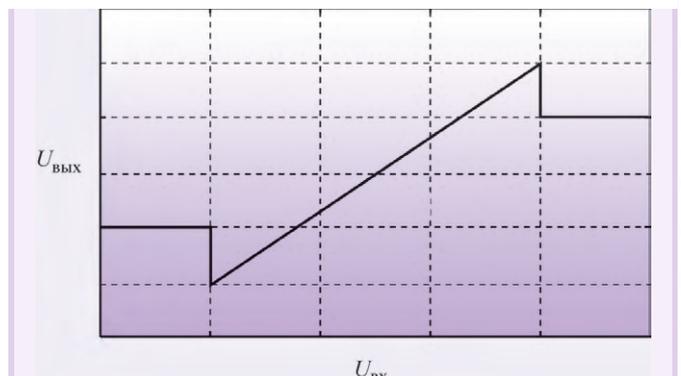


Рис. 11. Улучшенная передаточная функция модели эффекта ограничения

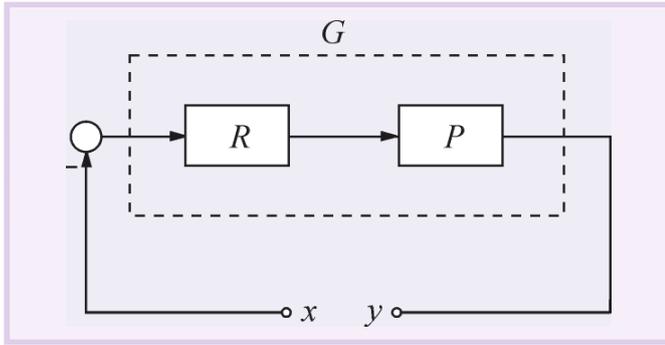


Рис. 12. Структура разомкнутой системы управления с ПИД-регулятором для анализа устойчивости

ваются исследованием реакции системы на ступенчатое изменение уставки  $r(t)$ , шум измерений  $n(t)$  и внешние возмущения  $d(t)$ . Потеря устойчивости проявляется как неограниченное возрастание управляемой переменной объекта или как её колебание с нарастающей амплитудой.

В производственных условиях попытки добиться устойчивости системы с ПИД-регулятором опытным путём, без её идентификации, не всегда приводят к успеху (в первую очередь это касается систем с объектом высокого порядка или с объектами, которые трудно идентифицировать, а также систем с большой транспортной задержкой). Создаётся впечатление, что устойчивость – мистическое свойство, которым не всегда можно управлять. Однако если процесс идентифицирован достаточно точно, то мистика исчезает и анализ устойчивости сводится к анализу дифференциального уравнения, описывающего замкнутый контур с обратной связью.

Практически интерес представляет анализ *запаса устойчивости*, то есть определение численных значений критериев, которые позволяют указать, как далеко находится система от состояния неустойчивости.

Наиболее полную информацию о запасе устойчивости системы можно получить, решив дифференциальное уравнение, описывающее замкнутую систему при внешних возмущениях. Однако этот процесс слишком трудоёмок, поэтому для линейных систем используют упрощённые методы, позволяющие дать оценку запаса устойчивости без решения уравнений [5]. Мы рассмотрим два метода оценки: с помощью годографа комплексной частотной характеристики разомкнутого контура (критерий Найквиста) и с помощью логарифмических АЧХ и ФЧХ (диаграмм Боде).

Устойчивая система может стать неустойчивой при небольших изменениях её параметров, например, вследствие их технологического разброса. Поэтому далее мы проанализируем функцию чувствительности системы с ПИД-регулятором, позволяющую выявить условия, при которых система становится *грубой* (малочувствительной к изменению её параметров).

Систему, которая сохраняет заданный запас устойчивости во всём диапазоне изменений параметров вследствие их технологического разброса, старения, условий эксплуатации, во всём диапазоне изменений параметров нагрузки, а также во всём диапазоне действующих на систему возмущений в реальных условиях эксплуатации, называют *робастной*. Иногда *робастность* и *грубость* используют как эквивалентные понятия.

**Критерий Найквиста**

Рассмотрим систему, состоящую из контроллера  $R$  и объекта управления  $P$  (рис. 12), которая получена путём исключения цепи сигнала уставки из классической системы с ПИД-регулятором [1]. Будем считать, что обратная связь разомкнута, а для её замыкания достаточно соединить точки  $x$  и  $y$ . Предположим теперь, что на вход  $x$  подан сигнал

$$x(t) = \sin(\omega_0 t). \tag{3}$$

Тогда, пройдя через регулятор и объект управления, этот сигнал появится на выходе  $y$  с изменённой амплитудой и фазой в виде:

$$y(t) = -|G(j\omega_0)| \sin(\omega_0 t + \varphi), \tag{4}$$

где  $G(j\omega) = R(j\omega)P(j\omega)$  – комплексная частотная характеристика (КЧХ) системы,  $\varphi = \arg(G(j\omega_0))$  – аргумент КЧХ,  $|G(j\omega_0)|$  – модуль КЧХ на частоте  $\omega_0$ . Таким образом, при прохождении через регулятор и объект амплитуда сигнала изменится пропорционально модулю, а фаза – на величину аргумента КЧХ.

Если теперь замкнуть точки  $x$  и  $y$ , то сигнал будет циркулировать по замкнутому контуру, причём будет выполняться условие  $y(t) = x(t)$ . Если при этом  $|G(j\omega_0)| \geq 1$  и  $\varphi = 180^\circ$ , то есть после прохождения по контуру сигнал попадает на вход регулятора в той же фазе, что и на предыдущем цикле, то после каждого прохождения по контуру амплитуда синусоидального сигнала будет возрастать, пока не достигнет границы диапазона линейности системы, после чего форма колебаний станет отличаться от синусоидальной. В этом случае для анализа устойчивости можно использовать метод гармонической линеаризации, когда рассматривают только первую гармонику искажённого сигнала. В установившемся режиме после наступления ограничения амплитуды колебаний в силу равенства  $y(t) = x(t)$  будет выполняться условие:

$$|G(j\omega_0)| = 1, \varphi = 180^\circ, \text{ то есть } G(j\omega_0) = -1. \tag{5}$$

Решив уравнение  $G(j\omega_0) = -1$ , можно найти частоту колебаний  $\omega_0$  в замкнутой системе.

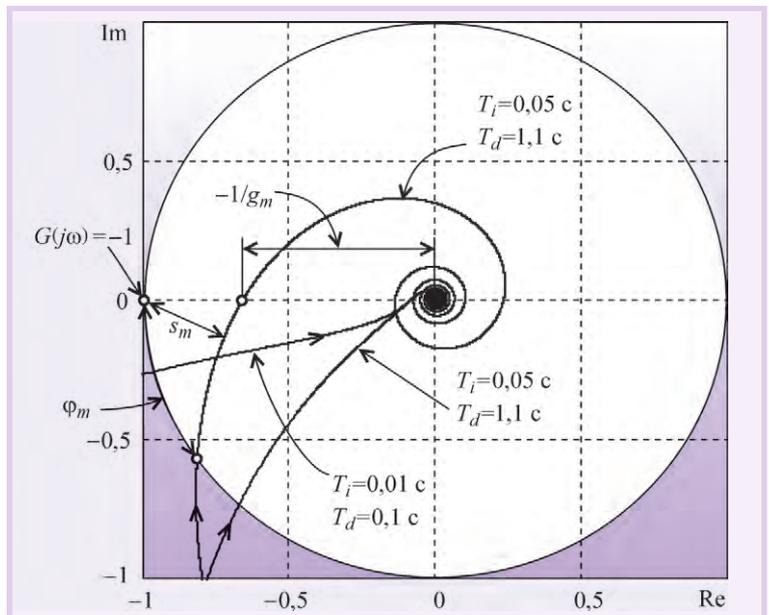
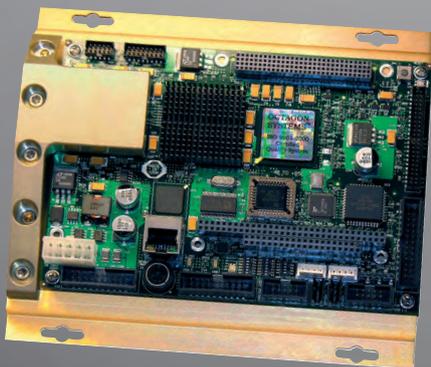


Рис. 13. Три годографа КЧХ разомкнутой системы  $G(j\omega)$  для объекта второго порядка при  $T_1 = T_2 = 0,1$  с,  $L = 0,01$  с и пропорциональном коэффициенте регулятора  $K = 6$

# ЗНАК СИЛЫ. OCTAGON



## ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ



- Процессор с частотой до 1 ГГц
- Полностью кондуктивное охлаждение
- Ударовибростойкая конструкция
- Монтаж на любой поверхности
- Диапазон рабочих температур -40...+85°C
- Поддержка Windows Embedded и Linux



**Влагозащитное  
покрытие  
всех типов плат!**

#5

Официальный дистрибьютор компании Octagon Systems в России, странах СНГ и Балтии - компания ПРОСОФТ

**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 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru

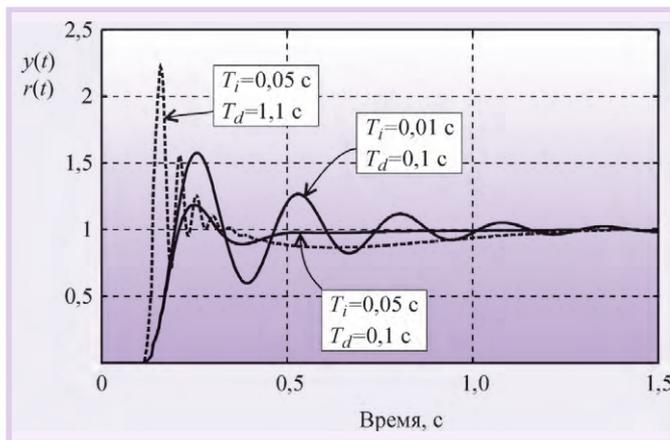


Рис. 14. Переходная характеристика замкнутой системы, которая имеет годографы, показанные на рис. 13

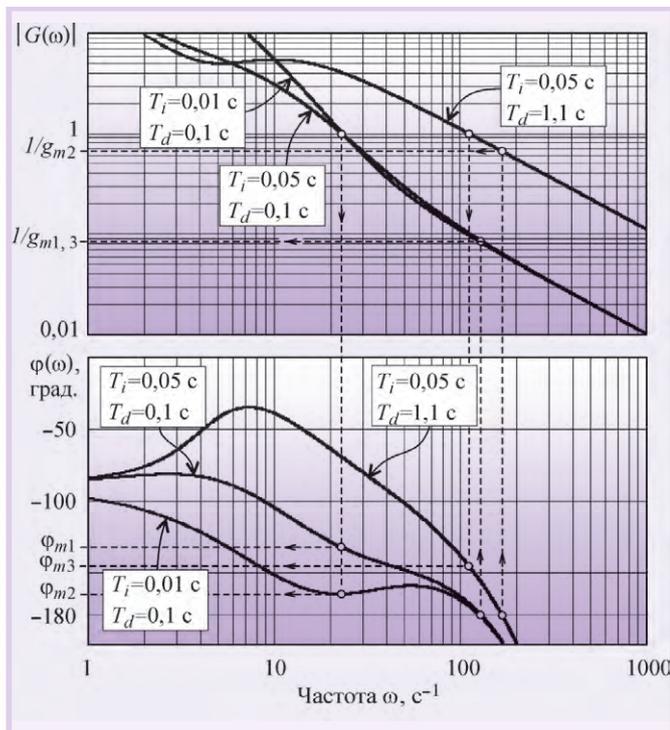


Рис. 15. Оценка запаса по усилению и фазе для системы с годографом, показанным на рис. 13

Комплексную частотную характеристику  $G(j\omega)$  графически изображают в виде годографа (диаграммы Найквиста) – графика в координатах  $\text{Re}[G(j\omega)]$  и  $\text{Im}[G(j\omega)]$  (рис. 13). Стрелка на линии годографа указывает направление движения «карандаша» при возрастании частоты. Точка  $G(j\omega_0) = -1$ , которая соответствует условию существования незатухающих колебаний в системе, на этом графике имеет координаты  $\text{Re}[G(j\omega)] = -1$  и  $\text{Im}[G(j\omega)] = 0$ . Поэтому критерий устойчивости Найквиста формулируется следующим образом [6]: контур, устойчивый в разомкнутом состоянии, сохранит устойчивость и после его замыкания, если его КЧХ в разомкнутом состоянии не охватывает точку с координатами  $[-1, j_0]$ . Более строго, при движении вдоль траектории годографа в направлении увеличения частоты точка  $[-1, j_0]$  должна оставаться слева [2], чтобы замкнутый контур был устойчив.

На рис. 14 показаны реакции замкнутой системы с тремя различными годографами (рис. 13) на единичный скачок уставки. Во всех трёх случаях система устойчива, одна-

ко скорость затухания колебаний и форма переходного процесса у них различная. Интуитивно понятно, что система с параметрами  $T_i = 0,01$  с,  $T_d = 0,1$  с наиболее близка к тому, чтобы перейти в состояние незатухающих колебаний при небольшом изменении её параметров. Поэтому при проектировании ПИД-регулятора важно обеспечить не столько устойчивость, сколько её запас, необходимый для нормального функционирования системы в реальных условиях.

Запас устойчивости оценивают как степень удалённости КЧХ от критической точки  $[-1, j_0]$ . Если  $|G(j\omega_0)| < 1$ , то можно найти, во сколько раз осталось увеличить передаточную функцию, чтобы результирующее усиление вывело систему в колебательный режим:  $g_m |G(j\omega_0)| = 1$ , откуда

$$g_m = \frac{1}{|G(j\omega_0)|}. \quad (6)$$

Запасом по усилению  $g_m$  называется величина, на которую нужно умножить передаточную функцию разомкнутой системы  $G(j\omega_{180})$ , чтобы её модуль на частоте сдвига фаз  $180^\circ$  ( $\omega_{180}$ ) стал равен 1.

Если на частоте  $\omega_{180}$  коэффициент усиления разомкнутого контура равен  $G(j\omega_{180}) = -1/g_m$  (рис. 13), то дополнительное усиление величиной  $g_m$  переведёт систему в точку  $[-1, j_0]$ , поскольку  $(-1/g_m) g_m = -1$ .

Аналогично вводится понятие запаса по фазе: это минимальная величина  $\varphi_m$ , на которую нужно увеличить фазовый сдвиг в разомкнутой системе  $\text{arg}(G(j\omega))$ , чтобы суммарный фазовый сдвиг достиг  $180^\circ$ , то есть

$$\varphi_m = 180^\circ + \text{arg}(G(j\omega_1)). \quad (7)$$

Знак «+» перед  $\text{arg}(G(j\omega_1))$  стоит потому, что  $\text{arg}(G(j\omega_1)) < 0$ .

Для оценки запаса устойчивости используют также минимальное расстояние  $s_m$  от кривой годографа до точки  $[-1, j_0]$  (рис. 13).

На практике считаются приемлемыми значения  $g_m = 2 \dots 5$ ,  $\varphi_m = 30 \dots 60^\circ$ ,  $s_m = 0,5 \dots 0,8$  [2].

Для графика на рис. 13 эти критерии имеют следующие значения:

- $g_{m1} = 12,1$ ;  $\varphi_{m1} = 15^\circ$ ;  $s_{m1} = 0,303$  (для случая  $T_i = 0,01$  с,  $T_d = 0,1$  с);
- $g_{m2} = 11,8$ ;  $\varphi_{m2} = 47,6^\circ$ ;  $s_{m2} = 0,663$  (для случая  $T_i = 0,05$  с,  $T_d = 0,1$  с);
- $g_{m3} = 1,5$ ;  $\varphi_{m3} = 35,2^\circ$ ;  $s_{m3} = 0,251$  (для случая  $T_i = 0,05$  с,  $T_d = 1,1$  с).

Если кривая годографа пересекает действительную ось в нескольких точках, то для оценки запаса устойчивости берут ту из них, которая наиболее близка к точке  $[-1, j_0]$ . При более сложном годографе может быть использована оценка запаса устойчивости как запас по задержке [2]. Запас по задержке – это минимальная задержка, при добавлении которой в контур он теряет устойчивость. Наиболее часто этот критерий используется для оценки запаса устойчивости систем с предиктором Смита.

### Частотный критерий устойчивости

Для графического представления передаточной функции разомкнутой системы и оценки запаса устойчивости могут быть использованы логарифмические АЧХ и ФЧХ (рис. 15). Для оценки запаса по фазе сначала с помощью АЧХ находят частоту  $\omega_1$  (частота среза, или частота единичного усиления), при которой  $G(j\omega_1) = 1$ , затем по ФЧХ находят соответствующую

щий запас по фазе. Для оценки запаса по усилению сначала с помощью ФЧХ находят частоту  $\omega_{180}$ , на которой фазовый сдвиг равен  $180^\circ$ , затем по АЧХ находят запас по усилению. На рис. 15 приведены примеры графических построений для оценки запаса по усилению и фазе для системы, годографы которой показаны на рис. 13.

Если запас по фазе разомкнутого контура равен  $0^\circ$  или запас по усилению равен 1, после замыкания контура обратной связи система окажется неустойчивой.

**Функции чувствительности**

Передачная функция реального объекта  $P(s)$  может изменяться в процессе функционирования на величину  $\Delta P(s)$ , например, вследствие изменения нагрузки на валу двигателя, числа яиц в инкубаторе, уровня или состава жидкости в автоклаве, вследствие старения и износа материала, появления люфта, изменения смазки и т.п. Правильно спроектированная система автоматического регулирования должна сохранять свои показатели качества не только в идеальных условиях, но и при наличии перечисленных вредных факторов. Для оценки влияния относительного изменения передаточной функции объекта  $\Delta P/P$  на передаточную функцию замкнутой системы  $G_{cl}$  [1]

$$y(s) = \frac{P(s)R(s)}{1 + P(s)R(s)}r(s), \quad G_{cl}(s) = \frac{P(s)R(s)}{1 + P(s)R(s)} \quad (8)$$

найдем дифференциал  $dG_{cl}$ :

$$dG_{cl} = \frac{d}{dP} \left( \frac{PR}{1 + PR} \right) dP = \frac{R}{(1 + PR)^2} dP = \frac{RP}{(1 + PR)^2} \frac{dP}{P} \quad (9)$$

Поделив обе части этого равенства на  $G_{cl}$  и подставив в правую часть  $G_{cl} = PR/(1 + PR)$ , получим:

$$\frac{dG_{cl}}{G_{cl}} = \frac{1}{(1 + PR)} \frac{dP}{P} = S \frac{dP}{P} \quad (10)$$

Из (10) виден смысл коэффициента  $S$  — он характеризует степень влияния относительного изменения передаточной функции объекта на относительное изменение передаточной функции замкнутого контура, то есть  $S$  является коэффициентом чувствительности замкнутого контура к вариации передаточной функции объекта. Поскольку коэффициент  $S = S(j\omega)$  является частотно-зависимым, его называют функцией чувствительности [2].

Как следует из (10),

$$S = \frac{1}{(1 + PR)} \quad (11)$$

Введём обозначение:

$$T = 1 - S = \frac{PR}{1 + PR} \quad (12)$$

Величина  $T$  называется комплементарной (дополнительной) функцией чувствительности [2], поскольку  $S + T = 1$ .

Функция чувствительности позволяет оценить изменение свойств системы после замыкания обратной связи. Поскольку передаточная функция разомкнутой системы равна  $G = PR$ , а замкнутой  $G_{cl} = PR/(1 + PR)$ , то их отношение  $G_{cl}/G = S$ . Аналогично для разомкнутой системы передаточная функция от входа возмущений  $d$  на выход замкнутой системы равна (см. [1])  $P(s)/(1 + P(s)R(s))$ , а разомкнутой —  $P(s)$ , следова-



**MOXA Turbo Ring**  
Turbo Ring  
Self-Healing Ethernet

**Восстановит Связь за Мгновение**

Резервирование промышленных Ethernet-сетей  
по кольцевой топологии MOXA Turbo Ring

- Интуитивно понятная топология
- Минимальное время простоя сети
- Резервированное объединение сетей

**Восстановление < 20 мс**

Технология поддерживается коммутаторами класса Industrial Ethernet:

EDS-510A:	7 x Fast Ethernet, 3 x Gigabit Ethernet
EDS-518A:	16 x Fast Ethernet, 2 x Gigabit Ethernet
EDS-516A/508A/505A:	16/8/5 x Fast Ethernet
EDS-408A/405A:	8/5 x Fast Ethernet

**Высоконадежные сети Industrial Ethernet**



Время восстановления < 20 мс

Бесперебойная работа систем связи — сегодня это обязательное требование в таких сферах промышленности, как энергетика, нефтегазовая сфера и транспорт. Новая технология MOXA Turbo Ring версии 2 способна восстановить кольцевую сеть из 250 коммутаторов меньше чем за 20 мс. И даже несколько кольцевых сетей Turbo Ring можно объединить с использованием резервных линий связи.



резервированное объединение колец

**MOXA®**

**НИЕНШАНЦ АВТОМАТИКА**  
IndustrialPC

Генеральный партнер Moxa Technology Inc. в России  
ООО "Ниеншанц-Автоматика"  
тел. +7 (812) 326-59-24, +7 (495) 980-60-60  
www.nnz-ipc.ru, www.moxa.ru

Реклама

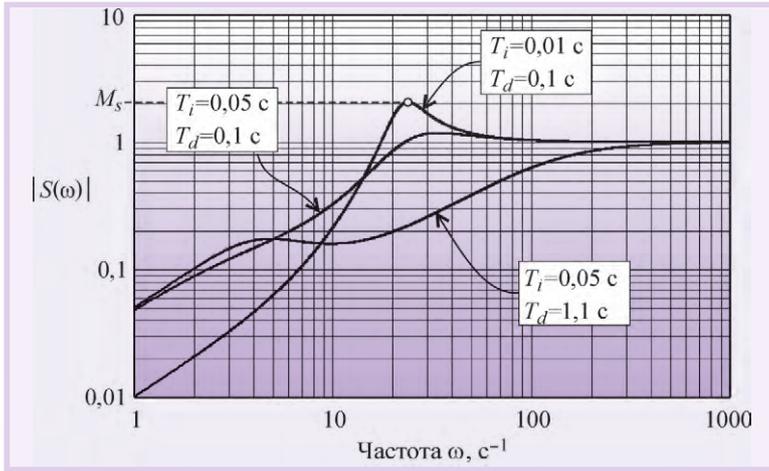


Рис. 16. Функции чувствительности для системы с годографами, показанными на рис. 13

тельно, их отношение также равно  $S$ . Для передаточной функции от входа шума измерений  $n$  на выход системы можно получить то же отношение  $S$ .

Таким образом, зная вид функции  $S(j\omega)$  (например, рис. 16), можно сказать, как изменится подавление внешних воздействий на систему для разных частот после замыкания цепи обратной связи. Очевидно, шумы, лежащие в диапазоне частот, в котором  $|S(j\omega)| > 1$ , после замыкания обратной связи будут усиливаться, а шумы с частотами, на которых  $|S(j\omega)| < 1$ , после замыкания обратной связи будут ослаблены.

Наихудший случай (наибольшее усиление внешних воздействий) будет наблюдаться на частоте максимума  $M_s$  модуля функции чувствительности (рис. 16):

$$M_s = \max_{\omega} (|S(j\omega)|) = \max_{\omega} \left( \left| \frac{1}{1+G(j\omega)} \right| \right). \quad (13)$$

Максимум функции чувствительности можно связать с запасом устойчивости  $s_m$  (рис. 13). Для этого обратим внимание на то, что  $|1+G(j\omega)|$  представляет собой расстояние от точки  $[-1, j0]$  до текущей точки на годографе функции  $G(j\omega)$ . Следовательно, минимальное расстояние от точки  $[-1, j0]$  до функции  $G(j\omega)$  равно:

$$s_m = \min_{\omega} (|1+G(j\omega)|) \quad (14)$$

Сопоставляя (13) и (14), можно заключить, что  $s_m = 1/M_s$ .

Если с ростом частоты модуль  $G(j\omega)$  уменьшается, то, как видно из рис. 13,  $(1-s_m) \geq 1/g_m$ . Подставляя сюда соотношение  $s_m = 1/M_s$ , получим оценку запаса по усилению, выраженную через максимум функции чувствительности:

$$g_m \geq \frac{M_s}{M_s - 1}. \quad (15)$$

Аналогично, но с более грубыми допущениями можно записать оценку запаса по фазе через максимум функции чувствительности [2]:

$$\varphi_m \geq 2 \arcsin \left( \frac{1}{2M_s} \right). \quad (16)$$

Например, при  $M_s = 2$  получим  $g_m \geq 2$  и  $\varphi_m \geq 29^\circ$ .

**Робастность**

Робастность – это способность системы сохранять заданный запас устойчивости при вариациях её параметров, вы-

званных изменением нагрузки (например, при изменении загрузки печи меняются её постоянные времени), технологическим разбросом параметров и их старением, внешними воздействиями, погрешностями вычислений и погрешностью модели объекта. Используя понятие чувствительности, можно сказать, что робастность – это низкая чувствительность запаса устойчивости к вариации параметров объекта.

Если параметры объекта изменяются в небольших пределах, когда можно использовать замену дифференциала конечным приращением, влияние изменений параметров объекта на передаточную функцию замкнутой системы можно оценить с помощью функции чувствительности (10). В частности, можно сделать вывод, что на тех частотах, где модуль функции чувствительности мал, будет мало и влияние изменений параметров объекта на передаточную функцию замкнутой системы и, соответственно, на запас устойчивости.

Для оценки влияния больших изменений параметров объекта представим передаточную функцию объекта в виде двух слагаемых:

$$P = P_0 + \Delta P, \quad (17)$$

где  $P_0$  – расчётная передаточная функция,  $\Delta P$  – величина отклонения от  $P_0$ , которая должна быть устойчивой передаточной функцией. Тогда петлевое усиление разомкнутой системы можно представить в виде  $G = RP_0 + R\Delta P = G_0 + R\Delta P$ . Поскольку расстояние от точки  $[-1, j0]$  до текущей точки  $A$  на годографе невозмущённой системы (для которой  $\Delta P = 0$ ) равно  $|1+G_0|$  (рис. 17), условие устойчивости системы с отклонением петлевого усиления  $R\Delta P$  можно представить в виде:

$$|R\Delta P| < |1+G_0|,$$

откуда

$$|\Delta P| < \left| \frac{1+G_0}{R} \right|, \text{ или } \left| \frac{\Delta P}{P_0} \right| < \left| \frac{1+G_0}{RP_0} \right| = \left| \frac{1+G_0}{G_0} \right| = \frac{1}{|T|},$$

где  $T$  – дополнительная функция чувствительности (12). Окончательно можно записать соотношение:

$$\left| \frac{\Delta P(j\omega)}{P_0(j\omega)} \right| < \frac{1}{|T(j\omega)|}, \quad (18)$$

которое должно выполняться, чтобы система сохраняла устойчивость при изменении параметров процесса на величину  $\Delta P(j\omega)$ .

**Сокращение нулей и полюсов**

Поскольку передаточная функция разомкнутой системы  $G = RP$  является произведением двух передаточных функций, которые в общем случае имеют и числитель, и знаменатель, то возможно сокращение полюсов, которые лежат в правой полуплоскости или близки к ней. Поскольку в реальных условиях, когда существует разброс параметров, такое сокращение выполняется неточно, то может возникнуть ситуация, когда теоретический анализ приводит к выводу, что система устойчива, хотя на самом деле при небольшом отклонении параметров процесса от расчётных значений она становится неустойчивой.

Поэтому каждый раз, когда происходит сокращение полюсов, необходимо проверять устойчивость системы при реальном разбросе параметров объекта.

Вторым эффектом сокращения полюсов является появление существенного различия между временем установления переходного процесса в замкнутой системе при воздействии сигнала уставки и внешних возмущений. Поэтому необходимо проверять реакцию синтезированного регулятора при воздействии не только сигнала уставки, но и внешних возмущений.

**Безударное переключение режимов регулирования**

В ПИД-регуляторах могут существовать режимы, когда их параметры изменяются скачком. Например, когда в работающей системе требуется изменить постоянную интегрирования или когда после ручного управления системой необходимо перейти на автоматический режим. В описанных случаях могут появиться нежелательные выбросы регулируемой величины, если не принять специальных мер. Поэтому возникает задача плавного («безударного») переключения режимов работы или параметров регулятора.

Основной метод решения проблемы заключается в построении такой структуры регулятора, когда изменение параметра выполнятся до этапа интегрирования. Например, при изменяющемся параметре  $T_i = T_i(t)$  интегральный член можно записать в двух формах:

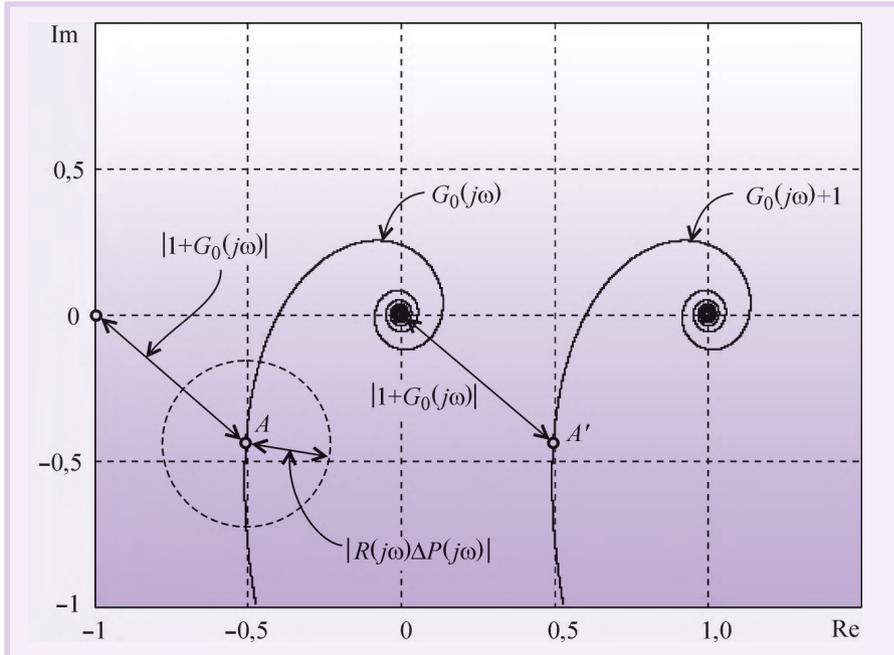


Рис. 17. Пояснение к выводу соотношения (18)

$$I(t) = \frac{1}{T_i(t)} \int e(t)dt \text{ или } I(t) = \int \frac{1}{T_i(t)} e(t)dt.$$

В первом случае при скачкообразном изменении  $T_i(t)$  интегральный член будет меняться скачком, во втором случае — плавно, поскольку  $T_i(t)$  находится под знаком интеграла, значение которого не может изменяться скачком.



**Программируемые источники питания — МОЩЬ и ИНТЕЛЛЕКТ**



Серия ZUP

Серия Genesys™



**Серия ZUP (Zero-Up)**

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB по заказу)
- Универсальный вход 85-265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка

**Серия Genesys™**

- Выходная мощность 750/1500/3300/10 000/15 000 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB IEEE488/488.2 SCPI по заказу)
- Выходные напряжения до 600 В, ток нагрузки до 1000 А
- Конфигурирование посредством внешнего напряжения/тока и ПО
- Драйверы LabView и LabWindows
- Высота 1U, 2U и 3U

**Применения ZUP и Genesys™**

- Автоматическое испытательное оборудование
- Управление технологическими процессами
- Электротермотренировка полупроводниковых изделий
- Лазеры



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

Реклама

Аналогичный метод реализуется в инкрементной форме ПИД-регулятора (см. подраздел «Инкрементная форма цифрового ПИД-регулятора») и в последовательной форме ПИД-регулятора [1], где интегрирование выполняется на заключительной стадии вычисления управляющего воздействия.

### Дискретная форма регулятора

Непрерывные переменные удобно использовать для анализа и синтеза ПИД-регуляторов. Для технического воплощения необходимо перейти к дискретной форме уравнений, поскольку основой всех регуляторов является микроконтроллер, контроллер или компьютер, который оперирует с переменными, полученными из аналоговых сигналов после их квантования по времени и дискретизации по уровню.

Вследствие конечного времени вычисления управляющего воздействия в микроконтроллере и задержки аналого-цифрового преобразования между моментом поступления аналогового сигнала на вход регулятора и появлением управляющего воздействия на его выходе появляется нежелательная задержка, которая увеличивает общую задержку в контуре регулирования и снижает запас устойчивости.

Основным эффектом, который появляется при дискретизации и который часто «открывают заново», является появление алиасных частот в спектре квантованного сигнала в случае, когда частота квантования недостаточно высока. Аналогичный эффект возникает при киносъёмке вращающегося колеса автомобиля. Частота алиасного сигнала равна разности между частотой помехи и частотой квантования. При этом высокочастотный сигнал помехи смещается в низкочастотную область, где накладывается на полезный сигнал и создаёт большие проблемы, поскольку отфильтровать его на этой стадии невозможно.

Для устранения алиасного эффекта перед входом аналого-цифрового преобразователя необходимо установить аналоговый фильтр, который бы ослаблял помеху, по крайней мере, на порядок на частоте, равной половине частоты квантования. Обычно используют фильтр Баттерворта второго или более высокого порядка. Вторым вариантом решения проблемы является увеличение частоты квантования так, чтобы она, по крайней мере, в 2 раза (согласно теореме Котельникова) была выше максимальной частоты спектра помехи. Это позволяет применить после квантования цифровой фильтр нижних частот. При такой частоте дискретизации полученный цифровой сигнал с точки зрения количества информации полностью эквивалентен аналоговому, и все свойства аналогового регулятора можно распространить на цифровой.

#### Переход к конечно-разностным уравнениям

Переход к дискретным переменным в уравнениях аналогового регулятора выполняется путём замены производных и интегралов их дискретными аналогами. Если уравнение записано в операторной форме, то сначала выполняют переход из области изображений в область оригиналов. При этом оператор дифференцирования заменяют производной, оператор интегрирования – интегралом.

Существует множество способов аппроксимации производных и интегралов их дискретными аналогами, которые изложены в курсах численных методов решения дифференциальных уравнений. В ПИД-регуляторах наиболее распространёнными являются простейшие виды аппроксимации

производной конечной разностью и интеграла – конечной суммой. Рассмотрим интегральный член ПИД-регулятора:

$$I(t) = \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt.$$

Продифференцировав обе части по времени, получим  $\frac{dI(t)}{dt} = \frac{1}{T_i} e(t)$ . Заменяя дифференциалы в этом выражении конечными разностями (левыми разностями), получим  $\frac{I_{i+1} - I_i}{\Delta t} = \frac{1}{T_i} e_i$ , где индекс  $i$  обозначает, что данная

величина взята в момент времени  $t_i$  (обратим внимание, что здесь и далее индекс  $i$  в  $T_i$  обозначает не номер временного шага, а интегральный коэффициент ПИД-регулятора). Из последнего выражения получим:

$$I_{i+1} = I_i + \frac{\Delta t}{T_i} e_i. \quad (19)$$

Таким образом, очередное значение интеграла можно вычислить, зная предыдущее и значение ошибки в предыдущий момент времени. Однако такая формула имеет свойство накапливать ошибку вычислений с течением времени, если отношение  $\Delta t/T_i$  недостаточно мало. Более устойчива другая формула интегрирования – с правыми разностями, когда значение ошибки берётся в тот же момент времени, что и вычисляемый интеграл:

$$I_{i+1} = I_i + \frac{\Delta t}{T_i} e_{i+1}. \quad (20)$$

Рассмотрим дифференциальный член ПИД-регулятора с фильтром:  $u_D(s) = (sT_d) \left( \frac{1}{sT_d/N + 1} \right) e(s)$  (см. раздел «Погрешность дифференцирования и шум»). Переходя в этой формуле от изображений к оригиналам, получим:

$\frac{T_d}{N} \frac{du_D(t)}{dt} + u_D(t) = T_d \frac{de(t)}{dt}$ . Заменяя дифференциалы конечными приращениями, получим разностное уравнение:

$$u_{Di+1} = \left( 1 - \frac{NT_d}{T_d} \right) u_{Di} + N(e_{i+1} - e_i). \quad (21)$$

Отметим, что для сходимости итерационного процесса (21) необходимо, чтобы  $\left| 1 - \frac{NT_d}{T_d} \right| < 1$ , то есть

$$\Delta t < 2T_d/N. \quad (22)$$

При  $\Delta t > T_d/N$  итерационный процесс (21) становится колебательным, что недопустимо для ПИД-регулятора.

Лучшими характеристиками обладает разностное уравнение, полученное при использовании правых разностей:

$$u_{Di+1} = \left( \frac{T_d}{T_d + N\Delta t} \right) u_{Di} + \frac{NT_d}{T_d + N\Delta t} (e_{i+1} - e_i). \quad (23)$$

Здесь условие сходимости выполняется для всех  $\Delta t$ , и ни при каких значениях параметров не возникает колебаний. Кроме того, последняя формула позволяет «отключить» дифференциальную составляющую в ПИД-регуляторе путём назначения  $T_d = 0$ , чего нельзя сделать в выражении (21), поскольку при этом возникает деление на ноль.

Можно использовать ещё более точные формулы численного дифференцирования и интегрирования, известные из курса численных методов решения уравнений.

Величина такта квантования  $\Delta t$  выбирается как можно меньше, это улучшает качество регулирования. Для обеспе-

чения хорошего качества регулирования он не должен быть больше чем 1/15...1/6 от времени установления переходной характеристики объекта по уровню 0,95 или 1/4...1/6 от величины транспортной задержки [7]. Однако при увеличении частоты квантования более чем в 2 раза по сравнению с верхней частотой спектра возмущающих сигналов (по теореме Котельникова) дальнейшего улучшения качества регулирования не происходит.

Если на входе регулятора нет антиалиасного фильтра, то частоту квантования выбирают в 2 раза выше верхней граничной частоты спектра помехи, чтобы использовать цифровую фильтрацию. Необходимо учитывать также, что исполнительное устройство должно успеть отработать за время  $\Delta t$ .

Если контроллер используется не только для регулирования, но и для аварийной сигнализации, то такт квантования не может быть меньше, чем допустимая задержка срабатывания сигнала аварии.

При малом такте квантования увеличивается погрешность вычисления производной. Для её снижения можно использовать сглаживание получаемых данных по нескольким соседним точкам перед этапом дифференцирования.

**Уравнение цифрового ПИД-регулятора**

Основываясь на изложенном ранее, уравнение дискретного ПИД-регулятора можно записать в виде:

$$u_{i+1} = Ke_i + I_i + \frac{\Delta t}{T_i} e_{i+1} + \left( \frac{T_d}{T_d + N\Delta t} \right) u_{Di} + \frac{NT_d}{T_d + N\Delta t} (e_{i+1} - e_i), \tag{24}$$

где  $i$  – номер временного такта. Для начала работы алгоритма выбирают обычно  $u_{D0} = 0, I_0 = 0, e_0 = 0$ , однако могут быть и другие начальные условия, в зависимости от смысла конкретной задачи регулирования.

Отметим, что алгоритм, полученный путём простой замены операторов дифференцирования и интегрирования в классическом уравнении ПИД-регулятора

$$u(t) = Ke(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \tag{25}$$

конечными разностями и конечными суммами

$$u_{i+1} = Ke_i + \frac{1}{T_i} \sum_{k=0}^i e_k + T_d \frac{e_{i+1} - e_i}{\Delta t}, \tag{26}$$

обладает плохой устойчивостью и низкой точностью, как это было показано ранее. Однако с ростом частоты дискретизации различие между приведёнными двумя алгоритмами стирается.

**Инкрементная форма цифрового ПИД-регулятора**

Довольно часто, особенно в нейросетевых и фаззи-регуляторах, используют уравнение ПИД-регулятора в виде зависимости приращения управляющей величины от ошибки регулирования и её производных (без интегрального члена). Такое представление удобно, когда роль интегратора выполняет внешнее устройство, например обычный или шаговый двигатель. Угол поворота его оси пропорционален значению управляющего сигнала и времени. В фаззи-регуляторах при формулировке нечётких правил эксперт может сформулировать зависимость управляющей величины от величины про-

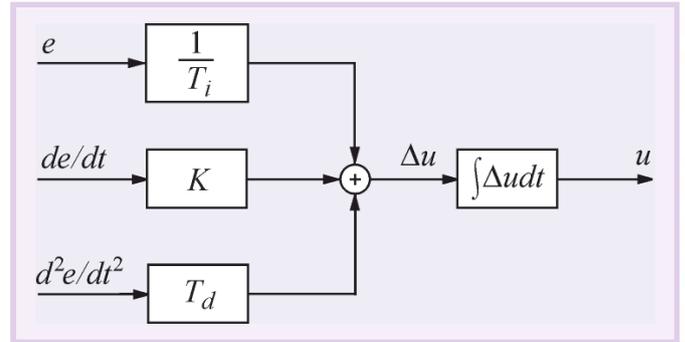


Рис. 18. Инкрементная форма ПИД-регулятора

изводной, а от величины интеграла – не может, поскольку интеграл «запоминает» всю предысторию изменения ошибки, которую человек помнить не может.

Инкрементная форма ПИД-регулятора получается путём дифференцирования уравнения (25):

$$\Delta u(t) = K \frac{de(t)}{dt} + \frac{1}{T_i} e(t) + T_d \frac{d^2e(t)}{dt^2}.$$

Для получения нулевой ошибки регулирования на выходе инкрементного регулятора должен стоять интегратор (рис. 18):

$$u(t) = \int_0^t \Delta u(t) dt.$$

Переходя в полученных выражениях к конечным разностям, получим дискретную форму инкрементного ПИД-регулятора:

$$\Delta u_{i+1} = \frac{1}{T_i} e_i + K \frac{\Delta e_i}{\Delta t} + T_d \frac{\Delta e_i - \Delta e_{i-1}}{\Delta t}, \tag{27}$$

где  $\Delta u_{i+1} = u_{i+1} - u_i, \Delta e_i = e_i - e_{i-1}$ .

Более устойчивое и точное разностное уравнение можно получить, подставив в формулу  $\Delta u_{i+1} = u_{i+1} - u_i$  выражения для  $u_{i+1}$  и  $u_i$  из (24).

Инкрементная форма регулятора удобна для применения в микроконтроллерах, поскольку в ней основная часть вычислений выполняется с приращениями, для представления которых можно использовать слово с малым количеством двоичных разрядов. Для получения значения управляющей величины можно выполнить накопительное суммирование на финальной стадии вычислений:  $u_{i+1} = u_i + \Delta u_{i+1}$ . ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации // Современные технологии автоматизации. 2006. № 4. С. 66-74; 2007. № 1. С. 78-88.
2. Astrom K.J., Hagglund T. Advanced PID control. — ISA (The Instrumentation, Systems, and Automation Society), 2006. — 460 p.
3. Денисенко В.В. Заземление в системах промышленной автоматизации // Современные технологии автоматизации. 2006. № 2. С. 94-99; № 3. С. 76-92.
4. Денисенко В.В., Халявко А.Н. Защита от помех датчиков и соединительных проводов систем промышленной автоматизации // Современные технологии автоматизации. 2001. № 1. С. 68-75.
5. Воронов А.А. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость. — М.: Наука, 1979. — 336 с.
6. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 400 с.
7. Изерман Р. Цифровые системы управления. — М.: Мир, 1984. — 541 с.

## AdvantiX + ICONICS = симбиоз новейших технологий

Компания ПРОСОФТ сообщила о завершении тестирования законченного программно-аппаратного комплекса на базе промышленных компьютеров AdvantiX производства FASTWEL и программного обеспечения для создания SCADA-систем компании ICONICS. Данная работа проводилась с целью оценки надёжности и безопасности разрабатываемых компанией ПРОСОФТ АСУ ТП, поскольку оценка надёжности и безопасности АСУ ТП предусмотрена требованиями государственных и международных стандартов и нормативных документов.

Тестирование проводилось на платформах Win32x86, Win64x64 с установкой тестовой SDADA-системы на базе GENESIS32 V9. Промышленные компьютеры AdvantiX проходили испытания на эталонных тестах на базе набора микросхем Intel. Пакет GENESIS32 Automation Suite под управлением операционных систем Microsoft® Windows® 2000, 2000 Server, XP Pro, Server 2003, Vista показал высокую производительность системы.

Отдельного внимания заслуживает возможность реализации «горячего» резервирования узлов АСУ ТП в отказоустойчивых серверах FASTWEL AdvantiX IS-SYS3-A2 и IS-2U-SYS7-A1 и поддержки новейших технологий резервирования OPC-данных, тревог и событий, исторических данных, туннелинга и встроенной системы безопасности GENESIS32 V9 и BizViz V9. Использование такой архитектуры АСУ ТП с применением открытых стандартов позволяет максимально снизить издержки в промышленном производстве, вызванные сбоями аппаратного или программного обеспечения. Таким образом, стало возможным построение законченных отказоустойчивых интеллектуальных систем, состоящих из промышленных компьютеров с предустановленным программным обеспечением, приобретенных у одного поставщика.

При внедрении подобного решения заказчику не требуется тратить время на установку и настройку программного обеспечения, что сокращает срок ввода

оборудования в эксплуатацию и как следствие экономит средства.

По словам ведущих специалистов компании ПРОСОФТ по промышленным компьютерам FASTWEL AdvantiX и программному обеспечению ICONICS, покупка компьютеров с предустановленной операционной системой и программным обеспечением для АСУ ТП всегда выгоднее приобретения этих частей по отдельности и последующей их интеграции.

Приобрести данное решение можно у официального дистрибьютора (премьер-партнёра) ICONICS и эксклюзивного дистрибьютора FASTWEL на территории России, стран СНГ и Балтии – компании ПРОСОФТ. ●

## Новости ISA

На летнем совещании руководителей ISA, прошедшем в конце июня в штате Аризона (США), исполком ISA принял решение о переименовании ISA (The Instrumentation, Systems, and Automation Society). Новое название будет следующее: International Society for Automation. Окончательное решение о переименовании будет принято на ежегодном собрании совета делегатов ISA 1 октября в городе Хьюстоне (США). На этом же совещании профессор Университета штата Индиана Gerald Cockrell был рекомендован на пост президента-секретаря ISA (president elect-secretary). Если он будет избран на совете делегатов в Хьюстоне, то вступит в должность президента-секретаря с 1 января 2008 года, а в должность президента ISA с 1 января 2009 года.

21-30 июля 2007 года в городе Катанья (Италия) состоялся Четвёртый Итало-Российский студенческий семинар ISA. Делегацию студентов и преподавателей Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП) принимали студенты и преподаватели университета города Катанья (УК). Как и прежде, студенты обоих университетов представили научные доклады на английском языке. Итальянской стороной была организована обширная образовательная и культурная программы. Провели семинар профессор Orazio Mirabella (УК) и Александр Бобович (ГУАП). Студенты-участники семинара получили сертификаты УК. На заключительной сессии вице-президент ISA А. Бобович вручил итальянским студентам-победителям Третьего Европейского конкурса студенческих научных работ ISA (ESPC-2007) золотые и серебряные медали. Очередной семинар пройдет летом 2008 года.

Из штаб-квартиры ISA в Северной Каролине пришло официальное сообщение о том, что студент 5-го курса ГУАП Денис Щепетов выиграл грант ISA 2007 года для поддержки талантливой молодёжи. Это уже третий грант, полученный студентами ГУАП (первый получил Андрей Егоров, второй – Дмитрий Бодня). ISA тратит до 40 тысяч долларов в год для финансовой поддержки талантливой молодёжи, поскольку видит в ней будущее мирового инженерного сообщества. Кроме того, начиная с прошлого года, ISA организует YAPFEST – фестиваль молодёжи (возраст участников – до 30 лет), обучающейся или работающей в области автоматизации. Этот фестиваль проходит в день открытия выставки ISA EXPO. На фестивале молодёжь встречается и общается с руководителями ISA, представителями различных компаний, принимает участие в конкурсах и развлечениях, покупает техническую литературу ISA с очень большими скидками. Такое живое, интересное, неформальное общение молодёжи со специалистами способствует вхождению в профессиональное сообщество. Студенты из России были участниками первого YAPFEST в Хьюстоне и, конечно, примут участие в фестивале в этом году. Студенты ГУАП Денис Щепетов, Антон Зискин и аспирант ГУАП Андрей Крук примут участие в Международных студенческих играх ISA в Хьюстоне в составе команды Европы под руководством А. Бобовича.

24-27 марта 2008 года в городе Филладельфии (США) будет проведена конференция WBF – The Forum for Automation and Manufacturing Professionals. WBF – некоммерческая профессиональная организация, учреждённая в 1994 году в целях обмена информацией по управлению, эксплуатации и автоматизации групповых технологий производства. В этом представительном международном форуме, посвящённом вопросам автоматизации промышленного производства, примут участие члены Российской секции ISA. ●



Участники Четвёртого Итало-Российского студенческого семинара ISA на приеме у ректора университета города Катанья



## ПРЕДСТАВЛЯЕМ ОБНОВЛЕННУЮ СЕРИЮ КОМПЬЮТЕРОВ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

# iROBO

### iROBO classic



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

#### КОМПЬЮТЕРЫ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

- Установка в 19" стойку
- Процессоры от Intel Pentium III до Core 2 Duo
- Многолетний опыт применения
- Полное тестирование
- Термотренировка 24 часа
- Увеличенный срок гарантии
- Сертификат соответствия Госстандарта России

### iROBO compact



iROBO 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

### iROBO mobile



Переносные компьютеры iROBO 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.

#### ПЕРЕНОСНЫЕ РАБОЧИЕ СТАНЦИИ

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

### iROBO panel



Основная конструктивная особенность панельных компьютеров iROBO 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 100-110 мм. 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



Производитель серии промышленных компьютеров iROBO - компания IPC2U



**ПОСТАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ:** ООО "АйПиСи2Ю" (IPC2U)

г. Москва, Тел.: (495) 232-02-07, E-mail: sales@ipc2u.ru  
 г. Санкт-Петербург, Тел.: (812) 271-56-02, E-mail: spb@ipc2u.ru  
 г. Екатеринбург, Тел.: (343) 381-56-26, E-mail: ekb@ipc2u.ru  
[www.ipc2u.ru](http://www.ipc2u.ru), [www.icn.ru](http://www.icn.ru)

**СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ:** ЗАО "Индустриальные компьютерные системы"

г. Москва, Тел.: (495) 937-72-00, E-mail: sales@icos.ru  
 г. Санкт-Петербург, Тел.: (812) 271-56-02, E-mail: spb@icos.ru  
 г. Набережные Челны, Тел.: (8552) 53-94-40, E-mail: chelny@icos.ru  
[www.icos.ru](http://www.icos.ru)

Алексей Гапоненко

## Международный военно-морской салон 2007: «Флоту быть!»

С 27 июня по 1 июля в Санкт-Петербурге под девизом «Через сотрудничество – к миру и прогрессу» проходил 3-й Международный военно-морской салон (МВМС-2007/IMDS-2007). В пяти павильонах ВК «Ленэкспо» в Гавани были представлены разработки кораблестроения и судостроения, новейшие энергетические установки, оружие и вооружение, морская авиация, системы навигации и управления, инфраструктура обеспечения, новые материалы и технологии. Достижения оборонно-промышленного комплекса демонстрировались не только на стендах, но и в акватории Финского залива. На военном полигоне Ржевка под Петербургом были проведены стрельбы различных артиллерийских комплексов и стрелковых систем.

По сравнению с предыдущим Салоном, прошедшим в 2005 году, расширилось и количество участников, и «география» представляемых ими стран. Почти вдвое увеличилось число прибывших официальных делегаций – их было более 50. Впервые в Салоне принял участие иностранный корабль – фрегат ВМС Испании «Блас Де Лезо», представитель группы морских вооружений НАТО.



На стенде петербургской компании «Авиационная и Морская Электроника»



Интегрированный пульт управления на стенде компании «Морские Навигационные Системы»: действующие образцы продукции всегда вызывают живой интерес посетителей

В рамках Салона прошли международная конференция «Военно-морской флот и судостроение в современных условиях», всероссийская конференция «Информационные технологии в судостроении-2007», презентация судостроительного комплекса Санкт-Петербурга, двусторонние встречи и круглые столы.

Экспозиция военно-морского салона, разместившаяся в выставочном комплексе на площади свыше 12 тыс. кв. метров, объединила 383 предприятия из 28 государств. Наиболее крупные выставочные стенды организовали ФГУП «Рособоронэкспорт», ФГУП ЦКБ МТ «Рубин» совместно с ФГУП «Адмиралтейские верфи», ОАО Концерн «Гранит-Электрон», ОАО «Концерн «Моринформсистема Агат», ЗАО «Транзас» и ЗАО «РЕ.Т. Кронштадт», ФГУП ЦНИИ «Электроприбор», ЗАО «Аквamarin», ОАО НПО «Сатурн». Среди иностранных фирм – Thales (Нидерланды), BrahMos Aerospace (Индия), Zeiss Optronik GmbH, MAN Diesel SE, MARLOG, MTU Friedrichshafen GmbH, Raytheon Anschutz GmbH, RELIUS, RENK Aktiengesellschaft, Sauer & Sohn Maschinenbau GmbH, Stankiewicz GmbH, Bfa, Gabler, GOM mbH, Amphenol Air LB GmbH (Германия), Systems S.A. (Греция), Spec Tec (Кипр), Formica IKI Oy (Финляндия), IXSEA, SOURIAU (Франция).

Традиционный участник мероприятия компания ПРОСОФТ представила экспозицию высокотехнологичных изделий для ответственных применений производства отечест-



Традиционный участник мероприятия компания ПРОСОФТ представила экспозицию высокотехнологичных изделий для ответственных применений производства отечественной компании Fastwel



Несомненной «изюминкой» МВМС-2007 стал показ российского корвета проекта 20380 «Стерегущий», который в ближайшее время войдет в состав ВМФ России

венной компании Fastwel. Особое внимание посетители выставки уделяли продуктам в формате CompactPCI и плате формата VME. Популярностью пользовались и изделия на базе кластеров XLight: подводный светильник системы «Скат», светильники аварийного освещения. Кроме того, вниманию посетителей стенда ПРОСОФТ были представлены одноплатный компьютер формата EPIC, аппаратно-программный комплекс Fastwel I/O, модули в форматах MicroPC и PC/104.

Учитывая специфику выставки, на стенде ПРОСОФТ состоялся первый «выход в свет» научно-производственной фирмы ДОЛОМАНТ – эксклюзивного партнера компании в области поставок радиоэлектронных компонентов и изделий в интересах силовых ведомств с приёмкой 5.

ЗАО «Электронная компания ЭЛКУС» продемонстрировало новые разработки в области устройств сопряжения с интерфейсами MIL-STD-1553B, ARINC-429, CAN-BUS и плат ввода-вывода цифровой и аналоговой информации. Фирма производит более 200 типов интерфейсных модулей, выполненных в конструктивах слотов IBM PC, PC/104 (ISA, PCI), E-6U/3U (CompactPCI, VME), IP, а также бортовые ЭВМ, перенос-



Всемирно известные пилотажные группы «Стрижи» и «Витязи» вернулись в Петербург, чтобы продемонстрировать лётное мастерство на Военно-морском салоне

ные приборы и аксессуары для построения линий передачи информации.

Компания РТСофт участвовала в Салоне в третий раз. На МВМС-2007 фирма РТСофт представила встраиваемые изделия в форматах VME, CompactPCI, E2Brain, PC/104+, предназначенные для применения в жёстких условиях эксплуатации. С готовыми целевыми платформами для различных систем морского базирования, созданными на основе оборудования, поставляемого ЗАО РТСофт, посетителей познакомили представители российской компании Интек.

Живой интерес посетителей, прессы и моряков наблюдался на стенде постоянного участника петербургского Салона – ЗАО «Морские Навигационные Системы». На своём стенде компания продемонстрировала широкий спектр производимого оборудования: интегрированный пульт управления для обеспечения судовождения, навигационной безопасности плавания и управления ОКС, метеопост для сбора и отображения метеорологических параметров, электронную картографическую навигационную информационную систему (ЭКНИС) «Аляска-Ч», установленную также на фрегате «Стерегущий».

За двенадцать лет самостоятельной работы на российском рынке научно-производственное предприятие «Авиационная и Морская Электроника» (АМЭ) сумело найти и прочно занять свою нишу. На стенде этой петербургской компании были представлены высокопроизводительные автономные вычислительные комплексы для обработки больших потоков данных в реальном масштабе времени для жёстких условий эксплуатации, широкий спектр индикаторных устройств и АРМ на основе плоскочастотных жидкокристаллических мониторов специального назначения, системы принятия решений по оценке обстановки и контроля безопасности плавания, новое поколение радар-процессоров.

Несмотря на свою недолгую историю, Санкт-Петербургский смотр уже вошёл в тройку мировых лидеров среди военно-морских салонов как по числу участников, так и по количеству представленных образцов вооружения и военной техники. В работе Салона приняли участие 23000 специалистов, представители 129 российских и зарубежных СМИ, около 500 журналистов. В общей сложности выставку посетили более 300 тысяч человек. ●

### УДАЧНЫЙ СТАРТ В НОВОСИБИРСКЕ

10 июля в Новосибирске состоялся технический семинар Cree LED, посвящённый вопросам полупроводниковой техники.

Организатором семинара выступила компания ПРОСОФТ — официальный дистрибьютор и эксклюзивный представитель Cree на территории России и стран СНГ.

В рамках данного семинара прозвучали доклады по следующим темам:

- Новое поколение высокоэффективных светодиодных ламп Cree серии XR-E7090: характеристики, особенности применения;
- Перспективы применения высокоэффективных светодиодных ламп Cree серии XR-E7090 в общем и уличном освещении;
- Высокоэффективные решения для полупроводниковой светотехники российского производителя Xlight;
- Опыт применения светодиодов различных фирм-производителей при разработках светильников специального назначения.



На техническом семинаре Cree LED в Новосибирске

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### IBM выбирает накопителя SanDisk для своих блейд-серверов

Новые 2,5" SSD-накопителя SanDisk SATA 5000 планируется использовать в системах хранения данных блейд-серверов IBM BladeCenter® HS21 XM. Выбор IBM в пользу накопителей SanDisk обусловлен высокой надёжностью и производительностью, а также низким энергопотреблением этих устройств.

По сравнению с традиционными HD-накопителями устройства твердотельной памяти SanDisk обеспечивают не только характерные для своего типа устройств низкое тепловыделение, абсолютную бесшумность работы, низкую стоимость владения, но и почти в шесть раз больший показатель MTBF (2 млн. часов), сниженное более чем на 50% энергопотребление, более высокую производительность (поточковая скорость чтения – 67 Мбайт/с, скорость выборочного чтения – 7000 IOPS при передаче файлов размером 512 байт), широкий ряд моделей с ёмкостью от 4 до 64 Гбайт.

Сектор блейд-серверов является самым быстрорастущим на рынке серверных систем. По данным исследовательской компании IDC, ожидаемая выручка от продажи блейд-серверов к 2010 году превысит 11 млрд. долларов США.

Компания IBM стала первым крупным производителем блейд-серверов, который начал использовать твердотельные накопителя. По мнению Скотта Тиза (Scott Tease), директора по маркетингу продуктов BladeCenter компании IBM, такое решение поможет потребителям снизить сложность оборудования, увеличить надёжность и управляемость систем, оптимизировать затраты на эксплуатацию центров обработки данных.

Офер Тсур (Ofer Tsur), вице-президент SanDisk по маркетингу накопителей на базе твердотельной памяти, считает, что выбор SSD-накопителей SanDisk SATA 5000 для использования в блейд-серверах IBM подтверждает несомненные преимущества этих запоминающих устройств. ●



## Выставка ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ - УРАЛ 2007

4-6 декабря

Екатеринбург • ВЦ «КОСК "Россия"»

### ТЕМАТИКА:

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

- АСУ и КИС масштаба предприятия (MRP, ERP, MES и др.)
- Системы связи и телекоммуникаций для промышленных объектов
- Управление и анализ финансово хозяйственной деятельности
- Управление снабжением и сбытом
- Автоматизация промышленного склада
- АС инженерных сетей, энергосбережение
- Мониторинг территорий, зданий и помещений, «интеллектуальные» здания

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

- SCADA системы. Системы реального времени.
- Системы автоматизированного проектирования
- Промышленные компьютеры и сетевое оборудование
- Автоматические линии, автоматизированные производственные и робототехнические комплексы, системы с ЧПУ
- Системы пневмо и гидроавтоматики
- АС измерения, контроля, диагностики, испытаний. КИП и А
- Контроллеры, датчики, исполнительные устройства, приводы
- СКС, модули сопряжения, модемы, кабели и провода
- Шкафы, пульты, щиты, источники питания
- Оборудование для применения во взрывоопасных зонах
- Тренажеры операторов АСУ

#### СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ И КОНСАЛТИНГ

- Автоматизация добычи нефти и газа
- На транспорте, АСКУЭ
- IT консалтинг, информационная безопасность
- Информационно аналитические системы

#### БОРТОВЫЕ И ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

- Компьютеры для ответственных применений
- Бортовые вычислительные системы
- Одноплатные компьютеры для мультимедийных и игровых автоматов
- Панельные компьютеры для систем ЧМИ (НМИ)
- Электронные компоненты и модули для жестких условий эксплуатации
- Защищенные вычислительные комплексы: ноутбуки, планшетные, карманные компьютеры
- Системы связи и навигации для мобильных и ответственных применений
- Встраиваемые ОС, СРВ

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ

- Оборудование, технологии, программное обеспечение для
  - повышения уровня комфортности,
  - оптимизации ресурсов и эксплуатационных затрат,
  - эффективного функционирования инженерных сетей в здании,
  - безопасности человека в здании
- Проекты «интеллектуальных» зданий и «умных» домов «под ключ»
- Комплексная техническая эксплуатация объектов недвижимости

ЗАКАЖИТЕ  
**БЕСПЛАТНЫЙ  
ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ  
БИЛЕТ**  
на [www.pta-expo.ru](http://www.pta-expo.ru)



Организатор:

**ЭкспоГруппУрал**

Екатеринбург:

телефон: (343) 376-2476  
e-mail: [info@ural.pta-expo](mailto:info@ural.pta-expo)

Москва:

телефон: (495) 234-2210  
e-mail: [info@pta-expo.ru](mailto:info@pta-expo.ru)  
<http://www.pta-expo.ru>



MEMBER OF  
World-F.I.M.A.

[www.world-fima.com](http://www.world-fima.com)

*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**

## Равнение на ХМВ – флагмана встраиваемых систем

Компания Octagon Systems представляет мобильный сервер ХМВ, спроектированный с оптимальным подбором компонентов по электрическим, тепловым и механическим параметрам для обеспечения максимальной надёжности.

В стандартной комплектации имеются процессор VIA 1 ГГц, 512 Мбайт памяти, 2 порта Fast Ethernet, 4 порта USB 2.0, 2 последовательных порта, видео с поддержкой плоских панелей LVDS и 24 канала цифрового ввода/вывода. Возможно увеличение функциональности посредством шин расширения PC/104, PC/104-Plus и слота miniPCI. В корпус может быть установлено до 2 плат с расширением PC/104 и PC/104-Plus или до 4 модулей ХВЛОК.

По результатам голосования, проведенного журналом COTS, этот инновационный продукт фирмы Octagon Systems получил премию Flagship Products Award. ХМВ – настоящий флагман встраиваемых систем!



# 11

## Обновляется высокопроизводительная станция оператора АСУ IPC-SYS1-2

В соответствии с планом обновления модельного ряда компания Fastwel сообщает об изменениях в комплектации высокопроизводительной станции технологического управления Fastwel AdvantiX IPC-SYS1-2. Теперь в ней устанавливается процессор Pentium D 925 с тактовой частотой 3,0 ГГц вместо устаревающего Pentium D 915, работающего на частоте 2,8 ГГц. Кроме этого, происходит замена жёсткого диска ёмкостью 200 Гбайт на 320 Гбайт. Станция IPC-SYS1-2 предназначена для использования на промышленном производстве — там, где требуется работа с ресурсоёмкими приложениями при неблагоприятных внешних воздействиях. Fastwel AdvantiX IPC-SYS1-2 надёжна в эксплуатации, устойчива к ударам, вибрационному и термическому воздействию, а также к повышенной влажности. Её корпус оптимизирован для монтажа в 19-дюймовые стойки, в которых станция занимает секцию высотой 4U.



# 235

## 30 серий источников питания добавлено в каталог продукции компании XP Power на 2007/08

Компания XP Power выпустила новый каталог продукции на 2007/08 годы — XP Power Supply Guide 2007/08. В каталог, содержащий 208 страниц, включено 30 совершенно новых линеек изделий.

Издание предоставляет подробную информацию о многих изделиях стандартного ряда XP Power. Линейка источников питания AC/DC с выходными мощностями от 5 до 2400 Вт включает источники питания открытого исполнения, с П-образным шасси, настольные, для монтажа на DIN-рейку, источники питания для промышленных и медицинских применений. Кроме того, представлены DC/DC-преобразователи с выходными мощностями от 1 до 400 Вт, модули питания и помехоподавляющие фильтры для военных применений.

Представлены 15 новых серий DC/DC-преобразователей, включая серию JCA — миниатюрные преобразователи с выходными мощностями от 2 до 6 Вт, характеризующиеся уменьшенными размерами корпуса со стандартным расположением выводов. Дополнительные страницы посвящены индексам изделий, которые помогают пользователю быстро найти подходящие изделия.



# 223

## Планшетный защищённый ноутбук-трансформер

Модель V100 производства компании Mitac является уникальной, поскольку этот защищённый ноутбук обладает также функциональностью планшетного ПК. Основной его особенностью является то, что он имеет поворачивающийся на 180° дисплей с сенсорным экраном. Таким образом, V100 может работать в двух ипостасях — как защищённый ноутбук и как защищённый планшетный ПК. Для последнего случая к заказу доступно стило, обеспечивающее рукописный ввод данных. У V100 вращаться может не только дисплей (с диагональю 10,1" или 12,1"), но и встроенная влагозащищённая камера (с углом поворота 225°).

Корпус ноутбука сделан из литого магниевых сплава, чем, в частности, объясняется малый вес модели — всего 2,2 кг, все отсеки V100 (для приводов, батарей и портов) закрыты заглушками, что обеспечивает защиту уровня IP54. Данная модель полностью соответствует стандарту MIL-STD-810F, а по специальному заказу — и MIL-STD-461E.

Ноутбук создан на базе чипсета для мобильных приложений Intel 945GM и оснащён двухъядерным процессором с ультранизким потреблением энергии Intel Core Duo U2500, работающим на частоте 1,2 ГГц. Благодаря этому в состав ноутбука не входит ни одного вентилятора, он не греется и работает абсолютно бесшумно. V100 оснащён съёмным жёстким диском, защищённым от повреждений в процессе эксплуатации, кроме того, для работы с носителями формата SD (Secure Digital) предусмотрен встроенный считыватель флэш-карт. Внешний оптический привод может быть подключён посредством интерфейса USB.

Ноутбук по умолчанию оснащён беспроводным адаптером Wi-Fi (протокол IEEE 802.11a/b/g) и модулем Bluetooth, к этому арсеналу связи можно также добавить GSM-, GPRS- и CDMA-модули.

Высокий уровень защиты V100 позволяет применять его в тяжёлых условиях эксплуатации, а способность к трансформации открывает ему дорогу в области, где традиционно используются планшетные ПК.



# 173

## CoolRoadRunner-PM – самый быстрый болид в команде PC/104-Plus

Компания LiPPERT предлагает процессорную плату CoolRoadRunner-PM на базе процессоров Intel Pentium M с частотой до 1,8 ГГц с полной поддержкой шины ISA. Это позволяет использовать её совместно с модулями расширения в формате PC/104.

Плата оснащена видеоконтроллером с поддержкой плоских панелей LVDS (разрешение до 2048×1536 точек), Fast Ethernet, шестью USB 2.0 и двумя последовательными интерфейсами RS-232/RS-485. На плате можно устанавливать до 1 Гбайт оперативной памяти и твердотельную память CompactFlash.

CoolRoadRunner-PM найдёт применение в промышленности, на транспорте и в других областях, где важны высокая производительность и устойчивость к температурным и механическим воздействиям. Плата поставляется в двух исполнениях: с расширенным (-20...+60°C) и промышленным (-40...+85°C) температурными диапазонами. ●



# 195

## Высокотехнологичное столпотворение

Размер Mini-ITX-платы – всего 17×17 см, и кажется, что разместить все необходимые элементы полнофункционального решения на столь малом пространстве просто невозможно, но компания iBASE упорно продолжает доказывать обратное: выпущенная ею новая плата MI910 построена на чипсете Intel GM965 и поддерживает мобильные процессоры Core 2 Duo с частотой до 2,4 ГГц (Socket 478, системная шина 800 МГц). В 2 отсека для модулей памяти можно установить до 4 Гбайт ОЗУ. Среди встроенных контроллеров – видео (поддержка CRT и LVDS), аудио (8 каналов) и до двух сетевых стандарта Gigabit Ethernet. На плате расположены 2 порта SATA 300, порт двухканального контроллера IDE и коннектор для подключения дисковода. Кроме того, нашлось место для трёх слотов расширения (PCI, MiniPCI и PCI Express x1) и разъёма CompactFlash. Богат выбор интерфейсов для подключения периферии: до 6 USB 2.0, 2 RS-232, 2 PS/2, IEEE 1394, IrDA и 4 канала Digital I/O. ●



# 70

## Жидкокристаллические TFT-дисплеи в формате 16:9 для промышленного портативного оборудования

Компания SHARP Microelectronics представила два 4,3" TFT-дисплея LQ043T1DG01 и LQ043T1DG02, предназначенных для мобильных применений. Высокая яркость (до 600 кд/м²), защитное покрытие, предохраняющее от засветки, расширенный диапазон рабочих температур обеспечивают отличную считываемость в жёстких условиях эксплуатации. Воспроизведение 16 млн. цветов и контрастность 300:1 вносят значительный вклад в обеспечение высокого качества изображения. Преимуществом широкоэкранных дисплеев с соотношением сторон 16:9 является представление больших массивов данных, например, в осциллографах или аналоговых измерительных приборах.



Габаритные размеры 105,5×67,2×5,05 мм, разрешение 480×272 точки. Модель LQ043T1DG01 оснащена резистивным сенсорным 4-проводным экраном. Дисплеи предназначены для применений в переносном медицинском оборудовании, ручных считывателях штрих-кодов, навигационных устройствах и контрольно измерительном оборудовании. ●

# 266

## Быстрый «танк» с крепкой бронёй

Встраиваемые компьютеры – это известные «боевые» машины с крепким стальным корпусом и серьёзной защитой от пыли и вибраций. Однако и у них есть уязвимые места в плане мощности, расширяемости и простоты обслуживания.

Продолжая линейку встраиваемых ПК, компания Advantech решила эту проблему радикально. ARK-9880 — это не просто усиленный защищённый корпус с креплениями на вертикальную и горизонтальную поверхности. По желанию заказчика в него устанавливаются кросс-панель с 8 слотами PCI + ISA и мощная процессорная плата стандарта PICMG1.0 с оперативной памятью DDR-II до 4 Гбайт и процессором вплоть до Core 2 Duo.

Для плат расширения, двух жёстких дисков и оптического привода в ARK-9880 предусмотрены вибростойкие крепления, а для защиты от пыли применены съёмные фильтры. Удобный доступ к узлам системы обеспечивается съёмной крышкой со специальными защёлками. Все коннекторы, порты и индикаторы выведены на одну сторону. ●



# 127

## Компактная станция для производства и офиса

Прочный корпус станции Fastwel AdvantiX ITX-D-SYS8 спроектирован для использования в неблагоприятных условиях промышленного производства. Он отличается от большинства других подобных изделий, предлагаемых на сегодняшний день, компактностью и привлекательным дизайном. Помимо приятного внешнего вида, станция ITX-D-SYS8 обладает производительностью, достаточной для выполнения широкого круга задач, встречающихся на производстве, и для работы с офисными приложениями. Поэтому рационально оснащение ITX-D-SYS8 как рабочих мест операторов АСУ, так и сотрудников, работающих в офисном помещении. Основой компьютера служат материнская плата стандарта Mini-ITX с набором системной логики Intel 945GM и процессор Celeron M 430, широко используемые в мобильных решениях, позволяющие создать компактную (77×280×268 мм) и в то же время маломощную систему. В базовое оснащение станции ITX-D-SYS8 входят 512 Мбайт ОЗУ, жёсткий диск объёмом 120 Гбайт и привод DVD+/-RW. ●



# 235

## EPIC в металле – новые грани надёжности

Компания Octagon Systems предлагает разработчикам и системным интеграторам модели XE-900 и XE-700 с интегрированной системой кондуктивного теплоотвода.

Энергия от процессора отводится массивным радиатором, составляющим единое целое с монтажной панелью. Помимо функции охлаждения процессора такое решение позволяет монтировать платы непосредственно на любую поверхность внутри кузова машины без риска механического повреждения её в процессе движения. Это подтверждено испытаниями на MIL-810F для транспортного применения (колёсные и гусеничные машины).

В сочетании с широким температурным диапазоном от -40 до +85°C и 3-летней гарантией эти платы являются отличным решением для применения во встраиваемых системах на транспорте, в системах безопасности и других ответственных приложениях. ●



# 11

### Модуль MICE даёт жару

Обеспечение питанием удалённых точек доступа WLAN, IP-телефонов, видеокамер и других сетевых устройств — одна из проблем при проектировании локальной сети.

Модуль PoE (Power over Ethernet) с номером MM22-T1T1T1S1A для известных промышленных модульных коммутаторов MS20/30 серии MICE от Hirschmann призван решить эту задачу.

Компактная модель имеет 4 порта RJ-45, передающих данные со скоростью до 100 Мбит/с, и одновременно, используя внешний БП, питает до четырёх конечных устройств общей мощностью до 370 Вт по сети Ethernet.

Модуль предназначен для монтажа на DIN-рейку и может быть установлен в «горячем» режиме по принципу Plug and Play. К одному коммутатору можно подключить до шести таких устройств.

PoE в составе MICE имеет диапазон рабочих температур от -40 до +70°C (для версии ECC) и поддерживает стандартные методы сетевой маршрутизации, резервирования и защиты. ●



# 50

### Альтернатива гидро- и пневмоприводу — линейные электромеханические сервомоторы EXLAR

Линейные сервомоторы EXLAR — это высоконадёжные электромеханические устройства, которые совмещают синхронный сервомотор с постоянными магнитами и ролик-винтовую передачу. Совместная работа с высокоинтеллектуальными преобразователями частоты серии UNIDRIVE SP производства Control Techniques позволяет применять их там, где раньше едва ли мог использоваться гидро- или пневмопривод.

В задачах, где требуется высочайшая надёжность, быстродействие, сверхточное позиционирование и работа с высокими нагрузками, правильным решением будет комбинация UNIDRIVE SP с одним из типов моторов EXLAR.

- Линейная скорость до 1500 мм/с
- Динамическая нагрузка до 12000 кг
- Ход штока до 1,2 м
- Степень защиты не менее IP65

*Серьезные преимущества по сравнению с гидро- и пневмоцилиндрами!*  
Дополнительная информация на сайте [www.exlar.ru](http://www.exlar.ru) ●



# 135

### Мощный сервер для предприятия

Для автоматизированных систем управления современным предприятием необходимо компьютерное оборудование с высокой надёжностью и большой вычислительной мощностью. Этим требованиям соответствует универсальный промышленный сервер Fastwel AdvantiX IS-4U-SYS5. Данное решение основано на процессорах Xeon 5000/5100 и предназначено для использования в условиях промышленного производства. Дисковая подсистема сервера вмещает до 5 SATA жёстких дисков с возможностью построения RAID-массивов уровней 0, 1 или 5. Дополнительную отказоустойчивость продукту придаёт резервированный блок питания, а наличие 2 PCI, 1 PCI-X и 2 PCI Express x8 слотов расширения, а также двух сетевых адаптеров стандарта Gigabit Ethernet обеспечивает хорошую функциональность.

Fastwel AdvantiX IS-4U-SYS5 оснащён панелью индикаторов и системой оповещения о сбоях, что повышает удобство его эксплуатации. При монтаже в стойку сервер занимает секцию высотой всего 4U. ●



# 235

### CMA158886: зачёт по всем дисциплинам

Компания RTD Embedded Technologies предлагает новые процессорные платы серии CMA158886 на базе процессоров Intel Pentium M 1,4 ГГц и Celeron M 1,0 ГГц в формате PC/104-Plus с полной поддержкой шины ISA. Напаиваемая память 512 Мбайт и установленный флэш-диск ёмкостью 1 Гбайт обеспечивают устойчивость плат к механическим воздействиям и высокую надёжность (MTBF 110 000 часов). Платы поставляются с Fast Ethernet, двумя программируемыми последовательными портами (RS-232/422/485), 4 портами USB стандарта 2.0, а также с 14 каналами цифрового ввода/вывода, организованными на базе технологии multiPort™. Кроме того, имеется видеосистема с поддержкой стандартных мониторов с интерфейсом VGA и плоских панелей с интерфейсом LVDS.

Серия CMA158886 представляет собой прекрасное решение для задач с повышенными требованиями к производительности, надёжности и для жёстких условий эксплуатации. ●



# 417

### Компактные источники питания AC/DC с выходными мощностями 10 и 15 Вт для монтажа на печатную плату и шасси

Компания XP Power приступила к поставкам сверхкомпактных источников питания средней мощности серии ECL.

Изделия этой серии с выходными мощностями 10 Вт (ECL10) и 15 Вт (ECL15) выпускаются в трёх конструктивных исполнениях: открытого типа для монтажа на печатную плату, герметизированные для монтажа на печатную плату и открытого типа для монтажа на шасси.

Источники питания серий ECL10 и ECL15 доступны в одноканальном исполнении с выходными напряжениями 3,3; 5; 9; 12; 15; 24 и 48 В. Полная мощность в нагрузке обеспечивается во всем диапазоне входных напряжений от 85 до 264 В переменного тока (120-370 В постоянного тока). Диапазон рабочих температур от -20 до +70°C с понижением выходной мощности при температуре выше +50°C. Пиковая мощность в нагрузке составляет 130% от номинального значения (в течение 30 секунд), кроме того, модули обеспечивают полную мощность при конвекционном отводе тепла, вследствие чего отсутствует необходимость в дополнительных теплоотводящих компонентах или охлаждающих вентиляторах.

Для обеспечения электромагнитной совместимости не требуется применение внешних фильтров, так как источники питания соответствуют требованиям стандарта EN55022 (класс B) для кондуктивных помех и помех излучения.

Серии ECL10 и ECL15 могут применяться в оборудовании классов I и II

(классы оборудования по защите от поражения электрическим током) как с подключением к защитному заземлению, так и без подключения. Из этого следует, что данные изделия могут применяться в портативном оборудовании и в тех случаях, когда недоступны средства подключения к защитному заземлению.

По мнению XP Power, в серии ECL представлены самые компактные в мире источники питания этого класса (10 Вт, AC/DC) в данном конструктивном исполнении. В частности, источники питания ECL10 открытого типа для монтажа на печатную плату имеют габаритные размеры 25,4×50,8×22,8 мм и значение удельной мощности 5,6 Вт/дюйм<sup>3</sup>. ●



# 224

## RS20 Basic ближе к народу

Компания Hirschmann расширила ассортимент серией RS20 Basic – промышленными неуправляемыми коммутаторами начального уровня.

RS20 Basic – это доступные средства для создания простой и надёжной сети Ethernet: имеются только необходимые характеристики и функции, подобранные для конкретных задач. Пользователь может самостоятельно выбрать количество портов (4 или 8) стандарта 10/100Base-T. Два дополнительных порта, оптических или медных, служат для объединения коммутаторов по технологии HIPER-Ring.

Встроенного ПО серии Basic достаточно для создания сети с резервированными магистральными каналами и возможностью сбора диагностической информации.

Все коммутаторы серии RS20 защищены от электромагнитных и механических воздействий и опционально могут работать в диапазоне температур от –40 до +70°C. ●

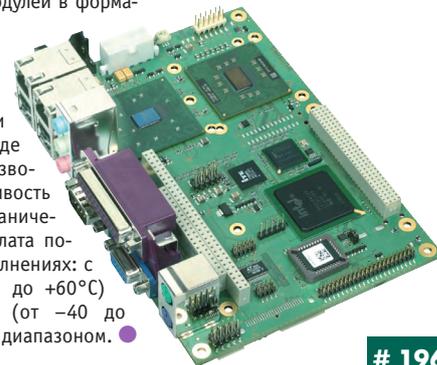


# 50

## «Ураган» наступает

Компания LiPPERT предлагает новую плату Hurricane-PM на базе процессоров Intel Pentium M и Celeron M с частотой до 1,8 ГГц. На плате имеется видеоконтроллер с поддержкой плоских LVDS-панелей, разрешением до 2048×1536 точек, 6 портов USB 2.0, а также 2 последовательных порта RS-232/422/485, аудио, интерфейс для подключения НЖМД и 2 порта Ethernet. Плата поддерживает до 1 Гбайт ОЗУ. Два порта USB позволяют подключать до двух дисков флэш-памяти стандарта uDOC. Дополнительное расширение функциональности платы может быть обеспечено установкой стандартных модулей в форматах PC/104 и PC/104+.

Hurricane-PM предназначен для использования в промышленности, на транспорте и в других областях, где важны высокая производительность и устойчивость к температурным и механическим воздействиям. Плата поставляется в двух исполнениях: с расширенным (от –20 до +60°C) или промышленным (от –40 до +85°C) температурным диапазоном. ●



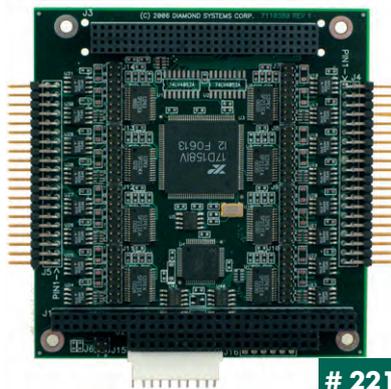
# 196

## Новый Emerald – включи и работай!

Компания Diamond Systems представляет Emerald MM-8Plus — новую высокопроизводительную плату с 8 последовательными портами в формате PC/104-Plus.

Плата Emerald MM-8Plus имеет 8 последовательных портов RS-232/422/485 со скоростью передачи данных до 1,832 Мбит/с. Выбор протокола осуществляется посредством переключателей на плате, адресация и обработка прерываний — по шине PCI. Использование шины PCI позволяет увеличить пропускную способность и упростить процесс конфигурирования благодаря применению технологии Plug and Play. В дополнение на плате имеется 8 цифровых каналов ввода/вывода. Диапазон рабочих температур составляет от –40 до +85°C.

Применение этой платы позволяет расширить коммуникационные возможности систем PC/104-Plus, базирующихся на шине PCI. ●



# 221

## Макси-возможности в мини-корпусе

Компания Fastwel, производящая промышленные компьютеры и серверы серийным способом, представляет компактную станцию технологического управления IPC-SYS4-A3, построенную согласно спецификациям стандарта PICMG. Такой тип конструкции расширяет функциональность модернизации и обслуживания.

Несмотря на компактный размер, IPC-SYS4-A3 имеет 2 ISA- и 2 PCI-слота для плат расширения. Кроме того, станция оснащается двухъядерным процессором Intel Pentium D 925 с тактовой частотой 3,0 ГГц, 1 Гбайт оперативной памяти, жёстким диском объёмом 320 Гбайт и пишущим DVD-приводом. ●

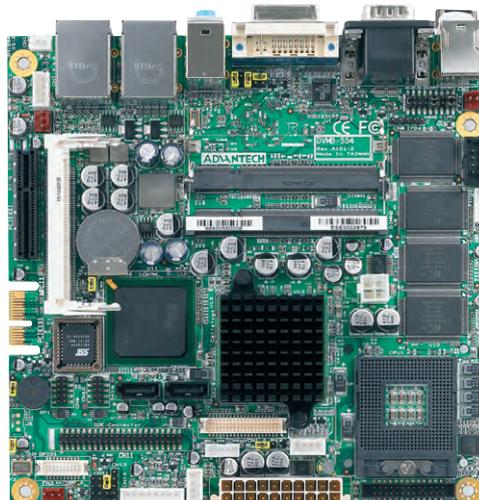


# 235

## Двухъядерный видеозахватчик

Нередки ситуации, когда для встраиваемых, терминальных и просто компактных систем требуется видеонаблюдение и ведение записи с видеокамер, но процессоры этих станций не справляются с компрессией видеоданных.

Простое, доступное и функциональное решение подобных задач представила компания Advantech. Предложенная ею материнская плата DVMB-554E – это сочетание 4 интегрированных каналов видеозахвата с компактной платой формата Mini-ITX и мощным процессором Core 2 Duo. Вычислительная способность DVMB-554E такова, что оцифровка видео может осуществляться одновременно по 4 каналам с разрешением до 720×576 точек и общей частотой до 120 кадров/с. Для программной компрессии в MPEG4 используются стандартные драйверы, совместимые с Windows XP/2000. Кроме того, в DVMB-554E предусмотрена возможность создания собственного прикладного ПО – в комплект входит пакет разработчика с необходимыми библиотеками, документацией и примерами.



Благодаря набору системной логики i945GM + ICH7M используется быстрая память DDR II, а для связи с дополнительными устройствами — шина PCI Express. Для расширения платформы возможно подключение плат PCI Express x4 и x1, а также платы Mini-PCI.

Для вывода видео в чипсет встроен графический акселератор GMA950 с поддержкой двух дисплеев. Параллельно с VGA можно использовать DVI-, LVDS-интерфейс или TV-выход, для аудиосистемы предусмотрен кодек AC'97.

Оцифрованное видео можно не только транслировать по сети с помощью двух каналов Gigabit Ethernet – для хранения имеются 2 диска SATA 2, объединяемые в RAID 1, 0. Для подключения периферии наличествуют 8 портов USB 2.0, порты RS-232 и RS-232/485.

Плата DVMB-554E имеет все необходимые функции для самостоятельной работы на удалённых объектах: сторожевой таймер, развитые функции управления питанием и восстановления при его отключении, а также функции удалённого управления по сети. ●

# 111

### Core 2 Duo + PICMG 1.0 = iBASE IB940

Компания iBASE выпустила плату формата PICMG 1.0 с поддержкой настольных двухъядерных ЦП Intel Core 2 Duo, получившую название IB940. В её основу лёг набор системной логики Intel Q965 со встроенным видео-контроллером с поддержкой интерфейсов DVI и LVDS. Плата совместима с ЦП в корпусе LGA775 (помимо Core 2 Duo, еще и Pentium 4/D) с частотой системной шины от 533 до 1066 МГц и памятью DDR II объёмом до 4 Гбайт. Для подключения приводов предусмотрено 4 канала SATA 300 и 2 IDE. Активному сетевому обмену данными способствует наличие до двух интерфейсов Gigabit Ethernet, кроме того, плата оснащена 6 портами USB 2.0, одним RS-232 и одним RS-232/422/485. В слот MiniPCI Express можно установить дополнительный модуль расширения. Будучи платой стандарта PICMG 1.0, IB940 поддерживает шины PCI и ISA, поэтому её наличие в промышленном ПК позволяет реализовать такую связку, как мощные процессоры Core 2 Duo и платы расширения с интерфейсом ISA (до 19 штук). ●



# 66

### Индикаторы для промышленного применения с цифровыми интерфейсами

Компания microSYST (Германия) производит разнообразные устройства для отображения цифровой/текстовой/графической информации — от многометровых цветных графических табло до цифровых индикаторов для монтажа в панель. Табло для наружного использования имеют степень пылевлагозащиты до IP65, диапазон рабочих температур от -35 до +50°C. Все устройства индикации управляются по последовательным цифровым интерфейсам: RS-232/485, Ethernet, Profibus, CANopen, AS-i и пр.

- **migan** – цифровые табло с высотой знака от 60 до 250 мм
- **migra** – крупноформатные текстовые и графические табло
- **mitex** – текстовые панельные индикаторы
- **mipan** – цифровые панельные индикаторы
- **mitas** – клавиатуры с цифровыми интерфейсами ●

ООО «АКОМ»  
Телефон/факс: (351) 795-23-29  
E-mail: acom@industrialnets.ru  
Web: www.industrialnets.ru



# 296

### Компактные 350 Вт источники питания AC/DC с высокими энергетическими показателями

Компания XP Power продолжает расширять ряд источников питания AC/DC, начав производство серии MFA350, в которую входят одни из самых компактных в мире 350-ваттных источников питания, разработанных специально для телекоммуникационной аппаратуры и оборудования передачи данных. Источники питания MFA350 поставляются в различных конструктивных исполнениях, оснащаются разнообразными сервисными функциями, включая возможность «горячей» замены. Модули обеспечивают в нагрузке до 364 Вт во всём диапазоне входных напряжений от 90 до 264 В переменного тока. Модели в П-образном корпусе имеют габаритные размеры 81×173×38 мм и номинальные значения выходных напряжений 12, 24 и 48 В. Модули MFA350 снабжены также каналом 12 В/1 А для питания вентилятора и вспомогательным выходным каналом 5 В/0,3 А. Кроме того, они предлагают обширный набор сигналов, включая AC fail (аварийное состояние входной сети) и DC OK (состояние выходного напряжения), дистанционное включение/выключение, активное распределение тока нагрузки и внешнюю обратную связь.



Модули питания способны обеспечить в нагрузке полную мощность в диапазоне температур от -10 до +50°C, а также до +70°C с линейным понижением выходной мощности (2,5%/°C). Удельная мощность достигает значения 11,2 Вт/дюйм<sup>3</sup>.

Высокое значение КПД (до 89%) и пониженное выделение тепловой мощности — решающие факторы для использования этих изделий в телекоммуникационном оборудовании, где высокая удельная мощность и компактная дублированная система питания являются необходимыми для применений, имеющих ограничения в объёме. Модели с «горячей» заменой имеют выходы с блокирующими транзисторами (включенные по схеме ИЛИ), розетки IEC на передней панели и рычаги для извлечения.

Источники питания серии MFA350 имеют профиль 1U×2U, что обеспечивает вертикальное или горизонтальное размещение в стандартном шасси. ●

# 224

### Серверный корпус. Как ни верти

19" стойка или шкаф — привычное место для размещения промышленного сервера. Однако не всегда такая стойка нужна, поэтому возможность установить корпус, например, вертикально под столом не менее востребована.

Корпус GHI-460 от Akiwa предназначен как для пьедестального, так и стоечного (4U) промышленного сервера, выполняющего критически важные и ресурсоёмкие приложения. Питается он от мощного (до 950 Вт) источника с фронтальным доступом, резервируемого по схеме «2+1». Вместе с массивом из 5 отсеков для дисков «горячей» замены можно установить серверную материнскую плату размером до 13×16" и три привода 5,25". На задней панели расположены 7 отсеков для плат расширения.

Внутренняя температура контролируется с помощью панели индикаторов, а обдув производится тремя вентиляторами «горячей» замены.

В рабочем состоянии вся передняя панель, кроме индикаторов и портов USB, закрывается дверцей. Габаритные размеры корпуса 483×177×710 мм. ●



# 63

### Новые АЦП от ЗАО «Л-КАРД»

Интерфейсы Ethernet 100 Мбит/с и USB 2.0, портативность мобильных решений, универсальность удалённых и распределённых систем.

Особенности:

- конфигурируемая модульная конструкция на основе LTR. Число каналов от 1 до 256;
- универсальные и специализированные гальваноизолированные входы АЦП;
- прямое подключение промышленных датчиков;
- аналоговое управление — многоканальный ЦАП;
- гальваноизолированные каналы дискретного ввода/вывода;
- внесены в Госреестр средств измерений.

Возможна автономная работа с регистрацией данных на SD-карте и решение задач с обратной связью в реальном масштабе времени. ●

Телефон: (495) 785-9525,  
Факс: (495) 785-9514  
117105, Москва,  
Варшавское ш., 5, корп. 4,  
стр. 2  
www.lcard.ru



# 436

## Надёжный минимализм

То, что современные промышленные компьютеры могут сочетать в себе ультракомпактность с высокой производительностью и функциональностью, доказывают защищённые платформы iBASE AMI-200 и AMI-300. Они совместимы с целым рядом материнских плат формата Mini-ITX того же производителя: AMI-200 – MB500, MB770, MB879, MB896 и MB899; AMI-300 – MB896 и MB899. На их основе можно создать решения с уровнем производительности от AMD Geode LX через VIA C7 до Pentium M и Core 2 Duo. Все эти промышленные ПК безвентиляторные – обладают повышенной надёжностью. Модели серии AMI изготовлены из алюминия, имеют настольное/настенное исполнение. В AMI-200 можно установить 2,5" жёсткий диск, а в AMI-300 – ещё и малогабаритный оптический привод. В качестве источников питания выступают DC/DC-преобразователь и внешний адаптер питания мощностью 60 Вт. На передних панелях платформ расположено по паре портов USB 2.0. ●



# 69

## DC/DC-преобразователи с широким диапазоном входных напряжений для жёстких условий эксплуатации

Компания XP Power объявила о начале поставок новой серии MQP120 DC/DC-преобразователей, специально разработанных для систем, которые должны работать от сетей постоянного тока с номинальными значениями входных напряжений 12, 24 и 28 В. Модули предназначены для применений в связанном оборудовании, средствах обнаружения и системах вооружения, устанавливаемых на транспортных средствах. Преобразователи работают от сети постоянного тока с широким диапазоном изменения напряжения от 9,5 до 40 В и имеют выходную мощность 120 Вт.

Преобразователи серии MQP120 выполнены в виде корпусированных герметизированных модулей, что обеспечивает стойкость к воздействию ударов, вибраций и пыли. Модули отличаются компактностью — габариты 95×11,5×65 мм (исполнение без радиатора) и высокой удельной мощностью 26,7 Вт/дюйм<sup>3</sup>. Диапазон рабочих температур от –40 до +100°C (по основанию корпуса). Устанавливаемый по заказу радиатор обеспечивает нормальный тепловой режим. ●



# 225

## Компактность мощи не помеха

Форм-фактор Mini-ITX отлично подходит для того, чтобы создать системы, отвечающие самым современным требованиям к промышленным ПК по производительности и функциональности. Отличным примером тому служит материнская плата iBASE MI900. В её основу положен чипсет со встроенными видео- и аудиоконтроллерами Intel Q965, она поддерживает настольные двухъядерные процессоры Intel Core 2 Duo с частотой до 2,66 ГГц (LGA775, системная шина до 1066 МГц). Максимальный объём оперативной памяти составляет 4 Гбайт. На плате распаян слот PCI Express x16 для установки внешнего видеоадаптера, который обеспечит поддержку до двух дисплеев с интерфейсами DVI/LVDS. Для подключения накопителей предусмотрено 4 порта SATA 300 и двухканальный IDE-контроллер. Плата MI900 может быть оснащена двумя интерфейсами Gigabit Ethernet, по умолчанию имеется 2 порта RS-232, но их количество может быть увеличено до 6, столько же может быть и портов USB 2.0. ●



# 70

## Восемь ядер — один юнит

Компактная серверная платформа Advantech HPC-1420-ISSE при установке в стойку занимает секцию высотой всего 1U, что не мешает ей обладать богатой функциональностью. Платформа основана на чипсете Intel 5000P, в неё можно установить до двух двухъядерных ЦП Intel Xeon серий 5000/5100 или четырёхъядерных серии 5300, то есть 8 процессорных ядер умещаются всего в 1U! Важной особенностью, повышающей надёжность работы данной модели, является отсутствие в её устройстве соединительных кабелей. Максимальный объём ОЗУ составляет 48 Гбайт. HPC-1420-ISSE имеет 4 отсека «горячей» замены для жёстких дисков с интерфейсом SATA 300 или SAS, приобретение дополнительного контроллера позволит объединить их в RAID-массив 5-го уровня. Для заказа также доступен IPMI-модуль, позволяющий удалённо управлять сервером. Платформа может комплектоваться как одиночным, так и резервированным (1+1) блоком питания мощностью 700 Вт. ●



# 120

## Настенная картинка от Akiwa

Часто встречаются ситуации, когда необходимо, чтобы промышленный ПК был жёстко прикреплён к стене. Монтаж системного блока не всегда решает эту проблему, поскольку для работы требуется ещё и монитор. Корпус со встроенным ЖК-дисплеем Akiwa GHI-451 предоставляет выход из подобных ситуаций. В зависимости от модификации он совместим с материнскими платами формата ATX или одноплатными компьютерами стандарта PICMG. Экран имеет диагональ 10,4" и разрешение 800×600 точек. В корпус можно установить низкопрофильные оптический привод и дисковод, а также до двух 3,5" жёстких дисков. Блок питания может быть одиночным мощностью до 700 Вт или резервированным (1+1) мощностью до 500 Вт. Задачу охлаждения корпуса решают 4 вентилятора «горячей» замены. ●



# 63

## Двухъядерный CompactPCI

Компания Advantech продолжила развитие линейки процессорных плат формата CompactPCI 6U, представив модель MIC-3392. Она построена на базе чипсета для мобильных приложений Intel 945GM, а значит, поддерживает двухъядерные процессоры Core 2 Duo, отличающиеся высокой производительностью при низком энергопотреблении (максимальная частота 2,0 ГГц, системная шина – 667 МГц). На плате может быть распаяно до 2 Гбайт оперативной памяти, объём которой можно удвоить с помощью разъёма SODIMM.

Модель MIC-3392 работает на шине PCI 64 бит/66 МГц и соответствует стандартам PICMG 2.1 («горячая» замена), PICMG 2.9 (удалённое управление по протоколу IPMI) и PICMG 2.16 (поддержка кросс-панелей с коммутацией пакетов). К плате можно подключить 2 SATA-диска и CompactFlash-карту. MIC-3392 поддерживает модули тыльного ввода/вывода и имеет PMC-слот на передней панели. Там же расположены 2 интерфейса Gigabit Ethernet, 2 USB-порта, порт RS-232 и VGA-разъём. ●



# 108

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 участвовавшими 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.

## АСУ ТП участка взвешивания цемента

НПФ «Индустриальные технологии» разработана и внедрена АСУ ТП приготовления смеси для производства шифера на Искитимском шиферном заводе Новосибирской области.

Система предназначена для

- управления технологическим оборудованием в автоматическом и ручном режимах;
- технологического учета израсходованного сырья.

В качестве управляющего устройства используется ПЛК WAGO I/O серии 750. Человеко-машинный интерфейс реализован на панели оператора фирмы Maple Systems с сенсорным экраном. Аппаратура защиты и коммутации фирмы Siemens, блоки питания WAGO и ПЛК помещены в электрические шкафы фирмы Rittal. Для снижения затрат на эксплуатацию и для достижения максимальной надёжности системы весь электрический монтаж выполнен с применением пружинных клемм WAGO. Механические весы заменены на электронные, оснащённые тензометрическими датчиками и измерительными преобразователями фирмы Scaime.

Внедрение АСУ ТП приготовления смеси позволило заводу добиться 15% экономии материалов при существенном улучшении качества выпускаемой продукции.

Система имеет гибкую структуру и по желанию заказчика может быть в дальнейшем модернизирована. ●

**ООО НПФ «Индустриальные технологии», г. Новосибирск**  
**Телефон: (383) 335-6380, 335-6381**  
**E-mail: market@i-techno.ru**  
**Web: www.i-techno.ru**



# 487

## Автоматизированная система управления теплотехническими испытаниями

Компания «Системы реального времени-Украина» сдала в промышленную эксплуатацию автоматизированную систему управления теплотехническими испытаниями для испытательной лаборатории компании «ХОТ-ВЕЛЛ» (г. Харьков).

Лаборатория создана для испытания котельного оборудования мощностью от 5 до 200 кВт, выпускаемого компанией «ХОТ-ВЕЛЛ» и другими производителями.

Система обеспечивает одновременное проведение теплотехнических испытаний в автоматическом режиме по всем теплотехническим параметрам на нескольких стендах лаборатории в соответствии с международными стандартами.

Программное обеспечение позволяет проводить гибкую настройку системы, тарирование измерительных каналов, метрологическую поверку, формирование графиков и отчётов по результатам испытаний.

Комплекс технических средств АСУ «Теплотехнические испытания» спроектирован на базе IBM PC совместимого контроллера фирмы Advantech, размещённого в 19" стойке.

Управляющий контроллер выполнен на базе шасси IPC-616 и процессорной платы PCL-6186, с использованием УСО фирм

Advantech, Fastwel. Дополнительно комплекс оснащён АРМ оператора на базе офисного компьютера.

ПО разработано с использованием специализированного пакета Octavo 1.0 («СРВ-Украина») и функционирует под управлением ОС РВ QNX 6.3. ●

**АОЗТ «Системы реального времени-Украина», г. Днепропетровск**  
**Телефон: (+38-0562) 39-2223**  
**Факс: (+38-0562) 32-4759**  
**E-mail: integration@rts.ua**  
**Web: www.rts.ua**



# 209

## Автоматизированная система мониторинга и ведения процесса при измельчении и флотации медного концентрата

Специалистами ООО «ASU Technology» реализован проект по разработке АСУ ТП измельчения и флотации медного концентрата 6-9 секций ЦИИФ медной обогатительной фабрики для ОАО «Алмалыкский ГМК».

Цель проекта — замена морально устаревшего оборудования контроля с переходом на более надёжную микропроцессорную технику. Задачи внедрения АСУ: уменьшение человеческого фактора при ведении ТП измельчения и флотации медного концентрата; повышение производительности технологического оборудования; увеличение подконтрольной зоны.

Реализованы мониторинг процесса путём создания централизованной системы АСУ ТП, автоматическое управление процессом подачи флотореагентов, автоматическое ведение загрузки мельниц рудой, автоматическое поддержание уровня пульпы во флотомашинах.

Система построена на высокопроизводительных контроллерах семейства Fastwel CPU 686E. Для разработки ПО контроллеров применён пакет UltraLogik, для АРМ операторов использован SCADA-пакет GENESIS32. С его помощью разработаны мнемосхемы технологических процессов и состояния оборудования, которые позволяют оператору получать в режиме реального времени текущую информацию, необходимую для ведения техпроцесса, реализована функция формирования и архивации отчётной документации. ●



**ООО «ASU Technology», г. Алмалык**  
**Телефон/факс: (+998-7061) 484-95**  
**E-mail: info@asutechnology.uz**  
**Web: www.asutechnology.uz**

# 212

## «СТА» в Internet: www.cta.ru

Address: http://www.cta.ru/

**СТА** ЖУРНАЛ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ» 4'2007

СВЕЖИЙ НОМЕР О ЖУРНАЛЕ ПОДШИВКА РУБРИКИ

О журнале

"Современные технологии автоматизации" ("СТА") — это журнал для квалифицированных специалистов, работающих в сфере промышленной автоматизации и других смежных областях. Он предназначен как для разработчиков и системных интеграторов, так и для конечных пользователей систем автоматизации. Кроме того, издание представляет несомненный интерес для консалтинговых и торговых фирм, работающих на рынке высоких технологий.

подробнее >>

КУПИТЬ Цена: 123 руб.

БЕСПЛАТНАЯ подписка на журнал

ОБНОВИТЕ ПОДПИСКУ на 2008 год

События

01.10.2007  
Состоялась выставка «ПТА-2007»

20.09.2007  
Французские профессиональные выставки

14.09.2007  
Конференция LonMark Sessions-2007

Наши награды

Приглашаем читателей принять участие в работе форума на сайте журнала «СТА»: [www.cta.ru](http://www.cta.ru)

**Редакция журнала «СТА» приглашает к сотрудничеству научных редакторов, авторов и рецензентов.**

Телефон: (495) 234-0635,  
факс: (495) 232-1653,  
e-mail: [info@cta.ru](mailto:info@cta.ru)

### Уважаемые читатели,

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.

### 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.

### Конкурс на лучшую статью

Продолжается конкурс на лучшую статью, опубликованную в журнале с 1-го номера 2007 г. по 4-й номер 2007 г. Авторы-победители получают 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 (стр. 111) или в форуме на сайте [www.cta.ru](http://www.cta.ru)

### Подписка на журнал «СТА»

Мы предлагаем вам следующие варианты получения нашего журнала:

**Для гарантированного и регулярного получения журнала «СТА» необходимо оформить платную подписку**

- через подписное агентство «Роспечать» по каталогу «Роспечать».  
Подписные индексы: на полугодие — 72419, на год — 81872
- через агентство МАП («Межрегиональное агентство подписки») по каталогу «Почта России».  
Подписной индекс на полугодие (2 номера) — С6820.  
Телефон: (495) 648-9394, доб. 11-36/ 11-16,  
факс: (495) 648-9394, доб. 11-14.

#### 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

Даже если вы были ранее подписаны,  
**ДЛЯ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ БЕСПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «СТА»**

вам необходимо заполнить форму на стр. 111 или на сайте [www.cta.ru](http://www.cta.ru)

## ИНДЕКСЫ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ КАРТОЧКИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

СТРАНИЦА	КОМПАНИЯ	ИНДЕКС
17	Advantech	#105
45		#130
104		#127
106		#111
108		#120
108		#108
107, 108	Akiwa	#63
109	ASU Technology	#212
106	Diamond Systems	#221
1	Fastwel	#116
83		#449
19		#232
4-я обл.		#233
9		#235
103, 104		#235
105, 106		#235
105	Hirschmann	#50
106		#50
104	iBASE	#70
107		#66
108		#69
108		#70
31	Iconics	#252
35	Indukey	#193
95	Lambda	#220
104	Lippert	#195
106		#196
85	Maple Systems	#136
2-я обл.	Mitac	#171
103		#173
91	Octagon Systems	#5
103		#11
104		#11
50	Pepperl+Fuchs	#123
11	RDC	#483
105	RTD	#417
71	SanDisk	#31
61	Scaime	#411
25	Schroff	#71
65		#77
104	Sharp	#266
2	VIPA	#286
3-я обл.	WAGO	#391
15, 103	XP Power	#223
105, 107		#224
108		#225
107	АКОМ	#296
109	Индустриальные технологии	#487
13	Клинкманн	#36
105	Контрол Текникс	#135
107	Л-Кард	#436
93	Ниеншанц-Автоматика	#246
51	ПЛКСистемы	#476
63	ПРОСОФТ	#27#
23	Прософт-Системы	#24
109	Системы реального времени-Украина	#209

## 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.STA.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 подписку**

(информация на сайте <http://www.STA.ru/>)

Поля, отмеченные \*, обязательны для заполнения. Можно отмечать несколько пунктов в одном разделе анкеты.

/  Укажите в этом поле Ваш идентификационный номер из двух чисел, напечатанный на адресной наклейке конверта, в котором Вы получаете журнал, — это ускорит обработку анкеты.

Фамилия, имя, отчество\* \_\_\_\_\_

Организация\* \_\_\_\_\_

Должность\* \_\_\_\_\_

Телефон\* \_\_\_\_\_

E-mail\* \_\_\_\_\_

Отдел \_\_\_\_\_

Факс\* \_\_\_\_\_

Сайт\* \_\_\_\_\_

Адрес предприятия\* \_\_\_\_\_

Почтовый индекс, город\* \_\_\_\_\_

Район, область\* \_\_\_\_\_

Адрес\* \_\_\_\_\_

**Почтовый адрес для доставки журнала «СТА», если он отличается от адреса предприятия:**

Почтовый индекс, город: \_\_\_\_\_

Район, область: \_\_\_\_\_

Адрес: \_\_\_\_\_

### 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-ть
- Телекоммуникации
- Транспорт
- Металлургия
- Горнодобывающая промышленность
- Машиностроение
- Приборостроение
- Строительная индустрия
- Легкая и пищевая промышленность
- Медицина
- Автоматизация зданий
- Сельское хозяйство
- Другая \_\_\_\_\_

### Вы рекомендуете, принимаете решение о применении или закупаете следующее оборудование:

- Промышленные компьютеры
- Встраиваемые системы
- Программируемые контроллеры и распределенные системы ввода-вывода
- Программное обеспечение
- Средства операторского интерфейса
- Монтажные шкафы, корпуса и конструктивы
- Устройства сбора данных и управления, КИП
- Магистрально-модульные системы
- Электромоторы и приводы
- Оборудование для телекоммуникаций, сетей Ethernet и Fieldbus
- Оборудование для беспроводной передачи данных
- Оборудование для применения во взрывоопасных зонах
- Датчики, индикаторы и исполнительные устройства
- Источники питания
- Клеммы, кабели, электроустановочные изделия, монтажный инструмент
- Другое \_\_\_\_\_

### Вид деятельности Вашей организации\*:

- Системная интеграция
- Производство 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 пометку в этом квадрате, если Вы уже оформили подписку на 2008 г. через подписные агентства.

### Конкурс на лучшую статью

Укажите фамилию автора и название лучшей, по Вашему мнению, статьи из опубликованных в 2007 г.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Обведите в таблице номер, который совпадает с номером, указанным 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

### REVIEW/Technology

#### 6 Current state and prospects of the automation systems at the concrete plants

By Aleksandr Chernigovsky

The article addresses the basic approaches of the Russian designers to the development of the state-of-the-art automated control systems for the concrete mixing units at the concrete plants and gives the examples of their practical implementation, including those employing the digital microwave sensors for measuring moisture of the concrete mix.

### SYSTEM INTEGRATION/Public Utilities

#### 20 Automated system for monitoring quantity and quality of the municipal services provided to the urban population

By Vasily Karpov

The article describes the implementation of a system for monitoring quantity and quality of the municipal services furnished to the people of a small city near Moscow. The main objectives pursued when designing the system were to improve quality of the municipal services as well as provide a possibility for prompt response to various emergencies and a case study of the emergencies occurred based on the historical data on the behavior of an object before and during an accident in order to prevent the similar situations in the future.

### SYSTEM INTEGRATION/Metallurgy

#### 26 Automation of a steel giant

By Dmitriy Shvetsov

The article provides an example of the efficient implementation of the state-of-the-art automated process control system at a steel foundry, with emphasis on the creation and development of the competitive smart enterprises of the industry. The article discusses the necessity for utilizing such systems in a vertical chain - from the ore processing to the transportation of the end products to the buyers.

### DEVELOPMENT/Metallurgy

#### 32 Press control system based on ADAM-5510

By Vitaliy Shcherbakov, Aleksei Baraboshkin and Anatoliy Diulin

The article illustrates a reliable and efficient solution for the low-budget automation projects by the example of the control system for the press employed in the production of the refractory bricks for the metallurgy applications.

#### 36 A measuring probe for the automatic determination of the melting parameters in the converter

By Pavel Maksimov

In circumstances where the converter steel production is intensified, the use of a probe with an automatic recharge of the replaceable blocks and hence a possibility of repeated measurements of the steel parameters allows the converter operation without shutdown. The measuring probes installed at OJSC Severstal have successfully passed the tests. The tap-to-tap cycle was reduced by four minutes.

### DEVELOPMENT/Building Automation

#### 40 Intellectual world of the cottages

By Dmitriy Volkov and Dmitriy Shvetsov

The article covers the individual components of the automated control system of a residential community. The experience of use of the modern equipment and advanced software technologies for the intellectual buildings described here will contribute to a pool of the successful solutions for cozy and comfortable housing.

### DEVELOPMENT/Public Utilities

#### 46 Environmentally friendly car wash project

By Nikolay Zhilenkov

The article gives rationale for the necessity of a comprehensive approach to the development of a car wash project which is a mass-produced product meeting the environmental safety requirements while maintaining its efficiency as a business project. The article shows that the main component of such approach is the design of the centralized automatic car wash control system. The selected hardware for the system is described.

### DEVELOPMENT/Safety

#### 52 Implementing certified safety systems in the industrial enterprises of Russia

By Grigoriy Bragin

The increase in the production volumes in many enterprises of Russia is observed in the last decade, especially in the metallurgical and machine-building industries. It is accompanied by a high level of automation, a fast increase and intensity of machine utilization. The adoption of new technological processes considerably increased requirements for the safety of the equipment operation, because the issues of preventing the service personnel traumatism, protection the expensive equipment from the damages became topical.

### HARDWARE/Industrial Controllers

#### 56 Fastwel I/O inside. Part 4

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.

### HARDWARE/Flash Memory

#### 68 The solid-state disks are the reliable solution for the mission-critical applications. Part 2

By Albert Baishev

The article provides a comparative analysis of the efficiency of data storage on the solid-state and hard disks and offers an overview of the existing formats of the solid-state disks. The article investigates the problems typical for the NAND-memory and shows how these problems can be handled utilizing the TrueFFS® software thus making the NAND-memory advantages as to capacity, efficiency, reliability and cost available to the users.

### SOFTWARE/Real-Time Operating Systems

#### 72 Using resources integration technology to design the fault-tolerant military systems

By Kerry Johnson and Paul Leroux

The network military technologies depends to a great extent on the interconnected platforms, weaponry and communications as well as the sensor systems, each containing the smart capabilities and thus, making it vulnerable to the software errors, hackers' attacks and simply erroneous code. One of the methods for guaranteed protection of the global information network from the effect of the faults of its individual systems is to utilize the operating systems featuring the resources integration functions. Using patented QNX adaptive decomposition technology provides the guaranteed runtime for real time applications, neutralizes the threats and protects the system.

### STANDARDS AND CERTIFICATION

#### 76 Fundamentals of the basic GOST R IEC Standards for the telemetering devices and systems. Part 1

By Aleksandr Vulis and Victor Sumitelnov

The article presents the fundamentals of a number of the basic standards for the telemetering devices and systems developed by the International Electrotechnical Commission and introduced in our country so that the Russian developments in this field meet the international standards and show promise for the unification of the technical solutions.

### ENGINEER'S NOTEBOOK

#### 86 PID controllers: issues of implementation. Part 1

By Victor Denisenko

The previous articles of the author devoted to the PID controllers described their design philosophy and modifications. This paper continues the discussion and gives an overview of the methods for the manual calculation of the parameters, automatic adjustment and adaptation of the PID controllers.

### EXHIBITIONS, CONFERENCES, SEMINARS

#### 100 International Maritime Defence Show-2007: "The fleet will live!"

By Aleksei Gaponenko

#### 101 Successful start in Novosibirsk

### SHOWROOM

103

### SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF

109

### NEWS

39, 82, 98, 101

### CD-ROM in this issue

WAGO



# Проверено железными дорогами



Пружинные клеммы  
**WAGO SAGE CLAMP®**  
работают на  
железнодорожном  
транспорте с 1978 г.:

- при сильной вибрации,
- в диапазоне температур от -40 до +55°C

**ОТКАЗОВ  
НЕ ЗАФИКСИРОВАНО**

127106, Москва, Гостиничный проезд, 4Б  
E-mail: [info@wago.ru](mailto:info@wago.ru)  
Web: [www.wago.ru](http://www.wago.ru)

**WAGO**<sup>®</sup>  
INNOVATIVE CONNECTIONS

**Пружинные клеммы  
WAGO SAGE CLAMP®**

Официальный дистрибьютор в России и странах СНГ — компания ПРОСОФТ

**МОСКВА**

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

**С.-ПЕТЕРБУРГ**

Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: [info@spb.prosoft.ru](mailto:info@spb.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

**ЕКАТЕРИНБУРГ**

Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: [info@prosoftsystems.ru](mailto:info@prosoftsystems.ru) • Web: [www.prosoftsystems.ru](http://www.prosoftsystems.ru)

**САМАРА**

Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: [info@samara.prosoft.ru](mailto:info@samara.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

**НОВОСИБИРСК**

Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: [info@nsk.prosoft.ru](mailto:info@nsk.prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

**КИЕВ**

Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: [info@prosoft-ua.com](mailto:info@prosoft-ua.com) • [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

**PROSOFT**<sup>®</sup>

#391

Реклама

# Экстремальная НАДЕЖНОСТЬ!!



ВНЕСЕНА В РЕЕСТР  
СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РФ

**Fastwel**

## РАСПРЕДЕЛЁННАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ **FASTWEL I/O**

- Диапазон рабочих температур **-40...+85°C**
- Адаптирована к специфическим условиям применения в России
- Синусоидальная вибрация с частотой 10...500 Гц, с ускорением до 5g
- Одиночные удары с ускорением до 100g
- Степень защиты IP20
- Нарботка на отказ (MTBF) от 700 000 часов
- Контроллеры для сетей CAN, Modbus, Ethernet
- Поддержка CoDeSys

Эксклюзивный дистрибьютор компании FASTWEL в России, странах СНГ и Балтии — компания ПРОСОФТ

#233

Реклама

**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 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

**САМАРА**

Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**НОВОСИБИРСК**

Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**КИЕВ**

Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru