

# СТА

СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМАТИЗАЦИИ

WWW.CTA.RU

**ПОДПИСКА**  
НА 2014 г.  
СТР. 102

## НАДЁЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ

- обеспечение высокой доступности информационных систем
- резервированные системы сбора и архивирования данных
- IT-безопасность в промышленных сетях
- вычислитель для систем информационной безопасности
- оценка надёжности устройств релейной защиты

## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

- видеорекамеры
- операторские панели
- частотно-регулируемые приводы



# Компьютеры для автоматизации электрических подстанций

Соответствие  
IEC 61850-3  
IEEE 1613



## ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

### Компьютеры для автоматизации электрических подстанций

Разработаны для использования в качестве терминальных серверов, шлюзов передачи данных, серверов кибербезопасности и сетевых рекордеров

- Поддержка протоколов IIRIG-B и синхронизация времени для электроподстанций
- Наличие оптоволоконных портов LAN и последовательных портов с гальванической развязкой
- Утилита удаленного управления и реле с событийным запуском сокращают время простоя
- Установка в 19" стойку/шкаф

Advantech Co., LTD.

Представительство  
в России

Тел.: (495) 232-1692,  
8 (800) 555-0150  
(бесплатно по России)

info@advantech.ru  
www.advantech.ru



**UNO-4678**

Промышленный ПК в корпусе высотой 1U с процессором Celeron® M 1 ГГц и 512 Мбайт памяти. Порты: 8xCOM и 3xLAN



**UNO-4671A/4672**

Безвентиляторный компьютер в корпусе высотой 2U с процессором Intel Celeron® M/Pentium® M. Порты: 10xCOM, 6xLAN, 8 DI/DO и PC/104+



**UNO-4673A/4683**

Компьютер в корпусе высотой 2U с процессором Intel® Atom™ D510/ Core™ i7. Порты: 6xLAN, 2xCOM, 3 слота расширения



**UNO-4672 I/O  
Модули расширения**

Порты RS-232/422/485 с гальванической развязкой, IIRIG-B, Smart LAN



### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**АЛМА-АТА** Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
**ВОЛГОГРАД** Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

**PROSOFT®**



## Новые технологии надёжности

### Волоконно-оптические измерительные системы



OBSGW-100 — датчики для контроля напряжённно-деформированного состояния объектов

OBLG — экстензометры с измерительной базой до 1,5 м для любых поверхностей

OBDI — датчики для измерения структурной деформации или относительного смещения

OBTI — инклинометры для высокоточных измерений угла наклона

#### Преимущества перед электрической системой

- Нечувствительность к электромагнитным помехам
- Устойчивость к коррозии
- Взрывобезопасные системы (применение светового сигнала вместо электрического)
- Использование до 15 датчиков в одной измерительной линии суммарной длиной до 4 км



#### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SCAIME

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**АЛМА-АТА** Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
**ВОЛГОГРАД** Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

**HIRSCHMANN**A **BELDEN** BRAND**WLAN проходит без помех****Clear Space® — запатентованная технология получения чистого сигнала в шумных средах**

Серия Hirschmann OpenBAT

**Беспроводное оборудование стандарта IEEE 802.11n (Wi-Fi)**

- 1 или 2 радиомодуля IEEE 802.11a/b/g/h/n
- Скорость передачи до 450 Мбит/с
- Технологии MIMO 3x3, MESH, WDS
- -40...+75°C, конформное покрытие
- Внутреннее и внешнее исполнение IP40/IP67

Вся необходимая инфраструктура:

**BAT-C** – простой и компактный клиент сети

Антенны, кабели, грозозащита

**BAT-Controller** – аппаратный централизованный контроллер точек доступа**BAT-Planner** – ПО для расчета зон покрытия и скоростей передачи на плане объекта**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ HIRSCHMANN**

<b>МОСКВА</b>	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>С.-ПЕТЕРБУРГ</b>	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>АЛМА-АТА</b>	Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
<b>ВОЛГОГРАД</b>	Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>ЕКАТЕРИНБУРГ</b>	Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
<b>КАЗАНЬ</b>	Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>КИЕВ</b>	Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
<b>КРАСНОДАР</b>	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>Н. НОВГОРОД</b>	Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>НОВОСИБИРСК</b>	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>ОМСК</b>	Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>САМАРА</b>	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>УФА</b>	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>ЧЕЛЯБИНСК</b>	Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

**PROSOFT®**



Производственно-практический журнал «СТА»  
(«Современные технологии автоматизации»)

Главный редактор Сергей Сорокин

Зам. главного редактора Леонора Турок

Научный редактор Александр Липницкий

Редактор Ольга Семёнова

Редакционная коллегия Алексей Гапоненко,  
Андрей Головастов,  
Виктор Жданкин,  
Константин Кругляк,  
Иван Лопухов,  
Виктор Половинкин,  
Дмитрий Швецов,  
Валерий Яковлев

Дизайн и вёрстка Анна Хортова,  
Константин Седов

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

Издательство «СТА-ПРЕСС»  
Директор Константин Седов

Служба распространения Ирина Лобанова  
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

Выходит 4 раза в год. № 4'2013 (69)  
Журнал издаётся с 1996 года. Тираж 10 000 экземпляров

Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати  
Свидетельство о регистрации № 015020  
Индексы по каталогу «Роспечати» – 72419, 81872  
ISSN 0206-975X  
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных  
партнёров Торгово-промышленной палаты РФ

Цена договорная  
Отпечатано: 000 ПО «Периодика»  
Адрес: 105005, Москва, Гарднеровский пер., д. 3, стр. 4

Перепечатка материалов допускается только с письменного  
разрешения редакции. Ответственность за содержание рекламы  
несут компании-рекламодатели. Материалы, переданные  
редакции, не рецензируются и не возвращаются.  
Ответственность за содержание статей несут авторы.  
Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов.  
Все упомянутые в публикациях журнала  
наименования продукции и товарные знаки являются  
собственностью соответствующих владельцев.  
© СТА-ПРЕСС, 2013

Фото на обложке © Marotistock|dreamstime.com

**Александр Константинович Липницкий**  
31.01.1958 – 15.09.2013

15 сентября 2013 года на 56-м году жизни скончался А.К. Липницкий,  
старейший и уважаемый сотрудник издательства «СТА-ПРЕСС»,  
научный редактор журнала «СТА» с 1999 года.

Для всех, кто был с ним знаком и тем более сотрудничал,  
Александр Константинович останется душевным и интеллигентным  
человеком с высоким уровнем знаний, настоящим профессионалом,  
обладавшим очень широким кругозором во многих областях науки и техники.  
Всегда подкупала его простота общения, душевность и способность  
сделать каждую статью «шедевром» независимо от уровня и качества  
авторского материала.



### Уважаемые друзья!

Ну что же. Ракетные удары по Сирии как минимум откладываются, и Президент России вполне заслужено может получить Нобелевскую премию мира. Нестабильность на Ближнем Востоке, порождённая «арабской весной», и, в частности, события в Сирии и Египте на время отвлекли внимание мировой общественности от страны, которая пока что только подозревается в разработке оружия массового уничтожения, но уже стоит второй в очереди на силовые разборки с некоторыми странами, которым появление такого оружия у этой страны активно не нравится и которые вопреки Уставу ООН, запрещающему угрозы применения силы, весьма недвусмысленно намекают на силовое решение проблемы. Речь, конечно, идёт об Иране.

Мы не знаем, дойдёт ли дело до бомбардировок ядерных объектов Ирана и насколько эффективными будут эти бомбардировки против тех из них, которые находятся глубоко под землёй. Однако совершенно неоспоримо, что совсем недавно мы столкнулись с новой реальностью, когда появилось по-настоящему грозное оружие, которому, как оказалось, не помеха даже бетонные стены многометровой толщины. Читатели, думаю, догадались, что я имею в виду компьютерные вирусы вообще и тот самый вирус StuxNet в частности, который нанёс атомной программе Ирана ущерб, сравнимый с результатами масштабированной бомбардировки.

Эта поучительная история вкупе с откровениями товарища Сноудена о том, что АНБ (из самых благих, конечно, пожеланий) искусственно вставляет уязвимости в алгоритмы, программы и аппаратуру, выводит актуальность информационной защиты систем АСУ ТП (особенно для опасных объектов) на совершенно новый уровень. Стандартные для компьютерного и телекоммуникационного рынков решения всё более широко используются при создании систем автоматизации. И этот процесс не остановить. В МЭК полным ходом идёт процесс стандартизации применения технологий беспроводной связи в системах АСУ ТП. А ведь в этом случае агенту мировой закулисы или безбашенному хакеру достаточно попасть в пределы радиовидимости, чтобы иметь технические возможности нанести ущерб объекту автоматизации вплоть до инициации техногенной катастрофы.

Всё сказанное объясняет, почему в этом номере журнала уделено большое внимание вопросам информационной безопасности. Описаны как программные, так и аппаратные средства обеспечения безопасности информационных систем, но мы, естественно, не претендуем на полноту охвата этой темы, которая, как электрон, неисчерпаема.

Кроме того, читатели найдут довольно разнообразный набор проектов в разделе системной интеграции и, надеюсь, полезные обзоры по системам высокой доступности и машинному зрению.

Конечно, я не могу в колонке редактора не упомянуть того горестного события, которое случилось в нашем коллективе. Безвременно ушёл из жизни член редколлегии и наш бесценный научный редактор Александр Липницкий. Хочу от имени коллектива редакции и, уверен, от всех авторов нашего журнала выразить родным и близким Александра глубокое соболезнование.

Всего Вам доброго!

*Сорокин*

С. Сорокин



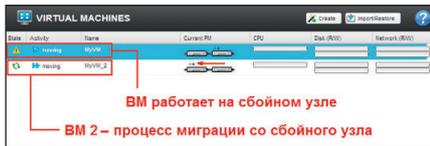
# СОДЕРЖАНИЕ 4/2013

## ОБЗОР Технологии

### 6 Решение AdvantiX Intellect для обеспечения высокой доступности информационных систем

Игорь Афонин

Статья даёт общее представление о высокой доступности информационных систем, обслуживающих современные производственные процессы, о её влиянии на совокупную стоимость владения и методах достижения. Описывается отказоустойчивая система на базе решения AdvantiX Intellect, обеспечивающего её высокую доступность, приводятся основные особенности и преимущества данного решения.



## ОБЗОР Промышленные сети

### 12 IT-безопасность в промышленности. Глубокий анализ пакетов данных для SCADA-систем

Эрик Байрс

В статье рассматривается специфика обеспечения IT-безопасности в промышленной среде, приводятся примеры реальных угроз. Представлена технология DPI как основное средство обнаружения вредоносного обеспечения; приведён пример оборудования, реализующего данную технологию.



### 18 Защита промышленных сетей в системах автоматизации

Денис Зозуля

Современные системы автоматизации строятся с применением сетевых технологий, но информационной безопасности АСУ ТП не всегда уделяется должное внимание. Защита сетей Industrial Ethernet – это дополнительная мера обеспечения безопасности технологического процесса от современных информационных угроз.

## ОБЗОР Аппаратные средства

### 20 Операторские панели SIMATIC: актуальное состояние и тенденции развития

Владимир Юрченко

Цель данной статьи – дать краткое описание современного состояния устройств человеко-машинного интерфейса в спектре продукции, производимой концерном Siemens под маркой SIMATIC. В силу ограниченности размеров журнальной публикации приведённые в статье данные не претендуют на полноту, но они позволяют классифицировать и осветить модельный ряд операторских панелей по положению на текущий 2013 год, рассказать о новинках, ближайших перспективах развития и об основных вопросах, возникающих при работе с этими устройствами, а также сравнить операторские панели между собой и с панельными компьютерами SIMATIC.



## 26 Промышленные видеокамеры для систем машинного зрения

Алексей Медведев

В статье приведены результаты опроса среди производителей и потребителей видеокамер для промышленных приложений. Рассмотрены ключевые узлы системы машинного зрения с примерами конкретных изделий.



## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ Нефтегазовая промышленность

### 32 Учебно-лабораторный комплекс по применению автоматизированных систем для исследования явлений переноса в пористых средах

Александр Гаврилов, Александр Деркач, Раис Камалиев, Вячеслав Маценко, Марат Овчинников

В статье описан учебно-лабораторный комплекс по применению автоматизированных систем для исследования явлений переноса в пористых средах, созданный на кафедре радиоэлектроники Казанского (Приволжского) федерального университета. Комплекс используется для подготовки специалистов в области АСУ ТП для нефтяной промышленности. Основу комплекса составили модульные ПЛК FASTWEL I/O и SCADA-пакет GENESIS32.

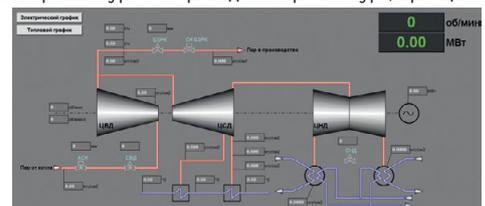


## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ Энергетика

### 44 Электрическая часть системы регулирования и защиты паровой турбины

Максим Кузнецов, Евгений Алсуфьев

В статье описывается программно-технический комплекс электрической части системы регулирования и защиты (ЭЧСРиЗ), предназначенный для автоматизации функций системы регулирования новых или реконструируемых паровых турбин. Приводятся архитектура, принципы работы и особенности системы, краткое описание математической модели паровой турбины.



## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

### Металлургия

#### 50 Модернизация цеха наполнения баллонов с применением RFID-технологий

*Владимир Шевлягин*

В статье рассматривается решение по автоматизации технологического процесса наполнения и учёта кислородных баллонов цеха наполнения баллонов кислородной станции № 1 ОАО «ГМК «Норильский никель». Предложен подход, позволяющий повысить безопасность наполнения и использования баллонов, снизить трудоёмкость учёта газовых баллонов, обеспечить контроль их состояния, перемещений и выполняемых с ними операций.



## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

### Медицинская техника

#### 54 Создание резервированных систем сбора и архивирования информации на промышленных объектах

*Василий Карпов*

Резервированная система сбора и архивирования информации позволяет фармацевтическим предприятиям получить высоконадёжную систему отслеживания параметров в соответствии с требованиями стандарта GMP. В случае необходимости система способна представить заинтересованным лицам документы, подтверждающие соблюдение требований к технологическим процессам и микроклимату «чистых» помещений.

## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ

### Научные исследования

#### 58 Система управления электромеханизмами купола телескопа

*Владимир Шитов,  
Николай Панков,  
Александр Беляев*

Рассмотрен программно-аппаратный комплекс новой системы управления электромеханизмами купола зеркального телескопа им. Г.А. Шайна как подсистемы разрабатываемой комплексной автоматизированной системы. Сформулированы основные требования, предъявляемые к системе. Представлены некоторые результаты натурных испытаний.



## РАЗРАБОТКИ

### Научные исследования

#### 68 Автоматизированный стенд для исследования массообменных и гидродинамических процессов

*Александр Соловьёв,  
Кирилл Яковлев*

В работе рассматривается автоматизированный стенд для научных исследований, разработанный на основе ПЛК ADAM-5510EWK/TP. Материал статьи может быть полезен для решения задач управления в АСУ ТП на цеховом уровне.



## РАЗРАБОТКИ

### Безопасность

#### 76 Применение специализированных вычислителей на основе ПЛИС для решения задач информационной безопасности

*Артём Коновальчик*

В статье поднимаются вопросы информационной безопасности в современном мире. Рассмотрены и проанализированы зарубежные решения на ПЛИС для построения супер-ЭВМ. Приведено описание отечественного специализированного вычислителя БВР-01 для применения в составе гибридных кластерных систем.



## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

### Приводы

#### 80 Частотный преобразователь промышленного назначения SINUS PENTA

*Роман Патисов*

В данной статье рассматривается промышленный частотно-регулируемый привод SINUS PENTA производства Santerno, его основные характеристики и области применения.



## СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

#### 84 Оценка вероятности отказа при появлении требования на срабатывание РЗА

*Олег Захаров*

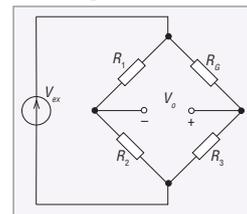
В статье показан практический пример оценки для цифровых устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) показателя «средняя вероятность отказа в срабатывании устройства за год (при появлении требования)» с использованием информации, полученной от эксплуатирующих организаций.

## В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

#### 88 Датчики на основе тензорезисторов и принципы их применения в измерениях

*Виктор Денисенко*

В статье изложены принципы построения тензорезисторов, различные варианты схем включения, источники погрешностей измерений и методы их снижения.



## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

95

## БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

101

## НОВОСТИ

52, 55, 67, 75, 83



Игорь Афонин

## Решение AdvantiX Intellect для обеспечения высокой доступности информационных систем

Статья даёт общее представление о высокой доступности информационных систем, обслуживающих современные производственные процессы, о её влиянии на совокупную стоимость владения и методах достижения. Описывается отказоустойчивая система на базе решения AdvantiX Intellect, обеспечивающего её высокую доступность, приводятся основные особенности и преимущества данного решения.

### ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение высокой доступности информационной системы является одним из главных требований для непрерывности производственных процессов компаний любого масштаба и автоматизации различных уровней: систем телемеханики, SCADA и MES, диспетчерских и ERP-систем.

Выбор стратегии обеспечения высокой доступности напрямую зависит от специфики производства. Прежде всего, на выбор влияют ущерб от простоя и максимально допустимое время простоя, а также временной режим функционирования (например, 8/5 – 8 часов в день и 5 дней в неделю или 24/7 – 24 часа в день и 7 дней в неделю). Так, для точки розничной торговли и предприятия с непрерывным производственным циклом стоимость простоя может отличаться в несколько раз. Более того, отказ информационной системы на критически важных производствах влияет на безопасность технологических процессов и может привести к невосполнимым потерям.

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Высокая доступность (High Availability) и отказоустойчивость (Fault Tolerance) –

не одно и то же. Понятие «высокая доступность» значительно шире и более значимо, хотя понятие «отказоустойчивость» часто используется как его синоним, чтобы показать, как реализуется высокая доступность.

Отказоустойчивые решения – это аппаратно-ориентированные системы, использующие специализированные аппаратные средства для обнаружения ошибок и мгновенного переключения на резервный компонент оборудования. Применительно к информационным системам этим компонентом может быть процессор, память, системная плата, блок питания, подсистемы ввода/вывода или подсистемы хранения. Возможность перехода на дублирующий компонент обеспечивает высокий уровень отказоустойчивости.

Решения высокой доступности используют различные комбинации стандартного оборудования и программного обеспечения, сводя к минимуму время простоя (Downtime) и восстановления (Recovery), когда система или её часть выходит из строя. Достигается высокая доступность комплексным организационно-техническим подходом, в который вовлечены технологии, процессы и специалисты.

Доступность рассчитывается на основе характеристик надёжности по следующей формуле:

$$Av = MTBF / (MTBF + MTTR), \quad (1)$$

где MTBF (Mean Time Between Failures) – среднее время между сбоями (характеризует способность системы не быть подверженной сбоям);

MTTR (Mean Time To Recover) – время восстановления (характеризует способность системы восстанавливаться после сбоя).

В сфере информационных технологий мера высокой доступности определяется как процент времени, когда система доступна, и выражается количеством девяток, начиная с одной (90%). Если система работает 90% времени, то её доступность – одна девятка; если доля времени работы достигает 99%, то доступность выражается двумя девятками и т.д. Табл. 1 определяет время простоя за год при доступности, характеризующейся разным количеством девяток.

### СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ДОСТУПНОСТИ

Очевидно, чтобы достичь постоянной доступности ( $Av \rightarrow 1$ ), согласно выражению (1), необходимо уменьшать MTTR и повышать MTBF.

Таблица 1

## Доступность систем

Представление доступности количеством девяток	Доля времени работы в %	Время простоя за год
3	99.9	8,76 часов
4	99.99	52,56 минуты
5	99.999	5,26 минуты
6	99.9999	31,5 секунды

Уменьшение MTTR обеспечивается, во-первых, сигнализацией для своевременного обнаружения неисправных компонентов и, во-вторых, использованием сменных модулей FRU (Field Replaceable Units) для всех критичных подсистем.

Высокого значения MTBF можно достичь, прежде всего, использованием высоконадёжных компонентов. Но на определённом этапе затраты становятся несоизмеримыми с достигаемым результатом, и дальнейшее повышение надёжности системы уже нецелесообразно без резервирования компонентов.

Для электронных систем в течение полезного срока эксплуатации характерно постоянство величины интенсивности отказов ( $\lambda$ ). MTBF связано с ней следующим соотношением:

$$MTBF = 1/\lambda = 1/(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n), \quad (2)$$

где  $\lambda_i$  — интенсивность отказа  $i$ -го компонента.

Согласно выражению (2), если существует компонент, интенсивность отказов которого много больше, чем у остальных, то именно он определяет среднее время наработки на отказ всей системы. Это является теоретическим обоснованием принципа резервирования так называемого слабого звена. К этим звеньям обычно относятся высоконагруженные компоненты, такие как блоки питания, диски и вентиляторы. Необходимость их резервирования влечёт за собой некоторую избыточность, что также повышает стоимость системы. Но в связи с тем, что при этом возможно использование менее дорогостоящих компонентов, эффективность данного решения значительно выше предыдущего.

Можно резервировать не только компоненты системы, но и саму систему с помощью специального программного обеспечения, позволяющего объединить в отказоустойчивый комплекс (кластер) стандартные серверы, которые становятся узлами кластера. Узлов может быть более двух. При отказе од-

ного из узлов приложение автоматически запускается на другом, за счёт чего повышается доступность системы, хотя часть данных, находящихся в оперативной памяти, будет потеряна.

И, наконец, для систем, где необходим наивысший уровень готовности и недопустимы потери данных и даже минимальный простой, применяют специальные технические решения, которые обеспечивают непрерывную доступность (Continuous Availability) за счёт дублирования и синхронизации всех компонентов до уровня процессорных тактов и блоков памяти.

Следует отметить, что, условно говоря, каждая девятка значительно повышает стоимость решения (рис. 1).

## РЕШЕНИЕ ADVANTIХ INTELLECT

Построение эффективной и качественной системы высокой доступности представляет собой достаточно сложную задачу, решение которой требует глубоких знаний, опыта и существенных затрат. Самым распространённым способом обеспечения высокой доступности информационных систем является использование отказоустойчивого кластера. Применение данной технологии требует использования высоконадёжной системы хранения данных, создания дополнительной сетевой инфраструктуры и привлечения специалистов высокой квалификации для развёртывания и эксплуатации системы. В качестве альтернативы для широкого круга ответственных применений компания ПРОСОФТ предлагает готовое отказоустойчивое решение нового поколения — AdvantiX Intellect. Решение рассчитано прежде всего на использование в информационных си-

стемах автоматизации производственных процессов предприятий любого размера и требует минимальных затрат на обслуживание.

Следует отметить, что в данном решении используются несколько методов повышения доступности, позволяющих системе достичь уровня 99,99+, который раньше могли обеспечить только более дорогие решения:

- во-первых, использование качественных серверных компонентов, отличающихся высокой надёжностью, имеющих высокое значение MTBF и предназначенных для работы в режиме 24/7/365 со 100-процентной нагрузкой;
- во-вторых, резервирование и обеспечение возможности «горячей» замены критически важных компонентов, таких как блоки питания, диски (RAID) и вентиляторы системы охлаждения;
- в-третьих, использование двух серверов стандартной архитектуры Intel x86 с поддержкой IPMI (Intelligent Platform Management Interface), объединённых в двухузловый кластер;
- в-четвёртых, применение виртуализации (Embedded Hypervisor) и специального программного обеспечения мониторинга и управления системой Avance Policy Engine.

Функциональная схема решения приведена на рис. 2. По служебному каналу передаются пакеты, обеспечивающие синхронизацию данных и используемые для обнаружения сбоев и управления ресурсами. Данные и приложения непрерывно синхронизируются в реальном масштабе времени между узлами системы. BMC (Baseboard Management Controller) контролирует со-

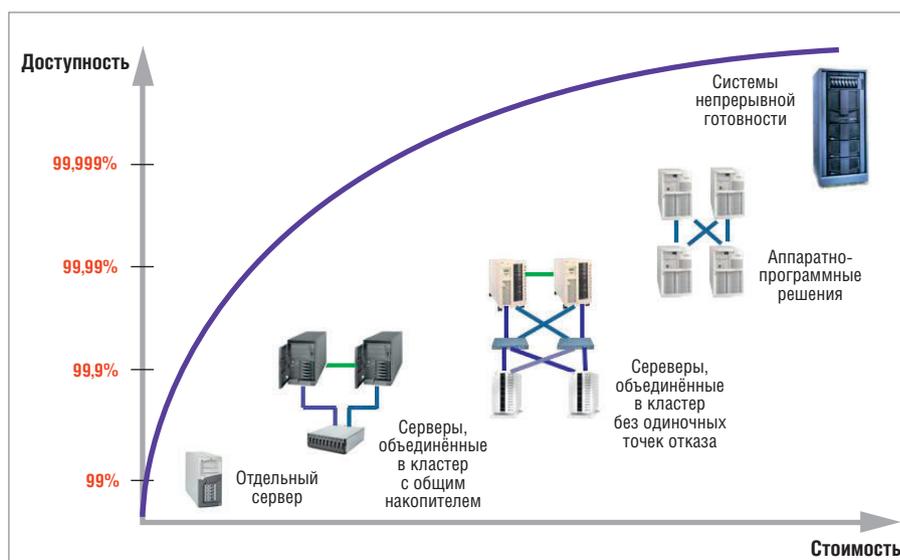
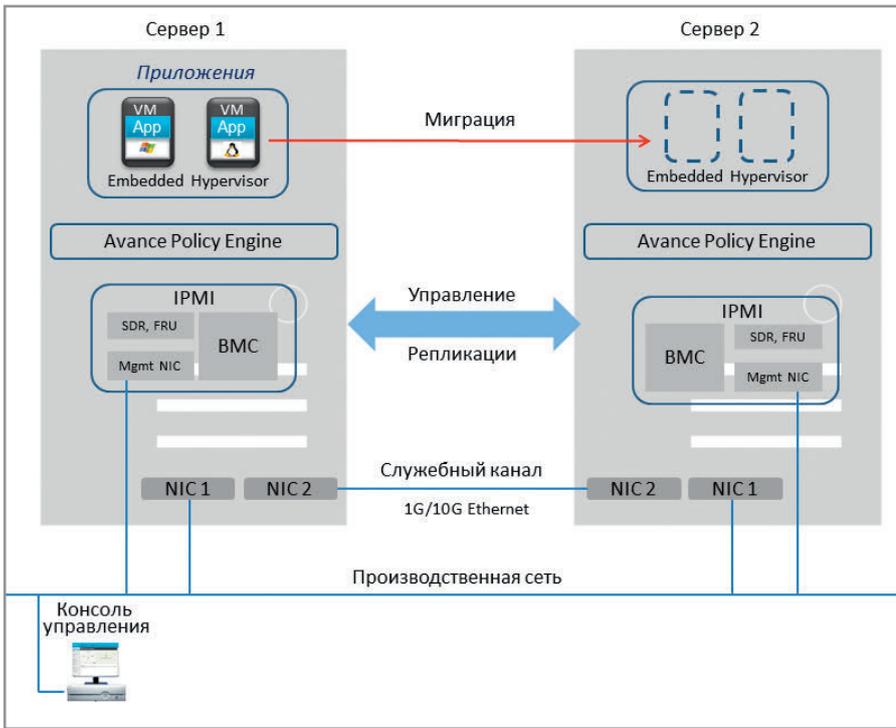


Рис. 1. Типы серверных систем с разной стоимостью и доступностью



**Условные обозначения:** BMC (Baseboard Management Controller) – интегрированный контроллер управления; NIC (Network Interface Controller) – сетевой контроллер; Mgmt NIC – сетевой контроллер модуля управления; SDR (Sensor Data Record) – запись о параметрах и состоянии датчика (сенсора); FRU (Field Replaceable Unit) – сменный элемент/модуль.

Рис. 2. Функциональная схема решения

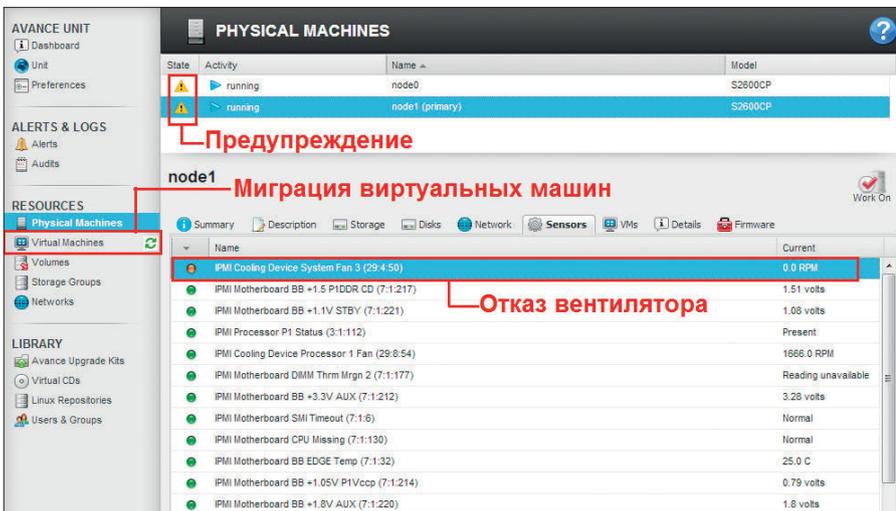


Рис. 3. Скриншот консоли управления во время обнаружения сбоя на одном из серверов

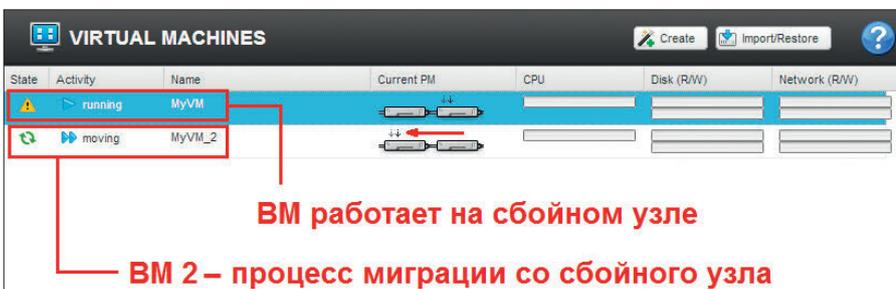


Рис. 4. Перенос приложений

стояние системы, сверяя информацию от датчиков с данными SDR (Sensor Data Record), находящимися в его ПЗУ. При возникновении неполадки на од-

ном сервере его функции берёт на себя второй. Всё это происходит автоматически и не требует участия оператора. BMC имеет свой сетевой контроллер,

что позволяет управлять сервером без загрузки операционной системы. Предусмотрены удалённое управление через Web-консоль с использованием обычного браузера и поддержка оповещений по электронной почте и протоколу SNMP.

Отличительной особенностью этого решения является не просто автоматическое восстановление системы после сбоя, а предотвращение сбоев, реализуемое проактивным мониторингом.

Традиционные решения по обеспечению высокой доступности контролируют компоненты системы только на наличие обратной связи, и неисправность распознаётся только в том случае, когда они выходят из строя. Взаимодействуя с интегрированным контроллером управления сервера BMC, специальное программное обеспечение выявляет потенциальные неполадки и переносит приложения и данные на неповреждённый сервер. Всё это происходит совершенно незаметно для пользователей. На рис. 3 показан скриншот консоли управления физическими машинами во время обнаружения сбоя на одном из серверов (node 1): отказ вентилятора (System Fan 3) и процесса переноса приложения (миграции виртуальных машин – VM) на второй сервер (node 0). На рис. 4 более подробно изображён процесс миграции виртуальных машин. Виртуальные машины перемещаются поочерёдно. Одна машина находится в процессе переноса (MyVM\_2), а вторая (MyVM) пока работает на узле, на котором обнаружен отказ.

Мониторинг производится более чем по 150 параметрам сервера, таким как напряжение питания и температура компонентов, скорость вращения вентиляторов, ошибки чтения/записи памяти и дисковой подсистемы и многим другим. Распознаются даже минимальные отклонения от заданных значений, и происходит быстрое реагирование на них. Наряду с мониторингом всех текущих процессов ведётся база данных прошлых событий и ошибок. Можно отследить любые произошедшие изменения и проанализировать их. Непрерывный контроль выполняемых приложений и аппаратного обеспечения позволяет выявить назревающие проблемы прежде, чем они приведут к сбою (табл. 2).

Для обеспечения защиты от серьёзных внешних воздействий, таких как пожар, вандализм и т.д., предусмотрена возможность отдельной установки серверов – Split Site. Два рабочих сервера

- Процессоры Pentium 4 / Pentium D / Core 2 Duo / Core i3 / Core i5 / Core i7 / Xeon**
- АТХ-платы (до 7 карт расширения) / Объединительные платы для 18 карт расширения**
- Сменные вентиляторы и воздушные фильтры приточной системы охлаждения**
- Резервированные или одинарные блоки питания**
- Вариант исполнения — настольный / настенный / стоечный (до 6U)**
- Любые механические доработки корпуса по специфическим требованиям клиента**
- Комплектация всех плат расширения дополнительными фиксаторами**
- Продуманная трассировка и профессиональная укладка кабелей и шлейфов для улучшения терморежима**
- Установка и конфигурирование любых ISA, PCI, PCI Express-плат расширения по заявке заказчика**
- Процессорные платы PICMG 1.0 и PICMG 1.3**

Современные компьютеры российской сборки AdvantiX™ отвечают самым высоким требованиям промышленного сектора. При производстве изделий используются технологии, уменьшающие вероятность отказов и повышающие общую надёжность системы.

Заказчик всегда может выбрать подходящий ему компьютер AdvantiX™ на московском складе готовой продукции.



могут находиться на удалении друг от друга, поддерживая связь по сети Ethernet. Для функционирования системы задержки в канале связи не должны превышать 10 мс. Без особых проблем можно обеспечить расстояние между узлами до 5 км.

Система предусматривает удалённое администрирование из любой точки через Web-консоль. С помощью консоли можно управлять физическими и виртуальными машинами, дисковой подсистемой, делать Backup, Snapshot и импорт виртуальных машин, настраивать параметры системы, выводить физические и виртуальные машины на обслуживание, проводить модернизацию системы без её остановки. Простая и интуитивно понятная консоль позволяет избежать многих ошибок операторов и работать, не требуя глубоких знаний в области ИТ-технологий.

Ключевые моменты решения AvantiX Intellect:

- используются только два стандартных сервера x86, дополнительное аппаратное и программное обеспечение не нужны;
- проактивная диагностика неполадок позволяет предотвратить проблемы и сбои до того, как они повлияют на производственный процесс;
- программное обеспечение ведёт автоматический мониторинг и полное протоколирование событий, происходящих в системе, что позволяет не только постоянно контролировать работоспособность, но и анализировать состояние, прогнозировать и предотвращать сбои;
- система самостоятельно действует при возникновении ошибок и сразу же оповещает ответственных лиц компании и службу поддержки по электронной почте или по протоколу SNMP.

### Совокупная стоимость владения

Необходимо остановиться на таком немаловажном и даже во многом определяющем критерии при выборе решения (в данном случае – информационной системы), как совокупная стоимость владения (Total Cost of Ownership – TCO). Этот критерий позволяет оценить затраты, связанные с использованием информационной системы за период её жизненного цикла.

В общем затраты можно разделить на:

- прямые (бюджетные), включающие в себя стоимость аппаратного и программного обеспечения, аренды ка-

Примеры неполадок, которые устраняются системой

Сеть	Отказ/ошибки сетевого адаптера
	Отказ/ошибки сетевого соединения
Дисковая подсистема	Отказ /ошибки жёсткого диска
	Износ жёсткого диска
	Отказ/ошибки RAID-массива
	Отказ/ошибки RAID-контроллера
	Отказ аккумулятора RAID-контроллера
Система охлаждения	Отказ вентилятора
	Выход числа оборотов вентиляторов за допустимые пределы
	Нестабильность числа оборотов вентиляторов
Электропитание	Отказ блока питания
	Сбой питания
	Провалы/колебания напряжения
	Выход значений напряжения за заданные пределы
Температура	Повышение температуры компонентов системы
	Выход за допустимые пределы температуры компонентов системы
Память	Отказ
	Повторяющиеся ошибки памяти
Системная плата	Одиночные и повторяющиеся ошибки высокоскоростных интерфейсов
	Отказ/ошибки контроллера управления
Процессор	Выход за допустимые пределы напряжения питания и температуры

налов связи, стоимость электроэнергетики и т.д.;

- косвенные, или внебюджетные, получаемые в результате расчётов на основе усреднённых показателей по отрасли и прогнозов (эти затраты, как правило, связаны с конечными пользователями информационных систем, и сюда можно отнести простои, непродуктивную работу и т.д.).

По оценке Gartner Group, первая категория расходов составляет около 20% от общей стоимости затрат на использование информационной системы, то есть обслуживание и поддержка системы в рабочем состоянии обходятся в несколько раз дороже её приобретения. И это – не учитывая затрат на ликвидацию возможных последствий после аварийных сбоев технологических процессов.

Решение AvantiX Intellect, которое обеспечивает высокую доступность без особых затрат на оборудование, подготовку персонала и поддержание системы в рабочем состоянии, позволяет значительно снизить TCO. Если сравнивать стоимость одного часа простоя предприятия среднего класса с затратами на обеспечение бесперебойной рабо-

ты, то данное решение является оптимальным выбором.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всё более усложняющиеся производственные процессы предъявляют самые высокие требования по надёжности к информационным системам, обеспечивающим их реализацию. Цена сбоя и ликвидации его возможных последствий очень высока, поэтому главный принцип развития современных технологий – проактивность, предполагающая необходимость действовать для предотвращения проблем, а не реагировать на их возникновение. Решение AvantiX Intellect полностью соответствует этому принципу. Оно обеспечивает высокую отказоустойчивость при минимальных инвестициях и значительно снижает совокупную стоимость владения.

Данное решение подходит для компаний любого масштаба и с различным уровнем автоматизации производственных процессов. ●

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

## Высокая доступность — решение AdvantiX Intellect



### • Просто

- Простая конфигурация и настройка
- Максимальная автоматизация для исключения ошибок оператора

### • Надёжно

- Непрерывное зеркальное копирование данных в режиме реального времени
- Проактивная защита от сбоев

### • Доступно

- Минимальные затраты на оборудование и техническое обслуживание
- Минимальная стоимость администрирования

### Система

- До 2 процессоров Intel® Xeon® серии E5-2600
- До 256 Гбайт оперативной памяти
- До 8 дисков с «горячей» заменой и поддержкой RAID
- До 24 виртуальных машин
- Блок питания с резервированием и «горячей» заменой
- Возможность раздельного расположения серверов (Split Site) с удалением друг от друга до 5 км
- Поддержка контроллеров 10 Gigabit Ethernet для синхронизации узлов и миграции приложений
- Мониторинг ИБП
- Поддержка операционных систем Windows и Red Hat Enterprise Linux / CentOS

WWW.ADVANTIX-PC.RU

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTIX

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru





Эрик Байрс

## IT-безопасность в промышленности. Глубокий анализ пакетов данных для SCADA-систем

В статье рассматривается специфика обеспечения IT-безопасности в промышленной среде, приводятся примеры реальных угроз. Представлена технология DPI как основное средство обнаружения вредоносного программного обеспечения; приведён пример оборудования, реализующего данную технологию.

### ВВЕДЕНИЕ

Мировая промышленность, объекты транспортной отрасли и энергетики в настоящее время испытывают трудности с обеспечением должного уровня IT-безопасности. Эта сфера, вбирающая в себя многочисленные критически важные приложения, в основном использует типовые SCADA-системы и промышленные АСУ со стандартизированными протоколами обмена данными. Многие из этих систем проектировались десятки лет назад, когда понятия IT-безопасности не существовало вовсе.

Современные сетевые технологии уже плотно вошли в промышленную инфраструктуру, позволяя получить сквозной доступ к информации в сети на всех уровнях — от полевого до административного. С одной стороны, лёгкий доступ к информации повышает эффективность системы, а с другой стороны, возрастает её уязвимость со стороны различных сетевых угроз (несанкционированный доступ, вирусы, хакерские атаки). Эта проблема требует немедленного решения, но, учитывая большую продолжительность жизненного цикла промышленных систем, рассчитывать на быстрое появление и распространение защищённых SCADA-систем, промышленных сис-

тем управления и соответствующих протоколов не приходится.

Между тем решения для устранения бреши в безопасности промышленных систем существуют. Одним из них является применение специальных брандмауэров для SCADA-систем, использующих технологию глубокого анализа пакетов данных (Deep Packet Inspection — DPI) и способных обеспечить контроль над трафиком системы управления. Данная статья раскрывает понятие глубокого анализа пакетов (DPI) в системах управления и показывает различие между промышленными брандмауэрами и известными их офисными аналогами. Также она представляет варианты применения DPI IT-специалистами для блокирования вредоносного и несанкционированного трафика, избегая непосредственного вмешательства в работу системы управления. А приведённый в статье пример показывает, как судоходная компания применила брандмауэры с технологией DPI для Modbus-протокола с целью защитить систему управления судоходными каналами.

### Необходимость в новых технологиях безопасности

За последние 10 лет промышленные системы освоили такие сетевые техно-

логии, как Ethernet и TCP/IP. Эти технологии широко используются в промышленных АСУ и SCADA-системах, создавая условия для более эффективной работы предприятий и делая системы контроля более доступными для пользователей. Но наряду с преимуществами они принесли и проблему: объединение информационных сетей на разных уровнях предприятия в единое сквозное информационное пространство значительно повышает уязвимость системы со стороны внешних атак, сетевых «червей», вирусов и хакеров. Проблему усугубляет то, что сетевые протоколы, используемые промышленными АСУ и SCADA-системами, разрабатывались без учёта каких-либо требований по обеспечению безопасности. Если они и предлагают некоторые меры по ограничению негативного поведения в сети, то эти меры крайне примитивны и легко обходятся. А если кому-либо разрешено читать данные с контроллера, то он может выключить или перепрограммировать его.

Данная ситуация не изменится, по крайней мере, ещё лет десять. Промышленные системы контроля и управления редко заменяются и модернизируются, их срок эксплуатации составляет от 10 до 20 и более лет. Функ-

ционал таких систем определяется заранее и не меняется, и уязвимость промышленных АСУ и SCADA-систем, ранее введённых в эксплуатацию, не может быть устранена соответствующими патчами, как это делается в ОС Windows. Поэтому пройдут многие годы, прежде чем новые, более безопасные системы контроля и управления получат распространение. И в течение этих лет множество промышленных систем контроля и управления будут беззащитны перед вредоносными действиями даже непрофессиональных хакеров. А если злоумышленник или вредоносное программное обеспечение (ПО) может получить доступ к промышленной системе, то может быть выведено из строя большинство контроллеров, нарушен технологический процесс, нанесён вред дорогостоящему оборудованию, возможно создание условий для возникновения аварий и т.д.

Решением данной проблемы является технология глубокого анализа пакетов DPI, позволяющая контролировать всю передаваемую информацию в системе с высокой точностью. Это относительно простое решение. Оно не требует полной замены дорогих уже существующих SCADA-систем и контрольно-управляющего оборудования.

### Что такое традиционный офисный брандмауэр?

Для понимания того, как работает технология DPI, важно представлять себе принцип работы обычного офисного брандмауэра. Это устройство, которое «слушает» и контролирует входящий трафик или трафик между подсетями. Оно перехватывает трафик и анализирует его в соответствии со списком предопределённых наборов правил (Access Control List – ACL). Все сообщения, которые не удовлетворяют спискам ACL, не пропускаются брандмауэром.

Традиционный офисный брандмауэр использует списки ACL для проверки трёх первых полей сообщения Ethernet:

- 1) адрес отправителя сообщения (IP-адрес источника);
- 2) адрес получателя сообщения (IP-адрес приёмника);
- 3) протокол уровня приложения, содержащийся в IP-сообщении, определяемый по номеру виртуального порта (порт получателя).

Проверку адресов отправителя и получателя понять легко. Проверяя IP-

адрес, брандмауэр исключает пересылку сообщений от отправителей или к получателям, не указанным в списках ACL. Пока участники сети используют разрешённые адреса, они могут обмениваться данными через брандмауэр.

Порт получателя требует больше объяснений. Такой порт не является физическим портом, подобно 10/100/1000Base-TX или USB. Это специальные номера, содержащиеся в каждом сообщении протоколов TCP и UDP. Они используются для идентификации протокола уровня приложений, информацию от которого содержит сообщение. К примеру, протокол Modbus TCP использует порт 502, а протокол Всемирной паутины HTTP использует порт 80. Номера портов зарегистрированы в департаменте Internet Assigned Numbers Authority (IANA) международной организации Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) и никогда не изменяются.

В завершение рассмотрения данного вопроса приведём примеры.

Если нужно разрешить только Web-трафик (протокол HTTP) от клиента с IP-адресом 192.168.1.10 к Web-серверу с адресом 192.168.1.20, то следует в список ACL добавить такую строку:

```
Allow Src=192.168.1.10 Dst=192.168.1.20 Port=HTTP.
```

После загрузки списка ACL с этим правилом будут пропускаться только сообщения, удовлетворяющие всем трём указанным критериям.

Если требуется заблокировать весь трафик Modbus TCP, проходящий через брандмауэр, то нужно определить правило, запрещающее все пакеты, содержащие номер 502 в поле заголовка пакета в качестве порта получателя.

### Специфика сетевых протоколов АСУ и SCADA-систем

Проблема принципа работы традиционных брандмауэров заключается в том, что они абсолютно однозначны. Используя такой принцип, можно либо разрешить определённый протокол, либо запретить его. Более детальное управление внутри протокола невозможно.

Причина этого в том, что протоколы, используемые в АСУ и SCADA-системах, не поддаются детализации. С точки зрения номера порта получателя, сообщения с чтением данных выглядят как обновление ПО. Таким образом,

разрешая прохождение сообщений с чтением данных с устройства операторского интерфейса для ПЛК через стандартный брандмауэр, вы автоматически разрешаете программирование контроллеров. А это серьёзное упущение, с точки зрения безопасности.

Для примера, весной 2009 года парламент Соединённых Штатов опубликовал сообщение для крупнейших энергетических компаний с такими словами: «Уязвимость была обнаружена и подтверждена внутри процесса обновления программного обеспечения, используемого в системах управления критически важных объектов CIKR (Critical Infrastructure and Key Resources) ... необходима разработка плана для защиты объектов CIKR. Шаги, направленные на устранение уязвимости с обновлением ПО, включают блокировку обновлений ПО соответствующими правилами брандмауэра».

К сожалению, брандмауэры, представленные на рынке, не способны различать команды от SCADA-системы. Как результат, «блокировка обновлений ПО соответствующими правилами брандмауэра» ведёт к блокировке всего трафика SCADA-системы. Так как трафик SCADA-системы считается критически важным, большинство инженеров просто полностью разрешают его, несмотря на возможные проблемы с безопасностью.

### Технология DPI для обеспечения безопасности в глубину

Очевидно, что брандмауэру следует глубже разбираться в протоколах для того, чтобы точно определять, какой протокол для чего используется. И это как раз то, что позволяет делать технология DPI. После того как традиционные правила брандмауэра применены, брандмауэр с поддержкой DPI исследует контент внутри TCP/IP-сообщения и применяет более детальные правила. Он спроектирован так, чтобы понимать специфические протоколы SCADA-системы и применять фильтры к полям и значениям этих полей, что и позволяет детально контролировать систему. В зависимости от протокола эти поля могут включать команды (такие как чтение или запись регистра), объекты (например, объект «двигатель»), сервисы (получить/записать значение) и диапазоны адресов ПЛК (рис. 1).



Рис. 1. Сравнение возможностей по фильтрации трафика традиционным брандмауэром и брандмауэром с DPI (традиционный брандмауэр не понимает протокола передачи данных SCADA-системы, поэтому соответствующий трафик можно только запретить или разрешить целиком)

К примеру, брандмауэр с возможностью глубокого исследования протокола Modbus (Hirschmann EAGLE Tofino, Honeywell Modbus Read-only Firewall, Schneider ConneXium Tofino Firewall) способен определять, какого типа сообщения (чтение, запись) содержатся в посылке, и отфильтровать сообщения с записью информации. Хороший DPI-брандмауэр также способен производить инспекцию сообщений на предмет их необычного формата или необычного поведения (например, 10 000 ответных сообщений на единственный запрос). Такой «неправильный» трафик характерен для сетевых атак и вредоносного ПО и должен быть заблокирован.

### Защита SCADA-систем с помощью DPI на практике

Детальный контроль АСУ и SCADA-систем может значительно улучшить защищённость и надёжность системы. Для примера рассмотрим реальную судоходную управляющую компанию. Она использует ПЛК в управлении всеми мостами и шлюзами для обеспечения безопасного движения транспортных средств и речных судов.

Компания столкнулась со следующей проблемой: ряду рабочих станций требовался постоянный доступ к данным с ПЛК. Однако только специальные станции управления должны иметь возможность посылать команды и вообще влиять на работу контроллеров. Обычные пароли или брандмауэры не обеспечивают тонкую настройку системы и, соответственно, нужный уровень безопасности.

Решение проблемы состояло в применении брандмауэра с DPI-технологией для Modbus-трафика между станциями управления и ПЛК. Брандмауэр позволяет пропускать только команды чтения информации с рабочих станций на контроллеры (рис. 2), за исключением ряда защищённых станций управления. Все удалённые команды программирования Modbus от сторонних операторов рабочих станций блокируются. Всего 54 брандмауэра было установлено в 24 точках системы, что позволило с 2008 года надёжно защитить систему от возможных инцидентов.

Решение проблемы состояло в применении брандмауэра с DPI-технологией для Modbus-трафика между станциями управления и ПЛК. Брандмауэр позволяет пропускать только команды чтения информации с рабочих станций на контроллеры (рис. 2), за исключением ряда защищённых станций управления. Все удалённые команды программирования Modbus от сторонних операторов рабочих станций блокируются. Всего 54 брандмауэра было установлено в 24 точках системы, что позволило с 2008 года надёжно защитить систему от возможных инцидентов.

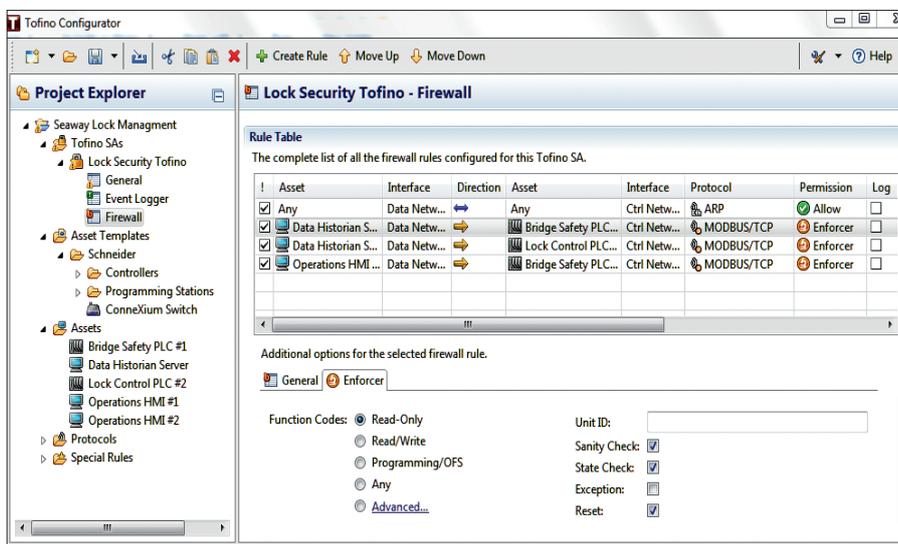


Рис. 2. Правила брандмауэра пропускают только команды чтения между модулем Data Historian и ПЛК; дополнительные фильтры позволяют также проверять команды Modbus на соответствие спецификации протокола

### Как технология DPI противостоит вирусам и вредоносному ПО

Ещё лет 5 назад технология DPI рассматривалась как интересное дополнение к системе. Сейчас благодаря текущему поколению вирусов типа Stuxnet, Duqu, Conficker она является необходимостью для защищённых АСУ и SCADA-систем.

Сегодняшние разработчики вредоносного ПО знают, что брандмауэры и другие средства сетевой безопасности способны отфильтровать неопознанный или неразрешённый протокол сразу. Они в курсе, что если в сети используются обычные протоколы типа HTTP, Modbus и MS-SQL, то появление нового протокола сразу обратит на себя внимание системного администратора или межсетевого экрана. Поэтому разработчики вредоносного ПО пытаются уйти вглубь, то есть спрятаться внутри трафика тех протоколов, которые уже используются в атакуемой сети. К примеру, многие современные «черви» сейчас прячут свой внешний трафик внутри протокола HTTP так, что внешне его сообщения выглядят совершенно обычно.

Вирус Stuxnet — это отличный пример маскировки опасного ПО внутри «невинного» протокола. Он спроектирован для функционирования внутри протокола RPC (Remote Procedure Call) и предназначен как для заражения новых жертв, так и для коммуникаций в режиме точка-точка между заражёнными машинами (рис. 3).

RPC — это идеальный протокол для атаки АСУ и SCADA-систем, так как

# Industrial Ethernet высокого напряжения

Коммуникационное оборудование  
для промышленных условий эксплуатации

  
**EtherWAN**

IEEE 1613

МЭК 61850



Управляемый промышленный  
модульный коммутатор EX89000  
до 24 портов TX/FX, 4 порта Gigabit Ethernet

**ADVANTECH**

 **HIRSCHMANN**



**EKI-6959TMI – промышленный коммутатор IP67**

- Герметичные разъемы M12 100Base-TX/FX
- Резервирование, удаленное управление



**EKI-1221D – шлюз Modbus TCP/RTU(ASCII)**

- Режимы Master/ Slave
- Резервирование по Ethernet



**Серия RSP – промышленные коммутаторы МЭК61850**

- Параллельное и «бесшовное» резервирование
- Синхронизация PTP IEEE 1588 v2



**EAGLE30-0402 – промышленный межсетевой экран**

- Конфигурируемый стационарный сетевой экран и маршрутизатор
- Оптимизирован для промышленных протоколов



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN, ADVANTECH, HIRSCHMANN

**PROSOFT**®

**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**  
**АЛМА-АТА**  
**ВОЛГОГРАД**  
**ЕКАТЕРИНБУРГ**  
**КАЗАНЬ**  
**КИЕВ**  
**КРАСНОДАР**  
**Н. НОВГОРОД**  
**НОВОСИБИРСК**  
**ОМСК**  
**САМАРА**  
**УФА**  
**ЧЕЛЯБИНСК**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

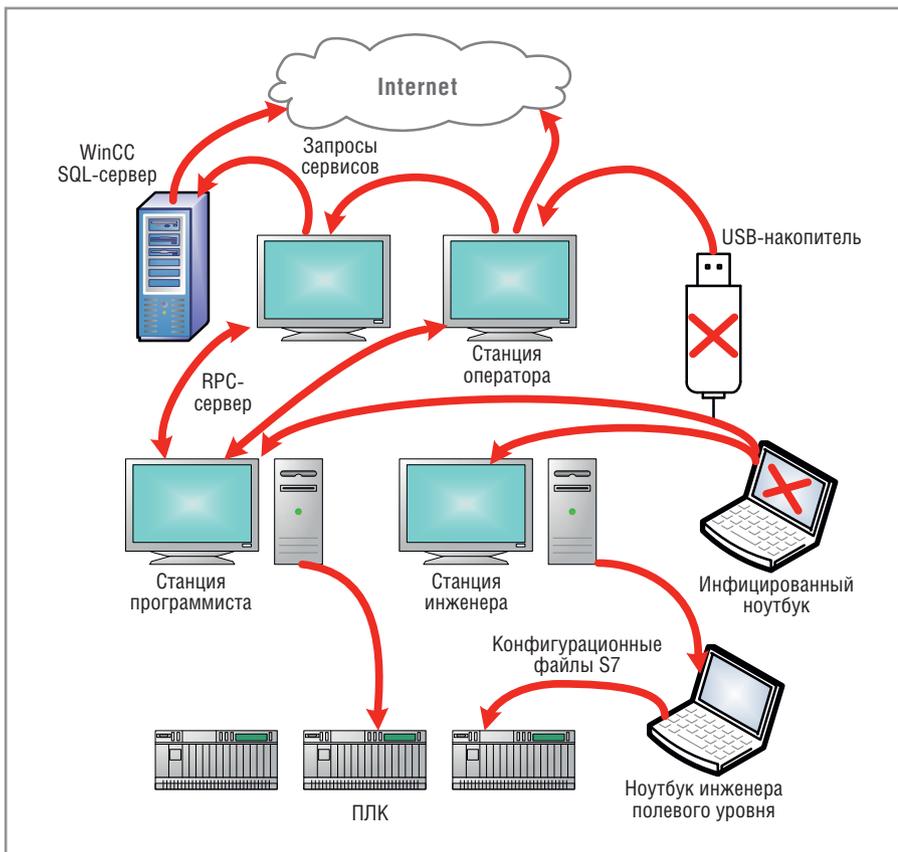


Рис. 3. Вирус Stuxnet распространяется многими путями, включая использование протокола RPC как вектора; технология глубокого анализа пакетов данных DPI в состоянии зарегистрировать нестандартное использование протокола и запретить большинство путей распространения вируса

он широко применяется в современных системах контроля и управления. Для примера, технология OPC (OLE for Process Control), являющаяся сегодня самой используемой в промышленной интеграции объектов, базируется на технологии DCOM (Distributed Component Object Model), которая также задействует протокол RPC.

Более того, серверы управления и рабочие станции обычно конфигурируются для совместного использования файлов и принтеров по протоколу

Microsoft SMB, который также передаётся поверх протокола RPC. И, возможно, самый значимый пример тут – все контроллеры Siemens SIMATIC PC S7 и системы на их основе, которые используют собственные форматы сообщений, также передаются поверх протокола RPC. Если бы вы были администратором сети, заражённой вирусом Stuxnet, единственное, что бы вы заметили, – небольшое увеличение трафика RPC-протокола, что едва ли послужило бы поводом для тревоги. Даже если бы вы что-то заподозрили, то едва ли вы бы что-то обнаружили, имея в арсенале лишь стандартный брандмауэр. Простая блокировка всего RPC-трафика привела бы к остановке всех связанных с данным протоколом сервисов на предприятии. Без средств анализа состава трафика протокола RPC и блокирования паразитного трафика (то есть DPI) не удастся остановить действие вредоносного ПО.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология DPI – мощный инструмент в ассортименте средств обеспечения IT-безопасности, который позволяет обнаруживать и блокировать вре-

доносный трафик в системах управления и SCADA-системах. Данная технология не абстрактна, она имеет вполне конкретную уже рабочую реализацию в виде модульного ПО Tofino от Byres Security, входящего в аппаратно-программный комплекс защиты Hirschmann EAGLE Tofino (рис. 4).

EAGLE Tofino способен проводить глубокий анализ более чем 50 промышленных протоколов (PROFINET, МЭК 61850, DNP и др.), анализировать трафик Modbus TCP и OPC-сервера/клиента, строить VPN-тоннели. Программное обеспечение Tofino включает более 25 предварительно настроенных профилей безопасности для ПЛК Siemens, VIPA, WAGO и т.д., позволяя обезопасить контроллеры от несанкционированного вмешательства в их программы. Более подробно об этом можно прочитать в источниках, указанных в списке рекомендуемой литературы. ●

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. How Stuxnet Spreads – A Study of Infection Paths in Best Practice Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.tofinosecurity.com/how-stuxnet-spreads>.
2. PLC Security Risk: Controller Operating Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.tofinosecurity.com/blog/plc-security-risk-controller-operating-systems>.
3. Tofino Modbus TCP Enforcer LSM [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.tofinosecurity.com/products/Tofino-Modbus-TCP-Enforcer-LSM>.
4. Securing Your OPC Classic Control Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.opcfoundation.org/DownloadFile.aspx?CM=3&RI=781&CN=KEY&CI=282&CU=4>.
5. Tofino OPC Enforcer LSM [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tofinosecurity.com/products/Tofino-OPC-Enforcer-LSM>.
6. Using Tofino to Control Stuxnet [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tofinosecurity.com/professional/using-tofino-control-stuxnet>.
7. Tofino Live Demonstration [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.youtube.com/watch?v=G4E0bxZGZL0>.

**Автор – технический директор компании Byres Security**  
**Перевод Ивана Лопухова, сотрудника фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон: (495) 234-0636**  
**E-mail: info@prosoft.ru**



Рис. 4. Внешний вид программно-аппаратного комплекса защиты промышленного IT-контура с реализацией DPI-технологии Hirschmann EAGLE Tofino



# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И РЕКЛАМЫ

**AFOLUX GEN II – тонкий и мощный моноблочный панельный ПК  
с процессором 3-го поколения Intel® Core™**



**Панель  
с красочной  
светодиодной  
подсветкой**

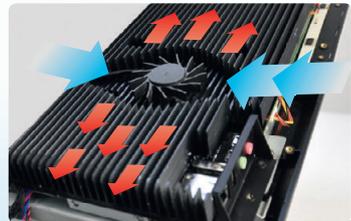


AFL2-W21A-H61

## Промышленный панельный ПК AFOLUX GEN II Full HD 21,5"



Плоская лицевая панель  
с узкой окантовкой



Инновационный интеллектуальный  
отвод тепла

<b>Intel</b> Intelligent Systems Alliance	<b>Беспроводная связь</b> 802.11b/g/n	<b>RFID</b> EM/Mifare	<b>Камера</b>
<b>Сенсорный дисплей</b>	<b>-20...+50°C</b>	<b>СМС</b>	<b>IP64</b>



Система считывания  
RFID-меток



Мембранная клавиатура  
для настройки системы

## Решение с низким энергопотреблением



AFL2-W07A-N28

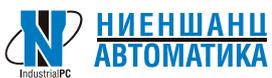


AFL2-W15A-N270

## СЕРИЯ ПАНЕЛЬНЫХ ПК AFOLUX GEN II 7"-15"

- Безвентиляторная система с процессором Intel® Atom™ N2800/N2600/N270
- Встроенный считыватель RFID-меток EM/Mifare (опционально)
- Степень защиты от воды и пыли IP64
- Широкий диапазон входных напряжений 9–36V DC соответствует всем требованиям по питанию

Официальные дистрибьюторы IEI Integration Corp. в России



**Компания «Ниеншанц-Автоматика»**  
www.nnz-ipc.ru / ipc@nnz.ru  
Тел.: +7 (812) 326-2002  
Тел.: +7 (495) 980-6406



**Компания IPC2U**  
www.ipc2u.ru / sales@ipc2u.ru  
Тел.: +7 (495) 232-0207  
Факс: +7 (495) 232-0327

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



Денис Зозуля



## Защита промышленных сетей в системах автоматизации

Современные системы автоматизации строятся с применением сетевых технологий, но информационной безопасности АСУ ТП не всегда уделяется должное внимание. Защита сетей Industrial Ethernet – это дополнительная мера обеспечения безопасности технологического процесса от современных информационных угроз.

### ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация опасных производств и объектов инфраструктуры требует соблюдения комплекса мер для обеспечения безопасности технологического процесса. Технологическая авария может привести как к серьёзным финансовым потерям, так и к экологической катастрофе. Для обеспечения безопасности технологического процесса на уровне АСУ ТП применяется комплекс мер, таких как резервирование и повышение надёжности компонентов.

Современные системы автоматизации строятся с применением сетевых технологий. Но даже промышленные сети Industrial Ethernet так же уязвимы, как и IT-сети. В отличие от офисных сетей, защите промышленных сетей не всегда уделяется должное внимание.

### СПЕЦИФИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

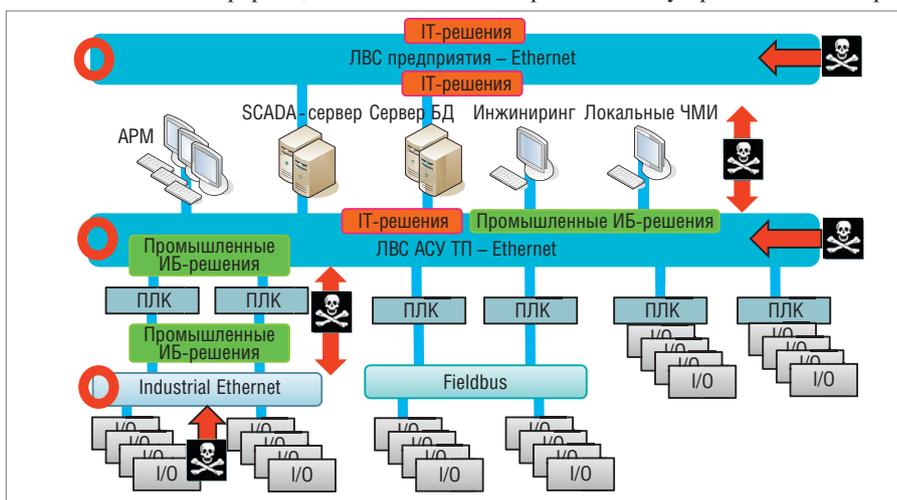
Почему же защите промышленных сетей не всегда уделяется должное внимание? Ответ прост: специалисты в области АСУ ТП не имеют должной квалификации в сфере информационной безопасности (ИБ), а специалисты по ИБ не имеют полного представления о технологиях и специфике промышленных систем. Поэтому современные системы АСУ ТП имеют множество уязвимостей, которые необходимо принимать во внимание при реализации проектов.

В чем же специфика систем информационной безопасности в АСУ ТП? Во-первых, системы защиты должны соответствовать промышленным требованиям по механическим характеристикам и климатическому исполнению. Отличается и специфика работы систем. Промышленные решения должны быть не обслуживаемыми, после установки обновление ПО, плановые перезагрузки и прочие сервисные действия не предусмотрены. Промышленные системы работают круглые сутки без перерыва и должны обеспечивать безотказную работу.

Квалификация обслуживающего персонала в области информационных тех-

нологий не всегда достаточна для правильной настройки и обслуживания сетевого оборудования, поэтому промышленные решения должны быть просты в настройке для любого инженера АСУ ТП. Исходное программное обеспечение не всегда доступно, а использование команд консоли (CLI) требует определённых знаний, поэтому необходимо иметь возможность настраивать каждый межсетевой экран через Web-интерфейс с любого компьютера.

Замена оборудования в случае неисправности должна производиться в считанные минуты. Лучший вариант для быстрой замены устройства – это хра-



Условные обозначения:

- АРМ – автоматизированное рабочее место; БД – база данных; ИБ – информационная безопасность;
  - ЛВС – локальные вычислительные сети; ПЛК – программируемый логический контроллер;
  - ЧМИ – человек-машинный интерфейс; I/O – устройства ввода-вывода; IT – информационные технологии.
- Рис. 1. Архитектура современных АСУ ТП и карта уязвимостей промышленных сетей

нение конфигурации на карте памяти внутри устройства. Карта памяти извлекается из неисправного устройства и просто вставляется в новое. Система восстанавливается за несколько минут.

Немаловажной особенностью защиты сети АСУ ТП является возможность установки оборудования защиты в существующую сеть без изменения её архитектуры. Режим невидимости (Stealth Mode) позволяет настроить межсетевой экран и установить его между защищаемым оборудованием и внешней сетью как невидимый барьер для всех возможных угроз безопасности без перенастройки адресов в сети и настройки маршрутных таблиц.

### Фундаментальное отличие защиты сети АСУ ТП

Архитектура построения сетей IT и АСУ ТП также отличается (рис. 1). На территории объекта IT-сеть имеет одну или несколько серверных, и все точки подключения сопряжены всего лишь с несколькими коммутаторами. Промышленная сеть распределена по всему предприятию, и каждый шкаф АСУ ТП обычно имеет свой коммутатор, поэтому точек входа в промышленную сеть на порядок больше. В одной сети также могут находиться системы и оборудование различных производителей, и при обслуживании своей установки сервисный персонал может иметь неограниченный доступ к смежным системам.

### Угрозы в промышленных сетях

Рассмотрим угрозы в промышленных сетях, источники их возникновения и возможные последствия. Промышленные Ethernet-сети используются на всех уровнях АСУ ТП: на уровне связи систем управления между собой (средний уровень), на уровне коммуникации со SCADA-системами (верхний уровень) и на уровне распределённой автоматизации (нижний уровень). Сеть любого уровня может нести в себе угрозу безопасности технологического процесса, поэтому необходимо обеспечивать защиту на всех уровнях АСУ ТП. К основным угрозам сетевой безопасности относятся:

- сетевой шторм – лавинообразный рост широкополосного или многоадресного трафика;
- DDoS-атака – бомбардировка отдельных устройств сети большим количеством ICMP-пакетов (ICMP – межсетевой протокол контрольных

сообщений, например ping) или очень частое подключение к устройству за малый промежуток времени;

- неавторизованный доступ к контроллеру и сети управления – возможность передачи команд управления и доступ к программированию или параметрированию контроллера;
- защита удалённого доступа к системе через сети с низким уровнем доверия, например через сеть Internet.

### Неавторизованный доступ

Главная уязвимость промышленных систем – это возможность неавторизованного доступа к системе управления. Очень часто сеть АСУ ТП опасного производства распределена по большой территории. И даже если доступ к центральному управляющему контроллеру закрыт физически, то сетевой доступ к нему, подчинённым системам, рабочим местам и серверам SCADA можно получить из любой точки сети. Многие современные контроллеры имеют возможность удалённого программирования через Ethernet и поддерживают связь со SCADA-системами по открытым протоколам. Если сеть АСУ ТП подключена к сети предприятия без межсетевого экрана, то к системам управления возможен неавторизованный доступ и контроллер можно перепрограммировать, остановить выполнение программы, изменить уставки или передать сигнал управления с помощью любого компьютера в сети всего предприятия.

Рассмотрим способы защиты системы автоматизации от неавторизованного доступа. Необходимо разделить сети верхнего, среднего и нижнего уровня межсетевыми экранами. Также для обеспечения максимальной информационной безопасности межсетевым экраном следует защитить Ethernet-интерфейсы управляющего контроллера. Таким образом мы ограничиваем доступ к локальным системам управления из внешних сетей и защищаем контроллер. Для получения доступа к данным системы, для передачи команд или для программирования системы в межсетевом экране настраиваются правила доступа. Межсетевой экран перед контроллером настраивается на блокировку портов для программирования, а коммуникация со SCADA-системой открывается только для IP-адресов основных и резервных серверов. Контроллер теперь полностью защищён от неавторизованного доступа. Перепрограммирование возможно только при прямом подключении, а команды



Рис. 2. Межсетевые экраны FL MGuard от Phoenix Contact

управления могут передавать только SCADA-серверы.

Но что делать, если необходим временный сетевой доступ к контроллеру для перепрограммирования или отладки коммуникации? Для таких задач нет необходимости перенастраивать права доступа на межсетевом экране. Решения информационной безопасности MGuard от Phoenix Contact поддерживают функцию пользовательского межсетевого экрана (рис. 2). Данная функция позволяет создать динамические права доступа к определённым частям системы АСУ ТП. Для доступа необходима аутентификация на межсетевом экране по заранее созданным учётным записям на самом устройстве или RADIUS-сервере. Пользователю необходимо просто зайти по IP-адресу межсетевого экрана на его Web-интерфейс, ввести логин и пароль. Межсетевой экран открывает заранее настроенные порты и даёт доступ к контроллеру.

Для оптимизации информационной защиты коммуникации по сбору данных и передаче сигналов управления в нормальном режиме должны быть открыты только для SCADA-серверов. На АРМ операторов используется клиент-серверная архитектура. Клиенты SCADA-системы могут находиться в любой сети предприятия, и защита доступа реализуется с помощью аутентификации, как в клиенте SCADA-системы, так и через пользовательский межсетевой экран.

### Заключение

Информационная безопасность АСУ ТП – это новая и перспективная составляющая современных систем автоматизации. Внедрение системы защиты – это инвестирование в безопасность людей, экологию и способ избежать финансовых потерь из-за сбоев в работе сетевой инфраструктуры или неавторизованного доступа к системам управления. ●

ООО «Феникс Контакт РУС»  
Телефон: +7 (495) 933-8548  
E-mail: info@phoenixcontact.ru  
www.phoenixcontact.ru



Владимир Юрченко

## Операторские панели SIMATIC: актуальное состояние и тенденции развития

Цель данной статьи – дать краткое описание современного состояния устройств человеко-машинного интерфейса в спектре продукции, производимой концерном Siemens под маркой SIMATIC. В силу ограниченности размеров журнальной публикации приведённые в статье данные не претендуют на полноту, но они позволяют классифицировать и осветить модельный ряд операторских панелей по положению на текущий 2013 год, рассказать о новинках, ближайших перспективах развития и об основных вопросах, возникающих при работе с этими устройствами, а также сравнить операторские панели между собой и с панельными компьютерами SIMATIC.

### Место операторских панелей в системе управления и связь с контроллерами

Устройства, о которых пойдёт речь далее, называют операторскими панелями. Обычно они готовы к использованию и нуждаются только в настройке и/или программировании для работы в составе конкретной системы управления. Надо подчеркнуть, что операторские панели отображают данные не напрямую с датчиков или модулей ввода-вывода, а берут их из памяти контроллера, для чего имеют соответствующие интерфейсы связи с промышленной сетью.

В настоящее время в панелях SIMATIC поддерживаются интерфейс MPI/PROFIBUS, основанный на стандарте RS-485, и интерфейс сети PROFINET/Ethernet. Кроме подключения по этим промышленным сетям к контроллерам SIMATIC (оно осуществляется по протоколу S7, а не PROFIBUS DP или PROFINET I/O), также возможно подключение к контроллерам и других наиболее известных производителей, в частности, по популярным из-за открытости протоколам Modbus RTU (RS-422/485) и Modbus TCP/IP (Ethernet). Полный список поддерживаемых

контроллеров и протоколов можно найти как в каталогах, так и в документации по коммуникациям для панелей.

Запрос панелью данных от контроллера производится циклически с задаваемым отдельно для каждой переменной интервалом. Обычное для этой величины значение, задаваемое в системе проектирования по умолчанию, – 1 секунда. Можно задать и меньший интервал обновления, вплоть до 0,1 секунды, но время обновления параметров реального процесса зависит от многих факторов и в действительности редко составляет менее секунды. Для уменьшения нагрузки на сеть панель постоянно запрашивает у системы управления только информацию, необходимую для системы сообщений, архивируемых переменных и вывода значений переменных на текущий экран. И поэтому надо обратить внимание на то, что в случае использования переменной как триггера для запуска системной функции или VBS-скрипта по изменению её значения надо настроить в среде проектирования в свойствах этой переменной параметр, отвечающий за её постоянный опрос.

Если рассматривать работу панелей в сетях PROFIBUS DP или PROFINET I/O, то возможно (и обязательно для

кнопочных панелей KP8/KP32) конфигурирование панелей как ведомых устройств выделенного контроллера, являющегося мастером. При этом панель предстаёт для данного контроллера модулем распределённой периферии, в которой кнопки панели выполняют функции дискретных входов, а

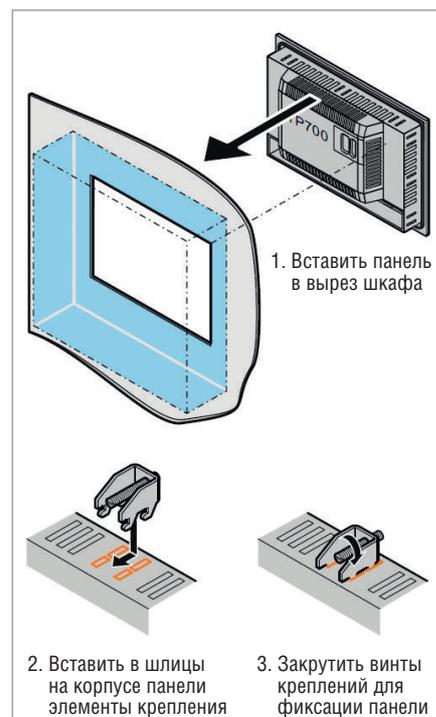


Рис. 1. Монтаж панелей в вырез стенки



Рис. 2. Кнопочные панели KP32 и KP8

светодиоды (при их наличии) – дискретных выходов. Преимуществом такой организации связи контроллера и панели является быстрая реакция на нажатие кнопки, которой в большинстве случаев невозможно достичь при реализации связи на основе протокола S7. Проект панели в данном случае обязательно должен быть интегрирован со средой программирования контроллеров, и обработка событий нажатия, а также событийное включение/выключение светодиодов производится в программе контроллера (обычно это делается для вывода диагностической информации работы оборудования).

### ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАНЕЛЕЙ SIMATIC

Если теперь перейти к классификации операторских панелей, то их можно разделить на простейшие кнопочные панели и панели с дисплеем, которые, в свою очередь, можно подразделить на встраиваемые и переносные модели. По способу управления они делятся на панели с сенсорным экраном и клавишные, но есть ряд моделей, в которых сочетается сенсорный экран с некоторым набором клавиш.

Передняя поверхность встраиваемых операторских панелей SIMATIC имеет степень защиты IP65. Дополнительно для защиты корпуса и экрана от царапин можно использовать опционные защитные мембраны. Все панели устойчивы к работе в условиях повышенной вибрационной и ударной нагрузок и могут устанавливаться на технологическом оборудовании или в шкафах в непосредственной близости от него. Встраиваемые панели обычно устанавливаются в вырез дверцы или стенки шкафа, для чего в комплекте поставки имеются необходимые зажимные фиксаторы (рис. 1). Такой способ установки и фиксации корпуса одинаков как

для встраиваемых панелей, так и для встраиваемых мониторов и панельных компьютеров.

Температурный диапазон эксплуатации панелей SIMATIC при их вертикальной установке лежит в пределах 0...50°C. Дополнительно может быть предложено специальное исполнение панелей SIPLUS с более широким диапазоном рабочих температур от 0 до 60°C. Но даже для панелей в SIPLUS-исполнении работа при отрицательных температурах невозможна из-за жидкокристаллических экранов, и реально данное исполнение только защищает электронику от влаги, которая может появиться при эксплуатации панели при температурах, близких к 0°C.

Немного о возможности использования панелей во взрывоопасных зонах. Большинство панелей SIMATIC имеют европейский сертификат ATEX для работы во взрывоопасных зонах 2/22, но только по передней поверхности при условии установки в изолированный шкаф. К тому же требования к безопасности в этих взрывоопасных зонах по европейским и российским стандартам отличаются, а российского сертификата для работы в Ex-зонах для панелей SIMATIC нет, и получение его не планируется, так что применение панелей SIMATIC во взрывоопасных зонах лучше не рассматривать.

### Кнопочные панели

Кнопочные панели PP7/PP17, ещё выпускаемые в настоящее время, могут

работать и по протоколу S7 (настройка кнопок с помощью дисплея на задней стороне), и как ведомые устройства в сети PROFIBUS или PROFINET. Но после 2014 года из кнопочных панелей останется серия панелей KP8/KP32 (рис. 2), которые могут быть только ведомыми устройствами в сети PROFINET. Для их использования необходимо задействовать пакет программирования контроллеров, где и реализуется вся логика обработки событий нажатия клавиш и высвечивания диодов нужного цвета.

### ПАКЕТЫ РАЗРАБОТКИ И МИГРАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ПАНЕЛЕЙ SIMATIC

Для программирования всех других операторских панелей предназначены пакет проектирования WinCC flexible, интегрируемый с пакетом программирования контроллеров STEP 7. V.5, и пакет WinCC V.12, входящий в состав программного окружения TIA Portal. В будущем развиваться будет только версия программного обеспечения, связанная с TIA Portal, новых версий WinCC flexible не будет, поэтому для работы с панелями перспективной серии Comfort однозначно нужен TIA Portal, так как в WinCC flexible поддержки этих панелей нет.

В следующем году запланировано окончание поставок «классических» панелей серий TP/OP/MP. Это далеко не первое обновление спектра операторских панелей SIMATIC (табл. 1), вызванное необходимостью перехода на новые электронные комплектующие, в первую очередь, на новые процессоры. После октября 2014 года из встраиваемых программируемых панелей в каталогах останутся только панели серий Basic и Comfort. При замене панелей старых серий придётся подбирать ближайшие аналоги именно из этих двух серий. Замечу также, что в WinCC V.12 есть возможность открыть проекты WinCC flexible, но для старых панелей

Таблица 1

Ретроспектива производства операторских панелей SIMATIC

Серии панелей SIMATIC	Пакеты программирования	Годы производства (приблизительно)
OP5/15/25/35/45, OP3/7/17/27/37, TP27/37	ProTool	1996–2004
OP170/270, TP170/270, MP270/370	ProTool, WinCC flexible	2000–2008
OP73/77, OP/TP177, OP/TP277, MP277, MP377	WinCC flexible, TIA Portal	2005–2014
Basic Panel	WinCC flexible 2008 (кроме KP300 Basic mono PN, KTP/KP400 Color), TIA Portal	2008 – по настоящее время
Comfort Panel	TIA Portal (WinCC Comfort и выше)	2011– по настоящее время

серий 170/270/370 их проекты придётся конвертировать в WinCC flexible в проекты серий 177/277/377, потому что в WinCC V.12 нет поддержки панелей, программировавшихся во времена применения пакета ProTool. Миграция панелей не всегда однозначна и проста, но немного эту проблему облегчает наличие документации, посвящённой вопросам перехода со старых панелей на современные модели.

### ВСТРАИВАЕМЫЕ ПАНЕЛИ BASIC И COMFORT

Если сравнивать панели серий Basic и Comfort в общем, то панели серии Basic являются недорогими бюджетными моделями, обеспечивающими базовые функции человеко-машинного интерфейса, но не предоставляющими возможности реализовывать на них опции, доступные в более мощных панелях серии Comfort. Панели же серии Comfort, о которых в основном и пойдёт речь далее, призваны взять на себя функции, выполняемые панелями серий 277/377, и занять промежуточное положение между простыми панелями и панельными компьютерами с пакетом визуализации WinCC Advanced.

Проведём сравнение дисплеев в панелях серий Basic и Comfort по их основным характеристикам. В панелях серии Basic (рис. 3) дисплеи могут быть монохромными (для панелей с 3-, 4- и 6-дюймовыми экранами) и цветными с поддержкой 256 цветов (для панелей с 6-, 10- и 15-дюймовыми экранами). И если в большинстве панелей Basic реализованы классическое соотношение сторон экрана 4:3 и соответствующие им разрешения (например, 640×480 для KTR1000), то во всех панелях серии Comfort (рис. 4) применяются широкоформатные дисплеи, и разрешения экранов в них тоже «широкоформатные» (1920×1080 для самой большой панели

Размеры дисплеев операторских панелей серий Basic и Comfort в сравнении с размерами дисплеев других устройств SIMATIC

Таблица 2

Тип устройства	Размеры дисплеев в дюймах для сенсорных моделей	Размеры дисплеев в дюймах для клавиатурных моделей
Basic Panel	4, 6, 10, 15	3, 4, 6
Comfort Panel	4, 7, 9, 12, 15, 19, 22	4, 7, 9, 12, 15
IPC277D	7, 9, 12, 15, 19	–
Мониторы IFP	15, 19, 22	15
Тонкие клиенты ITС	12, 15, 19, 22	–

TP2200). Из отличий между дисплеями панелей Basic и Comfort надо также отметить имеющуюся в панелях серии Comfort возможность регулировки, в том числе и из среды исполнения, интенсивности подсветки дисплея, что, кроме повышения удобства использования, ещё и уменьшает потребление энергии.

Продолжая сравнение панелей Basic и Comfort, отметим, что если в серии Basic в качестве CPU применяются процессоры архитектуры ARM, то в серии Comfort такие процессоры стоят только в панелях с наименьшим (4-дюймовым) экраном, а в панелях с большими дисплеями применяются процессоры архитектуры x86 фирмы Intel с низким потреблением энергии. И хотя рабочая частота этих процессоров Intel в панелях Comfort всего 500 МГц, их производительность в сравнении с панелями MP377, работающими на процессорах ARM, выросла в среднем в 3–4 раза.

Из-за ограниченного списка совместимых с панелями SIMATIC принтеров часто является проблемой их подбор из реально имеющихся в продаже моделей. И если сравнивать панели Comfort с предыдущими сериями панелей, то для них реализована поддержка драйвера печати протокола PostScript, что существенно упрощает такой подбор. Кроме того, в панелях Comfort появилась поддержка вывода печати в файлы форматов pdf и html, в том числе

с возможностью в дальнейшем просматривать эти сохранённые файлы прямо на панели, запуская из среды исполнения утилиты просмотра таких файлов.

Немного о поддержке внешних носителей в панелях Comfort. В них есть два слота для SD-карт: один только для специальных HMI Memory Card Siemens ёмкостью от 2 Гбайт, которые гарантируют сохранность данных при внезапном выключении питания панели и выполняют сервисные функции; второй для обычных SD-карт, в том числе SDHC объёмом до 32 Гбайт (в панелях MP277/377 этот слот совместим только с SD-картами объёмом до 4 Гбайт), но без таких гарантий, как у первого слота. Кроме этого, панели Comfort имеют как минимум один интерфейс USB с поддержкой функции USB-host, что позволяет использовать в качестве носителей (например для архивирования) и USB флэш-диски.

Табл. 2 даёт представление о разнообразии размеров дисплеев в операторских панелях серий Basic и Comfort и позволяет по данному показателю сопоставить эти панели с другими устройствами SIMATIC, имеющими дисплей.

### ПАНЕЛИ COMFORT И ПАНЕЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

Интересно также сравнить панели серии Comfort с новыми панельными компьютерами IPC277D, тем более что

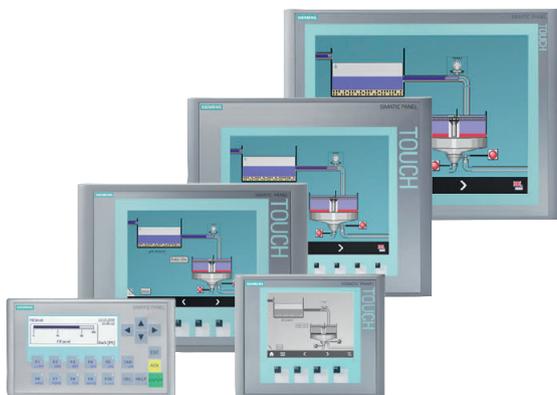


Рис. 3. Панели серии Basic



Рис. 4. Панели серии Comfort

дизайн их дисплеев одинаков и спереди они очень похожи (рис. 5). Панельные компьютеры IPC277D имеют конфигурации с таким же сенсорным экраном размером по диагонали от 7 до 19 дюймов, как и у панелей Comfort, в качестве процессоров можно выбрать процессоры Atom с частотой 1 или 1,3 ГГц, а носителями информации будут служить CF-карты или SSD-диск. В качестве предустановленной операционной системы в IPC277D применяется Windows 7 Embedded на CF-карте или Windows 7 SP1 на SSD-диске и опционально пакеты визуализации WinCC Advanced и программный контроллер WinAC.

Панели серии Comfort тоже используют процессоры Atom минимальной мощности и операционную систему Windows CE, но в отличие от панельных компьютеров представляют собой, с одной стороны, готовые к работе устройства, не требующие установки программного обеспечения и лицензий, а с другой стороны, они являются «чёрным ящиком», где возможна работа только среды исполнения и нет возможности расширить функциональность с использованием дополнительных приложений или динамических библиотек. Также для

новых панелей не предусмотрено опции программного контроллера WinAC, которая была доступна для панелей MP277/377, и в случае необходимости иметь в одном устройстве визуализацию и управление процессом надо выбирать за основу панельные компьютеры. Ещё одним критерием для выбора компьютера вместо панели может быть необходимость динамического ввода на экране текста на языке, отличном от английского, так как на панелях SIMATIC другой раскладки клавиатуры никогда не предусматривалось, и в панелях Comfort в этом отношении ничего не изменилось.

Табл. 3 резюмирует проведённое сравнение по части основных возможностей, предоставляемых пользователям рассматриваемыми типами устройств.

### Удалённые терминалы ITC

Панели Comfort и среда исполнения WinCC Advanced на компьютерах имеют программную опцию для удалённой ра-



Рис. 5. Панельные компьютеры IPC277D

боты по сети Ethernet под названием Sm@rtServer, что позволяет подключиться к панели, где стоит данная опция, с другой панели или с компьютера для визуализации и управления (в зависимости от прав пользователя). В этой связи самое время рассказать об устройствах, выполняющих функции удалённого терминала, — SIMATIC ITC (смотрите табл. 2; дизайн внешнего вида этих панелей, как и мониторов IFR, повторяет дизайн сенсорных панелей серии



ЗАЩИЩЕННЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ ПК ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



**AFP-6000**

Резистивный сенсорный экран

- Защита от царапин
- Прочность передней панели 7H



NEMA 4x/IP66

- Защита от напора воды под давлением
- Полная герметизация корпуса



Корпус из нержавеющей стали 316L

- Отличные антикоррозийные свойства
- Гигиеничный и легко очищаемый



**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ ААЕОН**

Тел.: (495) 234-0636 • факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Comfort). Эти устройства нуждаются только в настройке и дают возможность удалённо подключаться к панелям и компьютерам, на которых установлена опция Sm@rtServer. Кроме того, панели ИТС поддерживают протоколы VNC и RDP, что позволяет использовать их и в качестве удалённых терминалов для подключения к компьютерам с операционными системами, поддерживающим данные протоколы. В панелях ИТС есть встроенный Интернет-браузер, который может использоваться для подключения к встроенным в контроллер или операторскую панель Web-серверам с целью удалённой диагностики. Но подключиться таким образом напрямую к WebNavigator-серверу системы визуализации WinCC не получится из-за невозможности установки на ИТС библиотек WebNavigator-клиента, и для реализации такой задачи надо использовать RDP-соединение с Windows Server, на котором и будет запускаться Internet Explorer с установленным WebNavigator-клиентом в отдельной сессии.

**БЕСПРОВОДНЫЕ ПАНЕЛИ**

Переносные панели, основой которых в настоящее время являются моде-

Таблица 3  
Сравнение операторских панелей Comfort и панельных компьютеров IPC277D по основным возможностям, предоставляемым пользователям

Параметр	Панели Comfort	Компьютеры IPC277D
Операционная система	Windows CE	Windows Embedded, Windows XP, Windows 7
Готовность к использованию	Не требуется установка программного обеспечения и лицензии на среду исполнения	Наличие конфигураций с установленным WinCC Advanced RT с лицензиями на выбранное число тегов
Расширяемость	Только опции WinCC Comfort (Sm@rtServer и Audit)	Опции WinCC Advanced, работа внешних приложений, как стандартных, так и специализированных
Программный контроллер WinAC RTX	Нет	Наличие конфигураций с WinAC RTX, возможно и с WinCC Advanced
Сервис и доступность запасных частей	В течение 10 лет после окончания поставок	В течение 5 лет после окончания поставок

ли серий 177 и 277, предназначены для временного мобильного подключения и управления в удобных для оператора местах. Есть два вида таких панелей: проводные панели с подключением их в заранее предусмотренных местах с использованием специального кабеля и соединительной коробки, интегрированной в сеть PROFIBUS DP или PROFINET, и беспроводные панели Mobile Panel 277IWLAN (рис. 6), для работы которых необходимо наличие интегрированной в сеть PROFINET беспровод-

ной точки подключения, работающей по стандарту IEEE 802.11a (b, g). Есть дополнительные опции мобильных панелей, позволяющие интегрировать эти панели в системы противоаварийной защиты по технологии fail-safety, а также контролировать местоположение оборудования с целью более надёжного управления и поддержки функций безопасности.

В отличие от встраиваемых панелей серий 177 и 277, для которых объявлено

# САПР печатных плат

**EREMEX DELTA DESIGN — проектирование печатных плат**



Схемотехническое моделирование



Топологический трассировщик



Менеджер библиотек



Схемный редактор





Новые решения в области программного обеспечения

Тел.: +7 (495) 232-1864; +7 (812) 448-0444  
 Факс: +7 (495) 234-0640 • E-mail: info@eremex.ru • Web: www.eremex.ru

Реклама



Рис. 6. Беспроводные панели Mobile Panel 277IWLAN

окончание их поставок в следующем году, замены для мобильных панелей пока нет, и они наверняка останутся в производстве и после октября 2014 года.

### ОБСЛУЖИВАНИЕ ПАНЕЛЕЙ

Немного о проблемах, возникающих у конечных пользователей панелей при их обслуживании на производстве.

Обслуживающий персонал систем управления, построенных на основе контроллеров и панелей SIMATIC, в лучшем случае имеет программное обеспечение и кабели для подключения к системе с целью её диагностики, но самого проекта для операторских панелей часто не имеет. В этом случае, для того чтобы иметь возможность восстановить систему при её выходе из строя, первым делом надо сделать резервное сохранение содержимого панелей с помощью утилиты Prosave (входит в состав пакетов проектирования панелей и доступна для скачивания на сайте поддержки), что позволит с помощью этой же программы восстановить конфигурацию со всеми настройками в новой панели (но той же модели, с которой была сохранена конфигурация). Если панель имеет слот для SD/MMC-карточки, то конфигурацию можно сохранить на внешнем носителе прямо из окна настроек на самой панели и впоследствии на новой панели того же типа провести процедуру восстановления настроек с этого носителя. Тут надо отметить, что для панелей Comfort была разработана новая концепция обслуживания с использованием специальных SIMATIC HMI Memory Card, позволяющая автоматически синхронизировать содержимое внутренней памяти панели с содержимым на карточке. Для переноса конфигурации на новую панель достаточно вставить карту с конфигурацией и в настройках панели включить режим использования этой концепции, после чего содержимое с карты скопи-

руется во внутреннюю память панели и панель примет все настройки вышедшего из строя устройства без дополнительных манипуляций.

### Перспективы

В конце статьи — о тенденциях развития панелей и перспективах в ближайшем будущем. С появлением новых процессоров x86-архитектуры с малым энергопотреблением, скорее всего, продолжится тенденция вытеснения процессоров ARM в операторских панелях (пример в настоящее время — панели

Comfort и «тонкие» клиенты ИТС), что даёт, в первую очередь, программную совместимость и возможность расширения функциональности таких устройств. И, конечно, стоит ожидать в ближайшее время появления операторских панелей с сенсорным экраном Multitouch, но для этого должна быть изменена концепция работы с элементами управления на экране и переработаны системные функции в программных пакетах разработки, что произойдёт только с выходом новых версий пакета TIA Portal не ранее конца этого года. ●



Департамент Аудио-Видео Решений ПРОСОФТ



## Комплексные поставки и инсталляции специализированного аудиовидеоборудования

для применения в системах наблюдения и контроля состояния

#### Применение:

- Диспетчерские
- Центры управления технологическими процессами
- Центры ГО и ЧС
- Транспортная инфраструктура
- Системы безопасности

#### Поставляемое оборудование:

- Видеостены
- Профессиональные мониторы
- Интерактивные мониторы
- Системы трансляции и управления информационным контентом

WWW.AVSOLUTIONS.RU

Тел.: (495) 232-1687 • Факс: (495) 234-0640  
avs@prosoft.ru • www.avolutions.ru



реклама



Алексей Медведев

## Промышленные видеокамеры для систем машинного зрения

В статье приведены результаты опроса среди производителей и потребителей видеокамер для промышленных приложений. Рассмотрены ключевые узлы системы машинного зрения с примерами конкретных изделий.

### ВВЕДЕНИЕ

Системы машинного зрения в настоящее время широко используются во множестве приложений. Они находят своё применение в промышленной автоматизации, научных исследованиях, медицине, системах безопасности, военной сфере и многих других отраслях.

Типовая система машинного зрения включает в себя камеру, плату захвата изображений, вычислительное устройство и специализированное программное обеспечение. Далее вкратце рассмотрим составляющие компоненты систем машинного зрения, сделав ак-

цент на промышленных видеокамерах, являющихся ключевым элементом в подобных системах.

### ОБЗОР РЫНКА ПРОМЫШЛЕННЫХ КАМЕР

Для обзора рынка промышленных камер обратимся к опросу «Камеры и профессиональная обработка изображений 2012», проведённому специалистами компании FRAMOS GmbH и журнала INSPECT [1].

Опрос был сосредоточен на камерах для промышленных применений и дал картину, со всей очевидностью показывающую, как близко предложения про-

изводителей совпадают с ожиданиями пользователей.

Анализ основывается на ответах, полученных от 13 производителей и 51 пользователя камер в основном для промышленного применения. Под промышленным применением тут подразумеваются приложения, в которых изображения захватываются и/или анализируются автоматически, например, автоматизация производства и логистики, обеспечение качества, измерение параметров, мониторинг трафика и т.д.

Распределение по различным ценовым категориям показало, что многие производители продвигают свои моде-

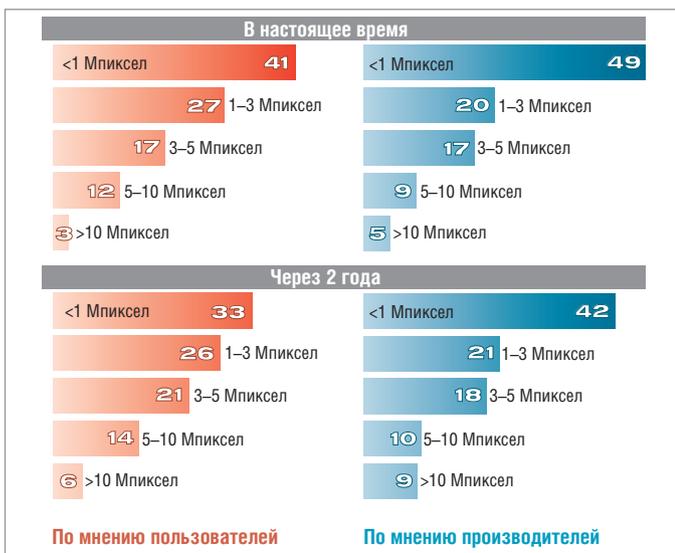


Рис. 1. Распределение (в процентах) применяемых в промышленности видеокамер в соответствии с их разрешающей способностью

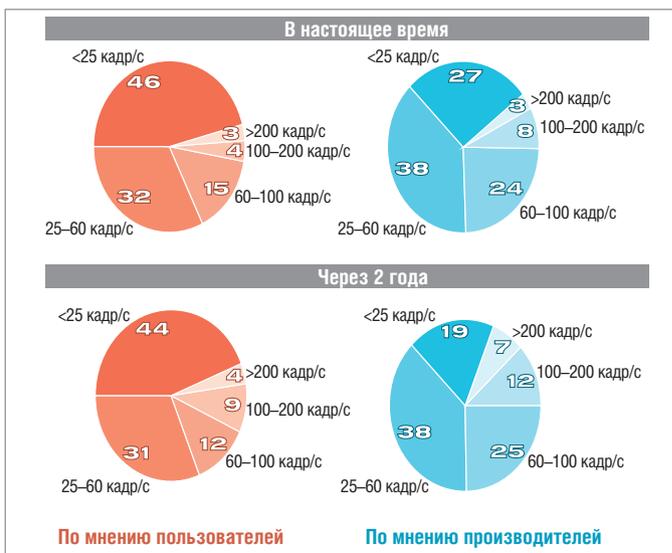


Рис. 2. Распределение (в процентах) применяемых в промышленности видеокамер в соответствии с обеспечиваемой ими частотой кадров

Основные характеристики наиболее востребованных в приложениях машинного зрения интерфейсов

Таблица 1

Характеристика	FireWire (IEEE 1394b)	Gigabit Ethernet	USB 2.0	USB 3.0	Camera Link
Полоса пропускания	64 Мбит/с	100 Мбит/с	40 Мбит/с	350 Мбит/с	680 Мбит/с
Длина кабеля	4,5 м	100 м	4,5 м	3 м	10 м
Загрузка ЦП	Низкая	Средняя	Низкая	Низкая	Средняя
Признание пользователей	Среднее	Превосходное	Превосходное	Превосходное	Низкое
Сложность системной интеграции	Средняя	Низкая	Средняя	Низкая	Высокая
Оценка совместного использования нескольких камер	Превосходная	Превосходная	Превосходная	Превосходная	Средняя
Стоимость системы (система из одной камеры)	Средняя	Средняя	Самая низкая	Низкая	Высокая
Мультиплексирование	Нет	Допустимо	Нет	Нет	Нет
Стандарт	IIDC/DCAM	GigE Vision	Нет	USB3 Vision	Camera Link

ли начального уровня с разрешением VGA и стоимостью ниже €350. По данным опроса (рис. 1) у 41% пользователей есть камеры с разрешением меньше, чем 1 Мпиксел, однако камеры в ценовом диапазоне от €650 до €1000 являются самыми популярными и составляют 32% рынка, в то время как камеры, которые стоят меньше €350, занимают приблизительно 20% рынка. Это означает, что у большинства опрошенных пользователей достаточно высокие требования к камерам, с точки зрения качества, функций и сервиса, и они готовы за это платить больше.

По мнению пользователей, промышленные камеры на базе ПЗС-сенсоров от Sony и TrueSense (ранее Kodak) бесспорно занимают самую большую долю на рынке, равную 69%. Соответственно, на КМОП-сенсоры приходится 31% рынка, и безусловным лидером здесь является продукция компании Artina. С другой стороны, производители камер считают, что соотношение ПЗС- и КМОП-сенсоров составляет 75% к 25%. Таким образом, технология ПЗС более высоко оценивается среди производителей, чем среди пользователей.

По мнению пользователей камер, доля рынка ПЗС-сенсоров сократится в течение следующих двух лет приблизительно на 16%. Производители же прогнозируют более высокие темпы роста КМОП-сенсоров – на 20% в следующие два года. Аргументами для таких прогнозов являются данные о продуктовых линейках компаний Sony и TrueSense, которые уже запустили или анонсировали большой ассортимент моделей, базирующихся на КМОП-технологии.

В промышленных приложениях, особенно в системах с автоматизированным захватом изображения, цвет играет незначительную роль. Данные опроса

производителей показывают, что 74% камер в подобных приложениях – монохромные (аналогичная оценка среди пользователей составляет 84%). По этим же данным, 49% камер сегодня имеют разрешение ниже, чем 1 Мпиксел (рис. 1). Производители, в отличие от пользователей, ожидают самый высокий рост в категории камер с разрешением выше 10 Мпиксел. В целом же наблюдается небольшая тенденция в сторону использования камер с разрешением больше 1 Мпиксел.

Из анализа способа крепления объектива выявляется следующая картина: по мнению пользователей, 63% камер оборудованы креплением C-mount (по мнению производителей – 76%), а остальные камеры в основном либо снабжены малоформатными креплениями (K-mount, F-mount, Canon-mount и т.д.) – 18%, либо имеют мини-линзы (pinhole, M12, M14 и т.д.) – 12%.

В настоящее время ПЗС- и КМОП-сенсоры многих производителей способны обеспечить обработку информации с частотой до 100 кадров в секунду (кадр/с). Через два года, как ожидают пользователи, число камер с частотой от 100 до 200 кадр/с вырастет приблизительно на 5% (рис. 2). Эта оценка обусловлена анонсированием новых камер с сенсорами, обеспечивающими такой диапазон частот. Производители же относительно частоты кадров предполагают, что через 2 года категории с частотами в диапазонах 100–200 кадр/с и >200 кадр/с увеличатся на 4% каждая.

При разделении камер на аналоговые и цифровые выясняется, что по данным от пользователей 34% используемых камер сегодня всё ещё имеют аналоговый выход (по мнению производителей, сейчас это 20%). Однако, по мнению потребителей, этот процент упадёт в течение ближайших двух лет ещё на 16 пунк-

тов и будет на уровне 18% (соответственно, производители предрекают падение значения этого показателя за то же время на 8 пунктов до 12%).

Так как большинство камер в промышленном секторе имеют цифровой видеовыход, то особый интерес представляют различные стандартные цифровые интерфейсы. Нужно отметить, что среди респондентов интерфейсы Camera Link, Gigabit Ethernet, Ethernet и FireWire IEEE 1394a пользуются наибольшей популярностью. Ожидается, что в течение следующих двух лет произойдёт сдвиг в сторону Camera Link HS, Gigabit Ethernet, 10G Ethernet и USB 3, а также CoaXPress, представляющего особый интерес для определённых приложений. Характеристики наиболее востребованных интерфейсов для промышленных камер представлены в табл. 1 для сравнения.

В целом на рынке промышленных камер наблюдается движение в сторону более высокого разрешения и более высокой частоты кадров. Производители сенсоров выпускают продукцию со всё более высокими значениями этих характеристик, которая требует пропускной способности более 8 Гбит/с.

На этом фоне получены мнения пользователей о том, какой интерфейс будет наиболее востребован для полосы пропускания более 8 Гбит/с. В 68% мнений 10G Ethernet является безусловным лидером, опережая Thunderbolt и CoaXPress, которые получили 19% и 10% соответственно (рис. 3). Интерфейс Camera Link HS, который до сих пор продвигается очень малым количеством крупных производителей камер, по-видимому, ещё недооценён пользователями, ещё не видно конкретных приложений для его использования.

### ПРИМЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ КАМЕР

В качестве примеров конкретных промышленных камер рассмотрим изделия компаний SMARTEK Vision и Visiosens.

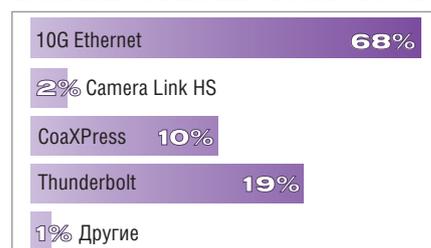


Рис. 3. Распределение мнений пользователей о том, какой интерфейс будет наиболее востребован для полосы пропускания более 8 Гбит/с



Рис. 4. Корпусированные камеры SMARTERK Vision: а – серия Giganetix Standard; б – серия Giganetix S90

Компания SMARTERK Vision производит промышленные IP-камеры и светодиодные строб-контроллеры. Камеры производства SMARTERK Vision соответствуют основным требованиям, предъявляемым к промышленным устройствам, и отличаются небольшими габаритами при нескольких вариантах исполнения корпуса, превосходным качеством изображения и низкой стоимостью.

IP-камеры SMARTERK Vision обеспечивают полную аппаратную и программную поддержку стандартов GigE Vision и GenICam™, что в сочетании с компактным корпусом позволяет осуществлять их органичную интеграцию в существующие системы без дополнительных затрат.

Компания выпускает камеры как в корпусированном исполнении, так и без корпуса.

Для клиентов, нуждающихся в функционально законченном корпусированном изделии, компания предлагает камеры, заключённые в корпуса двух типов, отличающихся креплением и расположением соединителей выводных интерфейсов (рис. 4).

Для индивидуальных проектов своих клиентов компания SMARTERK Vision может предложить серию встраиваемых бескорпусных GigE-камер Giganetix Board Level (рис. 5). Данная серия ориентирована на производителей устройств и системных интеграторов и предоставляет широкие возможности для успешной интеграции камер в системы и машины в условиях ограниченного пространства. Это достигается за счёт специальной конструкции камер, состоящей из отделяемой сенсорной части и основной платы, и поддержки технологии Power over Ethernet (PoE). Плата с сенсором, а также вся схема обработки данных, интерфейсная часть и, разумеется, программное обеспечение имеют полную совместимость со стандартами GigE Vision и GenICam™.

Камеры SMARTERK Vision способны обеспечивать высокое качество изображения с минимальным уровнем шумов. Широкий ассортимент используемых в изделиях компании ПЗС- и КМОП-сенсоров (10 моделей от Sony, 4 модели от Artina и 3 модели от TrueSense Imaging) обеспечивает возможность выбора подходящей камеры почти для любого применения в сфере машинного зрения.

Камеры SMARTERK имеют лучший в своём классе триггер задержки (2 мкс) на двух входных и двух выходных портах управления, что позволяет подобрать оптимальную синхронизацию массива камер со светодиодным импульсным освещением.

Конструкция устройств создана на базе открытых промышленных стандартов (C-mount, разъёмы RJ-45, кабели CAT 5e или CAT 6), что значительно снижает общую стоимость системы машинного зрения без каких-либо потерь в качестве.

Компания Visiosens производит модульные промышленные USB-камеры с возможностью конфигурирования, позволяющие достаточно легко создавать индивидуальные решения для высокотехнологичных секторов промышленности.

Серия камер от Visiosens – это не традиционный набор готовых устройств, а весьма гибкая и настраиваемая платфор-



Рис. 5. Встраиваемая камера серии Giganetix Board Level

ма с более чем 140 возможными комбинациями построения камер (рис. 6). Данная платформа поддерживает единый современный программный интерфейс для всех своих камер, в том числе и для специальных заказных устройств. Платформа состоит из большого числа сенсоров, креплений, фильтров, включает опциональную светодиодную подсветку, имеет различные выходные интерфейсы и предполагает несколько вариантов сборки. Пользовательский и системный интерфейсы для всех вариантов камер построены на базе единого перспективного кросс-платформенного комплекта средств разработки, использующего самые современные NET-технологии.

Камеры Visiosens имеют высокопрочные корпуса, разработанные специально для применения в промышленности. Конструкция корпуса позволяет применять несколько вариантов установки. На каждой стороне и на передней поверхности выполнено множество крепёжных отверстий, расположенных симметрично оптической оси датчика. Заказчик может выбрать один из следующих типов крепления: C-mount, CS-mount или M12. В конструкцию корпуса может быть интегрировано опциональное светодиодное кольцо, подключаемое через 8-контактный порт ввода/вывода; такое решение способствует экономии занимаемого аппаратными

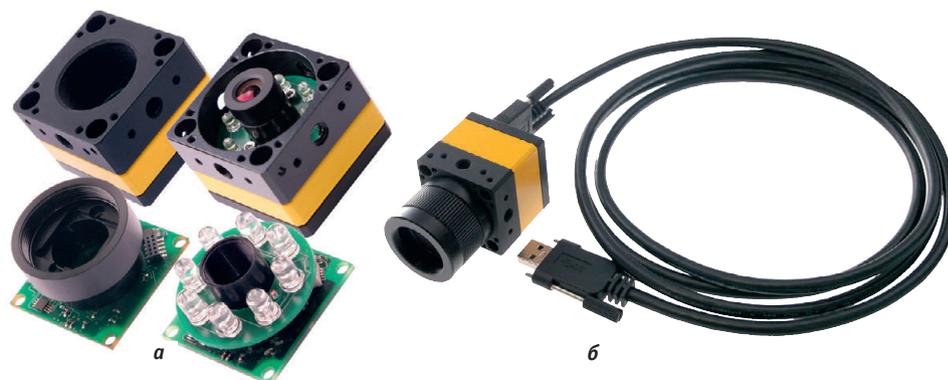


Рис. 6. Продукция Visiosens: а – элементы платформы для построения камер; б – пример готовой камеры

**100% встраиваемые,  
IBM PC-совместимые  
и легко интегрируемые  
процессорные платы и модули  
ICOP Technology Inc.**

### **VDX-6353RD**

#### **PC/104 процессорная плата Vortex86DX**



- Процессор Vortex86DX-800 МГц
- 256/512 Мбайт DDR2 RAM установлено
- VGA/LCD/LVDS
- LAN, 2xRS-232, 1xRS-232/422/485, 2xUSB, GPIO, PWMx16
- Слот CompactFlash
- Рабочая температура -20...70°C (-40...85°C опционально)
- Размеры 90x96 мм

### **VDX-6314RD**

#### **2,5" одноплатный компьютер Vortex86DX**



- Процессор Vortex86DX-800 МГц
- 256/512 Мбайт DDR2 RAM установлено
- VGA/LVDS
- LAN, 2xRS-232, 1xRS-232/422/485, 2xUSB, GPIO
- Рабочая температура -20...70°C (-40...85°C опционально)
- Размеры 100x66 мм



### **VDX-6329RD**

#### **Встраиваемая плата форм-фактора 3,5" Vortex86DX**

- Процессор Vortex86DX-800 МГц
- 256/512 Мбайт DDR2 RAM установлено
- VGA/LCD
- 2xLAN, 5xRS-232, 1xRS-232/422/485, 2xUSB
- Слот CompactFlash
- Рабочая температура -20...70°C (-40...85°C опционально)
- Размеры 102x146 мм

### **SOM304D2-VI**

#### **Процессорный модуль System on Module Vortex86DX2**



- Процессор Vortex86DX2-800 МГц
- 512 Мбайт / 1 Гбайт DDR2 RAM установлено
- VGA/LCD,
- LAN, 3xRS-232, 4xUSB, 2xGPIO, PWMx24
- NAND Flash 512 Мбайт /1/2/4 Гбайт опционально
- Рабочая температура 0...60°C (-20...70°C опционально)
- Размеры 70x70 мм

Официальный поставщик ICOP Technology Inc. в России и странах СНГ - компания IPC2U.



Рис. 7. Видеосистема ADLINK EOS-1220

средствами пространства и снижению финансовых затрат на систему в целом.

### Платы видеозахвата и вычислительные устройства обработки видеоданных

Цифровая обработка изображений с последующим их анализом является одной из прикладных задач систем машинного зрения. Она решается с помощью плат видеозахвата либо специальных компьютерных систем (вычислительных устройств) анализа видеoinформации и специализированного программного обеспечения.

В качестве примера такого вычислительного устройства рассмотрим продукцию компании ADLINK, предназначенную для решения описанных задач.

Видеосистема EOS-1220 (рис. 7) выполнена на основе 4-ядерного процессора Intel® Core™ i7 третьего поколения и предназначена для контроля разнообразных производственных процессов.

В составе EOS-1220 имеются 4 независимых PoE-порта для подключения GigE-камер. Кроме этого, видеосистема располагает богатым набором интерфейсов ввода/вывода, включающим в себя 4 × RS-232/422/485, 2 × USB 3.0, 32 изолированных дискретных входа/выхода PNP/NPN, 2 × SATA-интерфейса. Также видеосистема имеет слот CFast, внутренний USB-порт и программируемую EEPROM 1 кбит.

Сочетание использования интеллектуального интерфейса PoE и поддержки протокола IEEE 1588 позволяет обеспечивать питание устройств и передачу данных по одному кабелю. В видеосистеме существенно сокращено количество внутренних проводных соединений (около 60%), что значительно повышает надёжность изделия и упрощает его обслуживание.

Дополнительно в EOS-1220 предусмотрено интеллектуальное управление по PoE, позволяющее дистанционно пе-

рключать состояние PoE-устройств. С помощью этой функции можно легко контролировать и управлять энергопотреблением и температурой внутри камеры, что значительно продлевает срок службы системы в целом.

Видеосистема поддерживает операционные системы Windows 8/7/XP, Embedded Standard 7. Высокопроизводительный процессор, наличие нескольких каналов и компактный дизайн делают EOS-1220 подходящим решением для приложений, требующих синхронной работы нескольких камер, например для 3D-управления роботами и контроля различных производственных процессов.

Помимо готовых видеосистем линейка продукции ADLINK включает широкий набор плат видеозахвата с различными типами аналоговых и цифровых интерфейсов. Подробное описание плат видеозахвата ADLINK приведено в статье [2].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

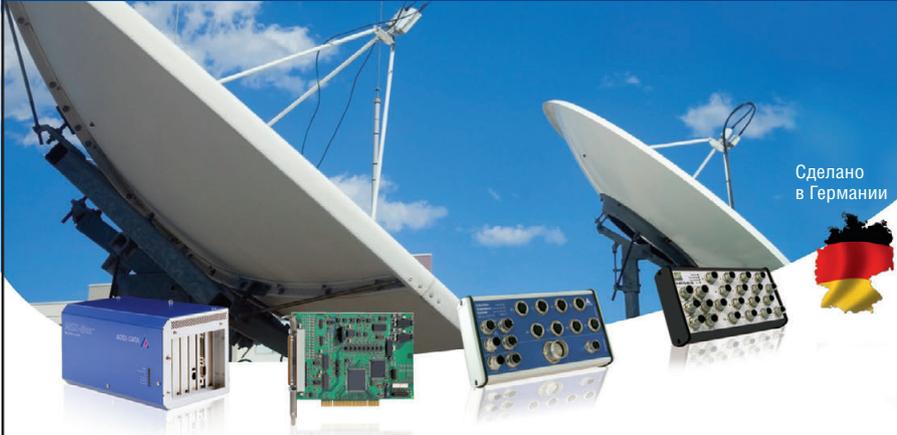
Новые технологии машинного зрения не только обеспечивают более качественное изображение, но и заставляют коренным образом переосмыслить место и области применения подобных систем. Наблюдается переход от пассивной фиксации событий к проактивному управлению на основе видеоданных. Системы машинного зрения эволюционируют как в техническом плане, так и в части интеграции в различные информационные системы. Немаловажную роль в этом развитии играют производители видеокамер, которые выводят на рынок устройства с более высокой чувствительностью, с новыми возможностями (например, с наличием кадрового затвора) и, что не исключено, с меньшей стоимостью. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ronald Muller. FRAMOS market survey 2012 [Электронный ресурс] // FRAMOS. — 2012. — 13 нояб. — Режим доступа : <http://www.frames.com/it/news/news/single-view/article/frames-market-survey-2012-1.html>.
2. Головастов А. Машинное зрение и цифровая обработка изображений // Современные технологии автоматизации. — 2010. — № 4. — С. 8–18.

Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru)

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ



Сделано в Германии

### Надежные контрольно-измерительные системы с длительным сроком доступности



- Помехоустойчивые платы аналогового и цифрового ввода/вывода PCI, PCI Express, CompactPCI, ISA
- Модули управления движением
- Коммуникационные платы для локальных сетей с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485
- Интеллектуальные измерительные Ethernet-системы со степенью защиты IP65

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADDI-DATA**



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



## Технологии высокоскоростного аналого-цифрового преобразования и генерации сигналов

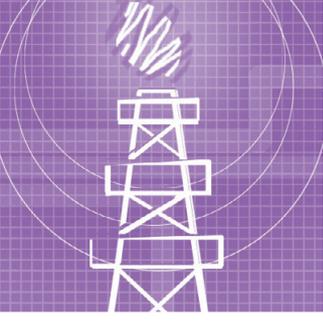
для передовых систем радиолокации, радиослежения и обработки изображений



- Сверхскоростные платы АЦП с частотой опроса до 3 ГГц и разрешением 16 бит PX1500-4, PX1500-2, PX14400A/ PX14400D, PX12500A
- Платы цифровых сигнальных процессоров с ПЛИС Xilinx Virtex-5 SX95T/ SX50T PX1500-4-SP95, PX14400A/ PX14400D
- Платы генерации сигналов с частотой обновлений до 1,2 ГГц и разрешением 8/14 бит PXDAC4800
- Компьютерные рабочие станции и системы хранения данных

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SIGNATEC





# Учебно-лабораторный комплекс по применению автоматизированных систем для исследования явлений переноса в пористых средах

*Александр Гаврилов, Александр Деркач, Раис Камалиев, Вячеслав Маценко, Марат Овчинников*

В статье описан учебно-лабораторный комплекс по применению автоматизированных систем для исследования явлений переноса в пористых средах, созданный на кафедре радиоэлектроники Казанского (Приволжского) федерального университета. Комплекс используется для подготовки специалистов в области АСУ ТП для нефтяной промышленности. Основу комплекса составили модульные ПЛК FASTWEL I/O и SCADA-пакет GENESIS32.

## ВВЕДЕНИЕ

История конструирования и создания автоматизированных систем контроля выработки нефтяного пласта в Казанском государственном университете (в настоящее время переименован в Казанский (Приволжский) федеральный университет – КФУ, рис. 1) уходит корнями в далёкие пятидесятые – шестидесятые годы прошлого столетия. Тогда для радиодиспетчеризации Ромашкинского месторождения и решения некоторых проблем, возникающих при добыче нефти, потребовалось участие физиков, математиков и радиофизиков КГУ. В 1955 году по инициативе областного комитета КПСС и объединения «Татнефть» были заключены первые в истории Казанского университета хозяйственные договоры с нефтедобывающими организациями ТАССР.

В начале семидесятых годов прошлого столетия разработка Ромашкинского месторождения перешла в стадию поздней выработки и почти на всей территории месторождения велась с применением внутриконтурного и законтурного заводнения. На этой стадии для управления оптимальной выработкой нефтяного пласта необходимо постоянно следить за движением нефтяных и водяных потоков на разрабатываемом пласту. Наиболее эффективно это мож-

но было сделать, применяя новый, активно развивающийся в то время вид гидродинамических исследований пластов – метод фильтрационных волн давления (ФВД). Идея использования метода фильтрационных гармонических волн давления для определения фильтрационных параметров пластов получила теоретическое и экспериментальное развитие в работах С.Н. Бузинова, И.Д. Умрихина, Ю.М. Молоковича, Н.Н. Непримерова и др. [1, 2, 3] и заключается в создании периодических изменений расхода на возмущающей скважине и регистрации откликов на них в виде изменений давления на возмущающей и реагирующей скважинах. На рис. 2 приведён пример графиков колебаний, полученных при проведении исследований методом ФВД. Карта распределения гидропроводности нефтяного пласта показана на рис. 3.

В последнее время метод ФВД используется не только для исследования гидропроводности и пьезопроводности в околоскважинных и межскважинных интервалах, но фактически и как

средство повышения нефтеотдачи пластов путём задания циклических режимов нагнетания и отбора.

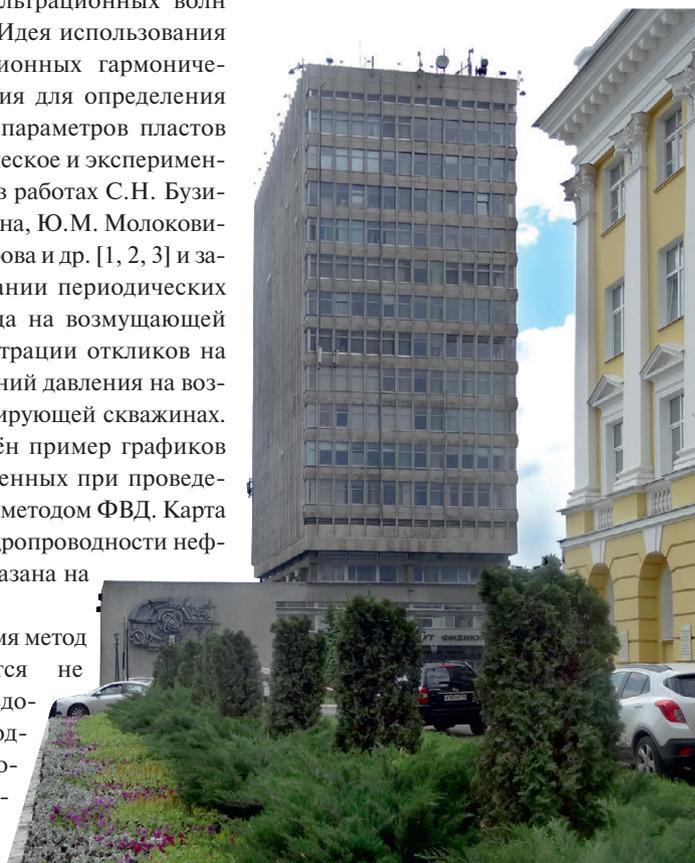


Рис. 1. Корпус Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета

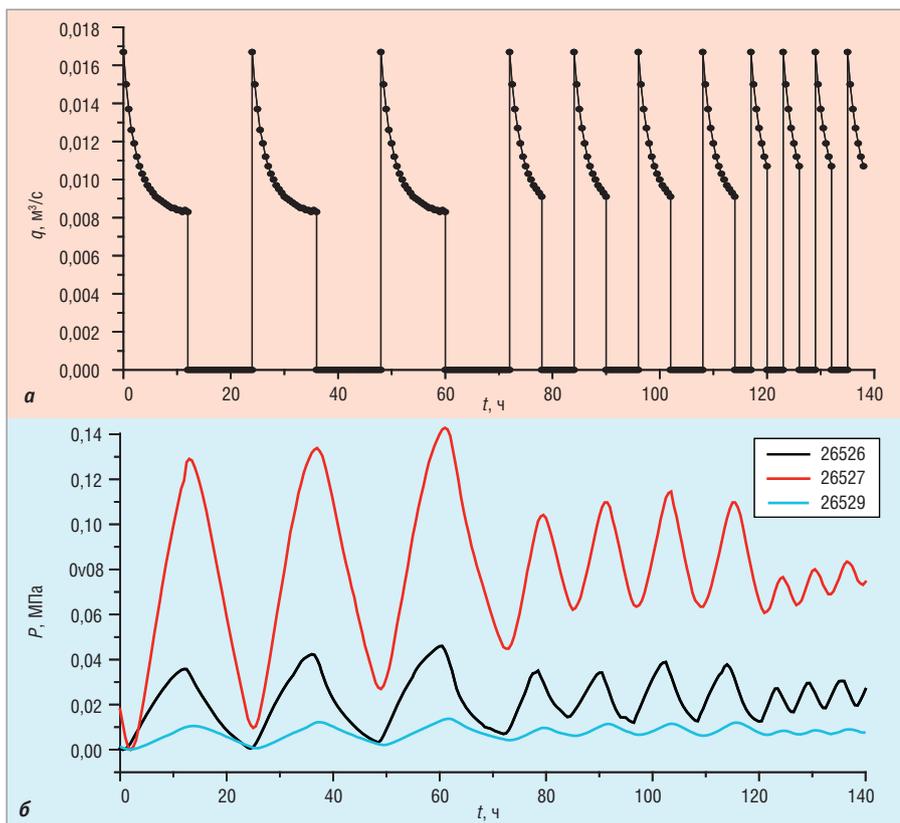


Рис. 2. Периодические колебания дебита ( $q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ), задаваемые с периодами 24, 12 и 6 часов на возмущающей скважине (а), и изменения давлений ( $P$ , МПа) на скважинах-приёмниках (б) [4]

В 90-е годы прошлого столетия на кафедре радиоэлектроники Казанского университета был разработан и неоднократно модернизировался программно-технический комплекс – «Автоматизированная система контроля и управления выработкой пластов» (АСКУ-ВП), предназначенный для непрерывного контроля и совершенствования процесса добычи нефти. АСКУ-ВП поз-

волил проводить весь спектр промышленных гидродинамических исследований на добывающих и нагнетательных скважинах.

В настоящее время идея комплекса АСКУ-ВП получила дальнейшее развитие в рамках организации учебного процесса для студентов старших курсов Института физики и Института геологии и нефтегазовых технологий, входя-

щих в структуру КФУ. В ходе реализации программы развития Казанского (Приволжского) федерального университета сотрудниками кафедры радиоэлектроники КФУ в содружестве со специалистами казанского филиала компании ПРОСОФТ был создан учебно-лабораторный комплекс по применению автоматизированных систем для исследования явлений переноса в пористых средах.

### Концепция построения учебно-лабораторного комплекса

Структура учебно-лабораторного комплекса по применению автоматизированных систем для исследования явлений переноса в пористых средах в целом, его комплекс технических средств (КТС) и базовое программное обеспечение (ПО) должны позволять создавать в лабораторных условиях прототипы систем автоматизации различных технологических объектов нефтедобычи. Комплекс должен стать базой не только для подготовки молодых специалистов, но и для выполнения опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ сотрудниками кафедры.

Нефтедобывающее производство включает в себя большое количество разнообразных технологических объектов: добывающие и нагнетательные скважины, индивидуальные и групповые замерные установки, блоки дозирования реагента, дожимные насосные станции, кустовые насосные станции,

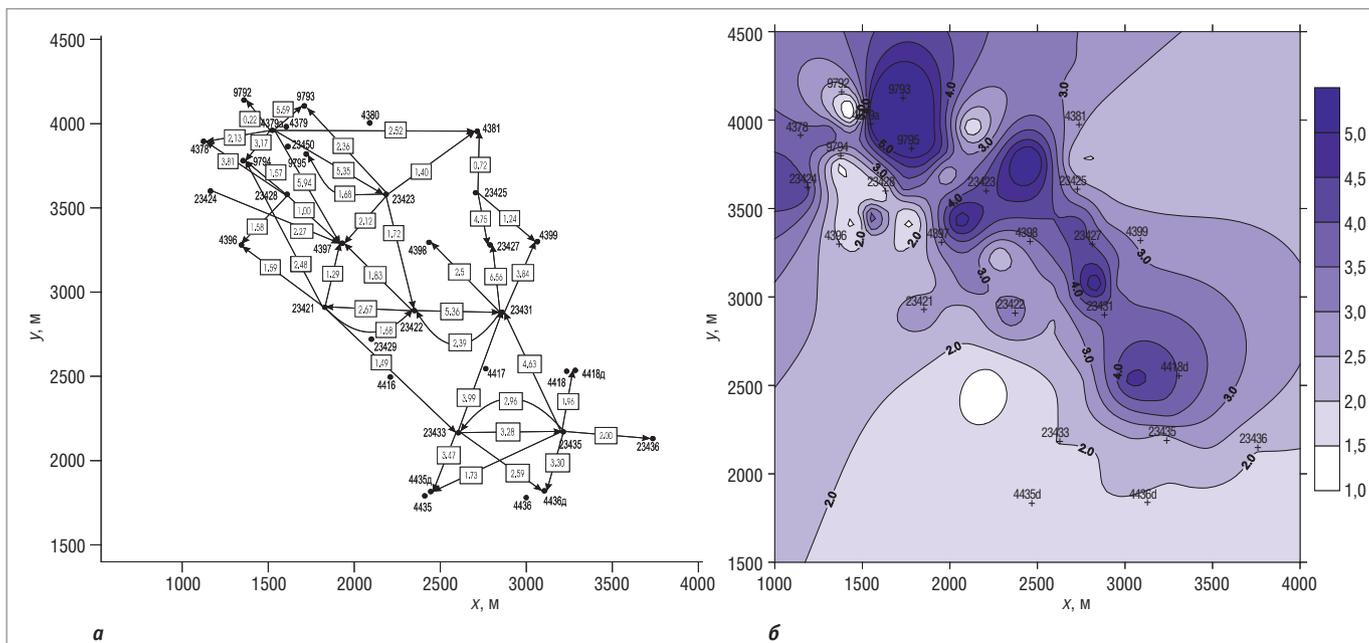


Рис. 3. План расположения скважин опытного участка (а) и карта распределения гидропроводности [ $\text{мкм}^2\cdot\text{м}/(\text{МПа}\cdot\text{с})$ ] по данным гидродинамических исследований методом ФВД (б) [5]

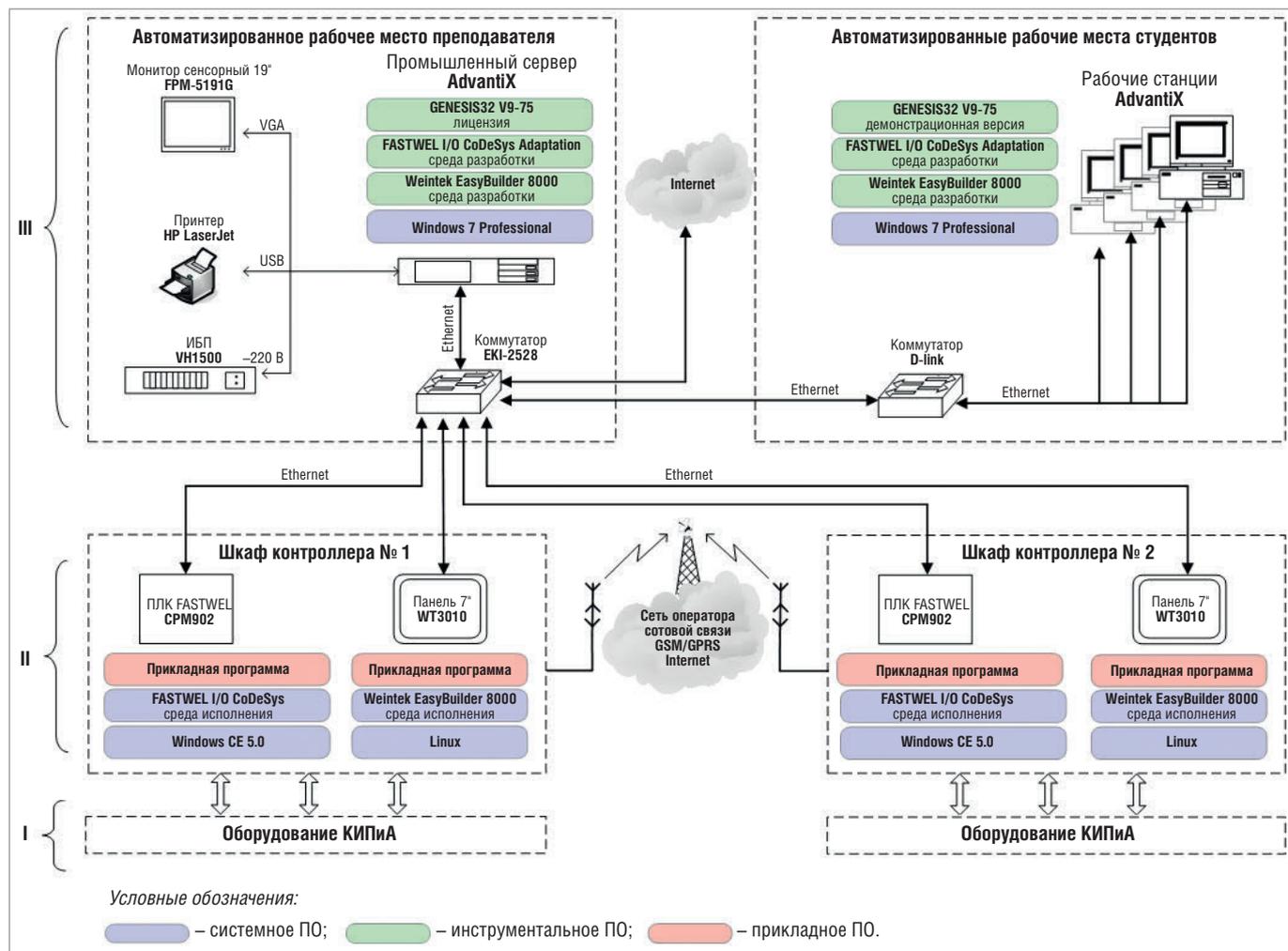


Рис. 4. Структурная схема учебно-лабораторного комплекса



Рис. 5. Внешний вид оборудования комплекса

установки подготовки нефти, товарные парки и т.д. Как правило, эти объекты распределены по большой площади и зачастую труднодоступны. Оборудование находится на открытых площадках

или в неотапливаемых помещениях. Технологический процесс добычи протекает непрерывно, без остановок на праздники и выходные. Такие суровые условия эксплуатации предъявляют

серьезные требования к комплексу технических средств систем автоматизации. Оборудование КТС должно быть надёжным, рассчитанным на эксплуатацию в расширенном диапазоне температур, должно предоставлять возможности для решения широкого круга задач автоматизации. Немаловажными также являются способность функционального и информационного наращивания возможностей созданных на основе комплекса систем автоматизации, наличие сертификатов типа средства измерения и разрешения Ростехнадзора на применение. Все эти факторы учитывались при проектировании учебно-лабораторного комплекса.

## КТС и ПО комплекса

### Структурная схема КТС комплекса

Структурная схема учебно-лабораторного комплекса представлена на рис. 4.

Внешний вид оборудования комплекса показан на рис. 5.

На нижнем уровне иерархии (I) расположено оборудование КИПиА. Для исследования явлений переноса в по-



## iROBO Embedded

### НАДЕЖНЫЕ ВСТРАИВАЕМЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

- Прочный алюминиевый корпус
- Безвентиляторное исполнение
- Конструктив, устойчивый к вибрациям и ударам
- Эффективная система теплоотвода
- Возможность выбора как моделей начального уровня на базе Intel Atom, так и высокопроизводительных - на Intel Core i5
- Только проверенные комплектующие, отвечающие современным требованиям по надежности и стандартам качества
- Широчайший набор возможностей благодаря разнообразию портов ввода-вывода: VGA, DVI, HDMI, DisplayPort, Gb LAN, COM, USB, DIO и т.д.
- Наличие слотов расширения PCI, PCI-Express, Mini-PCIe
- Расширенный диапазон рабочих температур (от -40 до +70°C для моделей iROBO-6000-xxxxx-WT)
- Способность работать 24 часа 7 дней в неделю (в необслуживаемом режиме)
- Длительный срок эксплуатации
- Сертификат Росстандарта

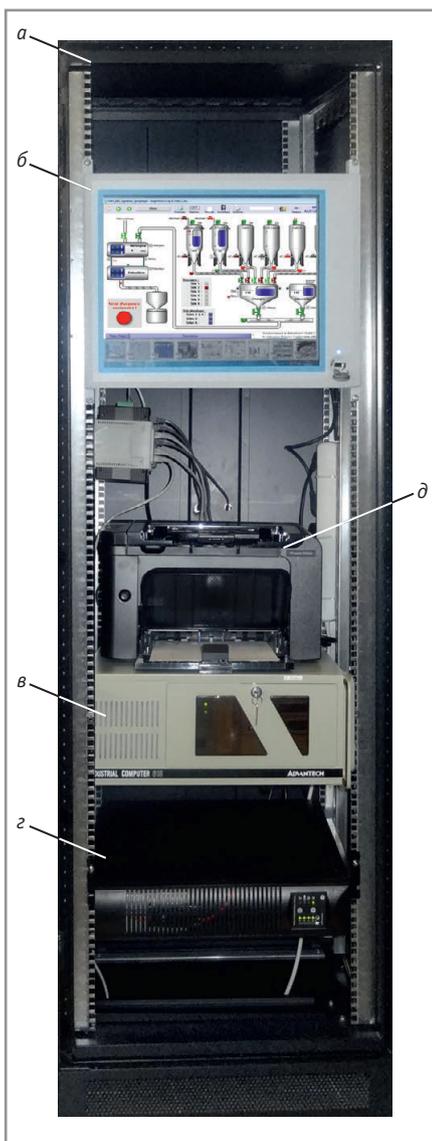


Производитель промышленных компьютеров и серверов марки iROBO – компания IPC2U.

ipc2U

[www.ipc2U.ru](http://www.ipc2U.ru)

г. Москва, тел.: (495) 232-02-07, факс: (495) 232-0327, E-mail: [sales@ipc2u.ru](mailto:sales@ipc2u.ru)  
г. Санкт-Петербург, телефон/факс: (812) 600-7197, E-mail: [spb@ipc2u.ru](mailto:spb@ipc2u.ru)

**Условные обозначения:**

**а** – шкаф VARISTAR; **б** – ЖК-монитор FPM-5191G; **в** – промышленный сервер AdvantiX IPC-SYS1-3-A5; **д** – ИБП VH 1500; **д** – лазерный принтер.

**Рис. 6. Внешний вид шкафа АРМ преподавателя**

ристых средах применяются различные первичные и вторичные преобразователи (анализаторы среды, датчики температуры, давления, расхода, положения и т.д.), сигналы от которых поступают в шкафы контроллеров ШК1 и ШК2.

Управление исполнительными механизмами (клапаны, заслонки, шаровые краны, частотные преобразователи) осуществляется воздействием от контроллеров.

**На среднем уровне иерархии (II)** находятся шкафы контроллеров ШК1 и ШК2, которые в зависимости от целей исследования и лабораторной задачи реализуют следующие функции:

- приём дискретной, аналоговой и цифровой информации от датчиков объекта исследования;
- обработка информации от датчиков и управление исполнительными механизмами по запрограммированному исследователем алгоритму;
- накопление архивных данных;
- диалог с оператором посредством графической панели;
- передача данных на верхний уровень иерархии (АРМ преподавателя и студентов) по сети Ethernet или по сетям операторов сотовой связи стандарта GSM 900/1800;
- приём и исполнение команд управления от верхнего уровня иерархии (АРМ преподавателя и студентов) по сети Ethernet или по сетям операторов сотовой связи стандарта GSM 900/1800.

**На верхнем уровне иерархии (III)** расположены автоматизированные рабочие места преподавателя и студентов. Они предназначены для управления ходом исследования, архивирования результатов экспериментов, проведения анализа и интерпретации полученных данных. При подготовке экспериментов компьютеры АРМ выполняют функции инженерных станций для разработки программного обеспечения контроллеров СРМ902, панелей оператора WT3010 и автоматизированных рабочих мест.

На каждом из АРМ студентов могут проводиться следующие виды работ:

- настройка и калибровка оборудования КИПиА;
  - разработка и отладка прикладных программ для универсальных промышленных контроллеров СРМ902 (ШК1 и ШК2);
  - создание экранных форм и программирование локальных графических панелей WT3010 (ШК1 и ШК2);
  - создание экранных форм и программирование проектов в SCADA-пакете GENESIS32 компании ICONICS.
- АРМ преподавателя может выполнять те же задачи, что и каждый из АРМ студентов. Кроме того, он предназначен для следующих видов работ:
- наглядной демонстрации целей и задач исследования;
  - обработки данных от объекта исследования по сложным математическим алгоритмам;
  - хранения архивных данных;
  - демонстрации на мониторе результатов лабораторных работ, выполненных студентами;

- печати на принтере результатов лабораторных работ, выполненных студентами.

ШК1, ШК2, АРМ преподавателя и студентов объединены в единую локальную IP-сеть, в которую при необходимости может быть интегрировано различное сетевое оборудование, имеющее интерфейс Ethernet и поддержку стека TCP/IP (IP-камеры, интеллектуальные датчики, промышленные серверы, рабочие станции и т.д.).

Наличие GSM-терминала TC65 в шкафах контроллера позволяет организовать беспроводной канал связи через сети операторов сотовой связи стандарта GSM 900/1800.

**Шкаф АРМ преподавателя**

Оборудование АРМ преподавателя смонтировано в промышленном 19" шкафу серии VARISTAR производства компании Schroff, как показано на рис. 6.

В состав АРМ преподавателя входят:

- промышленный сервер AdvantiX IPC-SYS1-3-A5 на базе процессора Intel Core 2 Duo E8400, предназначенный для обработки больших объёмов данных и хранения архивной информации в режиме безотказного круглосуточного использования;
- панельный ЖК-монитор FPM-5191G производства Advantech с сенсорным экраном с диагональю 19";
- источник бесперебойного электропитания (ИБП) серии VH 1500 производства компании General Electric Digital Energy с выходной мощностью 1500 В • А;
- принтер HP LaserJet Professional P1606DN.

Для интеграции АРМ преподавателя и другого оборудования учебно-лабораторного комплекса в единую локальную сеть используется промышленный коммутатор Advantech EK1-2528, который размещён в том же шкафу VARISTAR.

**Шкаф контроллера**

В состав учебно-лабораторного комплекса входят два идентичных шкафа контроллера ШК1 и ШК2. Внешний вид одного из этих шкафов показан на рис. 7, его структурная схема представлена на рис. 8.

Шкаф контроллера выполнен на базе корпуса CONCEPTLINE фирмы Schroff и укомплектован следующими основными изделиями:

- контроллер промышленный универсальный СРМ902 серии FASTWEL I/O;

# Оборудование для нефтегазовой отрасли



## ADVANTECH

*Enabling an Intelligent Planet*

### Линейка встраиваемых ПК и другого оборудования для применения в опасных зонах

- Комплексное решение для систем АСУ, включающее промышленные ПК, коммутаторы и маршрутизаторы для кабельных и беспроводных сетей, системы сбора данных ADAM и средства отображения информации (мониторы)
- Удалённая диагностика и управление, возможность удалённого видеонаблюдения благодаря поддержке IP-видеокамер
- Оборудование сертифицировано по стандарту NEC для применения в зонах Class 1 Division 2
- Отсутствие кабельной проводки внутри изделий снижает риск возникновения искры

**Advantech Co., LTD.**

Представительство в России

Тел.: (495) 232-1692,

8 (800) 555-0150

(бесплатно по России)

info@advantech.ru

www.advantech.ru



#### EKI-7xxx - EKI-13xx

линейка управляемых Ethernet-коммутаторов и серверов последовательных интерфейсов



#### UNO-11xx

встраиваемые компьютеры для монтажа на DIN-рейку на базе процессоров AMD и Intel



#### FPM-8151H

монитор 15", IP65 резистивный сенсорный экран, диапазон рабочих температур -20...+60°C



#### ADAM-4xxx

модули ввода-вывода для интерфейсов RS-232 и RS-485



## PROSOFT®

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**  
**АЛМА-АТА**  
**ВОЛГОГРАД**  
**ЕКАТЕРИНБУРГ**  
**КАЗАНЬ**  
**КИЕВ**  
**КРАСНОДАР**  
**Н. НОВГОРОД**  
**НОВОСИБИРСК**  
**ОМСК**  
**САМАРА**  
**УФА**  
**ЧЕЛЯБИНСК**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

# SCHAEFER

## НАДЁЖНЫЕ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

### Импульсные источники питания

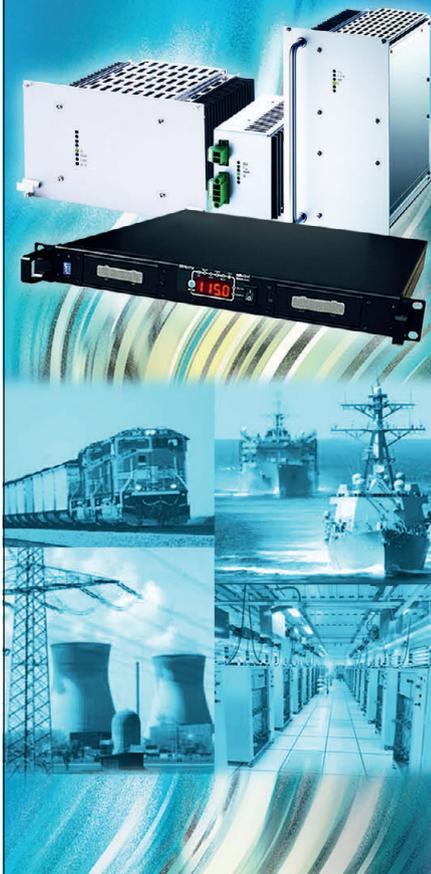
- Преобразователи DC/DC
- Источники питания AC/DC
- Устройства управления зарядом батарей

### Импульсные инверторы

- Инверторы DC/AC
- AC/AC-преобразователи

### Области применения

- Промышленная автоматизация
- Атомные электростанции
- Военная промышленность
- Железнодорожный транспорт

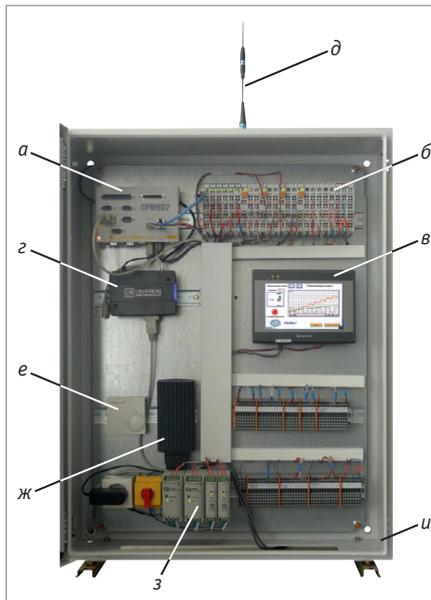


ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР  
ПРОДУКЦИИ SCHAEFER

**ProSOFT**®



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



#### Условные обозначения:

- а** – контроллер CPM902; **б** – набор модулей FASTWEL I/O; **в** – панель WT3010;
- г** – GSM-антенна;
- д** – GSM-терминал TC65; **е** – термостат; **ж** – нагреватель 100 Вт;
- з** – ИВП DNR60US24, DNR05US24;
- и** – корпус CONCEPTLINE.

Рис. 7. Внешний вид шкафа контроллера

- набор модулей FASTWEL I/O (FIO) для ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- локальная графическая панель WT3010 с диагональю 7";
- GSM-терминал TC65;
- источники вторичного электропитания (ИВЭП) серии DNR компании XP Power;
- нагреватель и термостат компании Schroff.

Все узлы шкафа контроллера предназначены для промышленной эксплуатации и рассчитаны на работу в широком температурном диапазоне.

### Описание основных составляющих КТС

#### Контроллер CPM902 и модули FIO

Промышленный контроллер CPM902 (рис. 7, поз. *а*), производимый под торговой маркой FASTWEL (ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ», Россия), является основным узлом шкафа контроллера. Это компактное вычислительное устройство с интерфейсом скоростной шины FBUS, через который осуществляется взаимодействие с различными модулями FASTWEL I/O (рис. 7, поз. *б*) для ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов. Состав комплекта модулей был определен таким образом, чтобы он позволил охватить весь перечень типо-

вых сигналов полевого оборудования (КИПиА), применяемого на объектах добычи, сбора и подготовки нефти. При необходимости тип и количество модулей можно менять в соответствии с руководством по эксплуатации системы FASTWEL I/O.

CPM902 имеет шесть последовательных портов COM1–COM6, два изолированных канала Ethernet 10/100 Мбит/с, два канала USB 1.1, интерфейсы для подключения клавиатуры и мыши, а также порт VGA, к которому можно подключить стандартный RGB-монитор.

В комплектацию контроллера CPM902 входит твердотельный диск CompactFlash с предустановленной операционной системой (ОС) Windows CE и средой исполнения прикладных программ CoDeSys с поддержкой визуализации.

#### Графическая панель WT3010

Широкоформатная графическая панель оператора Weintek WT3010 (рис. 7, поз. *в*) используется как средство локальной визуализации и управления, осуществляя обмен с контроллером CPM902 через сеть Ethernet по протоколу Modbus TCP. Последовательные порты COM1–COM3 могут при необходимости быть задействованы для связи с другими внешними интеллектуальными устройствами по различным протоколам. Получаемые данные можно сохранять во внутренней памяти панели, на USB-носителе или SD-карте.

WT3010 имеет экран диагональю 7", который поддерживает до 65 536 цветов и позволяет получить качественную прорисовку элементов отображения (индикаторов, кнопок, тумблеров, графиков, экранных клавиатур, фоновых рисунков и т.д.). Сенсорная подложка панели обеспечивает возможность ввода значений параметров и управления исполнительными механизмами.

#### GSM/GPRS-терминал Cinterion TC65

Cinterion TC65 (рис. 7, поз. *г*) – четырёхдиапазонный GSM/GPRS-терминал промышленного назначения, обладающий возможностями для организации голосовой связи, высокоскоростной беспроводной передачи данных, приёма и передачи SMS и факсов. Он оснащён стандартными промышленными интерфейсами и Java-платформой разработки ПО для создания приложений.

Терминал TC65 подключён к одному из последовательных портов контроллера

лера СРМ902, который способен управлять процессом беспроводного обмена данными посредством стандартных АТ-команд из своей прикладной программы.

Для уверенной связи с ближайшими базовыми станциями операторов используется выносная штыревая антенна 904 SMA (рис. 7, поз. д).

### Промышленные ПК AdvantiX

Основным узлом АРМ студента является промышленная рабочая станция AdvantiX IPC-ATX-7220-A5 на базе процессора Intel Pentium E5200. На рабочей станции установлены ОС Windows 7 Professional и комплект инструментального и прикладного ПО комплекса.

Рабочая станция IPC-ATX-7220-A5 имеет настольное исполнение. Она может функционировать в помещениях, где не исключены воздействия вибрации и присутствие пыли.

### Системное и базовое программное обеспечение комплекса

ПО учебно-лабораторного комплекса можно разделить на три категории:

- **системное ПО** – это комплекс программ, которые осуществляют управ-

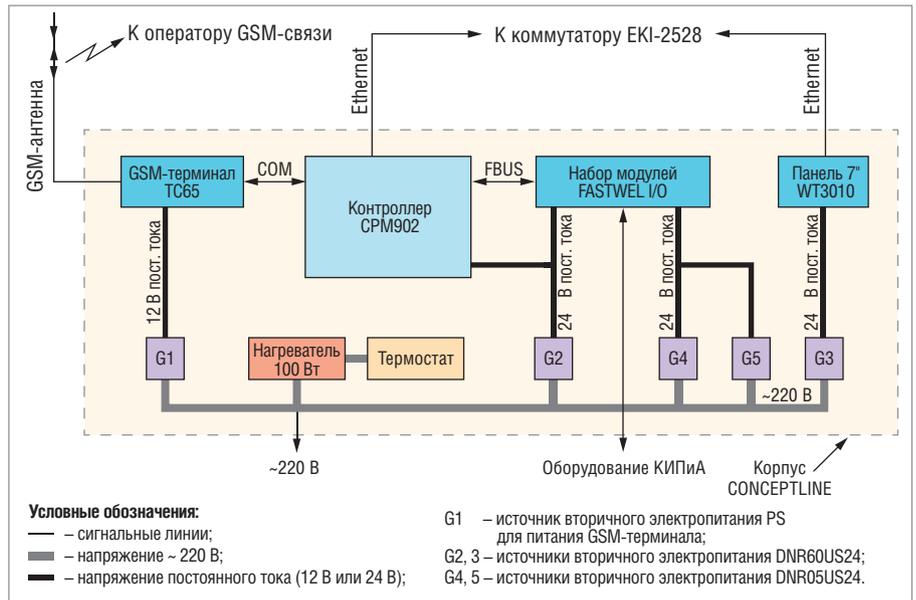


Рис. 8. Структурная схема шкафа контроллера

ление аппаратными ресурсами вычислительной системы (процессор, оперативная память, устройства ввода/вывода и т.д.), обеспечивая при этом выполнение прикладных программ и их взаимодействие с оборудованием;

- **инструментальное ПО** – это комплекс программ, предназначенных для проектирования, разработки и

сопровождения прикладных программ;

- **прикладное ПО** – это комплекс программ, предназначенных для выполнения определённых пользовательских задач.

Особенности развёртывания программного обеспечения учебно-лабораторного комплекса можно видеть на рис. 4.

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР  
ПРОСОФТ-МОСКВА

## Мы обучаем специалистов из всех уголков СНГ

### Преимущества:

- ▶ В год более 200 человек из России и стран СНГ проходят обучение в УЦ
- ▶ Методические пособия позволяют быстро осваивать материал
- ▶ Индивидуальные рабочие места, оснащенные современным оборудованием
- ▶ Программы обучения разработаны совместно с ведущими производителями средств АСУ ТП

Fastwel

Курсы по промышленной автоматизации: верхний и нижний уровни АСУ ТП

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР FASTWEL, ICONICS. ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР WAGO, WEINTEK

**PROSOFT®**

Тел.: (495) 234-0636 • educenter@prosoft.ru • www.prosoft.ru/support/training



Реклама

**Системное ПО комплекса**

На рабочих станциях AdvantiX (APM студентов) и промышленном сервере AdvantiX (APM преподавателя) установлена ОС Windows 7 Professional (32-разрядная версия), которая обеспечивает выполнение инструментального и прикладного ПО.

Промышленные контроллеры CPM-902 работают под управлением операционной системы Windows CE версии 5.0. Windows CE – это компонентная, многозадачная, многопоточная, многоплатформенная операционная система с поддержкой реального времени. В контроллере CPM902 образ ОС Windows CE установлен на носитель CompactFlash. Графический интерфейс ОС не скрыт от пользователя: подключив клавиатуру, мышь и VGA-монитор к устройству, можно получить доступ к Windows CE, однако основным методом взаимодействия контроллеров с другими узлами учебно-лабораторного комплекса является сетевой обмен данными по протоколам Modbus TCP и FTP под управлением сервиса внешней сети. Помимо сервиса внешней сети в образ ОС Windows CE контроллера CPM902 интегри-

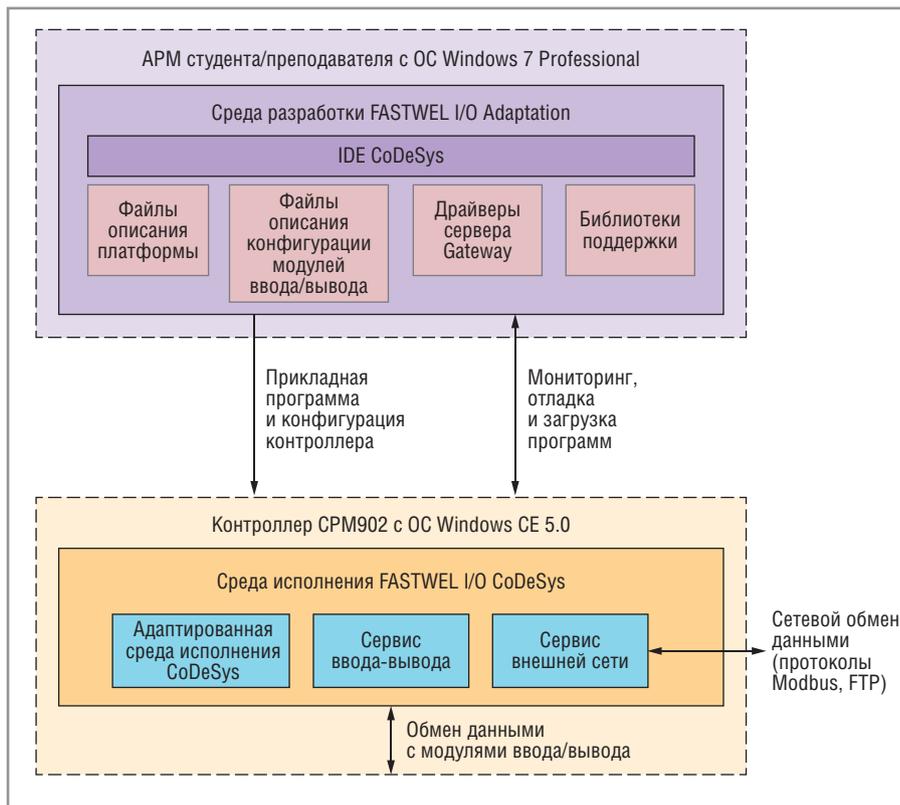


Рис. 9. Структурная схема комплекса программ FASTWEL I/O CoDeSys

рованы адаптированная среда исполнения CoDeSys и сервис ввода/вывода.

Среда исполнения ПО FASTWEL I/O CoDeSys предназначена для исполнения

О Ф И Ц И А Л Ь Н Ы Й Д И С Т Р И Б Ъ Ю Т О Р

**PROSOFT**®

МОСКВА  
С.-ПЕТЕРБУРГ  
САМАРА

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Реклама

кода приложения, запускаемого на контроллере в автоматическом режиме при старте системы. Сервис ввода/вывода предназначен для управления, инициализации и обмена данными с модулями ввода/вывода FASTWEL I/O [6].

Локальная графическая панель WT3010 работает под управлением ОС Linux. В панели WT3010 графический интерфейс Linux скрыт от пользователя и лишь предоставлена возможность ограниченного администрирования. В процессе эксплуатации панели пользователь в основном работает с графическим интерфейсом (экранными формами) прикладной программы, запускаемой на WT3010 в автоматическом режиме при старте системы. Взаимодействие локальной графической панели WT3010 с другими узлами учебно-лабораторного комплекса осуществляется посредством сетевого обмена данными по протоколам Modbus TCP и RFB (протокол системы удалённого доступа к рабочему столу Virtual Network Computing – VNC).

#### Инструментальное ПО комплекса

Ключевым этапом в проведении лабораторных работ и научных исследо-

ваний является подготовка прикладных программ для оборудования комплекса.

На каждом автоматизированном рабочем месте (APM преподавателя и студентов) для этих целей установлено следующее инструментальное ПО: SCADA-пакет GENESIS32, среда разработки FASTWEL I/O CoDeSys Adaptation (из состава ПО FASTWEL I/O CoDeSys), среда разработки Weintek Easy-Builder 8000.

**SCADA-пакет GENESIS32 V9.** Пакет GENESIS32 является комплексом клиентских и серверных приложений, основанных на технологии OPC (OLE for Process Control – технология связывания и внедрения объектов для промышленной автоматизации). Он предназначен для создания программного обеспечения сбора данных и оперативного диспетчерского управления верхнего уровня систем промышленной автоматизации.

На АPM студентов установлены демоверсии GENESIS32, которые ограничены числом активных точек ввода/вывода, равным 32, и двумя часами непрерывной работы. На АPM преподавателя установлена лицензия GENE-

SIS32 на 75 тегов с неограниченным временем работы.

GENESIS32 может функционировать в двух режимах: «Разработка» и «Исполнение». В режиме «Разработка» студент на своём АPM получает возможность выполнять конфигурирование системы, устанавливать связи с каналами аппаратуры ввода/вывода через серверы OPC, создавать графические мнемосхемы и т.п. В режиме «Исполнение» в течение двух часов на АPM студента проект SCADA может взаимодействовать с аппаратурой ввода/вывода через локальные и удалённые серверы OPC, динамически обновлять графические мнемосхемы и реализовывать алгоритмы, которые были созданы в режиме «Разработка».

Для отладки программы и сдачи преподавателю проект размещается студентом на АPM преподавателя и выполняется под управлением лицензированного пакета GENESIS32.

**Пакет адаптации среды разработки прикладных программ FASTWEL I/O CoDeSys.** Структура программного обеспечения FASTWEL I/O CoDeSys отображена на рис. 9. В состав ПО FASTWEL I/O CoDeSys входят:

Разнообразие протоколов, основанных на принципах сети Ethernet, их популярность и доступность гарантируют заказчику высокую скорость и легкость интеграции системы в проект на базе оборудования компании WAGO



MODBUS/TCP

**WAGO**<sup>®</sup>  
INNOVATIVE CONNECTIONS



КОМПАНИИ WAGO

**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

- адаптированная среда разработки прикладных программ на языках стандарта IEC 61131-3, установленная на каждом автоматизированном рабочем месте (АРМ преподавателя и студентов);

- адаптированная среда исполнения прикладных программ, поставляемая в каждом контроллере CPM902.

Разработка прикладных программ контроллера выполняется в адаптированной среде разработки FASTWEL I/O CoDeSys Adaptation.

Она обеспечивает выполнение следующих основных задач: создание кон-

фигурации контроллера CPM902; описание информационных связей между разрабатываемой прикладной программой и сообщениями, передаваемыми во внешнюю сеть и получаемыми по внешней сети, а также между прикладной программой и каналами модулей ввода/вывода; реализацию алгоритма обработки данных и управления на языках ST, IL, LD, FBD, SFC стандарта IEC 61131-3 (МЭК 61131-3); отладку программы в режиме эмуляции; загрузку прикладной программы в контроллер; удалённую отладку прикладной программы в контроллере.

В режиме «Разработка» студент на своём рабочем месте выполняет конфигурирование и программирование контроллера, проводит отладку и тестирование программ.

В режиме «Исполнение» преподаватель имеет возможность контролировать выполнение работы, подключаясь к контроллеру со своего рабочего места.

#### Пакет конфигурирования операторских панелей Weintek EasyBuilder 8000.

Разработка прикладных программ для локальной панели WT3010 выполняется в среде Weintek EasyBuilder 8000. Это инструментальное ПО предназначено для подготовки, отладки и загрузки прикладной программы в панель и позволяет выполнять следующие операции: создание конфигурации панели WT3010, которая включает в себя параметры коммуникационных портов и протоколов внешней сети, режим работы экрана, учётные записи, роли пользователей; разработку экранных форм визуализации и управления (до 1997 окон с экранными формами); настройку режимов регистрации событий, сбора данных, архивирования; реализацию прикладного алгоритма обработки данных и управления с использованием макросов; отладку разработанной прикладной программы в режиме эмуляции; загрузку прикладной программы в панель; вывод экранных форм на принтер.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За первый год эксплуатации учебно-лабораторного комплекса на его базе был создан учебный курс «Автоматизированная система контроля разработки нефтяных месторождений», который читается студентам 4-го и 5-го курсов радиофизических специальностей.

Разработан ряд лабораторных работ:

- «Основы разработки прикладных программ для промышленного контроллера FASTWEL CPM902»;
- «Принцип работы и способы конфигурирования контроллера FASTWEL CPM902 в качестве подчинённого узла (сервера) сети Modbus»;
- «Изучение явлений теплообмена с использованием пакета программ GENESIS32»;
- «Основы разработки экранных форм графической панели WT3010»;
- «Организация взаимодействия панели WT3010 и контроллера CPM902 по протоколу Modbus».



# Energy AnalytiX™

Программное обеспечение для энергоэффективности



- Расширенный сбор данных и отчетность по энергетическим показателям
- Богатые средства визуализации и анализа для выявления источников излишних энергозатрат
- Мониторинг целевых и бюджетных показателей
- Быстрое внедрение и возврат инвестиций
- Универсальный способ подключения по OPC, BACnet, SNMP и к Web-сервисам

**Энергоэффективность интеллектуальных зданий и любых промышленных объектов – в Ваших руках!**



2012 PARTNER OF THE YEAR  
Sustainability  
Winner









**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ICONICS**



Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Оборудование комплекса служит прекрасной базой для выполнения курсовых и дипломных работ студентами кафедры радиоэлектроники.

В перспективе знания и навыки, полученные студентами в лаборатории, должны стать основой инженерного кредо молодых специалистов в области автоматизации и могут быть легко перенесены ими на реальное производство.

Оборудование и базовое программное обеспечение, составившие основу комплекса, как нельзя лучше отвечают требованиям, предъявляемым к системам автоматизации в нефтяной промышленности. Промышленный универсальный контроллер СРМ902 серии ГЮ, являющийся основой КТС комплекса, по своим возможностям способен решать практически любые задачи автоматизации современного нефтедобывающего производства. Он прекрасно послужит как для создания контроллера «интеллектуальной скважины», так и для контроля и управления оборудованием крупной установки подготовки нефти.

Среда программирования контроллера CoDeSys полностью поддерживает международный стандарт МЭК 61131-3, её расширения и библиотеки делают доступными программисту богатейшие ресурсы контроллера СРМ902.

Знание языков и среды программирования стандарта МЭК 61131-3 фактически является квалификационным требованием к специалисту в области АСУ ТП и послужит пропуском для молодого специалиста в профессиональную среду.

Не менее важным для специалиста является владение инструментом построения программного обеспечения SCADA-систем. Поэтому студенты в ходе выполнения лабораторных, курсовых и дипломных работ осваивают программирование в SCADA-пакете GENESIS32. ●

## ЛИТЕРАТУРА

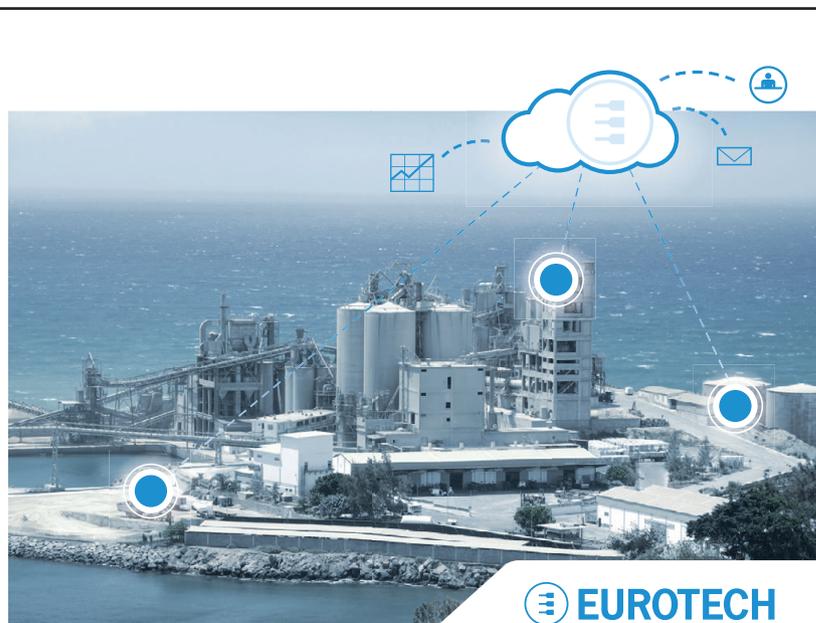
1. Бузинов С.Н., Умрихин И.Д. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов. — М.: Недра, 1973. — 248 с.
2. Молокович Ю.М., Непримеров Н.Н., Пиккуза В.И., Штанин А.В. Релаксационная фильтрация. — Казань: Изд-во Казанского университета, 1980. — 136 с.
3. Гаврилов А.Г., Непримеров Н.Н., Овчинников М.Н., Штанин А.В. Разработка нефтяного месторождения как комплексная междисциплинарная технология //

Наукоёмкие технологии. — 2004. — № 4. — С. 20–26.

4. Овчинников М.Н., Куштанова Г.Г., Гаврилов А.Г., Одиванов В.Л. Метод фильтрационных волн давления как средство исследования нефтяных месторождений. — Казань: Изд-во Казанского университета, 2008. — 148 с.
5. Гаврилов А.Г., Марданшин А.Н., Штанин А.В. Использование фильтрационных волн давления при доработке участка Центрально-Азнакаевской площади // Георесурсы. — 2006. — № 4. — С. 21–22.

6. Контроллер промышленный универсальный СРМ902. Система исполнения прикладных программ CoDeSys / Руководство программиста. Версия 2.0. — ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ». — 172 с.

**Авторы – преподаватели Казанского (Приволжского) федерального университета и сотрудники казанского филиала компании ПРОСОФТ**  
**Телефон: (843) 291-7555**  
**E-mail: info@kzn.prosoft.ru, Agavrilov05@mail.ru**



## Everyware™ Device Cloud (EDC) — облачный сервис для промышленной автоматизации

- Сбор данных по промышленным протоколам
- Контроль за работой устройств
- Обновление приложений
- Удаленный мониторинг
- Анализ данных в реальном времени
- Хранение данных
- Доступ к данным
- Визуализация данных



Многофункциональный шлюз для использования на транспорте



Многофункциональный шлюз для промышленных задач



Промышленный компьютер

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ EUROTECH

**PROSOFT®**

Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама



# Электрическая часть системы регулирования и защиты паровой турбины

Максим Кузнецов, Евгений Алсуфьев

В статье описывается программно-технический комплекс электрической части системы регулирования и защиты (ЭЧСРиЗ), предназначенный для автоматизации функций системы регулирования новых или реконструируемых паровых турбин. Приводятся архитектура, принципы работы и особенности системы, краткое описание математической модели паровой турбины.

### История создания системы

Предпосылкой к отказу от механо-гидравлической системы регулирования паровых турбин в теплоэнергетике и созданию электрической части системы регулирования и защиты (ЭЧСРиЗ) в 2005 году стал ряд причин, среди которых:

- развитие технической базы вычислительной техники и её массовое применение в других отраслях;
- повышение требований к качеству электрической и тепловой энергии, достижение которых традиционными средствами затруднительно;
- повышение требований к надёжности систем защиты турбоагрегатов;
- стремление упростить производство, испытания, наладку, а также эксплуатацию системы регулирования;
- необходимость создания универсальной системы, пригодной для использования с различными типами паровых турбин, а также с широкими возможностями расширения функционала при наличии такой потребности;
- невозможность реализации современной технологии работы турбины средствами механогидравлических систем автоматического регулирования и защиты.

Работы проводились специалистами НПФ «Ракурс» в тесном сотрудничестве с отделом микропроцессорных систем управления ЗАО «Уральский турбинный завод».

В качестве основы элементной базы выбраны средства промышленной автоматизации фирмы OMRON. При выбо-

ре в первую очередь учитывались надёжность компонентов, их технико-экономические показатели, а также имеющийся у исполнителей опыт по реализации систем управления на базе подобных средств.

### Назначение и функции ЭЧСРиЗ

ЭЧСРиЗ предназначена для формирования сигналов регулирования и защиты паровой турбины в соответствии с заложенными алгоритмами во всём возможном диапазоне эксплуатационных и аварийных режимов работы, в том числе:

- толчок;
- разворот;
- холостой ход;
- работа в сети под нагрузкой;
- сброс электрической нагрузки;
- режим останова (как нормального, так и аварийного);
- испытания и снятие характеристик.

Объектом автоматизации является паровая турбина, предназначенная для привода электрического генератора с частотой вращения  $50 \text{ с}^{-1}$  (3000 об/мин) и отпуска теплоты для нужд производства, отопления и горячего водоснабжения. Паровая турбина может быть как новой, так и модернизируемой с замкнутой системы регулирования.

ЭЧСРиЗ позволяет осуществлять регулирование различных типов паровых турбин, работающих:

- в схеме с поперечными связями по свежему пару;
- в блоке с котлом;

- в составе энергоблока парогазовой установки ПГУ (газотурбинная установка, котел-утилизатор, паротурбинная установка);
- в составе энергоблока паротурбинной установки (предвключённая/приключённая турбина).

### Архитектура системы

Структура ЭЧСРиЗ в общем виде приведена на рис. 1. ЭЧСРиЗ представляет собой многоуровневую распределённую систему управления, выполненную на базе программируемых логических контроллеров и средств вычислительной техники. Верхний уровень ЭЧСРиЗ образует рабочая станция оператора (PCO), которая совмещает в себе функции средства отображения и контроля, а также функции сервера (при подключении к внешней АСУ ТП для передачи данных по сети Ethernet). Средний уровень ЭЧСРиЗ образует дублированный управляющий контроллер, нижний — сервоприводы, которые реализуют управление электрогидравлическими преобразователями в качестве усилителей сигналов от контроллеров.

Питание системы осуществляется от вводов переменного и постоянного тока. Для обеспечения бесперебойным питанием силового оборудования организован быстродействующий автоматический ввод резерва (АВР).

Связь между контроллерами и PCO осуществляется по сети Ethernet. В общем случае используется проводное соединение, при необходимости могут быть применены оптические каналы связи.

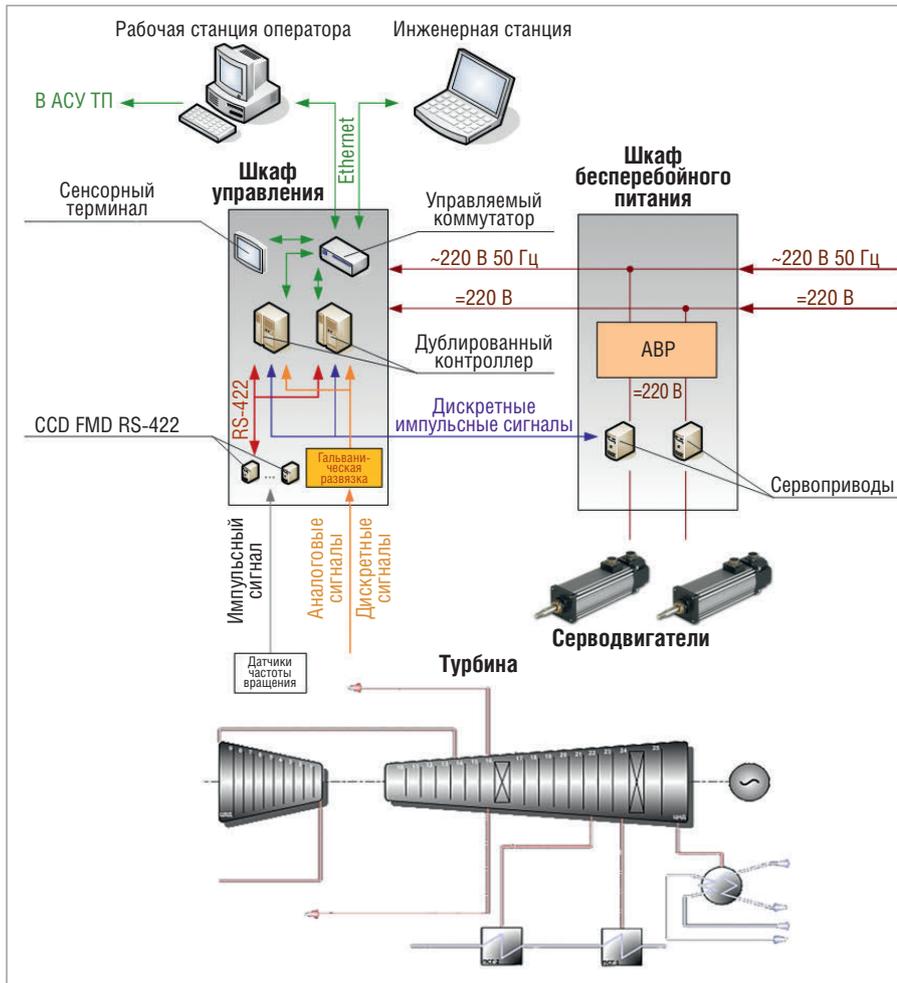


Рис. 1. Структура ЭЧСРиЗ в общем виде

Получение информации от полевых устройств (датчиков, исполнительных механизмов) осуществляется посредством аналоговых, дискретных и импульсных сигналов. Состав сигналов зависит от типа турбины, при этом контроллер обладает необходимыми ресурсами для работы со всеми требуемыми типами сигналов. Все входные цепи имеют обязательную гальваническую развязку.

Для реализации местного управления в состав системы включён программируемый сенсорный терминал.

В целом архитектура системы не зависит от типа автоматизируемой турбины и не претерпела существенных изменений с момента создания до настоящего времени.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Как уже было сказано, основу системы образуют средства промышленной автоматизации OMRON. В частности, это программируемые логические контроллеры серий CS1 и CJ2. Первоначально система разрабатывалась на базе линейки дублированных

контроллеров CS1D-CPU65H. Со временем, после выхода линейки CJ2, осуществлён переход на использование двух контроллеров CJ2H-CPU64EIP, что позволило не только существенно увеличить быстродействие, но и расширить функциональность, не ухудшив при этом характеристики надёжности: при использовании CJ2 выполняется резервирование не только источников питания и процессорных модулей, но и модулей ввода/вывода и модулей связи.

Управление электрогидравлическими преобразователями осуществляется с помощью сервоприводов OMRON серии Sigma-II. С учётом особенностей схемы важной характеристикой данных устройств является то, что их питание может осуществляться от напряжения как переменного, так и постоянного тока.

Электрогидравлические преобразователи представляют собой электрические серводвигатели с постоянными магнитами либо с вращательным перемещением штока (OMRON серии SGMPH), либо с поступательным (EX-LAR серии GSX20). Схема питания и управления унифицирована, поэтому использование того или иного типа двигателя не отражается на остальном оборудовании.

Программирование контроллеров и настройка приводов осуществляются с помощью средств интегрированного программного пакета OMRON CX-One.

Измерение частоты вращения производится датчиками Graup. Сигнал от датчиков для преобразования и обеспечения функции защиты от разгона поступает на модули CCD FMD-RS422 производства группы компаний «Ракурс». Модуль осуществляет расчёт частоты вращения на основании полученных данных, сравнение значения с уставками срабатывания защиты и передачу данных в управляющий контроллер, где они используются для функций регулирования.

Для программного обеспечения рабочей станции оператора и инженерной станции (ИС) применена SCADA-система RSP также собственной разработки компании «Ракурс». Такое решение обусловлено тем, что ЭЧСРиЗ представляет собой автономную локальную систему со специфическим и весьма ограниченным набором функций, и использование распространённых многофункциональных пакетов SCADA-систем в данном случае представляется технически и экономически неоправданным. При этом RSP хорошо зарекомендовала себя в подобных локальных системах и успешно внедрено и эксплуатируется на десятках объектов в России и за её пределами. На сегодняшний день с использованием RSP разработано 11 систем контроля вибрации, более 20 ЭЧСРиЗ, более 50 систем технологического контроля.

Контроллеры, сервоприводы и другое оборудование размещаются в шкафах



Рис. 2. Внешний вид шкафов с оборудованием ЭЧСРиЗ, установленных на одном из объектов

Rittal. Шкафы устанавливаются на площадке обслуживания турбины вблизи переднего подшипника. Выбор места установки обусловлен ограничением длины кабелей от сервоприводов до электрогидравлического преобразователя. Для поддержания приемлемого температурного режима на шкафы устанавливаются холодильные агрегаты Rittal.

Внешний вид шкафов с оборудованием ЭЧСРиЗ, установленных на одном из объектов, представлен на рис. 2.

### ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

ЭЧСРиЗ выполняет следующие функции:

- регулирование частоты вращения турбины (ПИ-регулирование при работе на холостом ходу, П-регулирование при работе в сети под нагрузкой со степенью неравномерности  $4,5 \pm 0,5\%$ );
- регулирование активной электрической мощности с частотной коррекцией (при работе в сети);
- регулирование давления/расхода производственных и отопительных отборов пара;
- регулирование температуры или нагрева (разницы температур) сетевой

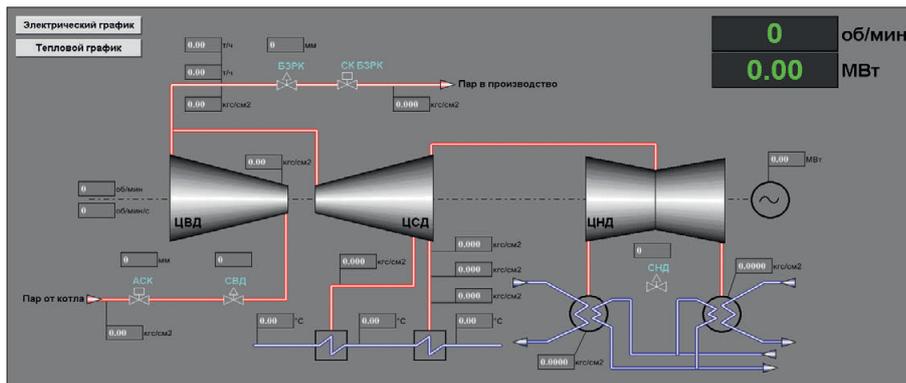


Рис. 3. Внешний вид экрана «Главная схема»

воды с подчинённым контуром регулирования давления отопительного отбора пара;

- обеспечение безопасной эксплуатации турбины и защиты от неправильных действий оперативного персонала (соблюдаются ограничения по минимальному давлению свежего пара, максимальному давлению в регулирующей ступени, максимальному давлению в камерах производственных и отопительных отборов, ухудшению вакуума в конденсаторе и т.д.);
- защита турбины от разгона (многоканальный электронный автомат безопасности ЭАБ обеспечивает останов турбины при достижении ротором

предельной частоты вращения с учётом величины ускорения ротора);

- обеспечение приёма и обработки сигналов электрических защит турбоустановки;
- обеспечение приёма и обработки сигналов противоаварийной автоматики энергосистемы;
- контроль основных параметров ЭЧСРиЗ и изменение параметров настройки;
- контроль датчиков, линий связи с объектом и цепей питания;
- тестирование каналов электронного автомата безопасности, совмещённое с расхаживанием золотников защит;
- безударное включение и выключение регуляторов во всех режимах эксплуатации;

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

**PROSOFT®**

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



Реклама

- безударное изменение алгоритмов регулирования при обнаружении отказов;
- обеспечение проведения необходимых испытаний (разгон, повышение давления в регулируемых отборах и др.) и определения характеристик;
- оповещение, регистрация и архивирование сообщений об изменении режимов и отклонениях в работе турбины (в том числе аварийных);
- обеспечение связи с системами верхнего уровня (АСУ ТП).

Управление системой может осуществляться как с рабочей станции оператора (дистанционный режим), так и с местного пульта, расположенного на двери шкафа управления (местный режим). Внешний вид управляющих экранов приведён на рис. 3–4.

Функции регулирования осуществляются путём управления электрогидравлическими преобразователями в зависимости от задания, текущего значения параметра и соответствующего закона регулирования. Система построена по принципу каскадного регулирования: внутренним (подчинённым) контуром является контур положения сервомотора регулирующего органа, внешним — программный регулятор

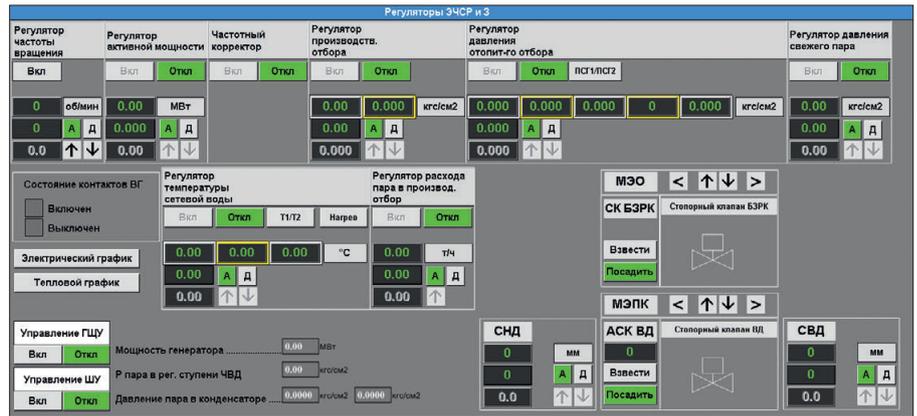


Рис. 4. Внешний вид экрана «Регулирование» (основной управляющий экран)

(регулятор частоты вращения, электрической мощности, давления и др.). Допускается задание как непосредственно положения сервомотора, так и технологического параметра в зависимости от режима работы. Включение/отключение регуляторов, а также изменение их параметров происходит безударно. Возможна одновременная работа нескольких регуляторов в случае, если их действие распространяется на разные исполнительные механизмы. Взаимное влияние контуров друг на друга исключается путём выполнения соответствующих настроек закона регулирования, в том числе с

использованием математической модели объекта.

На рис. 5 в качестве примера приведён график разворота (разгона) турбины Т-113/145-12,4 ПГУ-410 Краснодарской ТЭЦ. В этот момент в работе находятся регуляторы положения и регулятор частоты вращения. Красный график показывает изменение частоты вращения в процессе пуска, зелёный — положение сервомотора регулирующего клапана высокого давления. Процесс набора частоты вращения происходит без колебаний. Темп роста частоты задаётся заводом-изготовителем. Площадки на красном графике соответ-

Работают от **-40°C**







## Профессиональные системы климатизации для электронного оборудования в помещении и на улице

- Холодильные агрегаты (кондиционеры)
- Термоэлектрические охладители
- Обогреватели
- Воздухо-воздушные теплообменники
- Воздухо-водяные теплообменники



**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MCLEAN**



**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**  
**ЕКАТЕРИНБУРГ**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел./факс: (343) 376-2820/310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru

Реклама

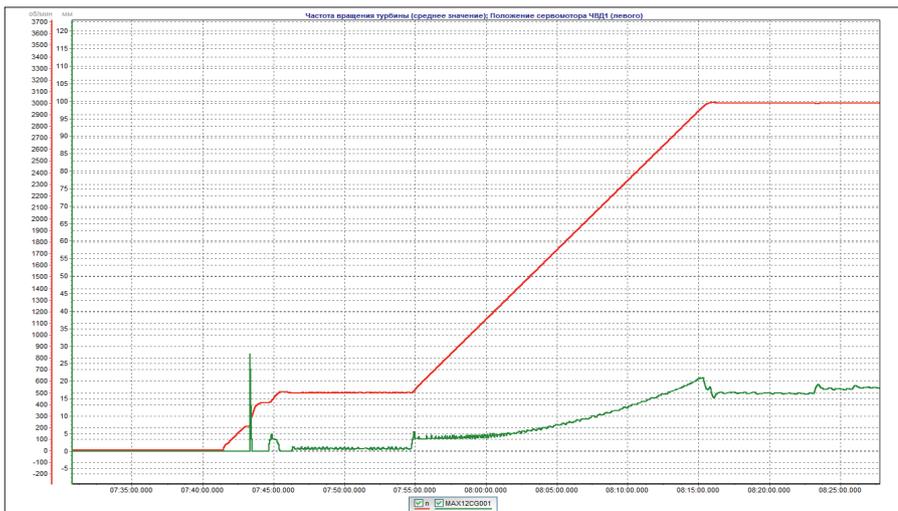


Рис. 5. График разворота турбины Т-113/145-12,4 ПГУ-410 Краснодарской ТЭЦ

ствуют выдержке времени для равномерного прогрева турбины. Зелёный пик на графике связан с изменением задания по ускорению турбины, а первые два пика — с работой регулирующего клапана в режиме толчка: приоткрылся, пар толкнул турбину, и клапан снова закрылся.

Кроме функций регулирования, системой выполняются функции защиты. Подсистема защит выполняется многоканальной (3 или 5 каналов) с логикой срабатывания на останов на

гидравлическом уровне. Возможна проверка каждого канала в отдельности без останова, независимо от текущего режима работы основного оборудования, в том числе при работе под нагрузкой. Важной особенностью является то, что подсистема защит выполняется полностью независимой от управляющего контроллера, который в данном случае дублирует её действия. При этом существенно повышается надёжность и снижается вероятность отказа типа «пропуск аварии». Тести-

рование защит осуществляется формированием тестового сигнала от встроенных генераторов, которые подключаются вместо датчиков (в том числе частоты вращения). Таким образом, проверке подвергается весь канал подсистемы защиты, начиная от измерителя и заканчивая исполнительным механизмом. Процедура полностью автоматизирована и может выполняться как по команде оператора, так и с заданной периодичностью с формированием необходимой сигнализации. Время срабатывания защиты не превышает 100 мс. Подобная структура системы, а также применение высоконадёжных аппаратных средств позволили добиться уровня полноты безопасности SIL3 согласно ГОСТ Р МЭК 61508 (IEC 61508).

### МОДЕЛЬ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

При разработке, испытаниях и наладке ЭЧСРиЗ широко используются методы математического моделирования, что позволяет проводить полный комплекс предпоставочных испытаний ЭЧСРиЗ согласно утверждённой программе.

Математическое обеспечение модели паровой турбины представляет собой





**Connect Tech Inc.**  
Embedded Computing Experts

**БОЛЬШЕ КАНАЛОВ в жёстких условиях!**

**Мультипортовые платы последовательных интерфейсов**





- Форм-факторы PC/104, PC/104-Plus, PCI (SP/LP), PCIe, PCIe/104, cPCI 3U
- До 8 портов RS-232/422/485 на плате
- Скорость до 1,8 Мбит/с на порт, аппаратная буферизация
- Гальваническая изоляция 3 кВ
- Диапазон рабочих температур -40...+85°C
- Многолетняя гарантия и бесплатная техническая поддержка
- Готовые драйверы для ОС Windows, QNX и Linux

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ CONNECT TECH INC.**



**Москва**  
**С.-Петербург**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Реклама

систему дифференциально-разностных уравнений, описывающих динамическое поведение турбины во всех технологических режимах, а также описание гидравлической части системы управления турбиной и энергосистемы, на которую работает турбина.

Описание основной части турбины состоит из взаимосвязанных подпрограмм, состав которых может меняться в зависимости от конфигурации конкретной турбины. Возможность варьирования набора вызываемых подпрограмм позволяет быстро настраивать модель для имитации турбин, обладающих следующими параметрами:

- различный состав проточных частей турбины (часть высокого давления, одна или две части среднего давления, промежуточный отсек ступеней, часть низкого давления), а также различный состав регулирующих органов (клапаны и диафрагмы);
- наличие производственных отборов и блока защитно-регулирующих клапанов (БЗРК);
- наличие отопительных отборов различных типов (работа на общий коллектор или на сетевые подогреватели).

Описание гидравлической части турбины позволяет моделировать изменение давления масла в линии защиты и работу золотников защиты. В модели также реализовано управление сервомоторами высокого, среднего и низкого давления посредством соответствующих золотников согласно их натурным характеристикам с учётом зон нелинейной работы.

Математическое описание энергосистемы включает в себя закономерности поведения турбины при работе на изолированный район и на мощную энергосистему в зависимости от параметров потребления электроэнергии.

Конструктивно модель выполнена в виде передвижной стойки, на которой расположены все аппаратные элементы: основной микропроцессорный модуль, модули ввода и вывода сигналов, блоки питания и клеммники для физического подключения модели к шкафу ЭЧСРиЗ. Это позволяет проводить испытания без использования в программном обеспечении ЭЧСРиЗ каких-либо режимов, предназначенных только для тестирования. Все связи ЭЧСРиЗ и модели турбины выполняются таким же образом, как и в условиях электростанции.

Главным вычислительным устройством модели является контроллер OMRON CJ2, производительность которого позволяет обрабатывать сложную математику, описывающую поведение паровой турбины, с постоянным циклом длительностью 10 миллисекунд.

Модель турбины позволяет проводить комплексные испытания работы ЭЧСРиЗ в условиях взаимосвязанного изменения всех параметров турбины согласно физическим закономерностям протекания технологических процессов паровой турбины и сопутствующего оборудования.

## РЕЗЮМЕ

Используемые технические решения, дублированная архитектура, автономная подсистема защит, испытания с использованием математической модели в комплексе со специализированным обучающим курсом для персонала станций позволили получить высоконадёжную отказоустойчивую систему. В настоящее время электрическая часть системы регулирования и защиты паровой турбины выполняется «Ракурс-Инжиниринг» не только на базе автоматизации OMRON, но и на элементной базе SIEMENS. ●

**VIPA**

**PROFIBUS**

**PROFINET**

**SPEED7 и PROFINET**

*Технологии, созданные для будущего*

PROFIBUS или PROFINET? Вот в чем вопрос!  
С новыми контроллерами VIPA SPEED7 вам не нужно выбирать.  
Процессоры VIPA CPU 315PN и 317PN идеально подходят для проверенной технологии PROFIBUS, дополняя ее очевидными преимуществами PROFINET.

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ VIPA**

**ProSoft**®

Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Реклама



# Модернизация цеха наполнения баллонов с применением RFID-технологий

Владимир Шевлягин

В статье рассматривается решение по автоматизации технологического процесса наполнения и учёта кислородных баллонов цеха наполнения баллонов кислородной станции № 1 ОАО «ГМК «Норильский никель». Предложен подход, позволяющий повысить безопасность наполнения и использования баллонов, снизить трудоёмкость учёта газовых баллонов, обеспечить контроль их состояния, перемещений и выполняемых с ними операций.

## ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

Цех наполнения баллонов входит в состав кислородной станции № 1 ОАО «ГМК «Норильский никель», производящей технический и технологический кислород, азот и сжатый воздух для нужд Надеждинского металлургического завода, Медного завода, Никелевого завода, Норильской обогатительной фабрики и других предприятий Норильского промышленного района, а также медицинский кислород для учреждений здравоохранения г. Норильска.

Схема технологического процесса цеха наполнения баллонов (ЦНБ) представлена на рис. 1. Пустые баллоны поодиночке или в контейнерах по 8 штук доставляются на пункт приёма. Приёмщик сверяет информацию в накладной и на маркировке баллона, вносит в журнал информацию об обнаруженных неисправностях баллона, указывает потребителя, сдающего баллоны, формирует контейнер. Пригодные для наполнения баллоны направляются на участок наполнения; баллоны, требующие ремонта, – на участок ремонта.

Наполнение баллонов осуществляется на двух наполнительных станциях на три контейнера (24 баллона) каждая. Процесс наполнения управляется контроллером по заложенным в него алгоритмам. Команды управления подаются с пульта оператора, выполненного на базе персонального ПК. Перед наполнением производится анализ состава

и откачка остаточного газа в баллоне (вакуумирование). В случае отсутствия вакуума система автоматически блокирует наполнение баллона. Подаваемый кислород анализируется на содержание влаги, двуокиси углерода, а также на процентное содержание кислорода. Наполненные баллоны передаются на склад или напрямую на пункт выдачи.

На участке проверки и ремонта баллонов осуществляются осмотр внешней и внутренней поверхности баллона, взвешивание баллона для определения фактического веса, определение гидравлической ёмкости, а также проводятся гидравлические испытания и выполняются окраска, маркировка и утилизация баллонов.

В целях повышения эффективности работы цеха и снижения затрат на техническое обслуживание руководством Надеждинского металлургического завода им. Б.И. Колесникова было принято решение о проведении модернизации цеха наполнения баллонов кислородной станции № 1 с заменой существующих АСУ ТП на современную систему управления, охватывающую все рабочие операции и технологические процессы цеха. Проект реализует компания «Сумма технологий» (г. Санкт-Петербург).

В числе основных целей разработки и внедрения системы были обозначены:

- повышение эффективности работы персонала, уменьшение операций

ручного ввода за счёт реализации системы автоматической идентификации баллонов во всех точках учёта (приём, склад порожних баллонов, ремонтно-испытательная мастерская, участок наполнения, выдача);

- увеличение производительности цеха, обеспечение безопасности баллонов и всех операций по их наполнению и перемещению за счёт полной автоматизации процесса наполнения и учёта баллонов;
- снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт за счёт более точного учёта регламентных и ремонтных операций с баллонами;
- повышение эффективности учёта параметров работы цеха за счёт интеграции системы со смежными АСУ и технологическим серверным центром завода.

## Использование RFID для учёта газовых баллонов: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Ключевой и наиболее сложной задачей проекта стала разработка надёжной и эффективной системы автоматической идентификации и учёта кислородных баллонов, их перемещений, технического состояния и местоположения. Высокая значимость этой задачи объясняется, во-первых, тем, что работа с кислородными баллонами сопряжена с различными рисками, прежде всего, в области безопасности жизнедеятельности. Так, по

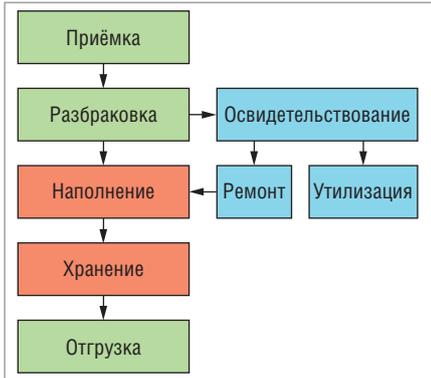


Рис. 1. Схема технологического процесса ЦНБ

данным компании «Сваркомплект», за год в России взрывается около 30 баллонов, 25 из которых – промышленные 40-литровые баллоны.

Необходимо также учитывать, что баллоны относятся к категории оборотных производственных активов с длительным сроком эксплуатации (до 40 лет) и на балансе предприятия может числиться от нескольких сотен до десятков и сотен тысяч баллонов. Где и в каком состоянии они находятся? Кто использовал определённые баллоны ранее? Как давно проводилась их проверка и техническое обслуживание и когда должны быть проведены следующие? Какую сумму необходимо направить на обновление и обслуживание газобаллонного парка? Точно ответить на все эти вопросы в любой момент времени можно лишь с использованием эффективной системы учёта.

Проблема в том, что многократное считывание, сверка и занесение новых данных о баллоне занимают значительное время сотрудников как при бумажном, так и при электронном документообороте. При этом не менее 5% данных вносятся некорректно, а ценой ошибки могут стать жизни и здоровье людей. Эту проблему решает автоматизированная система идентификации и учёта баллонов, способная свести операции ручного ввода до минимума, в автоматическом режиме считывающая и обновляющая информацию по каждому баллону. Но разработке и внедрению таких систем препятствует ряд факторов, связанных со сложностью маркировки и потоковой идентификации баллонов в условиях производства.

Маркировку, нанесённую на корпус баллона, невозможно считать без прямой видимости и необходимо часто обновлять, поскольку в агрессивной производственной среде она быстро повреждается. Некоторые предприятия уже используют для маркировки и идентифи-



Рис. 2. Маховичок-метка на баллоне

кации баллонов RFID-метки, но для повышения эффективности систем на базе RFID-технологий по-прежнему есть ряд существенных ограничений.

Испытания RFID-меток различных размеров и производителей, выполненные компанией «Сумма технологий» в условиях реального производства, показали, что дальность обнаружения и качество идентификации возрастают при увеличении размера меток. Но крупные метки, обладающие приемлемыми характеристиками по дальности считывания, невозможно надёжно закрепить на корпусе, в то время как легко закрепляемые на корпусе баллона RFID-метки малого размера нельзя использовать, поскольку металлический корпус баллона создаёт дополнительные помехи, существенно ограничивая дальность считывания метки.

Эффективным решением данной проблемы является маховичок-метка производства компании «Сумма технологий». Уникальная запатентованная конструкция маховичка-метки позволяет надёжно фиксировать крупные RFID-транспондеры на газовых баллонах, устанавливая их в корпус маховичка (рис. 2). Метка в корпусе маховичка не ухудшает его эксплуатационных качеств, надёжно защищена от воздействия климатических и производственных факторов и позволяет выполнять групповую бесконтактную идентификацию баллонов на расстоянии до одного метра при считывании стационарным терминалом и до сорока сантиметров при использовании ручного RFID-терминала.

### ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

Автоматизированная система наполнения и учёта кислородных баллонов (АСН КБ) представляет собой многоуровневый программно-технический комплекс, обеспечивающий возможность автоматизированного наполнения баллонов кислородом, выполнение учётных операций, контроль логики



Рис. 3. RFID-метка на контейнере

движения баллонов, действий персонала, состояния узлов и агрегатов. Функционально АСН КБ выстроена в соответствии с логикой технологического процесса. В её структуре можно выделить следующие подсистемы:

- идентификация баллонов;
- учёт и контроль движения баллонов;
- учёт проверок и ремонтных операций;
- наполнение баллонов.

Идентификация баллонов выполняется с помощью маховичков-меток производства компании «Сумма технологий». На контейнерах используется по два транспондера (рис. 3). Для каждого баллона создаётся и ведётся база данных, содержащая полные сведения о происхождении, текущем состоянии баллона, его местонахождении, истории оборота у потребителей, истории выполненных ремонтов и т.д.

В подсистеме учёта проверок и ремонтных операций отображаются данные по истории ремонтов, результаты освидетельствования, взвешивания и гидравлических испытаний, а также вводятся данные о выполненных работах и использованных запчастях. Система позволяет оптимизировать учёт ремонтных операций и чётко контролировать расходование бюджетов на ремонт и обновление газобаллонного парка.

Для ввода данных, учёта и контроля движения баллонов используются стационарные и мобильные считыватели (рис. 4). Подсистема учёта позволяет контролировать соблюдение логики движения баллонов по территории цеха, идентифицировать баллоны во всех точках учёта и определять, кто, когда и где проводил освидетельствование баллона, каковы были результаты испытаний, в каком состоянии и где находится баллон в настоящее время. В случае нарушения последовательности выполнения технологических операций система формирует и выдаёт предупредительные сообщения, а при поступлении на наполнение неучтённого или бракован-



Рис. 4. Считывание данных мобильным RFID-терминалом

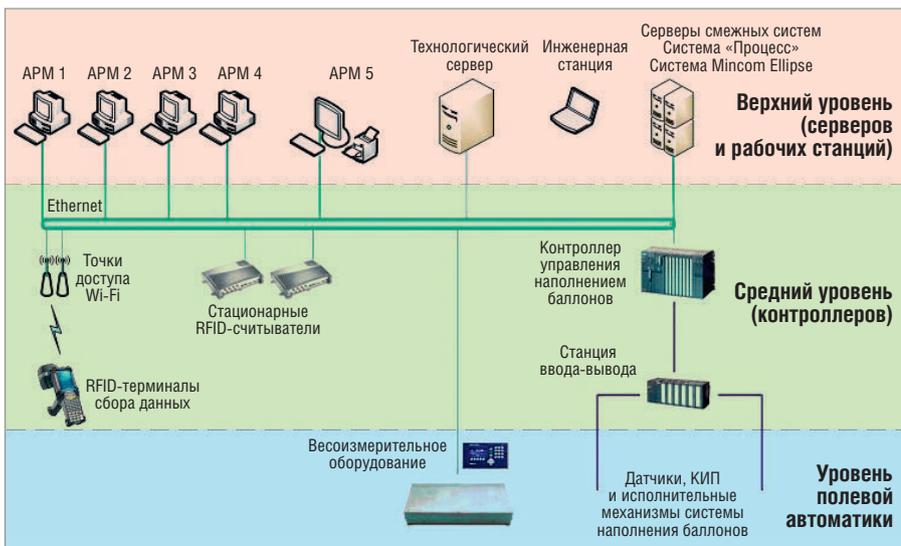


Рис. 5. Архитектура системы

ного баллона она блокирует работу на наполнительной станции.

Автоматизированная система управления наполнительной станцией на ба-

зе платформы Siemens SIMATIC PCS7 обеспечивает безопасное выполнение всех технологических операций по наполнению баллонов кислородом. В системе выполняются:

- проверка подключения баллона;

- анализ остаточного газа на наличие углеводородов;
- сброс остаточного давления, вакуумирование;
- наполнение баллонов кислородом;
- контроль состава подаваемого газа;
- анализ газовой среды в помещении цеха;
- выдача сообщений оперативному персоналу при отклонении параметров технологического процесса от регламентных;
- обновление журнала наполнения и формирование сертификата на партию по результатам наполнения.

## СИСТЕМНАЯ АРХИТЕКТУРА

АСН КБ выполнена на базе трёхуровневой территориально-распределённой архитектуры (рис. 5). На нижнем уровне располагаются устройства полевой автоматики, датчики температуры, давления, положения, газоанализаторы, электропневматические позиционные регуляторы, кориолисовые расходомеры, воздураспределители, весоизмерительное оборудование ведущих фирм-производителей. Связь устройств полевого уровня с программируемым логическим контроллером (ПЛК) осуществляется по промышленной сети PROFIBUS посредством станции ввода-вывода ET200M.

Средний уровень включает в себя резервированный ПЛК SIMATIC S7-400, мобильные RFID-терминалы на базе карманного ПК MC 9090 фирмы Bartec и стационарные считыватели Siemens RF620. RFID-считыватели производят идентификацию кислородных баллонов и передачу данных в подсистему

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### 5–8 ноября 2013 года в ЦВК «Экспоцентр» пройдёт выставка Interlight Moscow powered by Light+Building

Interlight Moscow powered by Light+Building — лидирующий российский выставочный проект, посвящённый последним достижениям отраслей светотехники, электротехники и автоматизации зданий. Выставка существует уже 19 лет. По итогам 2012 года число экспонентов достигло абсолютного рекорда — 692 компании из 24 стран, что на 20% больше показателей предыдущего года.

Выставка Interlight Moscow powered by Light+Building расширяет экспозицию и дополнительно открывает павильон № 8 в ЦВК «Экспоцентр». В новом обширном павильоне будут располагаться тематические экспозиции «Автоматизация зданий», «Электротехника» и

«Светодиоды». В целом экспозиция займёт более 35 000 м<sup>2</sup>. В соответствии с концепцией выставки большое внимание будет уделено как светотехническому рынку, так и сектору автоматизации зданий и электротехники. Общая экспозиция включит в себя пять тематических павильонов по продуктовым группам:

- электрические лампы и техническое освещение,
- декоративное освещение,
- автоматизация зданий и электротехника,
- светодиоды,
- экспозиция высококачественной продукции азиатских производителей (Top Asia).

6 ноября 2013 года в рамках выставки состоится крупнейшая VII конференция по светодиодным технологиям в освещении в России и Восточной Европе — LED Forum. В этом году Форум проходит при поддержке и активном участии ОАО «Роснано». На конференции специалисты смогут получить обзор текущего со-

стоянии российского светодиодного рынка, ознакомиться с последними технологиями светодиодной индустрии и изучить успешные бизнес-стратегии. В этом году Форум тематически разделён на три категории: дизайн, бизнес и наука.

В 2013 году на выставке расширится и усовершенствуется направление «Автоматизация зданий». 7 ноября 2013 года в рамках выставки пройдет форум «Автоматизация зданий и энергоэффективность», который предоставит участникам рынка исчерпывающую информацию о состоянии индустрии, о перспективах её развития, проблемах отрасли и актуальных решениях. Доклады охватят весь спектр тем, от законодательного регулирования до новейших разработок и технологий в области автоматизации зданий.

Выставка Interlight Moscow powered by Light+Building пройдет 5–8 ноября 2013 года в ЦВК «Экспоцентр». ●

учёта баллонов. ПЛК SIMATIC S7-400 обеспечивает приём и обработку данных с устройств полевой автоматики и приборов непрерывного газового анализа, формирует управляющие сигналы, осуществляет автоматическое управление исполнительными механизмами и отправляет информацию на верхний уровень системы управления по общезаводской Ethernet-сети.

Верхний уровень выполнен на базе клиент-серверной архитектуры, состоит из сетевого, серверного оборудования, АРМ операторов и инженерной станции. В составе проекта используются серверы IBM xSeries на базе процессоров Intel Xeon, отличающиеся высокой вычислительной мощностью, эффективной системой охлаждения и управления энергопотреблением. Передача данных между устройствами среднего и верхнего уровня, использующими сеть Ethernet, выполняется с помощью коммутатора серии Catalyst Express 500 производства компании Cisco Systems. Для обеспечения бесперебойного питания системы используется источник Eaton PowerWare серии 9125, пригодный для применения в самых сложных условиях эксплуатации. В составе АРМ оператора станции наполнения баллонов задействована панель SIMATIC OP277 (рис. 6). В качестве инженерной станции используется переносной персональный компьютер. Учётные данные по кислородным баллонам, параметрам работы персонала и оборудования цеха наполнения кислородных баллонов визуализируются посредством панельного компьютера серии SIMATIC HMI.

АСН КБ выполнена на базе масштабируемой архитектуры и открытых стандартов, что позволяет обеспечить её совместимость со смежными системами, а также предоставить возможности для развития её функционала. Система подключена к корпоративной сети передачи данных ОАО «ГМК «Норильский Никель» по протоколу TCP/IP для информационного обмена с удалёнными пользователями системы. Данные АСН КБ хранятся в базе данных в формате MS SQL, совместимом для доступа и работы с приложениями, использующими стандартные средства работы с базами данных.

### Выводы

В процессе проектирования системы было разработано уникальное решение – маховичок-метка, позволяющее значительно повысить эффективность учёта газовых баллонов. Маховичок с интегрированной RFID-меткой может быть использован любыми предприятиями, для которых актуальной является задача учёта баллонов, клапанов, кранов, задвижек и их технического состояния.

Эффективность и работоспособность рассмотренной в статье автоматизированной системы наполнения и учёта кислородных баллонов была подтверждена в рамках стендовых испытаний.

Полное внедрение системы будет выполнено после завершения на объекте

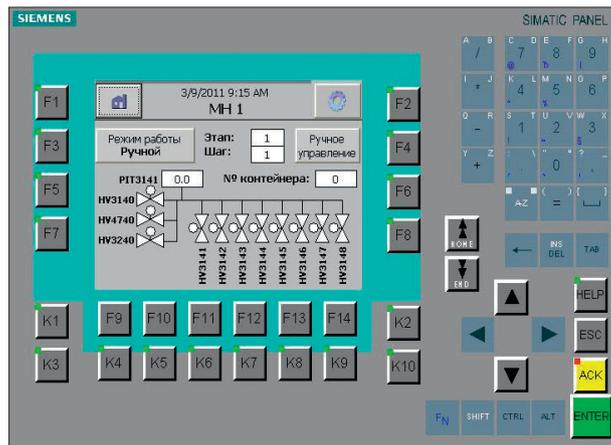


Рис. 6. Экран панели оператора

строительно-монтажных работ в рамках реконструкции кислородной станции № 1.

Ожидается, что результатами реализации проекта станут:

- увеличение производительности цеха наполнения баллонов;
- снижение трудозатрат и повышение эффективности операций по учёту кислородных баллонов и их перемещений по территории цеха;
- обеспечение безопасности кислородных баллонов и рабочих операций по их наполнению;
- повышение эффективности управления технологическими процессами по наполнению, техническому обслуживанию и ремонту кислородных баллонов;
- снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт основных производственных фондов кислородной станции № 1. ●

E-mail: [summateh@yandex.ru](mailto:summateh@yandex.ru)

## Решения для транспорта

Сертифицированные для применений на транспорте безвентиляторные и упрочнённые встраиваемые системы с широким диапазоном температур и силовым входом



**IBOX321-870-FL (ПК на железной дороге)**  
Соответствует требованиям EN50155/EN50121/EN45545/EN60950



**IBOX312-870-FL (ПК на автомобиле)**  
Соответствует требованиям e13/IS07637/EN60950



**IBOX312-870-FL (ПК на автомобиле)**  
Соответствует требованиям e13/IS07637/EN60950



-10...+55°C

**GOT808CV (ПК на автомобиле)**  
8,5" компьютер с сенсорным дисплеем, со степенью защиты IP66, соответствует требованиям e13



Axiomtek Co., Ltd. | [aslan@axiomtek.com.tw](mailto:aslan@axiomtek.com.tw) | [www.axiomtek.com](http://www.axiomtek.com)

8F, No. 4, Lane 235, Baoqiao Road, Xindian District, New Taipei City, 231, Taiwan | Tel: +886.2.2917.4550 | Fax: +886.2.2917.3200



Реклама



# Создание резервированных систем сбора и архивирования информации на промышленных объектах

Василий Карпов

Резервированная система сбора и архивирования информации позволяет фармацевтическим предприятиям получить высоконадёжную систему отслеживания параметров в соответствии с требованиями стандарта GMP. В случае необходимости система способна представить заинтересованным лицам документы, подтверждающие соблюдение требований к технологическим процессам и микроклимату «чистых» помещений.

*При производстве стерильных лекарственных средств рекомендуется проводить постоянный контроль перепада давления между соседними помещениями разных классов чистоты.*

*Воздушная среда при асептическом производстве должна постоянно контролироваться на присутствие аэрозольных частиц, в том числе жизнеспособных микроорганизмов.*

Инструкция «Порядок проведения контроля параметров воздушной среды в „чистых“ помещениях и методы их измерений при производстве лекарственных средств». РДИ 42-505-00

Для соответствия международному стандарту GMP (Good Manufacturing Practice) в рамках обеспечения требований к помещениям класса «А» (производство стерильных препаратов) мониторинг микроклимата должен осуществляться непрерывно. Использование для мониторинга локальных средств регистрации параметров вынудит ввести операцию по ручному сбору, обработке и архивированию собранной информации. Наличие в процессе человеческого фактора сделает затруднительным или даже невозможным прохождение процедуры валидации процесса.

Таким образом, «чистые» помещения должны быть оборудованы централизованной системой сбора и архивирования параметров. При этом должны быть обеспечены контроль и гарантированная запись в базу данных значений перепада давления, влажности, температуры и показаний анализаторов взвешенных частиц. Решение такой задачи предполагает проведение сбора большого количества информации. Для примера: скорость потока данных от приточной вентиляционной машины

может достигать 64 измеренных значений в секунду, а вытяжной — 36. Даже сравнительно небольшое количество «чистых» помещений может создать поток данных, превышающий возможности обычных систем записи информации. Так, система одного комплекса приточно-вытяжной вентиляции может создавать поток в 15 000 измеренных значений в секунду.

Для решения поставленной задачи с таким количеством данных необходимо применение высокоскоростного логирования — сбора и сохранения информации, полученной в результате технологических измерений. На чём оно основано и как используется, будет рассказано в этой статье.

## О СИСТЕМАХ

Собственно, системы логирования (архивирования) технологической информации разделились на два лагеря: дорогие специализированные решения и универсальные решения с применением универсальных ПК и универсальных ОС.

Надо отметить, что универсальность постепенно перетягивает рынок у спе-

циальных решений. В чём же привлекательность универсальных решений? Конечно, цена, возможность использовать универсальных специалистов, доступность ЗИП, независимость (в некоторой степени) от производителя. Да, тут перечислены практически все достоинства, кроме чёткости и безотказности выполнения своих функций.

Специальные решения всегда надо рассматривать только в каком-либо конкретном применении, и это редко бывает интересно, потому что они выполняют ровно то, что от них требуется, и так, как это требуется. Гораздо интереснее рассмотреть универсальные решения, особенно то, как им удаётся балансировать между универсальностью и работоспособностью.

Основная проблема обработки сетевого потока технологической информации заключается в том, что его пакеты имеют малый объём. Да, именно малый объём информации, но каждый пересылается отдельно, и недопустимо потерять хотя бы один отсчёт. А таких потоков тысячи, десятки и сотни тысяч. В системах архивирования технологической информации процессор выпол-

няет последовательность очень простых действий и бóльшую часть времени не загружен. За него по большей части работают системы ввода-вывода. Универсальный ПК должен работать как раз наоборот. Основную нагрузку должен нести процессор, производя много сложных вычислений и отдавая только результаты системам ввода-вывода (в частности, дисковой подсистеме).

Получается парадокс: для обработки потока не нужен мощный процессор, но производительности системы всегда не хватает.

## О подходах к построению

Системы начального уровня от разработчиков простых и дешёвых продуктов просто пишут «сырой» поток прямо в текстовый файл. Как следствие, система «убивает» обычный жёсткий диск бесконечными записями уже в первый год эксплуатации при архивировании нескольких сотен параметров с темпом 10 раз в секунду. Сомнительный результат! Зато дёшево, даже порой бесплатно. Распознать такие системы можно по большому, постоянно растущему количеству маленьких файлов архива, соизмеримых с размером кластера диска. При этом в файле можно найти «сырую» информацию в текстовом виде.

Современные SCADA, как правило, пишут тоже «сырую» информацию, но уже в базу данных. Опять же, как правило, информация предварительно структурируется специальным образом и отправляется в архив блоками, накоп-

ленными за минуту (или около того). То есть за один раз записывается блок информации, соизмеримый с размером буфера диска, а это уже несколько мегабайтов. Очевидно, что производительность таких систем возрастает в десятки (сотни) раз и они более корректно работают с диском, раскрывая его потенциал.

Появились отдельные программные продукты для сбора и хранения технологической информации. Они способны выполнять свою узко специализированную функцию, но на базе универсального ПК. Как правило, в названии таких продуктов содержится магическое слово *Historian*. Идея, как всегда, лежала на поверхности: переложить часть работы по архивированию на бездействующие узлы, в данном случае — процессор. Известно, что жёсткий диск обладает высоким быстродействием только в случае записи/чтения большого и нефрагментированного файла. Вот и замечательно! — Пусть процессор на лету сжимает принимаемый поток информации и уже в сжатом виде записывает на диск. Дополнительное сжатие достигается за счёт «умной» фильтрации входных данных.

## Методы реализации надёжности

По вопросам реализации надёжности выделились, как это обычно бывает, два противоборствующих подхода. Оба подхода предлагают увеличивать надёжность за счёт резервирования. При этом главенствующими остаются два

параметра: объём потерь информации при аварии и время восстановления.

Первый подход предлагает резервировать сразу всё, прямо вместе с компьютером и ОС; второй — избирательно, только то, что важно.

В соответствии с первым подходом создаём кластер высокой доступности виртуальной машины. Добавляем в кластер узлы, и вот система уже не зависит от выхода из строя части кластерных машин. Работа приложения гарантируется высоконадёжной платформой. Но стоимость такого решения, как правило, выходит за любые разумные рамки. Да и нет в ней главного — защиты от выхода из строя целевого приложения. Какими могут быть потери данных при отказе кластерных узлов? От одного пакета Ethernet до нескольких десятков минут. При такте поступления данных 50–500 миллисекунд потери могут быть существенными.

Цель второго подхода заключается в сохранении возможности выполнения основной функции приложения — сбора, архивирования и доступа к архиву. Выход из строя компьютера или ОС вовсе не рассматривается как критическая ситуация. Понятно, что при таком подходе требования к компьютерам и ОС должны быть ровно такие, чтобы обеспечить выполнение основной функции. Можно использовать даже обычный офисный ПК. При выходе из строя одного из компьютеров его функции практически безударно продолжает выполнять другой, а целевое приложение работает на всех машинах

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Компания i-sft заявила о стратегическом и технологическом сотрудничестве с Veneq/LUMINEQ

Компания i-sft, размещённая в Германии, специализируется в области заказных дисплейных решений и связанных с ними технических услуг. Компания Veneq, расположенная в Финляндии, поставляет продукцию и исследовательское оборудование для технологии послойного атомного осаждения (ALD) и аэрозольных покрытий и производит тонкоплёночные электролюминесцентные дисплеи (TFEL).

Компании i-sft и Veneq заявляют о начале стратегической совместной разработки совершенно новой дисплейной тех-

нологии для ответственных применений. Самые первые образцы были продемонстрированы летом 2013 года в Финляндии.

Для i-sft это многообещающее сотрудничество, так как, начиная с 1993 года, компания создала технологию производства ЖК-дисплеев для применения в поездах и машиностроении, а также решила проблемы, возникающие при системной интеграции. В 2003 году компания i-sft была выкуплена у Siemens и интегрирована в Wammes Group. С тех пор i-sft стала активным независимым игроком на мировом дисплейном рынке, сосредоточившись на своих передовых технологиях и сервисе.

В настоящее время компания i-sft

- производит только заказные дисплейные изделия;

- обеспечивает глубокие технические консультации по всем видам дисплейных технологий;
- предлагает ценный сервис по поиску неисправностей, помогая заказчикам преодолеть серьёзные проблемы;
- использует свои хорошо оборудованные контрольно-измерительные установки для предоставления услуг в собственных проектах, в специализированных решениях своих заказчиков или у сторонних заказчиков с их специфическими потребностями.

В 2013 году компания i-sft объединила усилия с Veneq/LUMINEQ для разработки дисплейной технологии нового поколения для ответственных применений. ●

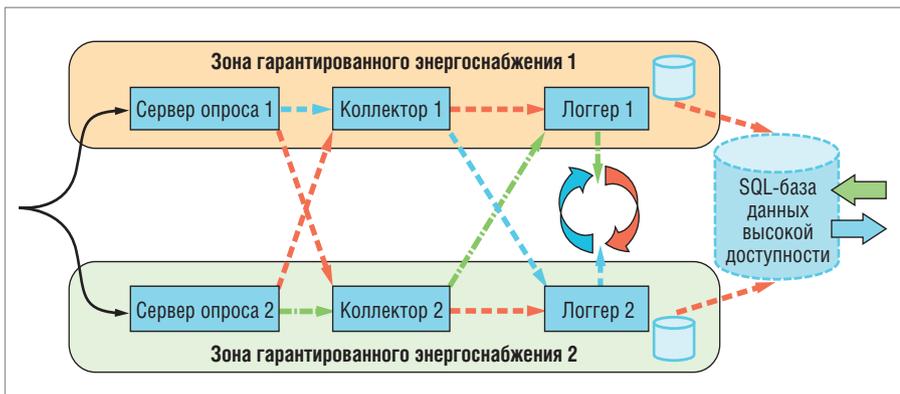


Рис. 1. Схема реализации отказоустойчивости

резервированной системы. Каковы потери информации в этой схеме? — Обычно это от одного измеренного значения до 5–20 секунд, в зависимости от архитектуры и выбранного ПО. Время восстановления вышедшего из строя компьютера здесь весьма существенно. Установка ОС, всех драйверов и накопленной базы (даже из резервного образа) может затянуться на время от нескольких часов до нескольких дней — это время система сбора и архивирования работает в режиме повышенного риска.

### Что выбирает наша компания для реализации таких систем?

Компания «НОРВИКС-ТЕХНОЛОДЖИ» предлагает реализовывать системы сбора и архивирования информации на основе специализированного пакета ПО Nureg Historian компании ICONICS. Во-первых, такие централизованные системы сбора и архивирова-

ния сочетают в себе возможности высокоскоростных баз данных и удобство обращения к архивам при помощи интерфейса структурированных баз данных широкого применения (SQL-запросы). Во-вторых, это подразумевает резервирование серверов сбора и логирования на базе второго подхода, то есть «горячее» переключение на резервную машину.

Такое решение позволяет в режиме реального времени обеспечить:

- сбор больших объёмов данных;
- их предварительную обработку и архивирование;
- предоставление информации в виде отчётов, создаваемых с помощью общеприменимых приложений.

Решение использует технологии обработки информации, позволяющие значительно сократить объём записываемых данных путём входной фильтрации и последующего сжатия.

При таком подходе к резервированию (рис. 1) система сохраняет полную функциональность в случае выхода из строя любого компьютера из каждой пары серверов опроса, коллекторов и лог-

геров. Для функционирования только в режиме сбора и сохранения (без потери информации) достаточно работы одного сервера опроса и одного коллектора, то есть двух устройств из шести.

По результатам тестирования системы на предмет потери части поступающих данных в аварийных режимах она показала хорошую отказоустойчивость. Потеря данных при аварийном отключении сразу половины компьютеров в одной зоне электроснабжения составила 1 отсчёт при логировании «сырых» данных с темпом один раз в секунду, а при использовании фильтрации потерь не было вовсе.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанное решение позволяет фармацевтическим предприятиям получить высоконадёжную систему отслеживания параметров в соответствии с требованиями стандарта GMP. В случае необходимости такая система может предоставить заинтересованным лицам документы, подтверждающие соблюдение требований к технологическим процессам и микроклимату «чистых» помещений.

Это решение может быть востребовано не только в фармацевтической, но и в любой другой отрасли, где контроль информации о протекающем процессе необходим для управления качеством, а отклонения ведут к значительным финансовым потерям. ●

Автор – сотрудник фирмы «НОРВИКС-ТЕХНОЛОДЖИ»  
Телефон: (495) 232-1817  
E-mail: info@norvix.ru

## Беспроводные датчики для измерения температуры, влажности и уровня CO<sub>2</sub>



thermokon®  
Sensortechnik GmbH

- » Простота и гибкость при монтаже
- » Высокая точность измерения
- » Интеллектуальные функции самокалибровки

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ Thermokon

PROSOFT®

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





## EX75000

26-портовый управляемый PoE-коммутатор  
Fast+Gigabit Ethernet для промышленного использования  
(мощность PoE 420 Вт)

# Промышленное сетевое оборудование для отказоустойчивых сетей IP-видеонаблюдения

- ▶ PoE-коммутаторы высокой мощности
- ▶ Резервирование линий связи для отказоустойчивости
- ▶ Функции управления для оптимальной передачи IP-видео
- ▶ Удлинители Ethernet до 6 км (cat. 3, 5, RG-6/U)
- ▶ Преобразователи сред Ethernet
- ▶ Диапазон рабочих температур  $-40...+75^{\circ}\text{C}$  для монтажа вне помещений
- ▶ Грозозащита Ethernet



### EX78000

Управляемый коммутатор  
8 PoE + 2 GbE  
(мощность PoE 180 Вт)



### ED3142

удлинитель Ethernet  
(до 2,1 км по витой паре)  
с PoE-портом (30 Вт)



### SAD-10KA

модуль искро- и  
грозозащиты для Ethernet  
(PoE-Ethernet)



## ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN

**PROSOFT**®

**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**  
**АЛМА-АТА**  
**ВОЛГОГРАД**  
**КАЗАНЬ**  
**ЕКАТЕРИНБУРГ**  
**КИЕВ**  
**КРАСНОДАР**  
**Н. НОВГОРОД**  
**НОВОСИБИРСК**  
**ОМСК**  
**САМАРА**  
**УФА**  
**ЧЕЛЯБИНСК**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

# Система управления электромеханизмами купола телескопа

Владимир Шитов, Николай Панков, Александр Беляев

Рассмотрен программно-аппаратный комплекс новой системы управления электромеханизмами купола зеркального телескопа им. Г.А. Шайна как подсистемы разрабатываемой комплексной автоматизированной системы. Сформулированы основные требования, предъявляемые к системе. Представлены некоторые результаты натурных испытаний.

## ВВЕДЕНИЕ

Зеркальный телескоп имени академика Г.А. Шайна (ЗТШ) – крупнейший оптический телескоп на Украине (диаметр главного зеркала 2,6 метра, рис. 1) – был построен Ленинградским оптико-механическим объединением для НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория» в 1960 году [1]. ЗТШ – это универсальный инструмент для самых разнообразных астрофизических исследований. За полувековой срок службы на нём был получен целый ряд важных научных результатов.

Созданный в середине XX века, он был третьим телескопом в мире по раз-



Рис. 1. Башня ЗТШ (створки и забрало открыты)

меру главного зеркала и в техническом отношении являлся инструментом на уровне того времени. За прошедшие десятилетия регистрирующие и анализирующие приборы, установленные на телескопе, неоднократно обновлялись, что позволяет и сегодня успешно выполнять наблюдения на телескопе по ряду важнейших научных программ. Однако система управления телескопа, разработанная на основе электромеханических и электровакуумных компонентов, оставалась неизменной с момента создания. При проектировании новой автоматизированной системы управления (АСУ) основной задачей являлась максимальная автоматизация наблюдений на телескопе, что потребовало использования накопленного на сегодняшний день опыта автоматизации больших телескопов и промышленных процессов.

## Автоматизированная система управления ЗТШ

АСУ предназначена для управления работой, которую невозможно или неэффективно выполнять с необходимой скоростью и точностью без её применения. Кроме того, АСУ должна помочь принимать обоснованные решения в тех или иных ситуациях и сводить к минимуму опасность ошибочных действий персонала, а в идеале – и вовсе их предотвращать. Целесообразность внедрения АСУ определяется множеством факторов как экономического (например, энергоёмкость), так и технического (скорость принятия реше-

ний, повышение точности системы и т.п.) характера.

На основе анализа современного состояния в области автоматизации и предлагаемых промышленностью компонентов предложена структура новой автоматизированной системы управления ЗТШ. Она содержит большое число взаимосвязанных элементов, которые условно могут быть объединены в следующие одноуровневые подсистемы управления: рефлектором, положением диагонального зеркала, электромеханизмами купола, фокусировкой, фотогидом.

К настоящему времени разработана, изготовлена и внедрена система управления электромеханизмами купола (рис. 2), описанию которой и посвящена статья. Система предназначена для управления положением купола по произвольному закону в режиме регламентных работ, а также для управления положениями забрала и створок (закрыто, приоткрыто, открыто). В режиме синхронизации система ориентирует центр щели купола в направлении оптической оси трубы телескопа, при этом она превращается в систему автоматического управления.

## ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗМАМИ КУПОЛА

Положение рефлектора измеряется с помощью датчиков часового угла и угла склонения. Поскольку рефлектор не имеет как таковых осей часового угла и

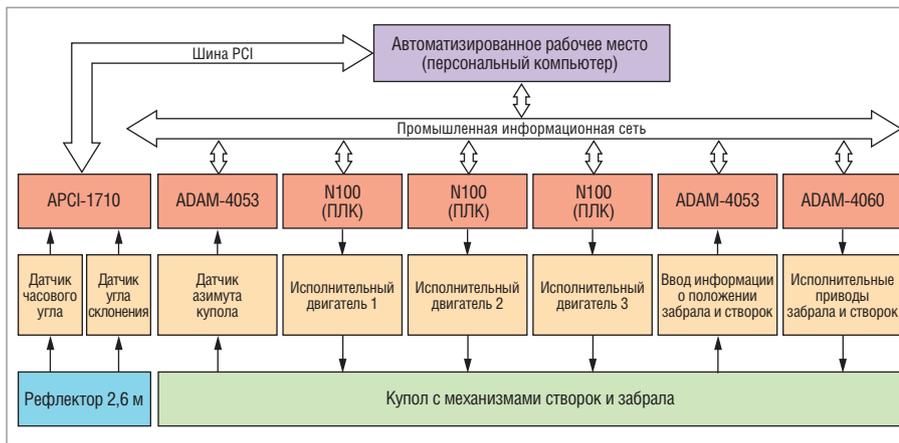


Рис. 2. Схема автоматизированной системы управления электромеханизмами купола

склонения, многооборотные абсолютные датчики установлены на осях червяков механизмов главного привода (коэффициент редукции 720). Дискрет датчика, приведённый к оси рефлектора, составляет 0,22 угловой секунды (точность старой системы управления в лучшем случае составляла 10 угловых секунд). В качестве датчиков использованы поворотные шифраторы AVM58 компании Pepperl+Fuchs [2, 3], работающие совместно с многофункциональной платой APCI-1710 фирмы ADDI-DATA [4], установленной на шине PCI управляющего компьютера. Информация о предельных положениях рефлектора вводится через модуль дискретного ввода ADAM-4053 компании Advantech [5, 6].

Объект управления представляет собой вращающийся купол ЗТШ с расположенными на нём раздвижными створками и забралом. Масса купола составляет 240 тонн, диаметр – 22 м. Угол поворота купола в азимутальной плоскости ограничен конструкцией и может изменяться в пределах от  $-235$  до  $+315^\circ$ . Конструктивные особенности ЗТШ допускают максимальную величину рассогласования центра щели купола и продольной оси трубы рефлектора до  $5^\circ$ . Этим значением ограничивается максимально допустимая погрешность системы управления при синхронизации купола с рефлектором.

В качестве приводов купола использовались три исполнительных двигателя постоянного тока, управляемых от электромашинных усилителей и расположенных по окружности через  $120^\circ$  [1, 7]. В результате каждый из двигателей воспринимает треть общей нагрузки. Передача вращения от каждого из трёх электродвигателей к поверхности катания купола осуществляется через силовой редуктор, заканчивающийся

ведущим катком, обеспечивающим фрикционное соединение с поверхностью катания. Таким образом, двигатели установлены неподвижно на башне, а вращение купола осуществляется посредством трёх ведущих катков (рис. 3а). В качестве двигателей новой системы применены асинхронные электродвигатели общепромышленного типа АИР-112. Вместе с усилителями мощности (инверторы Hyundai N100) они обеспечивают параллельную работу двигателей (максимальная скорость вращения купола  $\Omega_{\max} = 2,4^\circ/\text{с}$ ). Программируемый логический контроллер (ПЛК) инвертора защищает двигатель от всех аварийных режимов, механических и электрических перегрузок. Для учёта инерционных свойств объекта управления в память ПЛК заносятся значения времени разгона и торможения двигателей.

Приводы забрала и створок работают фактически в релейном режиме (открыто/закрыто). Привод забрала предназначен для открывания забрала перед началом наблюдений или регламентных работ и закрывания его после завершения работ или наблюдений, а так-

же при вынужденном прекращении тех или иных работ из-за выпадения осадков. Условие обязательного закрывания забрала при выпадении осадков вызвало необходимость дублирования электродвигателя. При выходе из строя основного электродвигателя закрывание забрала происходит от резервного электродвигателя [7].

Приводы раздвижных створок предназначены для открывания и закрывания створок. Каждая из створок (левая и правая) имеет индивидуальный привод. Приводы забрала и створок со своими редукторами расположены на подвижной части купола (рис. 3б). Электрическая связь с неподвижной частью осуществляется через кабельную галерею. Информация о положении и состоянии механизмов купола от датчиков через устройство гальванической развязки поступает на модуль ввода дискретных сигналов ADAM-4053. Управление электроприводами осуществляется через модуль вывода дискретных сигналов ADAM-4060. Для согласования и гальванической развязки выходных сигналов модуля со схемой управления приводами разработана плата реле.

Измерение углового положения купола производится с помощью датчика азимута купола. Вследствие невысоких требований к точности в качестве датчика использован абсолютный шифратор EP50S8 фирмы Autonics [8]. Информация об угле поворота вала шифратора представляет собой 10-разрядный двоично-десятичный код. Вес младшего разряда равен  $0,35^\circ$ . Связь датчика с компьютером осуществляется через модуль ввода дискретных сигналов ADAM-4053. Так как полный угол поворота купола составляет  $550^\circ$ , а датчик однооборотный, необходим промежу-



Рис. 3. Расположение электроприводов: а – привод купола; б – приводы забрала и створок

точный редуктор с передаточным числом не менее 1,53. В существующей конструкции связь шифратора с куполом осуществляется через цепочное зацепление и дополнительный понижающий редуктор. Общее передаточное отношение равно 1,71. Такая величина редукции позволит измерять угол поворота купола с дискретностью 0,6°. Этого вполне достаточно для уверенной синхронизации купола с рефлектором, что и подтвердили натурные испытания.

Объединение компонентов системы управления в единую схему реализовано на основе промышленной информационной сети. Использован наиболее распространённый тип сетевой топологии – общая шина [9, 10]. Её основные преимущества – простота и дешевизна, лёгкость переконфигурирования. Общая шина не боится отключения или подключения устройств во время работы. Применение такого интерфейса позволило увеличить помехоустойчивость системы и значительно упростить кабельную сеть. Общая шина хорошо подходит для распределённых объектов (трассы, соединяющие компоненты системы в башне телескопа, достигают 100 метров, а общая длина сети приближается к 1 километру). Она легко модифицируется в топологию звезды. Также естественным образом происходит добавление новых устройств, количество которых практически неограниченно. С «электрической» точки зрения этот интерфейс выполнен по стандарту RS-485 [11]. В качестве среды передачи данных и для подводки питания к узлам и компонентам применён кабель фирмы Belden [12].

### КОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗМАМИ КУПОЛА

Элементы системы управления по конструктивному и функциональному обрамлениям расположены в шести территориально разнесённых шкафах. Информационная сеть системы последовательно обходит все программно-управляемые компоненты системы (рис. 4).

Управляющий компьютер вместе с дисплеем, клавиатурой и мышью образуют автоматизированное рабочее место в помещении центрального пульта управления (ЦПУ). В шкафу PC (Box1), расположенном в непосредственной близости от компьютера, размещены преобразователь интерфейса RS-232/RS-485, модуль питания периферийных

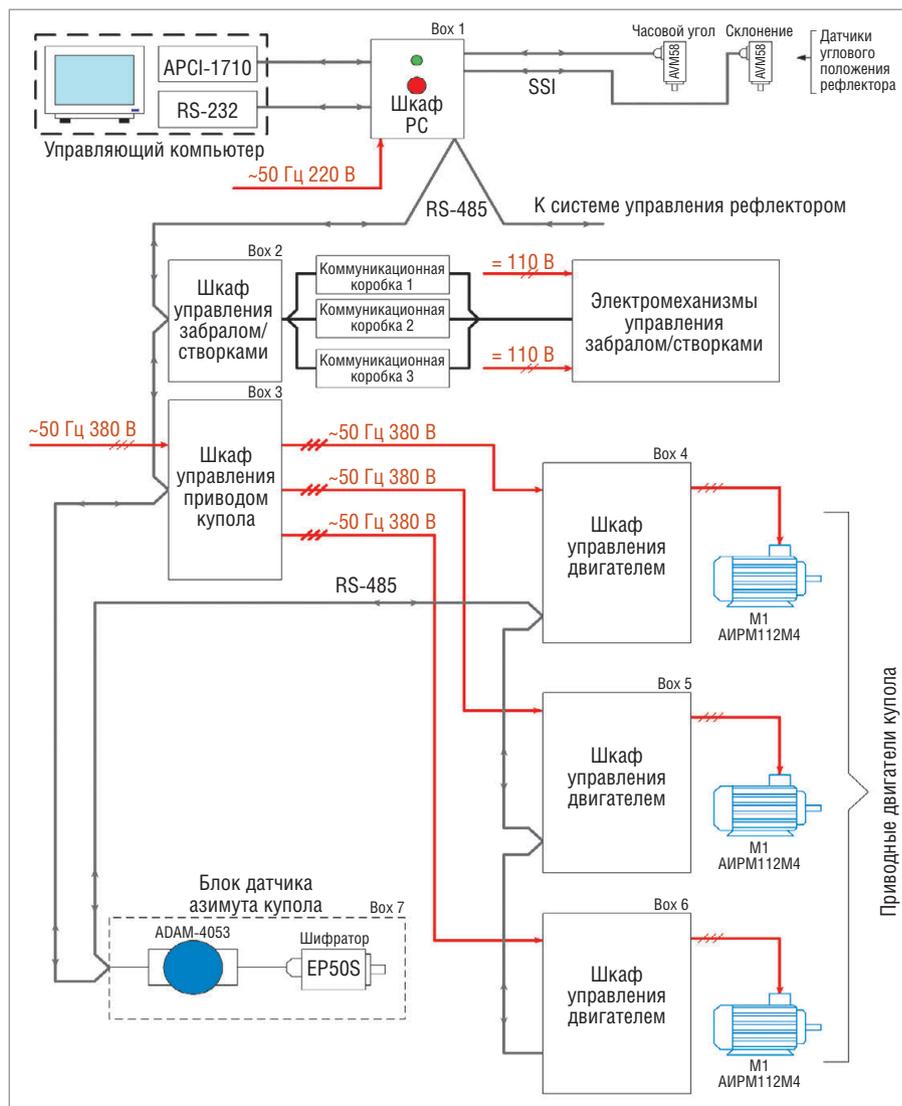


Рис. 4. Топология схемы управления механизмами купола

элементов, информационная шина SSI датчиков AVM58 углового положения рефлектора и две кнопки включения и выключения всей системы. От этого шкафа информационная сеть образует два луча: к системе управления рефлектором и к системе управления электромеханизмами купола. Первым сетевым устройством на пути к системе управления электромеханизмами купола является шкаф управления забралом/створками (Box2), расположенный тоже в помещении ЦПУ. Размещённые в нём компоненты через коммутационные коробки управляют приводами забрала и створок.

Шкаф управления приводом купола (Box3) расположен в подкупольном помещении башни. Его назначение – контроль перегрузок и управление подачей силового питания к шкафам управления двигателями. Эти шкафы (Box4, Box5, Box6) с установленными в них инверторами и тормозными устройствами размещены каждый непо-

средственно около своего двигателя (M1, M2, M3).

Там же установлен блок датчика азимута купола (Box7), содержащий шифратор, модуль ADAM-4053 и дополнительный редуктор.

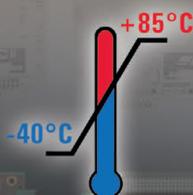
### ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕФЛЕКТОРА И КУПОЛА

Направления осей вращения купола и рефлектора ЗТШ совпадают с направлениями осей в горизонтальной (азимутальной) и экваториальной системах координат соответственно. Для управления куполом важна только одна значимая координата – азимут. В связи с этим для решения задачи синхронизации купола с рефлектором необходим перевод координат рефлектора из экваториальной системы координат в азимутальную систему координат. Этот переход совершается в соответствии со следующими известными уравнениями [13, 14]:

# Встраиваемые компьютеры для экстремальных условий

# rtu<sup>®</sup>

ПЕРЕГРУЗКА  
ДО **30г**



Готовая система IDAN:  
**PC/104-Express**  
с Intel Core 2 Duo



*Легко обновить*



Новый функционал

## Особенности встраиваемых компьютеров IDAN

- Легко собрать компьютер IDAN для специфических задач
- Поддержка концепции стека PC/104
- Стандартные модули для легкого внедрения системы
- Широкий выбор процессорных модулей от Intel Core 2 Duo до Intel Atom и модулей ввода/вывода
- Возможность расширения системы и быстрая взаимозаменяемость модулей
- Стандартные ПК-разъемы ввода/вывода
- Ребристые алюминиевые корпусные рамки для модулей
- Встроенные структурные радиаторы и теплоотводящие трубки с дополнительными ребрами охлаждения
- Ударопрочный алюминиевый сплав – 6061, Temper-T6, чистый хромат
- Возможность комплектации амортизирующей изоляционной платформой опционально
- Рабочая температура –40...+85°C



[www.ipc2U.ru](http://www.ipc2U.ru)

г. Москва, тел.: (495) 232-02-07, факс: (495) 232-0327, E-mail: sales@ipc2u.ru  
г. Санкт-Петербург, телефон/факс: (812) 600-7197, E-mail: spb@ipc2u.ru

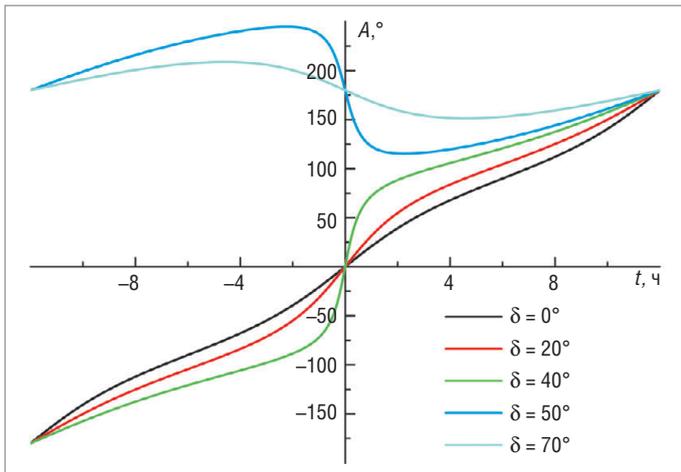


Рис. 5. Зависимость азимута  $A$  от часового угла  $t$  для объектов с разными склонениями  $\delta$

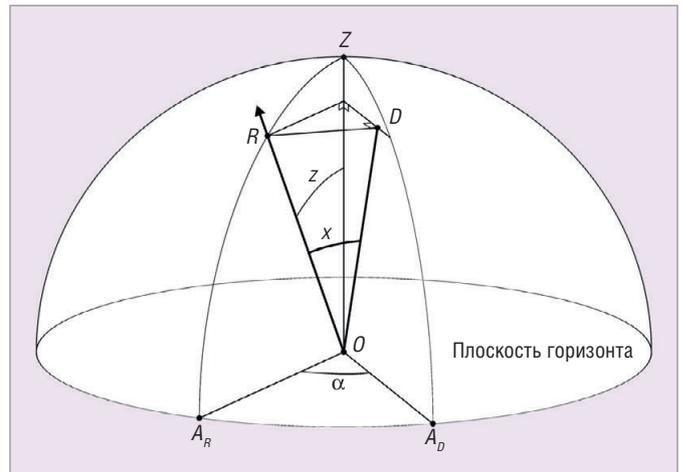


Рис. 6. Взаимное расположение оптической оси рефлектора и щели купола

$\operatorname{tg}(A) = \sin(t) / (\cos(t) \sin(\varphi) - \operatorname{tg}(\delta) \times \cos(\varphi))$ ,  
 $\cos(z) = \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \times \cos(t)$ ,  
 где  $A, z$  – азимут и зенитное расстояние;  
 $t, \delta$  – часовой угол и склонение;  
 $\varphi$  – широта места установки телескопа.  
 По этим уравнениям построены зависимости азимута от часового угла (рис. 5) для объектов с различными склонениями для широты Крымской астрофизической обсерватории (44,728°).

Теоретически азимут может изменяться в пределах от  $-180$  до  $+270$ °, что укладывается в физические пределы угла поворота купола.  
 В плоскости горизонта интересующая нас погрешность будет равна разности азимутов рефлектора  $A_R$  и купола  $A_D$  (рис. 6: здесь  $O$  – точка расположения наблюдателя,  $OZ$  – направление на зенит). В общем случае она является углом между оптической осью рефлектора  $OR$  и плоскостью середины щели ку-

пола ( $OZDA_D$ ). Назовём этот угол  $x$  ошибкой по направлению.  
 Из рис. 6 видно, что ошибка по направлению является более информативной, так как фактически указывает на отклонение купола от оптической оси рефлектора, а не от её проекции на горизонт, причём  
 $\sin(x) = \sin(z) \sin(\alpha)$ ,  
 где  $x$  – ошибка по направлению ( $\angle ROD$ ),  $z$  – зенитное расстояние рефлектора,  $\alpha$  – разность азимутов рефлектора и купола.



# ЗАЩИЩЁННЫЕ НОУТБУКИ PANASONIC

ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ, НАЛАДОЧНЫХ И ДРУГИХ ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТ  
 В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ, НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ТРАНСПОРТЕ



	CF-19	CF-31	CF-53	CF-U1
процессор	Core i5	Core i5	Core i5	Atom Z530
набор микросхем	Intel QM67	Intel QM67	Intel QM67	Intel System Controller Hub
дисплей	10,4"	13,1"	14"	5,6"
степень защиты	IP65	IP65	—	IP65
масса	2,3 кг	3,72 кг	2,65 кг	1,06 кг
время работы от батарей	до 9 ч	до 13,5 ч	до 10 ч	до 9 ч

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ PANASONIC



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



## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В ходе всестороннего анализа эксплуатационных потребностей, учитывая необходимость обеспечить высокую надёжность системы управления, сформулирован ряд требований к программному обеспечению (ПО):

- 1) возможность работы в полностью автоматическом режиме;
- 2) независимое ручное и автоматизированное управление куполом, забралом, створками;
- 3) предоставление оператору всей необходимой информации как для наведения рефлектора, так и для контроля состояния системы в целом и отдельных её составляющих;
- 4) исключение действий оператора, которые могли бы привести к аварийной ситуации;
- 5) запуск программы управления через систему аутентификации пользователей с индивидуальными правами доступа;
- 6) запись в журнал всех действий оператора, сбор статистики по эксплуатации системы для выявления возможных скрытых программных ошибок, неверных действий оператора, отказов системы при авариях и пр.

Для создания ПО были применены платформа Microsoft .Net Framework 4.0 и основной для неё язык программирования – С#. Для построения графического интерфейса использовался пакет Windows Presentation Foundation. В целом это дало возможность за сравнительно короткие сроки создать отказоустойчивую и одновременно достаточно быструю программную среду с легко осваиваемым интерфейсом пользователя. Копия экрана дисплея управляющего компьютера, сделанная при неинициализированном оборудовании, но дающая общее представление о средствах пользовательского интерфейса, представлена на рис. 7.

Как видно, рабочая область экрана разделена на несколько функциональных частей. Сверху расположены элементы управления самой программой и информационные поля.

1. Кнопка «Заккрыть» – завершение работы. Эта кнопка доступна только при неработающем алгоритме управления.
2. Переключатель «Автомат/Ручной» – переключение режимов работы. Фактически в первом режиме система

управления становится автоматической, а во втором – автоматизированной. Переключатель доступен тоже только при отключённом алгоритме управления.

3. Кнопка «ПУСК» – собственно запуск алгоритма управления. После запуска алгоритма она превращается в кнопку «ОСТАНОВ» для его завершения. Данная кнопка, как и переключатель «Автомат/Ручной», может быть недоступна, если программная среда не обнаружила оборудования, необходимого для работы.
4. Области для вывода информации о текущей дате/времени, по юлианскому календарю, местном звёздном времени [14], произошедших нештатных ситуациях, а также для отображения контекстной справочной информации. Дата/время – это фактически системное время ПК, день по юлианскому календарю и местное звёздное время рассчитываются на основе даты/времени и долготы расположения ЗТШ. Эта информация доступна в любой момент времени.

При нажатии кнопки «ПУСК» программа проводит инициализацию все-

# Уменьшение объёма,

сокращение затрат и повышение эффективности

с применением новейших технологий

в создании DC/DC-преобразователей

**XP** XP Power

**DC/DC-преобразователи средней и повышенной мощности**



### Серия ICH 50–150 Вт

- Диапазоны входных напряжений: стандартный (2:1) и широкий (4:1)
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 24 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×57,9×12,7 мм



### Серия IFH 200 Вт

- Диапазон входных напряжений стандартный (2:1)
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 48 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×116,8×13,2 мм



### Серия QSB 75–350 Вт

- Диапазоны входных напряжений: стандартный (2:1) и широкий (4:1)
- КПД до 92,5%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность

- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 3,3 до 28 В
- Габариты (Ш×Г×В): 36,8×57,9×12,7 мм; 61×57,9×13,2 мм (QSB150-350)



### Серия QSB600 600 Вт

- Диапазон входных напряжений стандартный (2:1)
- КПД до 92%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность

- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 12 до 32 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×116,8×12,7 мм (формат Full Brick Package)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER

**PROSOFT**®

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



Реклама

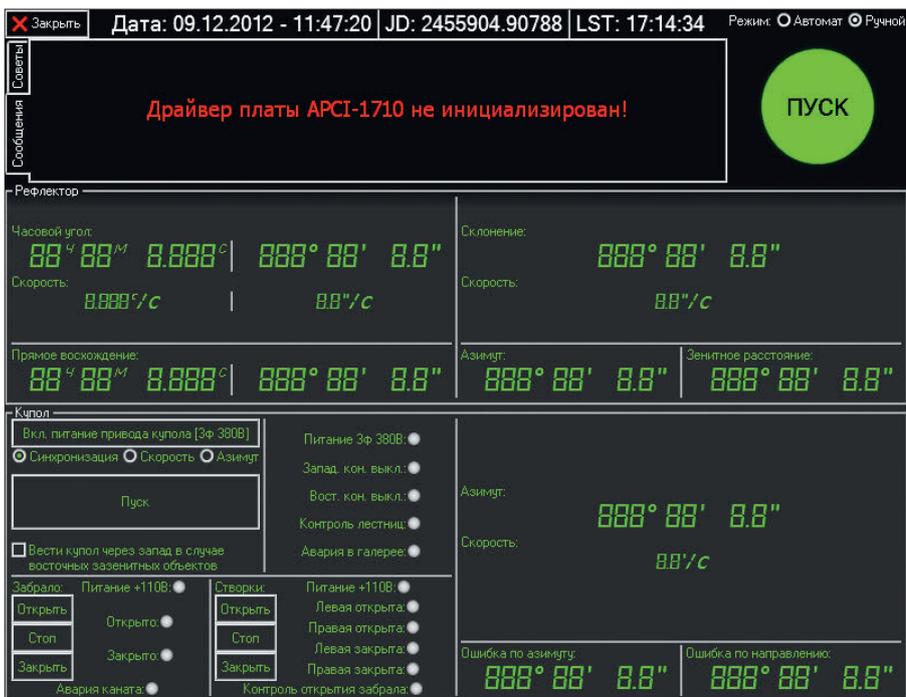


Рис. 7. Графический интерфейс пользователя программного обеспечения системы управления

го оборудования контура управления, а в случае автоматической работы ещё открывает забрало, а затем и створки, после чего начинает синхронизировать купол с рефлектором. После нажатия кнопки «ОСТАНОВ» на все эле-

менты системы подаётся команда останова, а в автоматическом режиме сначала закрываются створки и забрало. На каждом этапе ведётся проверка на возникновение ошибочных или аварийных состояний, и в случае по-

явления таковых проводятся попытка экстренного завершения всех процессов и отмена запуска алгоритма управления.

Ниже на экране расположены области, доступные только после успешного запуска алгоритма управления. Первая из них предназначена для вывода информации о текущем положении и скорости рефлектора. Информация представлена в трёх сферических системах координат: первой и второй экваториальной и горизонтальной топоцентрической. При этом часовой угол, соответствующая скорость и прямое восхождение отображаются как в градусной, так и в часовой мере.

Вторая область содержит органы управления куполом, забралом и створками, которые доступны только в ручном режиме алгоритма. Там же находятся индикаторы питания и индикаторы состояний системы, в том числе и аварийные. Справа выводится информация о величине угла поворота купола и об ошибке управления в двух вариантах — по азимуту, что является разностью между азимутами рефлектора и купола, и по направлению.

**Grayhill** INC.

**Грандиозная надежность. Любая задача выполнима!**

**Компоненты для гражданского и военного применения**

Поворотные переключатели • Промышленные клавиатуры • Механические и оптические энкодеры • Джойстики • Кнопочные переключатели

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ GRAYHILL**

**PROSOFT**®  
COMPONENTS

**АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА**  
Тел.: (495) 232-2522 • факс: (495) 234-0640 • info@prochip.ru • www.prochip.ru

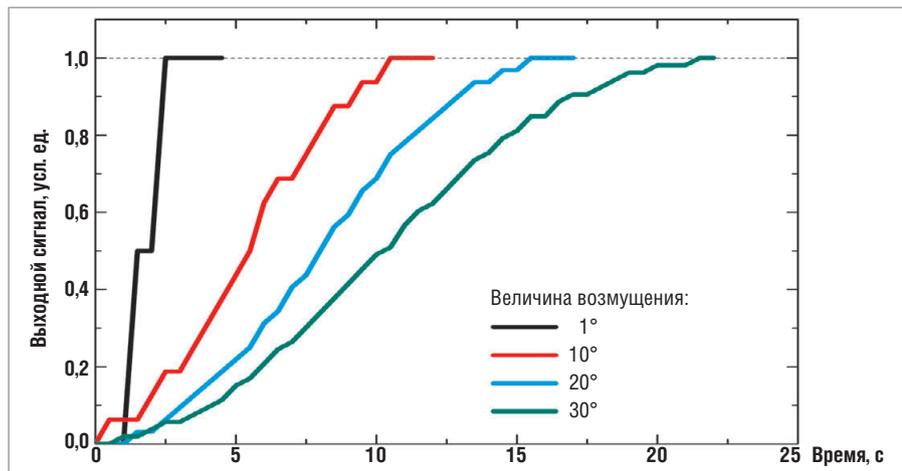


Рис. 8. Переходные процессы в нелинейной системе управления

Для забрала и створок органы управления позволяют задавать направление движения (открыть или закрыть) и остановку в любом положении. Для купола предусмотрены три режима работы, которые становятся доступными только после подачи питания на его приводы. Первый режим – «Синхронизация» – предназначен для совмещения середины щели купола с оптической осью рефлектора, что соответствует автоматическому режиму алгоритма управления. Второй режим – «Скорость» – служит для поворота купола на неопределённый угол, но с заданной скоростью. Третий режим – «Азимут» – используется для поворота купола на заданный угол с максимально возможной скоростью.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

На рис. 8 приведены результаты измерений переходных характеристик системы. Измерялась реакция системы на различные величины (от 1 до 30°) ступенчатых входных возмущений. По оси ординат отложена величина выходного сигнала в условных единицах (нормированная относительно входного воздействия). Время отработки системой ступенчатого возмущения зависит от величины возмущения. Характер этой зависимости указывает на нелинейность системы. Экспоненциальная форма переходных процессов говорит об устойчивости системы в целом.

Область зенита является самой сложной для синхронного движения купола и рефлектора. Это объясняется тем, что азимутальная скорость рефлектора стремится к бесконечности в точке зенита

(см. рис. 5 для объектов с величиной склонения, равной широте места установки телескопа). Купол, имея конечную скорость вращения (см. скорость купола на рис. 9), отстаёт от рефлектора. Это вызывает рассогласование центра щели купола и продольной оси трубы рефлектора в плоскости горизонта на величину, значительно превышающую 5° (см. погрешность по азимуту на рис. 9). Однако погрешность по направлению (рис. 6) значительно меньше и не превышает максимально допустимую погрешность синхронизации (см. погрешность по направлению на рис. 9).



## Промышленные серверы последовательных интерфейсов с резервированным подключением к Ethernet

**ADVANTECH**

Enabling an Intelligent Planet

### Серии EKI-1500, EKI-1200

- Два порта Ethernet 10/100Base-TX с функцией резервирования
- Преобразование Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP (серия EKI-1200)
- Режимы: виртуальный COM-порт, сервер/клиент TCP и UDP, Serial Tunnel
- Множественный доступ к COM-портам
- Автоматическое восстановление соединения
- Скорость передачи до 926,1 кбит/с
- Защита портов от электростатического разряда до 15 кВ постоянного тока



**EKI-1521**  
1 порт RS-232/422/485



**EKI-1222**  
Шлюз Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP



**EKI-1524**  
4 порта RS-232/422/485

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

**PROSOFT**<sup>®</sup>

Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

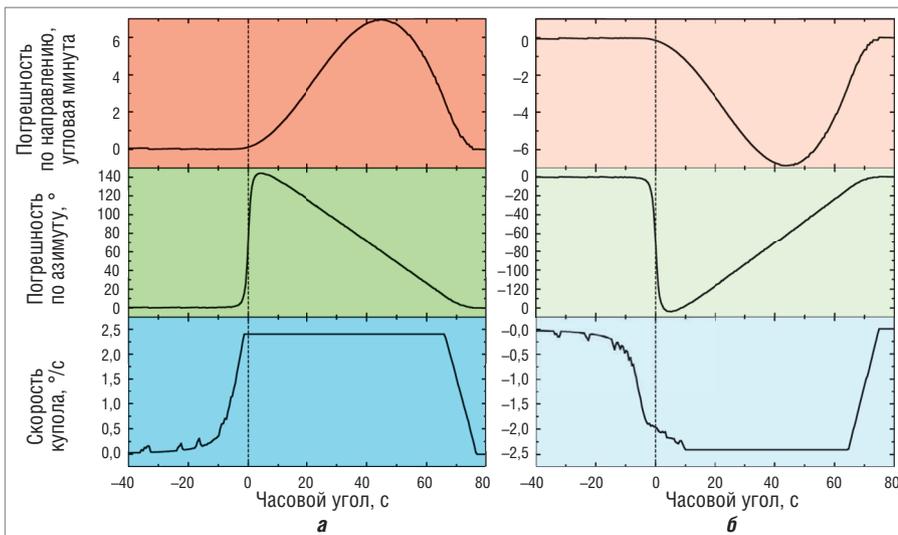


Рис. 9. Погрешности системы управления положением купола в режиме синхронизации при наблюдениях в области зенита (в момент кульминации зенитное расстояние не превышало 9 угловых секунд): при  $\delta < \varphi$  (а) и при  $\delta > \varphi$  (б)

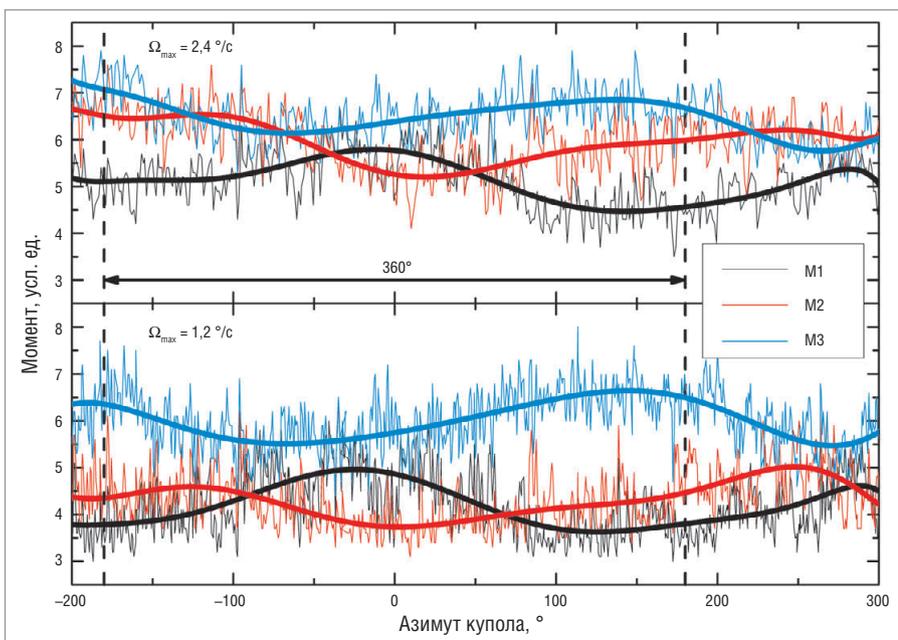


Рис. 10. Изменение моментов нагрузки приводных двигателей при полном повороте купола

Это позволяет иметь непрерывный ряд наблюдений для любых объектов.

Широкий спектр возможностей новой системы позволяет контролировать и фиксировать различные параметры в процессе эксплуатации телескопа, в том числе и не связанные напрямую с наблюдениями. Сюда можно отнести учёт времени работы, контроль питающих напряжений, перерывы в энергоснабжении, температурные режимы работы и многое другое. В качестве примера на рис. 10 приведены диаграммы моментов нагрузки электродвигателей привода купола во всём диапазоне углов поворота. Характер этих диаграмм позволяет оценить состояние конструкции поворотного устройства, качество его регулировки и изменения во время эксплуатации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная структура автоматизированной системы управления телескопом позволяет провести работы по замене старой системы поэтапно, практически без потерь наблюдательного времени. Испытания первой из внедрённых подсистем АСУ ЗТШ – системы управления электромеханизмами купола – подтвердили правильность принципов, заложенных в её основу. Система управления обеспечивает выполнение всех поставленных задач: синхронизации купола с рефлектором, сокращения времени смены наблюдаемых объектов, значительного уменьшения энергопотребления. Она также сводит к минимуму опасность ошибочных действий персонала. Система экс-

плуатируется с июня 2010 года без сбоев. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иоаннисиани Б.К., Тамбовский Г.А., Коншин В.М. 2,6-метровый зеркальный телескоп им. акад. Г.А. Шайна // Изв. КраО. – 1976. – Т. LV. – С. 208–223.
2. Жданкин В. Абсолютные датчики углового положения с интерфейсом SSI // Современные технологии автоматизации. – 2004. – № 1. – С. 48–57.
3. Multiturn absolute encoder AVM58-H [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid\\_363.htm?view=productdetails&prodid=45332](http://www.pepperl-fuchs.com/global/en/classid_363.htm?view=productdetails&prodid=45332).
4. APCI-1710: Multifunction counter board, encoder, incremental counter, timer/counter, SSI, PWM [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://addidata.com/encoder-incremental-counter-timercounter-ssi-pwm/>.
5. Локотков А. Устройства связи с объектом. Модули фирмы Advantech // Современные технологии автоматизации. – 1997. – № 2. – С. 32–44.
6. ADAM-4053. 16-ch Digital Input Module [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.advantech.com/products/ADAM-4053/mod\\_A182A318-9A09-40B9-9F3C-9A21717F074B.aspx](http://www.advantech.com/products/ADAM-4053/mod_A182A318-9A09-40B9-9F3C-9A21717F074B.aspx).
7. Техническое описание электроприводов механизмов купола. – М. : ВНИИЭМ, 1960.
8. EP50S Series [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.autonics.com/products/products\\_detail.php?catecode=01/06/02&db\\_uid=54](http://www.autonics.com/products/products_detail.php?catecode=01/06/02&db_uid=54).
9. Локотков А. Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандарты EIA RS-422A/RS-485 // Современные технологии автоматизации. – 1997. – № 3. – С. 110–119.
10. Гусев С. Краткий экскурс в историю промышленных сетей // Современные технологии автоматизации. – 2000. – № 4. – С. 78–84.
11. Guidelines for Proper Wiring of an RS-485 (TIA/EIA-485-A) Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/an/AN763.pdf>.
12. Detailed Specifications & Technical Data. 9504 Multi-Conductor – Computer Cable for EIA RS-232 Applications [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.belden.com/techdatas/metric/9504.pdf>.
13. Михельсон Н.Н. Оптические телескопы. Теория и конструкция. – М. : Наука, 1976.
14. Meeus J. Astronomical Algorithms. – Richmond : Willmann-Bell, Inc., 1991.

E-mail: shytov@mail.ru

## Advantech и FASTWEL объединяют усилия во благо российских заказчиков

Компания Advantech, один из мировых лидеров на рынке встраиваемых платформ и интеграционных решений, и российская компания FASTWEL, специализирующаяся на электронике для жёстких условий эксплуатации, объявили о начале программы сотрудничества в области разработки и производства законченных решений на базе COM-модулей. Цель сотрудничества – предоставить российским системным интеграторам надёжные и недорогие вычислители для создания автоматизированных систем управления в самых разных областях – от АСУ ТП до систем безопасности.

### Преимущества решений на базе COM-модулей

Рынок встраиваемых систем требует самых разнообразных решений, оптимизированных для конкретного проекта по техническим параметрам, условиям эксплуатации и стоимости. Применение одноплатных компьютеров в стандартных форм-факторах в серийных проектах оказывается зачастую неэффективным, поскольку системе приходится адаптировать к дизайну платы. Попытка же создать заказное изделие по ТЗ заказчика «с нуля» упирается в высокую стоимость ОКР и риски, связанные с длительностью такой разработки. Применение готовых COM-модулей снимает это противоречие, позволяя для проектов средней серийности совместить гарантии сроков выхода на рынок с оптимизацией технических и стоимостных параметров продукта. Секрет заключается в том, что потребитель берёт в виде COM-модуля готовое сложное (до 24 слов!) вычислительное ядро, в котором уже реализовано и отлажено 75% всей схематехники, а оставшиеся 25% приходятся на разрабатываемую для проекта базовую плату, представляющую собой простой 1–2-слойный модуль. Также существенно экономит время наличие у Advantech готовых комплектов разработчика, на которых программисты заказчика могут отлаживать прикладное ПО, не дожидаясь готовности базовой платы.



Система на модуле Advantech SOM-7565

Кроме сроков и стоимости COM-модули Advantech дают системным интеграторам и другие преимущества. За счёт богатой номенклатуры COM в стандартных форм-факторах потребитель может выбрать под разные задачи разные модули, получая несколько решений в одном дизайне. А через несколько лет, при снятии процессора с производства, новую жизнь изделию подарит COM-модуль следующего поколения.

### Необходимость кооперации

Несмотря на относительную несложность типового дизайна платы-носителя, её разработка, как правило, таит в себе много нюансов, которые лучше поручить профессионалам. Ибо помимо собственно дизайна приходится решать вопросы теплоотвода, поддержки периферийных устройств BIOSом, испытаний конечного продукта и многое другое. Компания FASTWEL имеет богатый опыт разработок на базе COM-модулей и предлагает воспользоваться им российским заказчиком. Разработчики FASTWEL одинаково хорошо говорят как на родном русском, так и на английском языках, обеспечивая надёжное согласование между требованиями ТЗ и возможностями вычислительных модулей Advantech. Отработанные в соответствии с законодательством РФ юридические формы и налаженный техпроцесс позволяют нам гарантировать получение заказчиком опытных образцов уже через 6–9 месяцев с возможностью немедленного начала серийного производства на мощностях FASTWEL в Москве. Договор может заключаться как на изделие в составе SOM плюс базовая плата, так и на корпусированное изделие. Методика приёмо-сдаточных испытаний согласуется с заказчиком для обеспечения точного соответствия условиям эксплуатации конечного продукта.

Нелишним будет подчеркнуть, что минимальный объём заказа под такие проекты у FASTWEL на порядок ниже, чем у зарубежных компаний, предлагающих аналогичные сервисы. Кроме того, компания обладает огромным опытом и соответствующим испытательным оборудованием для того, чтобы электроника могла эксплуатироваться в жёстких условиях – в неотапливаемых поме-

щениях, на подвижном составе железных дорог, на энергоподстанциях и т.д.

Чтобы воспользоваться плодами международной кооперации компаний Advantech и FASTWEL необходимо прислать на любой из указанных адресов описание проекта. ●

cd@fastwel.ru и ARU.embedded@advantech.com

## XIII Международная специализированная выставка «Радиоэлектроника и приборостроение»

С 30 октября по 1 ноября 2013 г. в Санкт-Петербурге пройдет XIII Международная специализированная выставка «Радиоэлектроника и приборостроение» (RADEL).

Организатор мероприятия – выставочное объединение «ФАРЭКСПО». Выставка проходит при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Торгово-промышленной палаты РФ, Санкт-Петербургской Ассоциации предприятий радиоэлектроники, приборостроения, средств связи и инфотелекоммуникаций, Ассоциации IPC.

RADEL – крупнейшее профильное мероприятие в Северо-Западном регионе России. Ежегодно на выставке демонстрируются новейшие достижения отечественных и зарубежных производителей электронных компонентов, печатных плат, приборов, источников питания, поставщиков радиоизмерительного оборудования, как для широкого использования, так и эксклюзивных товаров.

В 2013 году в Санкт-Петербург приедут компании из России, Украины, Белоруссии, Тайваня, Китая, Голландии. Из года в год ширится география мероприятия, увеличивается экспозиция. На этот раз среди дебютантов выставки Tianchang Fuan Imp. & Exp. Co. (Китай), ЧП Эдалити (Белоруссия), ГНПО «Планар» (Белоруссия), СКТБ СПУ (Смоленск), Техника-М (Москва), НИИ «Компонент» (Москва), ЗАО «НПП «ЭСТО» (Москва), Дана-НН (Нижний Новгород).

Традиционно в рамках деловой программы выставки проводится профессиональный форум «Комплекующие, технологии, оборудование радиоэлектроники и приборостроения», который привлекает внимание специалистов отрасли на самом высоком уровне.

Выставка «Радиоэлектроника и приборостроение» пройдет совместно с международными специализированными выставками «Автоматизация» и «Промышленная электротехника». ●



Пример заказного изделия FASTWEL на базе COM-модуля – BK01 – блок компьютера микропроцессорной системы управления подвижным составом РЖД

# Автоматизированный стенд для исследования массообменных и гидродинамических процессов

Александр Соловьёв, Кирилл Яковлев

В работе рассматривается автоматизированный стенд для научных исследований, разработанный на основе ПЛК ADAM-5510EWK/TP. Материал статьи может быть полезен для решения задач управления в АСУ ТП на цеховом уровне.

## ВВЕДЕНИЕ

Выбор стратегии управления химико-технологическими процессами (ХТП) зависит от большого числа факторов. Поэтому необходимо оценивать каждый ХТП и его отдельные операции с точки зрения их устойчивости к внешним воздействиям, которые могут существенно влиять на качество и количество выпускаемой продукции. В химической промышленности производятся сотни различных продуктов, причём для каждого используется своё оборудование. По сравнению с другими от-

раслями в химической промышленности мало идентичных ХТП, несмотря на то что такие процессы, как, например, экстракция, абсорбция, ректификация и другие, являются общими для многих ХТП.

Часто измерение ключевых параметров бывает весьма трудным и даже невозможным делом. Сложность химико-технологических и особенно гидрометаллургических процессов как объектов регулирования обусловлена инерционностью массообменных и тепловых аппаратов, нелинейностью статических

характеристик, наличием больших значений времени запаздывания. Кроме того, во многих случаях механизм массопередачи и гидродинамические закономерности в аппаратах не поддаются адекватному математическому описанию, которое необходимо для построения надёжных систем управления. Несмотря на многочисленные исследования в области теоретических основ химической технологии, ещё не разработана единая теория, позволяющая проводить достоверные инженерные расчёты как массообмена, так и гидродинамики гетерогенных систем. Поэтому приходится вначале проводить экспериментальные исследования на специально созданных пилотных установках, а затем на основании опытных данных строить математическую модель процесса и отрабатывать систему его автоматического управления. Однако такой подход, как правило, экономически не выгоден.

Проблему можно решить с наименьшими материальными и временными затратами, если у технологов и разработчиков АСУ ТП имеется в распоряжении установка, оснащённая многоцелевыми аппаратами и современными средствами контроля и автоматизации, позволяющими измерять основные технологические параметры и отлаживать схемы автоматического управления процессом в целом. Представленная работа посвящена именно такому решению описанной проблемы, реализуемо-



Рис. 1. Здание ИХТРЭМС



Рис. 2. Вибрационная колонна высотой 5 м и диаметром 110 мм

му на основе специально разработанного автоматизированного научно-исследовательского стенда (АНИС).

Разработка новых химических технологий, как правило, начинается с изучения равновесных зависимостей и кинетики процесса. На этом этапе исследований трудно осуществить непрерывный процесс, а без него нельзя получить достоверную информацию о режимных параметрах, которые являются основополагающими для промышленных процессов. АНИС позволяет устранить эту проблему благодаря возможности проводить эксперименты в непрерывном режиме на реальных физико-химических системах.

Располагая опытом по разработке автоматизированной системы сбора и обработки экспериментальных данных [1], в 1988 году на базе информационно-вычислительного комплекса ИВК-3 в Институте химии и технологии редких элементов и минерального сырья (ИХТРЭМС) им. И.В. Тананаева (рис. 1) Кольского научного центра РАН коллектив специалистов создал автоматизированную систему управления гидromеталлургическими процессами. Затем в 2006 году при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований перешли к разработке АНИС. Успешное решение поставленной задачи стало возможным благодаря появлению на российском рынке высокоточных измерительных преобразователей и соответствующих технических

средств создания локальных сетей. Базой для создания АНИС служила пилотная экстракционная установка [2]. К сожалению, кризис 2008 года не позволил в полной мере реализовать планы, однако удалось сохранить материальную часть установки, благодаря чему работа продолжается.

### Состав и краткая характеристика АНИС

В состав исследовательского стенда входят следующие приборы и оборудование:

- программируемый логический контроллер ADAM-5510EWK/TP с набором различных модулей серий ADAM-5000 и ADAM-4000 фирмы Advantech;
- 4 массообменных вибрационных аппарата колонного типа (рис. 2) высотой от 1,5 до 5 м и диаметром от 55 до 150 мм (каждая колонна является многофункциональным аппаратом, что позволяет использовать один и тот же аппарат в различных химико-технологических процессах, например, в любом из них можно проводить эксперименты по абсорбции, экстракции, выщелачиванию и т.п.);
- 2 каскада экстракторов типа смеситель-отстойник для экстракционных процессов;
- оригинальные датчики и устройства для гидродинамических исследований;
- стандартные контрольно-измерительные приборы и преобразователи сигналов преимущественно отечественного производства;
- шестерённые и погружные насосы;
- насосы-дозаторы типа DLS-F и DLX-CC/M;
- регулирующие пневмо- и электроклапаны.

Все колонные аппараты изготовлены из стеклянных царг, что даёт возможность визуально наблюдать за процессом, происходящим внутри аппарата. Поскольку аппараты многофункциональны, появляется возможность создавать новые технологические схемы, в которых одновременно используются различные массообменные процессы. При этом отпадает необходимость в изготовлении новых аппаратов.

Три колонны оснащены электромеханическими виброприводами, одна – гидравлическим приводом. С помощью этих устройств подводится дополнительная энергия в аппараты с целью интенсификации процесса массопередачи. На рис. 3 показан автоматизированный

гидравлический вибропривод, представляющий собой генератор низкочастотных колебаний. В его состав входит активный элемент – гидроцилиндр, который является высокопотенциальным устройством. Это означает, что при небольших габаритах он может функционировать как на небольших аппаратах, так и на крупнотоннажных. Благодаря этому гидравлический вибропривод становится унифицированным звеном, способным без конструктивных изменений применяться на промышленных аппаратах различного масштаба.

### Цели и задачи АНИС

Автоматизированный стенд создан с целью получения исходных данных для проектирования химических производств и разработки АСУ ТП на цеховом уровне. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- создание действующей физической модели технологического процесса;
- запуск и отладка всех каналов контроля и управления массообменными и гидродинамическими процессами;
- сбор и обработка данных о ходе технологического процесса в реальном времени;
- проведение научных исследований по гидродинамике и массообмену химико-технологических процессов, разрабатываемых в ИХТРЭМС;
- отработка аварийных ситуаций;
- контроль состояния исполнительных механизмов;



Рис. 3. Гидравлический вибропривод

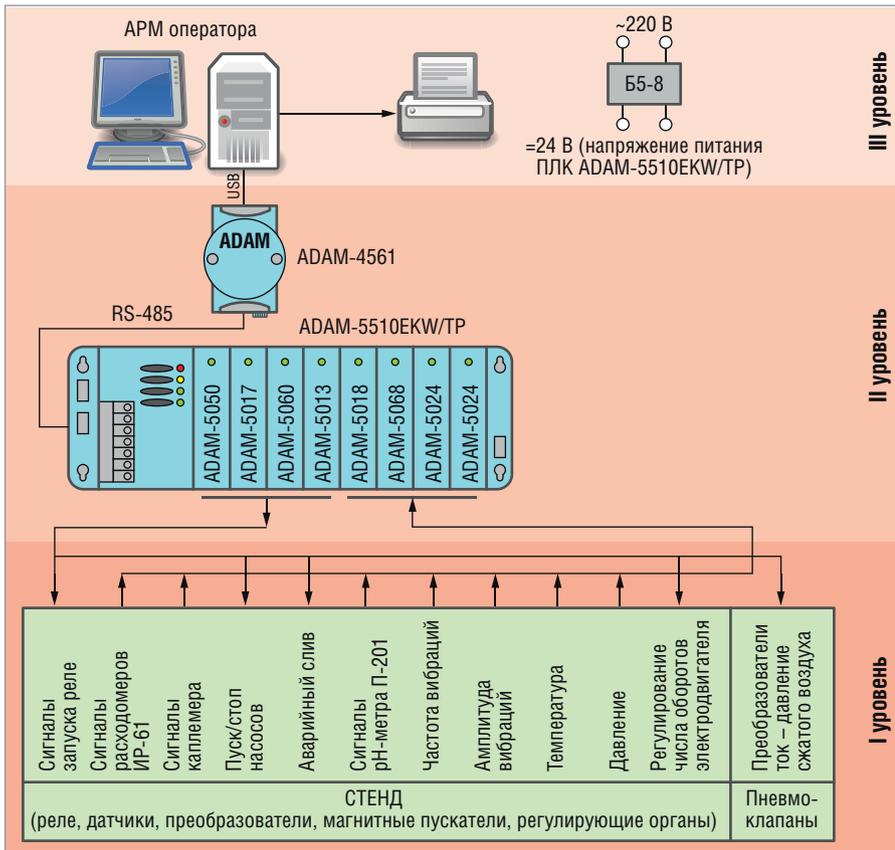


Рис. 4. Трёхуровневая структура АНИС

- разработка мнемосхем с возможностью выбора отдельного аппарата и

вывода его технологических параметров на экран монитора.

Необходимость проведения научных исследований по гидродинамике и мас-

сообмену на автоматизированном стенде обусловлена тем, что такие параметры, как поверхность контакта фаз, диаметр капель в системах жидкость–жидкость, коэффициенты обратного перемешивания и массоотдачи, предельно допустимые нагрузки и ряд других, нельзя определить ни расчётным путём, ни в лабораторных условиях. При наличии действующих технологических аппаратов, программного обеспечения (ПО), технических средств контроля и регулирования можно не только достаточно быстро определить величину перечисленных параметров, но и отладить АСУ ТП для вновь создаваемого химического производства.

### АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

При разработке АНИС за основу была принята трёхуровневая структура (рис. 4).

**Первый уровень** состоит из следующих датчиков, приборов, исполнительных механизмов и другого оборудования:

- термопары ХА, термометры сопротивления ТСМ, ТСР;
- сигнализаторы уровня МЭСУ-1ВУ2 и ротационные датчики уровня UWT

## TDK-Lambda ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ МОЩЬ И ИНТЕЛЛЕКТ



Серия ZUP

### Применения ZUP и Genesys™

- Автоматическое испытательное оборудование
- Управление технологическими процессами
- Электротренировка полупроводниковых изделий
- Лазеры



Серия Genesys™

### Серия ZUP (Zero-Up), Z+ (Z plus)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485
- Универсальный вход 85–265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка
- Опциональные интерфейсы, LAN, GPIB и аналоговые сигналы с гальванической развязкой (для Z+)
- 16-разрядное разрешение и быстрый отклик на программируемые установки (для Z+)

### Серия Genesys™

- Выходная мощность 750/1500/2400/3300/5000/10 000/15 000 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB IEEE488/488.2 SCPI, LAN 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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ TDK-LAMBDA

PROSOFT®

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



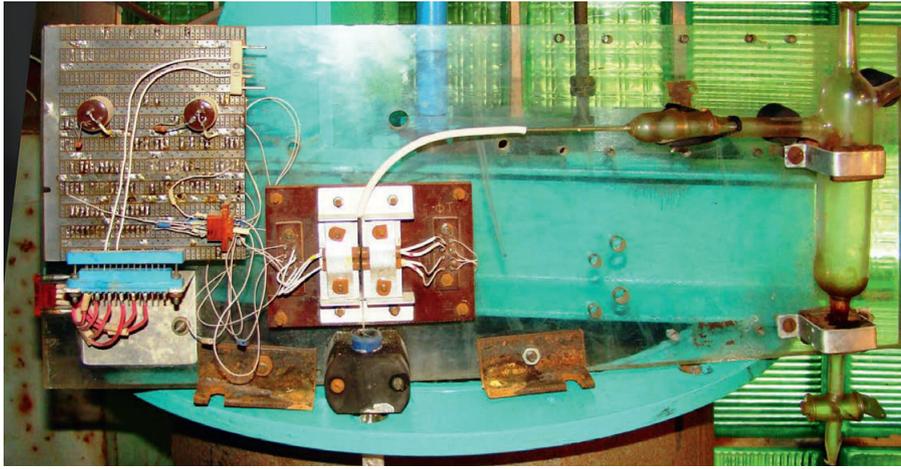


Рис. 5. Устройство для измерения межфазной поверхности

- Rotonivo с токовыми выходами 0–20 мА;
- ротаметры РЭВК-0,63Ж с токовым выходом 0–20 мА;
- манометры цифровые ДМ5002 с токовым выходом 4–20 мА;
- дифференциальный манометр ДМЭР с токовым выходом 0–5 мА;
- датчик рН магистральный ДМ-5М;
- ультразвуковой расходомер-счётчик кислоты US-800 с токовым выходом 4–20 мА;
- датчик положения границы раздела фаз (ГРФ) индукционного типа с выходным сигналом 0–10 Гн;
- измеритель диаметра капель и межфазной поверхности [3] (рис. 5);
- датчики для измерения амплитуды и частоты вибрации насадки (входят в состав гидравлического вибропривода);
- шаговые двигатели ДПУ-127 в комплекте с тахометрами;
- универсальные электродвигатели МУН-2, электродвигатели постоянного тока РИУТ 6-25/3А в комплекте с тахометрами;
- пневматические и электромеханические регулирующие органы (клапаны);
- насосы-дозаторы DLS-F и DLX-CC/M (рис. 6);
- реле уровня РУ-3Э;
- преобразователи сигналов, такие как
  - ПА-1 для тензорезисторных датчиков (выходной сигнал  $\pm 1$  В),
  - П-201 для чувствительных элементов, предназначенных для измерения рН (выходной сигнал 0–5 мА),
  - электропневматический ЭПП (входной сигнал 0–5 мА, выходной сигнал 20–100 кПа, или 0,2–1,0 кгс/см<sup>2</sup>),
  - электропневматический ЭП-Ех-Ор-3334 (входной сигнал 4–20 мА, выходной сигнал 20–100 кПа, или 0,2–1,0 кгс/см<sup>2</sup>),

– ИР-61 в комплекте с датчиком ПРИМ-25 (входной сигнал 0–5 мА).

**Второй уровень** предназначен для сбора и обработки данных, выдачи сигналов управления и связи с первым и третьим уровнями. Основой второго уровня является ПЛК ADAM-5510EWK/TP с набором многоканальных модулей ввода-вывода серии ADAM-5000, осуществляющих связь с устройствами и датчиками первого уровня. В состав ПЛК входят модули шести различных типов:



## Одобрены для применения на море









- Длительный жизненный цикл продуктов
- Соответствие международному стандарту IEC 60945
- Степень защиты IP68
- Наличие изделий на складе
- Заказные разработки

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ NSI**



Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru





Рис. 6. Насосы-дозаторы



Рис. 7. АРМ оператора

- модуль ADAM-5013 (принимает сигналы по трём каналам от термометров сопротивления TCM-1199);
- модуль ADAM-5017 входной 8-канальный (принимает токовые сигналы от преобразователей по 2 каналам и от датчиков уровня, давления и расхода по остальным 6 каналам);
- модуль ADAM-5018 (принимает сигналы от термопар ХА(К) по 7 каналам);
- два модуля ADAM-5024 (один модуль формирует на выходе три токовых сигнала 4–20 мА и сигнал 0–10 В, второй модуль – резервный);
- модули ADAM-5060 и ADAM-5068 (являются выходными релейными модулями, все каналы которых задействованы на пуск/стоп магнитных пускателей и насосов-дозаторов DLS-F и DLX-CC/M через промежуточные реле);
- модуль ADAM-5050 (является 16-канальным модулем дискретного ввода-вывода, в системе АНИС используется для контроля концевых выключателей гидропривода и управления следящими исполнительными механизмами).

**Третий уровень**, представляющий собой автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора (рис. 7), включает в свой состав:

- IBM PC совместимый стандартный компьютер (Pentium 4 2,4 ГГц, 1,48 Гбайт ОЗУ, жёсткий диск 300 Гбайт) с 32-разрядной операционной системой Windows XP;
- монитор Samsung Sync Master 795DE, принтер HP LaserJet 6L, блок питания Б5-8;

- модуль ADAM-4561 с последовательным интерфейсом RS-232/422/485, предназначенный для подсоединения ПЛК к компьютеру через интерфейс USB (для этого модуля не требуется никаких дополнительных IRQ или входных/выходных портов, ему не нужен внешний блок питания, так как питание берётся от порта USB, и, что весьма существенно, он управляет потоком данных для RS-485 автоматически).

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При разработке ПО решались две задачи:

- 1) разработка пользовательского интерфейса для оператора АРМ, то есть для третьего (верхнего) уровня;
- 2) адаптация к современным устройствам связи с объектами (УСО) ранее разработанного ПО для УСО, входивших в систему КАМАК (САМАС).

Первая задача была успешно решена за счёт использования SCADA-системы Trase Mode версии 6.02. Для решения второй задачи необходимо было не только адаптировать старые пакеты программ, которые управляли гидроприводом и устройством измерения межфазной поверхности, но и внести некоторые изменения в конструкцию этих объектов. В конечном итоге вторая задача была также успешно решена.

Теперь ПО, кроме SCADA-системы, включает следующие программные блоки:

- блок управления колоннами высотой 4 и 5 м, диаметром 55 и 110 мм;
- блок управления реактором для систем газ–твёрдое;

- блок управления гидроприводом;
  - блок управления устройством для измерения поверхности массо-обмена.
- Такая структура ПО позволила разработать гибкую систему обмена данными между вторым и третьим уровнями и создать удобный пользовательский интерфейс.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Система АНИС продолжает совершенствоваться, однако уже сегодня она позволяет проводить эксперименты и получать информацию в реальном времени. При этом исследователь может наблюдать за ходом массообмена или за гидродинамической обстановкой в наиболее важных точках технологической цепочки по анимационным картинкам, на которых видно, как работают насосы, подаётся сырьё в аппарат или движутся взаимодействующие потоки. На рис. 8 показана мнемосхема технологического модуля, состоящего из трёх колонных аппаратов, на которых контролируются 23 наиболее интересных с исследовательской точки зрения параметра. Если аппараты включаются в работу, в них начинают перемещаться «потоки», что создаёт для экспериментатора благоприятные условия наблюдения за объектом. Любой аппарат или его часть можно выделить в виде мнемосхемы в более крупном масштабе. За динамикой каждого контролируемого параметра можно наблюдать в реальном времени на графике. Для этого оператору достаточно указать мышью тот значок на мнемосхеме, на котором отражается интересующая его физическая величина. Вся оцифрован-

## Высокоскоростные удлинители Ethernet с питанием по сигнальной линии

### PoE-камера

IEEE 802.3at / IEEE 802.3af



Питание +48/55 В

Модель ED3538T – удлинитель Ethernet по VDSL с передачей питания по сигнальному кабелю

Модель ED3538R – удлинитель Ethernet по VDSL с питанием от сигнального кабеля и передачей PoE-питания конечному устройству

- ✓ Передача питания для обратного преобразователя и конечного устройства на расстояние до 1300 м
- ✓ Скорость передачи данных по технологии Ethernet-over-VDSL до 100 Мбит/с
- ✓ Передача до 30 Вт на конечное устройство по PoE
- ✓ Удлинение Ethernet по двухжильному кабелю на расстояние до 2200 м
- ✓ Работа при температурах -40...+75°C

Характеристики моста ED3538T – ED3538R с включенным питанием по сигнальной линии

Дистанция между удлинителями (м)	Скорость передачи данных по VDSL (Мбит/с)	Мощность для конечного PoE-устройства (Вт)
300	100	30
600	60	14
800	45	9,5
1200	20	5

Характеристики моста ED3538T – ED3538R с автономным питанием каждого удлинителя

Дистанция между удлинителями (м)	Скорость передачи данных по VDSL (Мбит/с)	Мощность для конечного PoE-устройства (Вт)
1400	15	30
1600	10	30
1800	33	0
< 2200	13	0



### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**АЛМА-АТА** Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
**ВОЛГОГРАД** Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

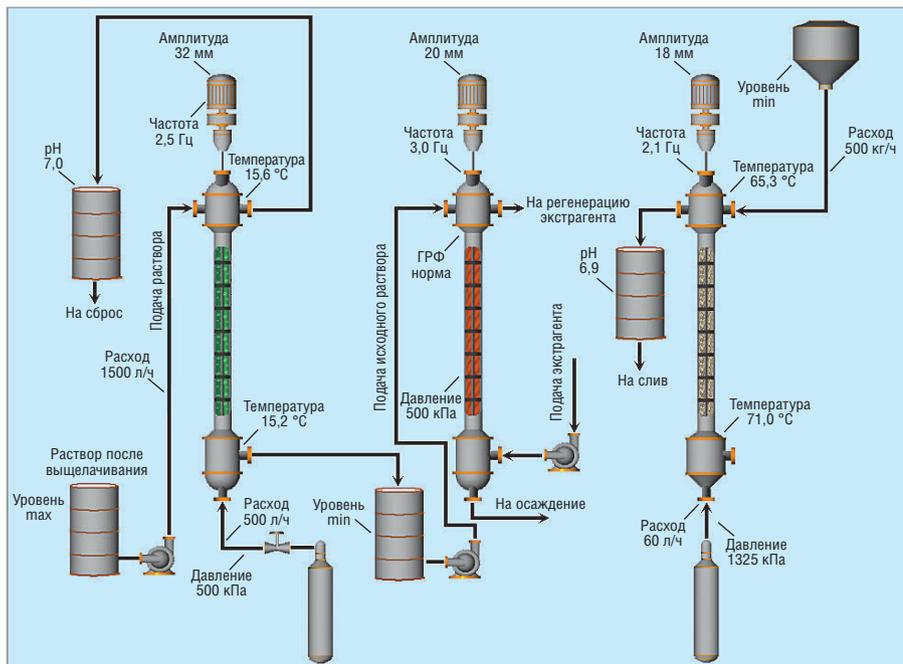


Рис. 8. Мнемосхема технологического модуля

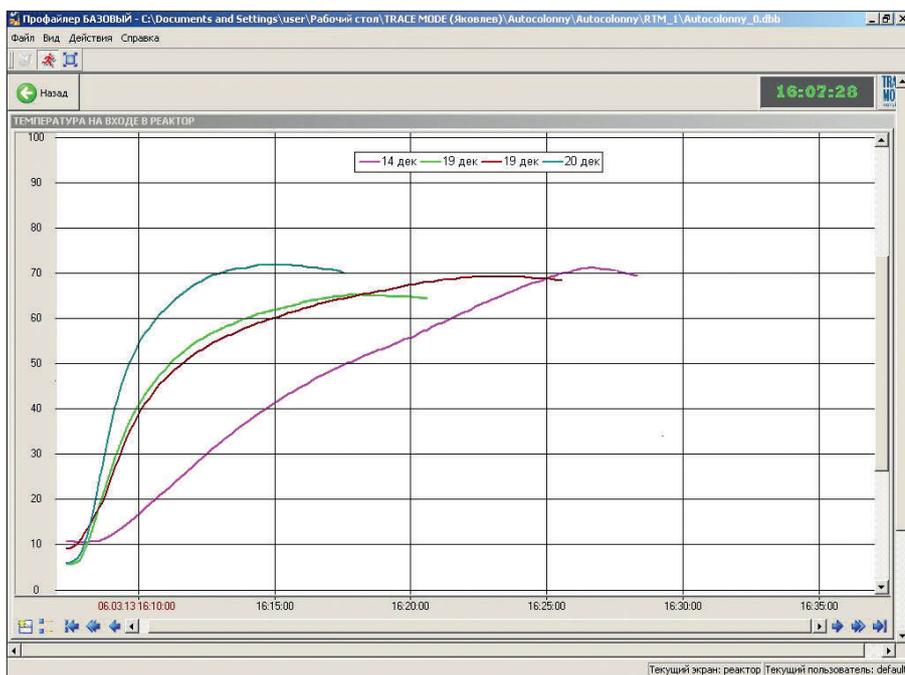


Рис. 9. Динамика температурного роста при различных условиях проведения процесса аммонизации

ная информация о ходе процесса помещается в архив в виде таблично-временных массивов. Благодаря этому можно графически сопоставлять результаты ранее проведённых экспериментов с текущими результатами.

На рис. 9 сопоставлены графики экспериментов, проведённых на реакторе при исследовании процесса аммонизации. Эксперименты ставились в разных условиях и в разное время, но каждый из них первоначально был зафиксирован на мониторе АРМ в реальном времени, то есть в период прохождения эксперимента, и сохранён в архиве. Оп-

тимальными оказались условия, при которых получен график с минимальным временем достижения максимальной температуры.

Используя возможности автоматизированного стенда, в течение последних трёх лет на базе АНИС были проведены исследования экстракционного процесса получения циркония из эвдиалитового концентрата. Затем был изучен процесс твердофазной аммонизации солей алюминия с целью получения катализаторов. На основании экспериментальных исследований подготовлены исходные данные для проектирова-

ния промышленных аппаратов. В обоих процессах приходилось использовать физико-химические системы жидкость—жидкость, газ—жидкость и газ—твёрдое. Для каждой из них необходимы аппараты с определённой спецификой. АНИС в полной мере справился с этой задачей, имея на вооружении всего 4 аппарата и сравнительно недорогие средства контроля и управления. Следует отметить, что и аппараты, и автоматика оказались надёжными блоками экспериментального стенда.

Анализируя результаты проведённых исследований, можно сделать следующие выводы:

- разработана методика подготовки исходных данных для проектирования промышленных массообменных аппаратов, лежащий в её основе метод базируется на определении основных гидродинамических и массообменных параметров экспериментальным путём на автоматизированном стенде;
- благодаря наличию в составе АНИС аппаратов многоцелевого применения имеется возможность проводить эксперименты на производственных растворах с различными физико-химическими системами;
- поскольку автоматика АНИС показала себя надёжной гибкой системой, легко поддающейся расширению, её можно рекомендовать в качестве АСУ ТП химических производств на цеховом уровне. ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Соловьев А.В., Выгон В.Г. Автоматизированный комплекс для исследований массообмена и гидродинамики в экстракторах с насадками // Тез. докл. XI Российской конф. по экстракции. — М., 1988. — С. 196.
2. Соловьев А.В. Система автоматизированного управления экстракционной стадией гидрометаллургического производства // Сб. матер. I научно-практ. конф. «Новые подходы в химической технологии и практика применения процессов экстракции и сорбции». — Апатиты : Изд. КНЦ РАН, 2009. — С. 161–166.
3. Соловьев А.В., Хомченко О.А. Определение поверхности массообмена в гетерофазных системах жидкость—жидкость [Текст] // Исследования по физико-химическим основам технологии переработки минерального сырья. — Л. : Наука, 1983. — С. 123–128.

E-mail: [aleks.solovjev-2013@yandex.ru](mailto:aleks.solovjev-2013@yandex.ru)

## МАКС-2013 – на высоте

В подмосковном Жуковском с большим успехом завершился Международный авиационно-космический салон. За 6 дней работы мероприятия выставку посетило более 340 тыс. человек. По данным на сайте организаторов, было подписано сделок на \$21,2 млрд, что на треть превышает финансовый результат 2011 года.



Компания ПРОСОФТ традиционно приняла участие в салоне, представив посетителям решения для предприятий авиационной и космической отраслей. На протяжении многих лет ПРОСОФТ сотрудничает со многими отечественными компаниями, и на сегодняшний день является надёжным поставщиком передовых решений от ведущих мировых производителей для построения как наземных, так и бортовых автоматизированных систем управления.

В частности, продукция из программы поставок ПРОСОФТ установлена на современных самолетах (МИГ-29, Ту-204СМ) и космических аппаратах («Союз-ТМА», «Глонасс-К/М», «Луна-Глоб», российский сегмент МКС), используется в системах управления ракетно-космических стартовых комплексов, в центрах обслуживания воздушного движения, на объектах инфраструктуры аэропортов, а также на испытательных стендах.

Основу экспозиции стенда ПРОСОФТ составили аппаратные и программные компоненты для построения высоконадёжных встраиваемых систем.

Большой интерес у посетителей вызвали платы MEN с тройным резервированием, разработанные в соответствии с международным стандартом DO-254, для применения в авиации (класс безопасности до DAL-A). Также были представлены процессорные и периферийные модули (CompactPCI, VME, PC/104, COM) компаний FASTWEL, ADLINK и ADVANTECH. На стенде демонстрировались хорошо зарекомендовавшие себя в авиационно-космической отрасли блочные каркасы повышенной прочности Pentair Technical Products и системы с кон-



На стенде ПРОСОФТ

дуктивным охлаждением, в состав которых входят теплоотводящие кожухи для печатных плат, фиксаторы плат Vedgelock и Cardlock, обеспечивающие высокую вибро- и ударопрочность конструкции, а также надёжную теплопередачу от модулей к теплоотводящему корпусу. Впервые на данной выставке был продемонстрирован широкий набор компактных защищённых компьютеров компании Eurotech.

Отдельно хотелось бы выделить представленные средства для разработки программного обеспечения перспективной авионики и подготовки его к сертификации по DO-178B/C компании Wind River с JTAG-отладчиком для приложений повышенной функциональной безопасности. Последние успешные проекты применения операционной системы VX Works 653 транслировались на демонстрационном экране: марсоход Curiosity и ударный американский беспилотник X-47, в этом году впервые осуществивший успешный взлёт и посадку на авианосец.

Популярностью у специалистов отрасли пользовался тематический номер журнала «СТА», многолетнего информационного партнёра компании ПРОСОФТ, традиционно продолживший актуальный обзор, посвящённый процедурным вопросам применения электронных средств в военной технике.

Также на стенде была широко представлена номенклатура специализированных электронных компонентов. Заместитель генерального директора по научной работе Виктор Жданкин оценил результаты участия этого года на отлично. Совместно с партнёром ПРОСОФТ компанией Crane Electronics была организована целая серия встреч с потенциальными заказчиками – представителями космической отрасли, результаты которой станут залогом дальнейшего успешного сотрудничества.

Активное участие в МАКС-2013 приняли сотрудники петербургского филиала ПРОСОФТ, давнего партнёра крупнейших предприятий ОПК Северо-Западного региона. Подводя итоги участия, руководитель филиала Виктор Половинкин отметил, что в

навигационном комплексе гвоздя программы этого салона, истребителя пятого поколения Т-50, одним из заказчиков ПРОСОФТ-СПб планируется использование процессорных модулей, поставляемых ПРОСОФТ. ●

## «ПТА-Урал 2013» – главная выставка для промышленных предприятий Уральского региона

С 20 по 22 ноября 2013 года в Екатеринбурге (ВЦ «КОСК «Россия») состоится IX Международная специализированная выставка «Передовые Технологии Автоматизации. ПТА-Урал 2013». Организатор – ЗАО «ЭКСПОТРОНИКА».

Выставка «ПТА-Урал» – одно из важнейших событий для промышленных предприятий Уральского федерального округа, на котором будут представлены новейшие отечественные и зарубежные образцы оборудования и технологии в области автоматизации. В ней примут участие зарубежные компании и предприятия из различных регионов России.

Тематические разделы выставки:

- автоматизация промышленного предприятия;
- автоматизация технологических процессов;
- измерительные технологии и метрологическое обеспечение;
- бортовые и встраиваемые системы;
- системы пневмо- и гидроавтоматики;
- системная интеграция и консалтинг;
- автоматизация зданий (оборудование, технологии, программное обеспечение);
- электротехника и электроэнергетика.

Преимуществом выставки является качественный состав посетителей. Её постоянные участники подчеркивают, что «ПТА-Урал» посещают только заинтересованные в их оборудовании и решениях специалисты – технические директора, главные инженеры, начальники отделов АСУ ТП, специалисты бюро ИТ, машиностроительных, металлургических, приборостроительных заводов, НИИ, а также предприятий транспорта, энергетики и других отраслей промышленности Уральского федерального округа.

В рамках деловой программы выставки традиционно состоится Уральская специализированная конференция по АСУ ТП и встраиваемым системам.

Официальную поддержку «ПТА-Урал 2013» оказывают Администрация города Екатеринбурга, Уральская Торгово-промышленная палата, Международное общество автоматизации (ISA), Центр автоматизации зданий (ЦАЗ) и другие. ●



# Применение специализированных вычислителей на основе ПЛИС для решения задач информационной безопасности

Артём Коновальчик

В статье поднимаются вопросы информационной безопасности в современном мире. Рассмотрены и проанализированы зарубежные решения на ПЛИС для построения суперЭВМ. Приведено описание отечественного спецвычислителя БВР-01 для применения в составе гибридных кластерных систем.

## **Актуальность использования специализированных вычислителей на основе ПЛИС**

В настоящее время существует несколько подходов к построению вычислителей для суперкомпьютеров. Выделим два из них: первый – традиционный, то есть тот, который применяется при проектировании суперЭВМ типа представленных в TOP500 [1]; второй – предполагающий построение специализированных вычислителей на базе ПЛИС. Выбор подхода, а следовательно и архитектуры, осуществляется исходя из задач, которые необходимо решать. Традиционная модель по понятным причинам ориентирована на широкий класс задач и подразумевает использование большим количеством пользователей. Отсюда и вытекают стандартные требования к построению соответствующих высокопроизводительных систем, начиная от универсальных процессоров архитектуры x86 и заканчивая всем привычными средами программирования, в которых создаётся программа.

Нас же интересуют задачи специального класса: проблемы защиты информации, криптография, цифровая обработка сигналов, математическое моделирование, задачи с массовым параллелизмом и т.д. При определении

путей решения подобных задач всегда сказывается специфика требований заказчика к вычислительной системе. Зачастую надо удовлетворить такие требования, как:

- максимально возможная производительность;
- достаточная универсальность;
- приемлемое соотношение цена/производительность;
- относительно низкое энергопотребление;
- удобство эксплуатации;
- «дружественность» системы, с точки зрения программирования задач.

Это ключевые, но далеко не все требования, которые выдвигаются заказчиком, и выступать они могут в различных комбинациях и с разными приоритетами. Кроме того, опыт построения таких систем показывает, что нередко требования противоречат друг другу. Взять хотя бы пару «производительность – универсальность». При формулировании технических требований выбирается несколько задач, на которых в итоге отлаживается, тестируется и сдаётся система. Конечно, эти задачи относятся к тому классу, для которого создаётся высокопроизводительная система, но далеко не всегда они могут выявить весь спектр проблем, с которыми столкнутся и спецвычислитель, и сам заказчик.

Предлагаю глубже окунуться в предметную область задач по защите информации и постараться ответить для себя на вопросы, насколько актуальна эта проблематика и почему здесь необходимы нетрадиционные подходы к построению спецвычислителей.

Современное общество невозможно представить без информационных и коммуникационных технологий, они присутствуют во всех сферах человеческой деятельности. Повсеместное их внедрение, с одной стороны, заметно помогает в решении многих рабочих и повседневных задач, а с другой – таит в себе множество угроз. Поэтому внедрение новых информационных технологий в системы управления и связи сопровождается разработкой и широким распространением новых способов обеспечения безопасности передачи информации и защиты данных.

Анализ развития средств защиты данных в информационных сетях показывает, что в настоящее время наблюдаются тенденции к резкому расширению использования криптографических средств в информационных инфраструктурах многих государств. Современное состояние и тенденции в развитии средств защиты (закрытия) информации неразрывно связаны с состоянием и тенденциями развития самих систем передачи информации и носят пе-

реходный характер, соответствующий сочетанию, с одной стороны, новых революционных технологий коммуникации, например связи компьютерной, мобильной, беспроводной и т.д., а с другой — эволюционного развития национальных, региональных и глобальных систем связи на базе существующей инфраструктуры. Следствием этого стало формирование двух основных направлений, по которым в последние годы развиваются криптографические средства обеспечения безопасной (закрытой) передачи информации:

- совершенствование традиционных систем шифрования, используемых в действующих каналах и сетях связи, ориентированных на использование, в первую очередь, существующей инфраструктуры, начиная от национальных систем КВ-связи и заканчивая международными и коммерческими спутниковыми системами связи;
- внедрение принципиально новых средств закрытия информации, связанное с качественной модернизацией существующих и развитием новейших систем связи и информационных технологий (для этого направления характерно бурное развитие волоконно-оптических технологий и использование глобальных компьютерных сетей в качестве коммуникационных средств).

Одной из основных тенденций развития современных систем передачи информации продолжает оставаться увеличение удельного веса закрытых передач при одновременном росте сложности используемых криптографических и технологических методов защиты данных. Учитывая нарастающее противоборство государств в глобальном информационном пространстве, в настоящее время и в ближайшей перспективе для большей части правительственных, военных и коммерческих систем связи будет характерна устойчивая тенденция роста криптографической стойкости и сложности современных и перспективных шифраторов. При защите информации в вычислительных системах широко используются средства защиты, реализуемые программно в самих вычислительных системах. Именно для таких приложений наиболее важно быстрое действие программных реализаций криптографических средств. При этом само понятие быстрого действия (производительности) не сводится к абсолютной скорости работы криптографических средств, поскольку она непо-

средственно зависит от быстродействия вычислительной системы.

Область применения непосредственно влияет на выбор принципов синтеза криптографических алгоритмов и выбор архитектурных решений для высокопроизводительных систем, осуществляющих этот синтез. Как известно, характерными особенностями алгоритмов криптографии являются потоковый характер, большая разрядность и большой объём обрабатываемых данных, что указывает на высокую степень конвейеризации и (или) параллелизма, а наличие именно этих свойств даёт возможность наиболее эффективным образом использовать вычислители на ПЛИС и в несколько раз, по сравнению с универсальной процессорной архитектурой, увеличить производительность. Столь значительный эффект достигается за счёт того, что ПЛИС даёт возможность обеспечить соответствие между архитектурой специализированного вычислителя и структурой решаемой задачи.

### ОБЗОР РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЛИС

Совершенно очевидно, что технология ПЛИС имеет свою нишу и заслуживает внимания производителей суперЭВМ [2]. Предлагаю остановиться на некоторых из такого рода решений, а начать с перечня основных исследовательских центров по данной тематике:

- **University of Toronto** — в Торонтском университете работает одна из наиболее активных исследовательских групп, специализирующихся в области FPGA;
- **FHPCA (FPGA High Performance Computing Alliance)** — разработанные в этом альянсе программные и аппаратные средства использованы при построении FPGA-суперкомпьютера Maxwell;
- **НИИ МВС ЮФУ (научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем Южного федерального университета)** — здесь разрабатываются многопроцессорные системы с программируемой архитектурой, позволяющие перестраивать архитектуру системы под структуру решаемой прикладной задачи без изменения конфигурации используемого оборудования и, как следствие, обеспечивающие высокую реальную производительность и практически линейный рост производительности пропорционально задействованным

аппаратным ресурсам (количеству процессоров в системе) [3];

- **NSF Center for High-Performance Reconfigurable Computing (CHREC)** — NSF-программа этого центра объединяет более 30 организаций, работающих в области реконфигурируемых вычислений.

Наиболее известные суперкомпьютеры, созданные с использованием технологий ПЛИС:

- Maxwell (University of Edinburgh) — высокопроизводительный реконфигурируемый компьютер;
- Cray XD1, использующий в многопроцессорных системах FPGA-ускорители совместно с основными процессорами;
- суперкомпьютер Cray XT5h;
- SuperQ X3.

Отдельного упоминания в связи с использованием технологий ПЛИС заслуживают говорящие сами за себя проект Adaptive Supercomputing (Cray) и направление Laptop Supercomputer, технология SGI RASC (Reconfigurable Application Specific Computing), позволяющая встраивать FPGA в серверы SGI Altix и системы визуализации Silicon Graphics Prism, а также проект RAMP (Research Accelerator for Multiple Processors), направленный на проведение исследований и развитие программного обеспечения в области многопроцессорных систем.

Даже краткий обзор решений, проектов, организаций, ориентированных на разработку суперЭВМ на базе ПЛИС, позволяет сделать вывод о насущности проблемы поиска новых архитектурных и оригинальных конструктивно-технологических решений для создания соответствующих вычислителей, которые станут базовой основой для построения кластера и позволят эффективно решать задачи предметной области.

### Блок вычислительный реконфигурируемый (БВР)

ПЛИС и инструментальные средства разработки проектов на их основе представляют собой надёжную платформу для создания реконфигурируемых высокопроизводительных вычислительных систем.

ПЛИС — высокоинтегрированные гибкие универсальные устройства с мощной логикой, памятью и возможностью внутрисистемного перепрограммирования. Расширение сферы применения ПЛИС определяется рас-

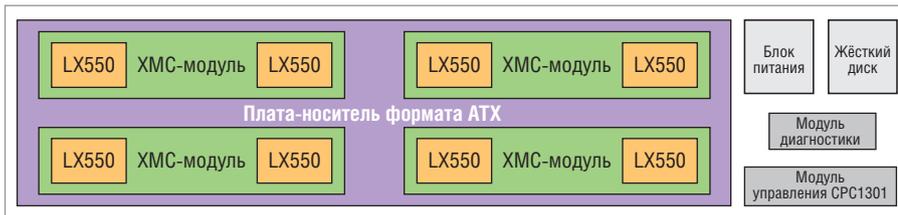


Рис. 1. Состав БВР-01

тущим спросом на устройства с быстрой перестройкой выполняемых функций, сокращением проектно-технологического цикла новых или модифицируемых изделий, востребованностью режимов изменения внутренней структуры в реальном масштабе времени, повышением быстродействия, снижением потребляемой мощности, а также снижением цен на эти устройства.

Идея о создании проблемно-ориентированных вычислителей (в том числе, «заточенных» на решение задач информационной безопасности) нового поколения на базе реконфигурируемых систем, основанных на ПЛИС-технологии, и была положена в основу разработки блока вычислительного реконфигурируемого БВР-01 [4]. При этом были учтены основные недостатки современных ПЛИС-систем:

- 1) большинство таких систем являются продукцией иностранного производства, что накладывает серьёзные ограничения на их применение при решении специальных задач, в том числе задач военного назначения;
- 2) использование различных интерконнектов (RapidIO, LVDS и др.) создаёт для программиста существенные трудности, так как большую часть времени приходится тратить на согласование входных/выходных интерфейсов и данных для передачи из одного узла суперЭВМ в другой;
- 3) при проектировании суперЭВМ с входящими в его состав вычислителями на основе ПЛИС у разработчика нет возможности включать в вычислительный контур высокопроизводительные серверы другой архитектуры (например, CUDA или Xeon Phi) ввиду отсутствия стандартного интерфейса передачи данных, способного обеспечить полнодоступную информационную связь между всеми элементами кластера.

Преодоление перечисленных недостатков позволило создать систему с динамически перестраиваемой архитектурой, обеспечивающей полнодоступную информационную связь между всеми элементами кластера. Вы-

числитель нового поколения БВР-01 (рис. 1) использует самые мощные на сегодняшний день кристаллы Virtex-6 (LX550, SX475). С помощью оригинальных и передовых технических решений в нём реализован интерконнект PCI-E, позволяющий вести интенсивный обмен данными не только между кристаллами внутри одного блока, но и обеспечивать информационную связь между любыми элементами кластера. В состав решения уже входят предустановленные ядра PCI-E, что позволяет разработчикам не ломать голову над тем, как выгрузить данные из одного узла и передать в другой; обеспечена возможность организации вычислений таким образом, что данные, например из графической карты Nvidia, можно передать напрямую в конкретный кристалл ПЛИС.

Вычислитель является полностью отечественной разработкой. XMC-модуль, плата-носитель формата ATX, конструктив, модуль диагностики, управляющий модуль СРС1301 изготавливаются на производственных мощностях ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ». Всё системное и специальное программное обеспечение БВР разработано специалистами дизайн-центра ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ».

Основным вычислительным элементом БВР выступает XMC-модуль с двумя кристаллами ПЛИС (рис. 2). Отличительной особенностью является использование модельного ряда ПЛИС серии Virtex-6. На модуле установлены две пользовательские ПЛИС (X1 и X2). Каждая из пользовательских ПЛИС симметрично подключена к слоту расширения для установки в него различных мезонинных модулей, на которых



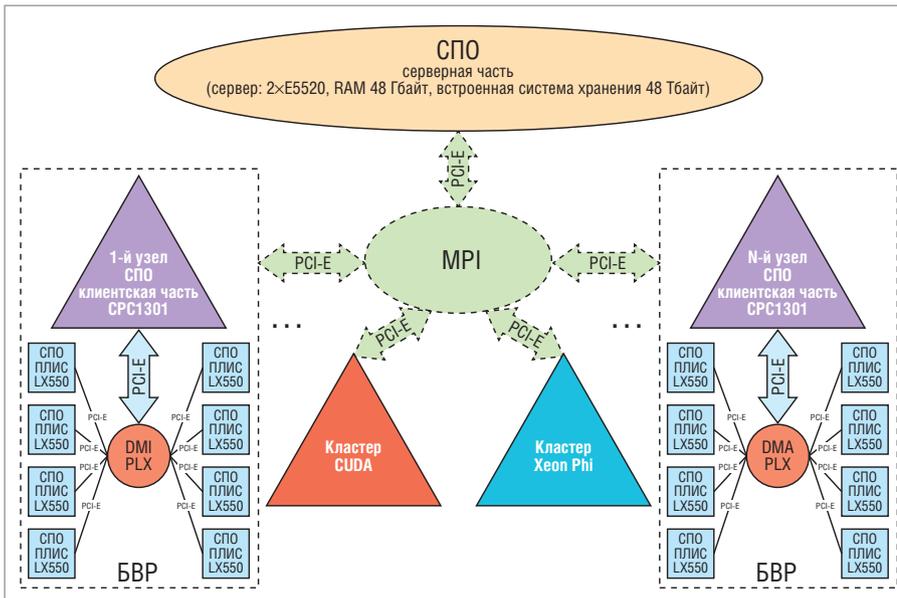
Рис. 2. XMC-модуль с кристаллами LX550

могут располагаться несколько микросхем памяти, адаптеры различных интерфейсов, внешние каналы передачи данных. Внутренняя логика работы модуля организуется посредством системной ПЛИС, которая обеспечивает ввод/вывод информации, конфигурирование пользовательских ПЛИС X1 и X2 и управление ими. Конфигурирование пользовательских ПЛИС может быть выполнено с управляющей машины через интерфейс PCI-E.

Область применения БВР — это задачи линейной алгебры, цифровой обработки сигналов, математической физики, символьной обработки. Вычислитель может быть использован во многих встраиваемых решениях, в том числе и военного назначения, в системах обеспечения информационной безопасности, в мобильных транспортных системах. И уже есть прецеденты таких применений. Главные его особенности — возможность гибкого конфигурирования собственной структуры и возможность объединения с другими аналогичными устройствами для создания кластерных структур с выполнением функции основного вычислительного элемента (рис. 3).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Безопасность является одной из базовых потребностей человека, без реального ощущения безопасности в социальном и экономическом аспектах люди чувствуют себя крайне уязвимыми. В то же время минимальные требования к безопасности растут в соответствии с эволюцией вероятных угроз, в том числе в области безопасности личных и деловых коммуникаций, а значит и в сфере ИТ. Сегодня общество уязвимо перед угрозами, исходящими из этой сферы, более чем когда-либо, так как более чем когда-либо зависит от надлежащего функционирования информационных и коммуникационных технологий, которые в настоящее время проходят тест на доверие всего мирового сообщества. Именно поэтому новые подходы и технологии в области защиты информации ныне настолько актуальны и востребованы, ведь они решают самую насущную задачу — сделать мир более безопасным. Индустрия спецвычислителей адекватно и своевременно реагирует на запросы информационного общества и за последние годы прошла огромный путь, найдя своё место в решении задач обеспечения информационной безопасности. Наблюдается



**Рис. 3. Применение БВР в гибридном кластере: распределение специального программного обеспечения (СПО)**

тенденция к поиску и применению специализированных решений, способных многократно превзойти традиционные архитектурные методы построения высокопроизводительных серверов и вычислителей, предназначенных для решения задач защиты информации.

Отечественные разработки, воплощённые в БВР-01, дают потребителям

возможность получить современный универсальный высокопроизводительный вычислитель, способный обеспечить соответствие между его архитектурой и структурой решаемых задач, и на его основе создавать гибридные кластерные системы, заметно превосходящие по своим характеристикам зарубежные аналоги в сегменте рынка ин-

формационной безопасности и супер-ЭВМ. БВР-01 создан российскими инженерами и программистами и поэтому представляет большой интерес для встраиваемых систем военного назначения, что подтверждается успешными результатами внедрений и возрастающим спросом. ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. TOP 10 Sites for June 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.top500.org/lists/2013/06/>.
2. Суперкомпьютеры на основе ПЛИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.parallel.ru/fpga/supercomputers.html>.
3. Каляев А.В., Левин И.И. Модульно-наращиваемые многопроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. – М. : Янус-К, 2003. – 380 с.
4. Коновальчик А. Высокопроизводительные вычислительные системы с реконфигурируемой архитектурой, построенной на ПЛИС // Современные технологии автоматизации. – 2013. – № 3.

**Автор – сотрудник  
фирмы FASTWEL  
Телефон: (495) 234-0639  
E-mail: info@fastwel.ru**

**ДОЛОМАНТ**  
ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ**

22-25 октября 2013, Россия, Москва  
**УЧАСТНИК ВЫСТАВКИ**  
Москва, ВВЦ,  
павильон № 75, зал А, стенд 1А2-1

	<b>Контрактное производство</b>
	электронных изделий любой сложности по конструкторской документации заказчика
	<b>Заказные разработки</b>
	в соответствии с ТЗ заказчика, в том числе изделий специального назначения
	<b>Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения</b>
	Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации
	<b>Поставка в качестве второго поставщика</b>
	Более 400 000 наименований изделий иностранного производства под контролем военного представительства
	<b>Специальные проверки и исследования</b>

**Контакты**  
Россия, 117437, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108  
Тел.: (495) 232-2033, факс: (495) 232-1654  
E-mail: info@dolomant.ru

**Заказные разработки**  
E-mail: cd@dolomant.ru

**Контрактное производство электроники**  
Россия, 117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 3  
Тел.: (495) 739-0775, факс: (495) 739-0776  
E-mail: product@dolomant.ru

Реклама

# Частотный преобразователь промышленного назначения SINUS PENTA

Роман Патисов

В данной статье рассматривается промышленный частотно-регулируемый привод SINUS PENTA производства компании Santerno, его основные характеристики и области применения.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день во многих сферах промышленности широко применяются трёхфазные асинхронные двигатели различной мощности, преобразующие электрическую энергию в механическую. Нагрузка, к которой подключён двигатель, может быть самой разной, например конвейер на машиностроительном заводе, доставляющий детали на участок обработки, или башенный кран на стройке, поднимающий грузы различной массы. В зависимости от характеристик нагрузки, их изменений (например, нередко масса нагрузки может варьироваться в широких пределах, порождая опасность критической перегрузки) и особенностей рабочей среды, а также сообразуясь с условиями надёжной и безопасной эксплуатации двигателя, выбирается соответствующий режим управления им. Для реализации этого режима к двигателю подключаются частотно-регулируемый привод (ЧРП) и устройство плавного пуска (УПП). ЧРП – устройство для управления асинхронным двигателем, состоящее из двух основных функциональных модулей: выпрямителя (моста постоянного тока), который преобразует переменный ток промышленной частоты и амплитуды в постоянный ток, и инвертора, который осуществляет преобразование постоянного тока в переменный ток нужной частоты и амплитуды. УПП – устройство, используемое для плавного пуска (останова) электродвигателей с невысоким моментом срабатывания и подающее на них при этом переменный ток с регулируемой амплитудой, но не частотой. Бо-

лее подробно с выбором нужного ЧРП или УПП для конкретной задачи можно ознакомиться в работе [1], а в данной статье мы рассмотрим основные функции ЧРП и области его применения на примере промышленного частотно-регулируемого привода SINUS PENTA компании Santerno.

## Немного о компании SANTERNO

Прежде чем речь пойдёт о самом упомянутом ЧРП, необходимо сказать «пару слов» о его компании-производителе. Santerno – итальянская компания, основанная в 1970 году. На протяжении всех лет существования она занимается разработкой, проектированием и производством различных преобразователей частоты и устройств плавного пуска, а также изготовлением оборудования для альтернативной энергетики. Постоянно ведутся научные изыскания, направленные на разработку новых приводов, а также модернизацию старых моделей. Итальянское министерство науки и образования официально признало компанию Santerno «Лабораторией высокой квалификации». Все преобразователи произведены на заводах Италии. Оборот компании растёт с каждым годом и на сегодняшний день измеряется сотнями миллионов евро.

## Промышленный преобразователь SINUS PENTA

Промышленные частотно-регулируемые приводы различной мощности предназначены для применения в основном в таких отраслях, как металлур-

гия, энергетика, горнодобывающая, цементная, химическая и нефтегазовая промышленность. Важные особенности этих приводов – широкий набор функций, возможность гибкого программирования и конфигурирования, что позволяет легко адаптировать их к различным применениям.

Компания Santerno производит многоцелевые промышленные преобразователи частоты SINUS PENTA (рис. 1) мощностью от 1,3 до 3000 кВт. Рассмотрим подробно технические характеристики и функциональные возможности использующих их частотно-регулируемых приводов.

Привод SINUS PENTA имеет пять различных назначений и соответственно типов управления:

- 1) векторная модуляция IFD для стандартных применений;
- 2) бездатчиковое векторное управление VTC для применений с высоким мо-



Рис. 1. Многоцелевой преобразователь частоты SINUS PENTA

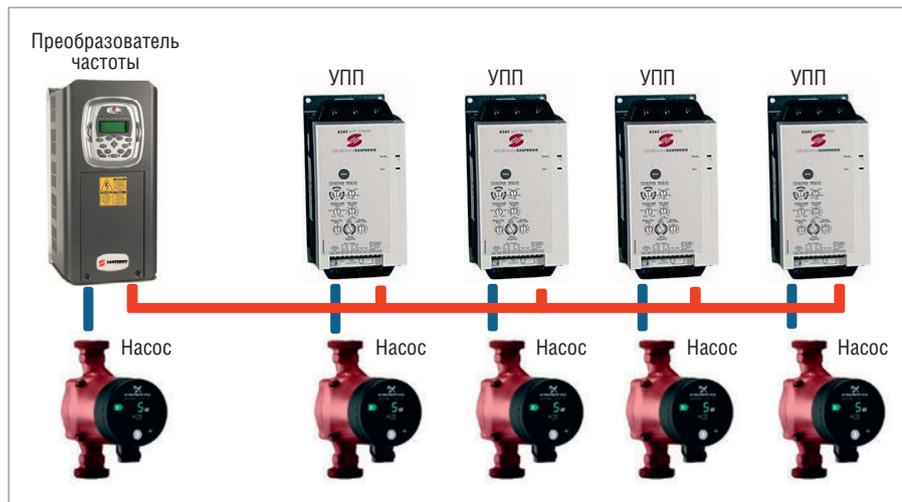


Рис. 2. Принцип реализации управления насосами преобразователем частоты SINUS PENTA и УПП Santerno

- ментом (прямое управление моментом);
- 3) векторное управление FOC с использованием датчика для точного управления моментом и скоростью в широком диапазоне;
- 4) векторное управление SYN для применения с синхронными и бесщёточными двигателями с постоянными магнитами, требующими точного поддержания момента и отличных энергетических характеристик;
- 5) управление RGN для питания нескольких преобразователей от единой шины постоянного тока.

Исходя из поставленной задачи, может быть выбран любой из перечисленных типов управления моментом и скоростью двигателя, поэтому привод и назван многоцелевым.

**Стандартный набор опций, используемых в приводе**

Преобразователь обладает встроенным фильтром радиопомех в соответствии с нормами EN 61800-3, а также адаптивной системой охлаждения. При частотах коммутации до 16 кГц наблюдается уменьшенный шум двигателя. Выходная частота регулируется от 0 до 1000 Гц. Реализован запрет определенных частот для защиты от механического резонанса.

В большинстве моделей преобразователя имеется встроенный тормозной ключ. В случае неисправности питания управление двигателем будет производиться до его полной остановки. Преобразователь частоты имеет мощную встроенную систему расчёта тепловой модели двигателя, что позволяет быть уверенным в заблаговременном предупреждении или отключении привода

при выходе двигателя на опасные режимы. Также в нём имеется вход для теплового датчика двигателя PTC.

Реализована функция сохранения и переноса параметров на другие преобразователи, а также предусмотрено компьютерное ПО для программирования более чем 20 стандартных применений (для этого требуется дополнительная плата). Более того, существует возможность использования наборов параметров для стандартных применений и простой наладки. При необходимости возможно обеспечение работы нескольких двигателей на одном валу.

В стандартную комплектацию входят два встроенных ПИД-регулятора с возможностью двухзонного регулирования, а также встроенный цифровой потенциометр и многофункциональный тестер. Имеется обратная связь от тахометра или цифрового датчика скорости. Реализовано автоматическое торможение постоянным током. Максимальный момент – 200% от номинального.



Рис. 3. Многоцелевой преобразователь частоты SINUS PENTA исполнения BOB



Рис. 4. Многоцелевой преобразователь частоты SINUS PENTA исполнения CABINET

У частотного преобразователя есть 8 программируемых дискретных входов, 3 программируемых аналоговых входа и 3 выхода, 2 программируемых релейных выхода с переключающим контактом, 1 выход с открытым коллектором, 1 переключающий выход. Имеется порт последовательной связи RS-485 с протоколом Modbus RTU.

**Отображение параметров преобразователя**

Существует два способа отображения параметров преобразователя.

1. **На дисплее пульта управления.** На дисплее преобразователя частоты SINUS PENTA можно вывести до четырёх параметров одновременно и настроить систему так, чтобы эти параметры отображались после включения питания без каких-либо действий со стороны оператора.
2. **Посредством аналоговых выходов.** Как уже было сказано, преобразователь частоты SINUS PENTA имеет три аналоговых выхода, на которые можно вывести практически любой внутренний параметр. Выходной сигнал может быть токовым (4–20 мА) или сигналом напряжения (0–10 В). Эти сигналы могут быть выведены на показывающие приборы или заведены на аналоговые входы иного оборудования, например контроллера или другого преобразователя частоты.

**Специализированное программное обеспечение**

Преобразователи частоты SINUS PENTA могут поставляться со встроенным специализированным ПО, позволяющим реализовать на базе преобразователя управление насосной станцией с несколькими насосами. При этом

управление насосами, не связанными непосредственно с преобразователем SINUS PENTA, может быть реализовано как при помощи устройств плавного пуска (рис. 2), так и посредством преобразователей частоты других моделей.

Монтаж системы и ввод её в эксплуатацию при использовании такого ПО существенно упрощаются.

### Встроенный контроллер

Встроенный в преобразователи серии SINUS PENTA логический контроллер позволяет реализовать различную логи-

ку работы системы. Возможности контроллера:

- сравнение аналоговых параметров с пороговыми значениями и выдача результатов в дискретном виде;
- реализация типовых элементов логических схем;
- обработка дискретных и аналоговых сигналов, выдача результата на выходы прибора или его дальнейшая обработка;
- использование в логической схеме сигналов состояния внутренних цепей преобразователя.

### Различные варианты исполнения преобразователя частоты

В зависимости от мощности, а также типа защиты и дополнительных опций, существуют три типа исполнения рассматриваемого преобразователя частоты:

- 1) SINUS (рис. 1) – модели для автономной установки со степенью защиты IP20/IP54 (модели повышенной мощности для автономной установки имеют исполнение IP00);
- 2) SINUS BOX (рис. 3) – модели в настенном шкафу со степенью защиты IP54;
- 3) SINUS CABINET (рис. 4) – модели в напольном шкафу со степенью защиты IP42/IP54.

Для исполнений SINUS BOX и SINUS CABINET возможна заводская установка в шкаф такого дополнительного оборудования, как вводные трёхфазные автоматы и контакторы, переключатели, входные и выходные дроссели, противоконденсатный резистор, дополнительные клеммные колодки, цепь питания вентиляторов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье были рассмотрены основные характеристики и опции многофункционального промышленного преобразователя частоты SINUS PENTA. Конечно, это далеко не все возможности данного устройства, которые хотелось бы упомянуть, но самые важные из них, безусловно, указаны.

Представленные преобразователи частоты находят широкое применение в таких сферах, как энергетика, ЖКХ, водоснабжение, вентиляция и кондиционирование, крановые и лифтовые решения, а также в нефтегазовой, оборонной и атомной отраслях промышленности.

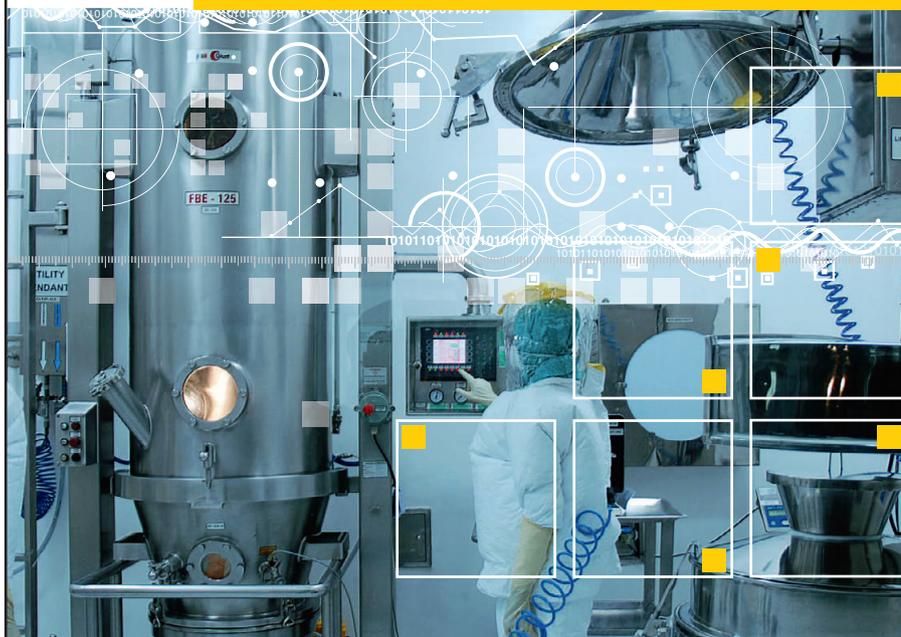
Обширна география их использования по всему миру, включая территорию РФ и СНГ. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Патисов Р.О. Частотно-регулируемые приводы и устройства плавного пуска: грамотный подход к выбору необходимого оборудования // Автоматизация в промышленности. – 2013. – № 6.

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

## Система мониторинга параметров микроклимата чистых помещений



- Возможность «горячего» резервирования всех уровней системы
- Высокоскоростная база данных, имеющая SQL-интерфейс для работы с внешними приложениями
- Применение специализированной технологии архивирования, позволяющей снизить объём хранимых данных почти на порядок
- Ориентация на OPC-технологии, позволяющая осуществлять сбор данных от разнородного оборудования
- Развитый функционал представления информации в виде отчётов, графиков и трендов

**Разработано на основе требований GMP/GAMP к системам автоматизации фармацевтических предприятий**



Официальный партнёр компании ПРОСОФТ

Тел.: +7 (495) 232-1817  
Факс: +7 (495) 232-1649  
Эл. почта: info@norvix.ru

www.norvix.ru



Реклама

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

**Новости ISA**

С 1 по 8 июня 2013 года делегация руководителей ISA в составе Pierguseppe Zani с супругой и Gerald Cockrell с супругой посетила Санкт-Петербург и приняла участие в работе XIV Международного форума «Формирование современного информационного общества: проблемы, перспективы, инновационные подходы». Во время форума руководители ISA совместно с ректором ГУАП профессором Анатолием Аркадьевичем Оводенко провели круглый стол «Тенденции развития глобальной автоматизации до 2020 года». В торжественной обстановке на пленарном заседании международного форума глава представительства ISA в Российской Федерации профессор А.А. Оводенко вручил господам Cockrell и Zani памятные медали «10 лет представительства ISA в России».

Президент ISA 2002 года, президент Всемирной ассоциации выставок World-F.I.M.A Pierguseppe Zani от имени президиума ISA вручил проректору ГУАП, президенту-секретарю Российской секции ISA госпоже Юлии Анатольевне Антохиной Почётный знак ISA. Доцент Ю.А. Антохина сменил

профессора А.Р. Бестугина на посту президента Российской секции ISA 1 января 2014 года.

7 июня 2013 года профессор Gerald Cockrell провёл заключительное очное занятие семинара по управлению проектами со студентами ГУАП в штаб-квартире ISA в Российской Федерации. После занятия в присутствии Pierguseppe Zani были вручены сертификаты университета штата Индиана слушателям семинара. В этот же день руководители ISA вновь провели круглый стол «Тенденции развития глобальной автоматизации до 2020 года» для студентов, аспирантов, преподавателей, специалистов, которые не смогли принять участие в международном форуме. Круглый стол был проведён в помещении штаб-квартиры ISA в Российской Федерации. Там же прошли переговоры руководителей ISA с генеральным директором ЗАО «Экспотроника» госпожой О.В. Афанасьевой.

18 июля 2013 года в штаб-квартире Международного общества автоматизации (ISA)



Участники круглого стола «Тенденции развития глобальной автоматизации до 2020 года»

в Северной Каролине (США) объявлены итоги конкурса грантов ISA среди студентов и аспирантов в 2013 году. Среди победителей трое аспирантов ГУАП: Михаил Ваганов, Руслан Хансуваров, Вадим Ненашев.

Делегация Российской секции во главе с профессором Анатолием Аркадьевичем Оводенко примет участие в работе «ISA Automation Week 2013: Technology and Solution Event» 5–7 ноября 2013 года в городе Нэшвилл (штат Теннесси, США). ●



Европейское качество по доступной цене

Частотные преобразователи и УПП от крупнейшего итальянского производителя Santerno

- ✓ Вся продукция имеет гарантию от 2 до 3 лет
- ✓ Широкая продуктовая линейка: стандартные промышленные приводы, приводы постоянного тока, устройства главного пуска
- ✓ Комплексные поставки продукции



Решения для нефтегазовой отрасли



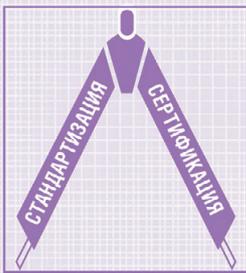
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ SANTERNO



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



Реклама



## Оценка вероятности отказа при появлении требования на срабатывание РЗА

Олег Захаров

В статье показан практический пример оценки для цифровых устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) показателя «средняя вероятность отказа в срабатывании устройства за год (при появлении требования)» с использованием информации, полученной от эксплуатирующих организаций.

### ВВЕДЕНИЕ

В предыдущих публикациях [1, 2] были рассмотрены методики оценки таких показателей надёжности, как наработка на отказ и сохраняемость цифровых устройств релейной защиты.

Помимо них в разделе 3.6 нормативного документа [3] приведены два показателя надёжности, в названии которых использованы слова «требование на срабатывание»:

- средняя вероятность отказа в срабатывании устройства за год (при появлении требования);
- параметр потока ложных срабатываний устройства в год (при отсутствии требования).

Эти два показателя можно встретить практически во всех работах по надёжности цифровых устройств релейной защиты, а также в работах, посвящённых надёжности пожарных извещателей [4]. Для первого из них в документе [3] рекомендуется выбирать одно из двух значений:  $1 \times 10^{-5}$  или  $1 \times 10^{-6}$ . Для второго этим же документом рекомендованы несколько иные значения:  $1 \times 10^{-6}$  или  $1 \times 10^{-7}$ . При этом не указано, какому временному интервалу соответствуют эти значения. Примечательно, что рекомендованное значение для второго из рассматриваемых показателей приведено и в стандарте [5], составляя величину совсем другого порядка – 0,0011/год.

Выбирая любое из рекомендованных значений того или иного показателя и фиксируя их в технических условиях на изделие [6], разработчик и производитель должны предусмотреть методику оценки их фактических значений.

Обычно достигнутые значения показателей определяют при контрольных испытаниях на надёжность, однако в нормативной и технической литературе отсутствуют какие-либо методики определения рассматриваемых показателей, что делает невозможным их оценку для цифровых устройств релейной защиты.

Для устранения этого пробела предлагается методика оценки, основанная на информации, получаемой от потребителей, эксплуатирующих данные устройства.

### ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗА ДЛЯ ПЕРВОГО ГОДА РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Обратим внимание на первый из двух рассматриваемых показателей, который характеризует совмещение двух независимых событий:

- отказ устройства (событие  $A$ );
- требование на срабатывание (событие  $B$ ).

Если вероятность отказа устройства зависит от его надёжности, то возникновение требования на срабатывание определяется характеристиками энер-

госистемы, в которой это устройство эксплуатируется.

Как известно [7], вероятность одновременного возникновения двух независимых событий может быть определена как произведение вероятностей каждого из этих событий:

$$P(AB) = Q(A) \times P(B), \quad (1)$$

где  $Q(A)$  – вероятность отказа устройства;

$P(B)$  – вероятность появления требования на срабатывание.

Для оценки вероятности отказа устройства  $Q(A)$  воспользуемся результатами, изложенными в [1].

Наработка на отказ, определённая по экспериментальным данным, полученным от организаций, эксплуатирующих цифровые устройства релейной защиты и автоматики, составила  $T_0 = 125\,000$  часов. Вероятность безотказной работы устройства за первый год (8760 часов) эксплуатации при такой наработке на отказ находим по формуле:

$$P(A) = e^{-t/T_0} = e^{-8760/125000} = 0,932. \quad (2)$$

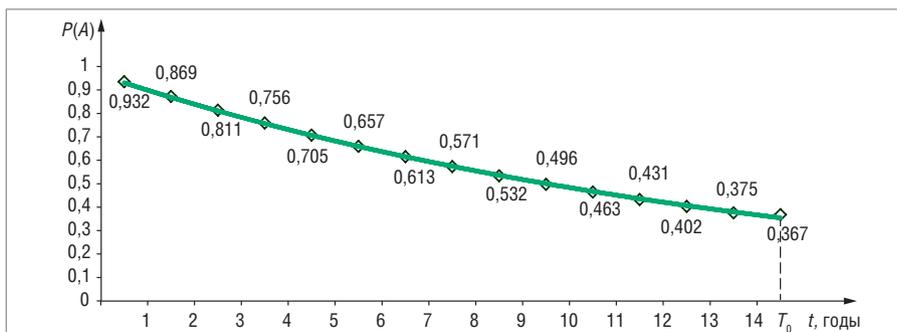


Рис. 1. Изменение вероятности безотказной работы устройства при  $T_0 = 125\,000$  ч

Для построения графика изменения вероятности безотказной работы во времени (рис. 1) в формуле (2) использовано полученное экспериментальным путём значение наработки на отказ  $T_0 = 125\ 000$  часов. Вероятность отказа уменьшится до значения 0,367 при равенстве фактически отработанного изделием времени значению наработки на отказ. При фактической наработке больше  $3T_0$  вероятность безотказной работы  $P(A) < 0,05$ .

Вероятность отказа устройства  $Q(A)$  для первого года найдём по формуле для суммы противоположных событий:

$$Q(A) = 1 - P(A) = 1 - 0,932 = 0,068. \quad (3)$$

Если пойти по пути заведомо наихудшего случая и предположить, что при отказе устройства оба события – появление требования на срабатывание устройства, формируемого электрической системой, или отсутствие требования на срабатывание – равновероятны, можно оценить значение вероятности события  $B$  как  $P(B) = 0,5$ .

Подставив значения  $Q(A)$  и  $P(B)$  в формулу (1) можно получить следующую грубую (явно завышенную) оценку значения показателя «средняя вероятность отказа в срабатывании устройства за первый год (при появлении требования)» для рассматриваемого класса цифровых устройств:

$$P(AB)_{0,5} = Q(A) \times P(B) = 0,068 \times 0,5 = 0,034. \quad (4)$$

Однако на самом деле значение  $P(B)$  значительно меньше 0,5, так как в любой электрической системе «требование на срабатывание» формируется ограниченное количество раз, а всё остальное время для системы характерно «отсутствие требования на срабатывание».

Для получения более точной оценки показателя необходимо знать количество срабатываний защит в электрической системе за год и количество отказавших за этот же период цифровых устройств. Например, по данным ООО «НТЦ «Мехатроника», в 2011 году к цифровым блокам релейной защиты, эксплуатирующимся на энергетических объектах ОАО «Российские железные дороги» была предъявлена одна претензия. За тот же период на этих объектах зафиксировано 515 отключений. В данном случае значение  $P(B)$  может быть оценено как  $1/515 = 0,0019$ . Кроме того, следует учитывать, что на любом энергетическом

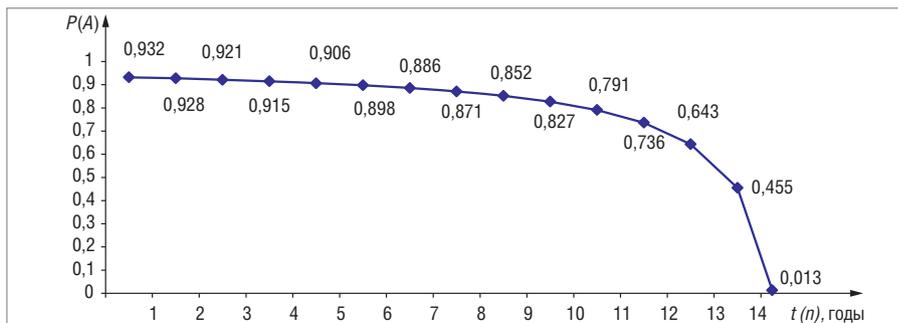


Рис. 2. Вероятность безотказной работы устройства в n-м году при  $T_0 = 125\ 000$  часов ( $T_{01} = 14,23$  года)

объекте одновременно находятся в эксплуатации изделия с разной наработкой. Так как с увеличением наработки вероятность отказа будет только расти, то вероятность отказа устройства для первого года работы можно рассматривать как минимальное значение для любого из цифровых устройств, установленных на данном энергетическом объекте.

Учитывая это и подставив полученное значение  $P(B)$  в формулу (1), можно найти:

$$P(AB)_{\min} = 0,068 \times 0,0019 = 0,00013. \quad (5)$$

Полученное по формуле (5) значение  $P(AB)_{\min} = 0,00013$  для изделий с наработкой на отказ  $T_0 = 125\ 000$  часов на первый взгляд представляется не соответствующим ни одному из двух значений ( $1 \times 10^{-5}$  или  $1 \times 10^{-6}$ ), рекомендованных в руководящем документе [3], и отличается от них не менее чем на порядок. Вероятнее всего, что при установлении данных значений не была учтена взаимосвязь таких показателей надёжности, как вероятность отказа и наработка на отказ. Поэтому обратим особое внимание на рекомендованные значения показателей.

### ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЯ, РЕКОМЕНДОВАННОГО В НОРМАТИВНОМ ДОКУМЕНТЕ

В связи с тем, что все показатели надёжности взаимосвязаны, проверим, насколько правильно заданы рекомендованные значения в документе [3].

При  $Q(A) = 1 \times 10^{-5}$  вероятность безотказной работы составит:

$$P(A) = 1 - Q(A) = 1 - 0,00001 = 0,99999. \quad (6)$$

Используя формулу (2) можно определить минимальное значение наработки на отказ  $T_{0ф}$ , которое соответствует значению  $P(A) = 0,99999$ :

$$T_{0ф} = -8760 / \ln 0,99999 = -8760 / (-0,00001) = 876 \times 10^6. \quad (7)$$

Таким образом, оказывается, что при  $Q(A) = 1 \times 10^{-5}$  фактическое значение наработки на отказ  $T_{0ф}$  должно, как минимум, в несколько тысяч раз превышать рекомендованное значение наработки на отказ  $T_0 = 125\ 000$  часов, заданное в этом же документе.

Произведённые по формулам (2), (6), (7) вычисления позволяют обоснованно предположить, что в руководящем документе [3] отсутствует привязка значений вероятности отказа к приведённому здесь же значению наработки на отказ.

### ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩИХ ЛЕТ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

При необходимости оценки вероятности безотказной работы за второй и последующие годы эксплуатации использовать формулу (2) нельзя, так как после подстановки в неё значения  $t = n \times 8760$  (количество часов в n годах продолжительностью каждый 365 дней) получим значение вероятности безотказной работы за n прошедших лет, а не за n-й год.

Предположив, что за каждый год работы наработка на отказ уменьшается на значение  $t = 8760$ , можно предложить формулу (8), которая позволит оценить вероятность безотказной работы за n-й год:

$$P(A) = e^{-8760/[T_0 - (n-1)8760]} = e^{-1/[T_{01} (n-1)]}, \quad (8)$$

где  $n = 1, 2, \dots, \text{int}(T_{01} + 1)$  – год, для которого необходимо оценить вероятность безотказной работы;  $T_{01}$  – наработка на отказ в годах. При  $n = 1$  (то есть для первого года) формула (8) даёт тот же результат, что и формула (2).

График изменения вероятности безотказной работы по годам, определён-

ной по формуле (8) для  $T_0 = 125\ 000$  часов ( $T_{01} = 14,23$  года), приведён на рис. 2. Особенностью данного графика является ограниченная область определения: при превышении фактическим временем текущей наработки заданного времени наработки на отказ формула (8) теряет физический смысл.

Здесь необходимо ещё раз обратить внимание на то, что показатели  $P(A)$  и  $Q(A)$  характеризуют надёжность цифрового устройства, тогда как вероятность появления требования на срабатывание определяется характеристиками электрической системы, в которой установлены эти устройства.

### Выводы

1. Предложена методика оценки показателя «вероятность отказа в срабатывании устройства за год (при появлении требования)» за первый год эксплуатации на основании информации, полученной от эксплуатирующих организаций.
2. В связи с тем, что данный показатель не относится к индивидуальным характеристикам надёжности устройства, включать его в технические условия на цифровые устройства релейной защиты не следует.

3. Значения показателя «вероятность отказа в срабатывании устройства за год (при появлении требования)»  $1 \times 10^{-5}$  и  $1 \times 10^{-6}$ , рекомендованные в [3], не учитывают взаимосвязь различных показателей надёжности между собой и поэтому не соответствуют указанному в этом же документе значению наработки на отказ  $T_0 = 125\ 000$  часов и тем более  $T_0 = 100\ 000$  часов.
4. При необходимости оценки показателя «вероятность отказа в срабатывании устройства за год (при появлении требования)» для энергетических объектов, на которых используются цифровые устройства релейной защиты, рекомендуется применять методику, описанную в данной статье.
5. Предложена формула (8) для определения вероятности безотказной работы за второй и последующие годы работы устройства при известном значении наработки на отказ. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гондуров С.А., Захаров О.Г. Способ оценки наработки на отказ по результатам эксплуатации для устройств релейной защиты и автоматики // Современные технологии автоматизации. — 2010. — № 3.

2. Захаров О.Г. Показатели надёжности блоков частотной автоматики БМАЧР в цифрах и фактах [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://rza.org.ua/article/read/Pokazateli-nad-zhnosti-blokov-chastotnoy-avtomatiki-BMACHR-v-tsifrah-i-faktah\\_80.html](http://rza.org.ua/article/read/Pokazateli-nad-zhnosti-blokov-chastotnoy-avtomatiki-BMACHR-v-tsifrah-i-faktah_80.html).
3. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. — М.: ОРГРЭС, 1997.
4. Неплохов И.Г. Надёжность систем пожарной сигнализации [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://www.secur.ru/article.php?id\\_catalog=9&id\\_position=141](http://www.secur.ru/article.php?id_catalog=9&id_position=141).
5. ГОСТ 25804.2-83. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электростанций. Требования по надёжности. — М.: Издательство стандартов, 1984.
6. Новый стандарт организации — технические условия на блоки БМРЗ для железных дорог производства НТЦ «Мехатроника» [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://rza.org.ua/news/read/Noviy-standart-organizatsii---tehnicheskie-usloviya---na-bloki-BMRZ-dlya-zheleznyh-dorog---proizvodstva-NTTS---Mehanotronika---\\_1919.html](http://rza.org.ua/news/read/Noviy-standart-organizatsii---tehnicheskie-usloviya---na-bloki-BMRZ-dlya-zheleznyh-dorog---proizvodstva-NTTS---Mehanotronika---_1919.html).
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969. — 576 с.

E-mail: [olgezaharov@yandex.ru](mailto:olgezaharov@yandex.ru)

## Встраиваемые решения MEN

Защищённые компьютерные платы и системы для работы в жёстких условиях эксплуатации и для ответственных применений



- Высокое качество продукции в соответствии с ISO 9001/1400, AN/AS 9100, IRIS
- Высокая надёжность в соответствии с EN 50155, DO-254, E1
- Обеспечение уровней безопасности до SIL 4, DAL-A

- Компьютерные модули ESMexpress® и ESMini™
- Платы в форматах CompactPCI®/PlusIO/Serial и VME
- Мезонинные модули PMC, XMC, M-Module™ I/O

- Защищённые коммутаторы Ethernet
- Встраиваемые и панельные компьютеры

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MEN**



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



# NOVASTAR

Дизайн • Функциональность • Практичность



## ИнNOVационный шкаф для 19" электронного оборудования

- Аудио- и видеотехника
- Лабораторные измерения
- Испытания и контроль

### Технические характеристики

- 19-дюймовый разборный каркас из алюминиевого профиля
- Два класса нагрузки: Slim-line и Heavy-Duty
- Ширина всего 553 мм
- Высота от 360 (6U) до 2200 мм (47U)
- Глубина от 550 до 880 мм
- Боковой T-образный паз для крепления консолей и пультов
- Легкое перемещение на роликовых опорах



### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SCHROFF

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**АЛМА-АТА** Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
**ВОЛГОГРАД** Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

## Датчики на основе тензорезисторов и принципы их применения в измерениях

Тензорезисторы [1–3] используются для измерения деформации в твёрдых телах. На их основе строят датчики веса, давления, силы, перемещения, момента, ускорения, вибрации, натяжения, крутящего момента, остаточных напряжений в механических конструкциях и деталях машин после их обработки и т.д. Принцип действия тензорезистора основан на изменении электрического сопротивления твёрдого тела при его деформации приложенной силой.

Сопротивление твёрдого тела длиной  $L$  с площадью поперечного сечения определяется формулой  $R = \rho \frac{L}{S}$ , где  $\rho$  –

удельное сопротивление. При приложении к телу растягивающей силы  $F$  (рис. 1) происходит деформация: увеличивается длина тела на  $\Delta L$  и уменьшается площадь поперечного сечения на  $\Delta S$ . У большинства тел изменяется также удельное сопротивление на величину  $\Delta \rho$ . В случае когда эти приращения малы, путём логарифмирования и последующего дифференцирования обеих частей формулы для  $R$  получим:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta S}{S}. \quad (1)$$

Поскольку площадь поперечного сечения проводника пропорциональна его характерному поперечному размеру (в случае круглого сечения  $S = \pi d^2/4$ , для прямоугольного сечения  $c \times d$  площадь  $S = kd^2$ , если  $c = kd$ ), то при  $\Delta d \ll d$

в обоих случаях можно получить соотношение  $\frac{\Delta S}{S} = 2 \frac{\Delta d}{d}$ . Поэтому

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} + 2 \frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + (1+2\nu) \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + (1+2\nu)\epsilon, \quad (2)$$

где  $\nu = \frac{\Delta d}{d} / \frac{\Delta L}{L}$  – коэффициент Пуассона, для металлов рав-

ный  $\nu = 0,25 \dots 0,4$ ;  $\epsilon = \Delta L/L$  – относительное удлинение (относительная деформация) тела. Величина  $\epsilon$  является безразмерной, но поскольку она измеряется тысячными и миллионными долями, для удобства оперирования числами используют безразмерные единицы измерения, такие как мм/м,

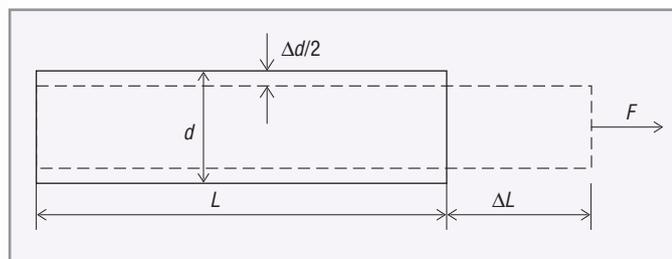


Рис. 1. К понятию деформации

мкм/м, а в зарубежной литературе чаще всего применяется единица микрострейн, равная  $10^{-6}$ .

У металлов удельное сопротивление меняется слабо, поэтому

$$\frac{\Delta R}{R} \approx (1+2\nu)\epsilon, \quad (3)$$

то есть относительное изменение сопротивления линейно зависит от относительного изменения длины.

Чувствительность тензорезистора к изменению его длины характеризуется коэффициентом относительной тензочувствительности  $GF$  (Gauge Factor):

$$GF = \frac{\Delta R}{R} / \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta R}{R} / \epsilon, \quad (4)$$

или, используя (2), получим:

$$GF = (1+2\nu) + \frac{\Delta \rho / \rho}{\epsilon}. \quad (5)$$

Коэффициент тензочувствительности  $GF$  для большинства металлических тензодатчиков примерно равен 2, для платины  $GF = 6,1$ , для некоторых специальных сплавов он может достигать до 10.

Для измерения силы с помощью тензорезисторов используют закон Гука, согласно которому при упругой деформации механическое напряжение  $\sigma$  пропорционально относительной деформации  $\epsilon$ :

$$\sigma = K \cdot \epsilon,$$

где  $K$  – модуль упругости.

Напряжением  $\sigma$  называется физическая величина, численно равная упругой силе  $F$ , приходящейся на единицу площади поперечного сечения тела  $S$  (рис. 1):

$$\sigma = \frac{F}{S}.$$

Используя приведённые соотношения, можно выразить величину силы через относительное изменение сопротивления тензорезистора в виде:

$$F = S \cdot \sigma = S \cdot K \cdot \epsilon. \quad (6)$$

Подставляя вместо  $\epsilon$  его значение из (4), получим:

$$F = S \cdot K \cdot \frac{\Delta R / R}{GF}. \quad (7)$$

Таким образом, измерение силы с помощью тензорезистора сводится к измерению его сопротивления или напряжения на выходе измерительного моста, которое зависит от сопротивления – см. (9).

### ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ

Конструктивно металлический датчик на основе тензорезистора (тензодатчик) состоит из очень тонкого провода или

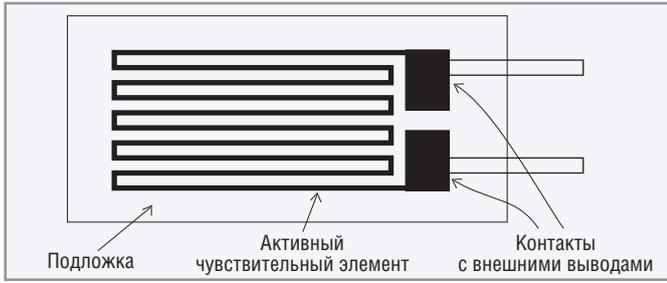


Рис. 2. Структура металлического тензодатчика

чаще из металлической фольги, сформированной в виде змейки (рис. 2) и нанесённой на подложку (носитель), которая непосредственно приклеивается к испытываемому телу. Типовая длина тензодатчиков колеблется от 0,2 мм до 10 см.

Змеевидная структура датчика обеспечивает большое относительное изменение длины фольги в направлении вдоль датчика и очень малое изменение при растяжении датчика в поперечном направлении. Поэтому коэффициент Пуассона в такой структуре минимален.

Серийные тензодатчики имеют сопротивление от 30 Ом до 3 кОм при типовых значениях 120 Ом, 350 Ом и 1 кОм. Материалами для них служат константан (45% Ni, 55% Cu), платина и её сплавы, нихром (80% Ni, 20% Cr), манганин (84% Cu, 12% Mn, 4% Ni), никель и др.

Для точной передачи растяжения образца через подложку на металлический проводник очень важно правильно прикрепить датчик к испытываемому образцу. Для этого лучше всего пользоваться информацией, предоставляемой изготовителем тензодатчика.

Длина чувствительного элемента тензодатчика и длина его подложки изменяются в зависимости от температуры. Поэтому несмотря на специальные меры, принимаемые при изготовлении тензодатчиков их производителями, существует проблема снижения температурной чувствительности. Температурная чувствительность определяется двумя физическими явлениями: зависимостью омического сопротивления материала тензорезистора от температуры и паразитным тензорезистивным эффектом, который возникает вследствие несогласованности температурных коэффициентов расширения тензорезистора и материала объекта, на который наклеен тензорезистор.

**Измерения с помощью тензодатчиков**

Измерения с помощью тензодатчиков требуют регистрации очень малых изменений сопротивления. Например, относительное изменение сопротивления, вызываемое относительным растяжением 0,0005 при тензорезистивном коэффициенте, равном 2, составит 0,1%, что для тензодатчика сопротивлением 120 Ом эквивалентно сопротивлению всего лишь 0,12 Ом. Чтобы измерять столь малое изменение сопротивления и скомпенсировать температурную погрешность, тензодатчики практически всегда используют в мостовой схеме (мост Уитстона, рис. 3), подключённой к источнику напряжения или тока (источнику питания моста).

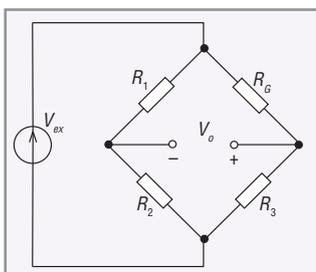


Рис. 3. Мост Уитстона с источником напряжения

Общепринятого стандарта для питания моста не существует. Типовыми являются напряжения 3 В и 10 В. Ток через тензодатчик обычно составляет от 2 до 30 мА для датчиков с со-

противлением от 1 кОм до 120 Ом. Напряжение питания моста должно быть по возможности большим, чтобы увеличить отношение сигнала к шуму, и в то же время достаточно малым, чтобы минимизировать погрешность, вызванную саморазогревом датчика. Особые требования предъявляются к точности и стабильности напряжения питания моста, если не используется шестипроводная схема подключения датчика (см. раздел «Влияние сопротивления соединительных проводов»).

Для проверки правильности калибровки измерительной схемы используют резистор с известным (калиброванным) значением сопротивления, которым шунтируют тензодатчик. Показания измерительной системы должны соответствовать расчётному значению для этого сопротивления.

В связи с малой величиной сигнала от тензодатчика во многих случаях целесообразно применять фильтр, ослабляющий помехи с частотой 50 Гц. Например, в модуле ввода сигналов тензодатчика NL-2SG фирмы НИЛ АП использован sinc-фильтр 3-го порядка, подавляющий помеху с частотой 50 Гц на 120 дБ.

Выходное напряжение измерительного моста (рис. 3) равно:

$$V_o = \left[ \frac{R_3}{R_3 + R_G} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] \cdot V_{ex} \tag{8}$$

При условии баланса моста ( $R_1/R_2 = R_G/R_3$ ) его выходное напряжение  $V_o = 0$ . Малейшая разбалансировка вследствие изменения сопротивления тензодатчика приводит к появлению напряжения на выходе.

Обозначим абсолютное изменение сопротивления тензодатчика через  $\Delta R$ . Тогда, как следует из (4),

$$\Delta R = R_G \cdot GF \cdot \epsilon,$$

где  $R_G$  – сопротивление тензорезистора в ненапряжённом состоянии.

Если сбалансировать мост таким образом, чтобы при отсутствии растяжения тензодатчика  $R_1 = R_2$  и  $R_3 = R_G$ , то из (8) получим:

$$\frac{V_o}{V_{ex}} = \frac{R_G}{R_G + R_G + \Delta R} - \frac{R_2}{R_2 + R_2} = \frac{1}{2 + GF \cdot \epsilon} - \frac{1}{2} = \frac{GF \cdot \epsilon}{4 + 2 \cdot GF \cdot \epsilon},$$

или окончательно:

$$\frac{V_o}{V_{ex}} = \frac{GF \cdot \epsilon}{4} \cdot \left( \frac{1}{1 + GF \cdot \epsilon / 2} \right) \tag{9}$$

Таким образом, зная напряжение на выходе моста, из формулы (9) мы можем найти относительное удлинение тензодатчика  $\epsilon$  и из (6) – силу  $F$ .

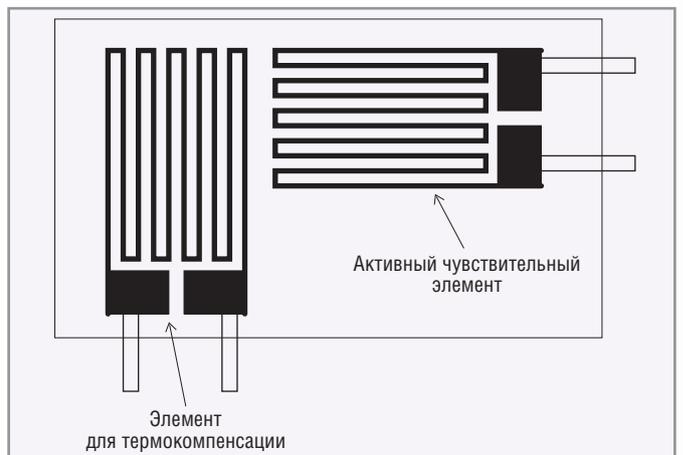
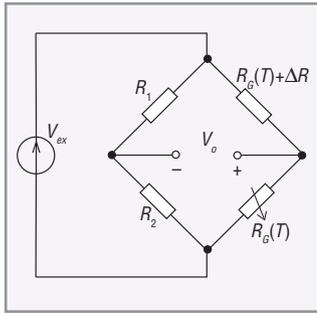


Рис. 4. Использование двух тензорезисторов для компенсации температурной погрешности



**Рис. 5. Полумостовая схема включения тензорезисторов для компенсации температурной погрешности**

Поскольку относительное удлинение зависит также от температуры, для компенсации температурной составляющей используют два тензочувствительных элемента, расположенных на общей подложке перпендикулярно друг другу (рис. 4). При этом температурные удлинения обоих элементов одинаковы, а удлинения вследствие воздействия деформирующей силы будут разные. Используя эти элементы в разных плечах измерительного моста (рис. 5), можно частично скомпенсировать температурную погрешность.

Компенсация температурной погрешности, выполняемая изготовителем тензодатчиков, обычно не позволяет получить ошибку менее 10 микрострейн на градус. Однако, используя полиномиальную аппроксимацию температурной зависимости сопротивления для её программной компенсации, можно снизить температурную погрешность до 1 микрострейна на градус.

В полумостовой схеме (рис. 5) можно использовать два тензодатчика с нескомпенсированной температурной погрешностью, если один из них работает на растяжение, а второй — на сжатие, например в случае измерения механического напряжения изгибаемой балки. Таким образом можно повысить чувствительность схемы измерения в 2 раза и одновременно скомпенсировать температурную погрешность (рис. 6).

Дальнейшего повышения чувствительности схемы измерений можно достичь, если использовать четыре тензодатчика, два из которых работают на растяжение, а два других — на сжатие (рис. 7).

В схеме на рис. 6 относительное выходное напряжение моста равно:

$$\frac{V_o}{V_{ex}} = \frac{-GF \cdot \epsilon}{2},$$

а с учётом начального смещения напряжения вследствие дисбаланса моста  $V_{CM}$  получим:

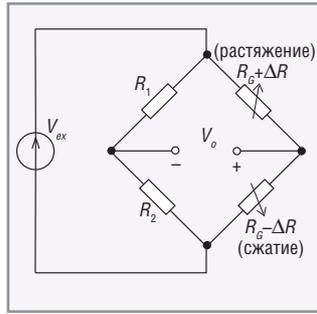
$$\frac{V_o - V_{CM}}{V_{ex}} = \frac{-GF \cdot \epsilon}{2}.$$

Если ввести обозначение

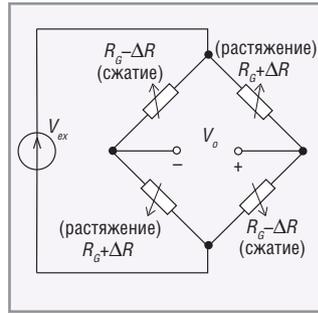
$$V_r = \frac{V_o - V_{CM}}{V_{ex}},$$

то для измерительной цепи, показанной на рис. 6, относительное растяжение тензодатчика в зависимости от относительного приращения напряжения на выходе моста  $V_r$  будет равно

$$\epsilon = -\frac{2V_r}{GF}.$$



**Рис. 6. Включение двух датчиков для компенсации температурной погрешности,  $\epsilon = -\frac{2V_r}{GF}$**



**Рис. 7. Использование четырёх тензодатчиков для повышения чувствительности схемы измерения и компенсации температурной погрешности,  $\epsilon = -\frac{V_r}{GF}$**

Зная  $\epsilon$  и пользуясь законом Гука в форме (6), можно найти искомую силу  $F$ .

Для других схем включения тензодатчиков, показанных на рис. 7–9, аналогичные формулы приведены в соответствующих подрисуночных подписях.

Начальная балансировка моста может быть выполнена как аппаратно (с помощью резисторов), так и программно. Эти методы имеют принципиальные различия.

Если мост не сбалансирован с помощью резисторов, то на его выходе присутствует напряжение дисбаланса  $V_{CM}$ ,

которое складывается с полезным сигналом  $V_c$ , то есть  $V_0 = V_{CM} + V_c$ . Если верхняя граница диапазона измерения напряжения (напряжение насыщения усилителя) равна  $V_{max}$ , то

коэффициент усиления не может быть больше, чем  $\frac{V_{max}}{V_{CM} + V_c}$ ,

то есть максимально возможный коэффициент усиления сигнала  $K_c$  на выходе несбалансированного моста ограничивается

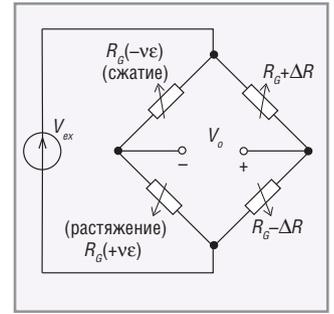
напряжением дисбаланса:  $K_c \leq \frac{V_{max}}{V_{CM}}$ . Например, при ти-

повом значении  $V_{max} = 2,5$  В и  $V_{CM} = 25$  мВ коэффициент усиления сигнала не может быть больше 100. Однако практически необходимое усиление достигает 2000 (см. описание прибора SCXI-1121 фирмы National Instruments).

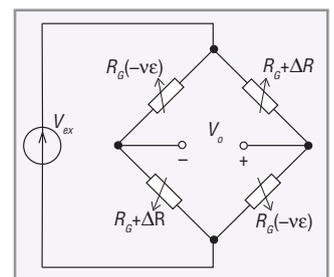
Таким образом, несмотря на возможность компенсации смещения программным способом, этот метод ограничивает возможность увеличения чувствительности измерительной системы. Им можно пользоваться для компенсации только небольших напряжений дисбаланса моста.

### Влияние сопротивления соединительных проводов

В предыдущих измерительных цепях не были учтены сопротивления подводящих проводов. Однако при использова-



**Рис. 8. Схема с четырьмя тензодатчиками, два из которых расположены перпендикулярно направлению силы,  $\epsilon = -\frac{2 \cdot V_r}{GF \cdot (v+1)}$**



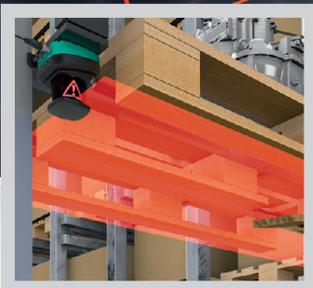
**Рис. 9. Схема с четырьмя тензодатчиками, но с отличающимся от представленного на рис. 8 размещения датчиков в плечах моста,  $\epsilon = \frac{-2 \cdot V_r}{GF \cdot [(v+1) - V_r \cdot (v-1)]}$**

## Вершина технологии PRT

Pulse Ranging Technology (PRT) — измерение расстояния методом определения времени прохождения импульсного сигнала



OMD10M-R2000



### Двухмерный лазерный датчик с углом обзора 360°

**Точность:** скорость перемещения объекта измерения может достигать 15 м/с

**Помехоустойчивость:** гарантированно функционируют в условиях тумана или повышенного содержания пыли. Лазерные лучи PRT-датчиков могут пересекаться без искажения показаний

**Разнообразие целей:** датчики могут применяться для темных (светопоглощение до 90%) и светлых (светопоглощение до 6%) объектов одинаково эффективно

**Дальность:** диапазон измерения PRT-датчиков не зависит от габаритных размеров оптики



#### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ PEPPERL+FUCHS

<b>МОСКВА</b>	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>С.-ПЕТЕРБУРГ</b>	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>АЛМА-АТА</b>	Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
<b>ВОЛГОГРАД</b>	Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>ЕКАТЕРИНБУРГ</b>	Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
<b>КАЗАНЬ</b>	Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>КИЕВ</b>	Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
<b>КРАСНОДАР</b>	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>Н. НОВГОРОД</b>	Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>НОВОСИБИРСК</b>	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>ОМСК</b>	Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>САМАРА</b>	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>УФА</b>	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
<b>ЧЕЛЯБИНСК</b>	Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

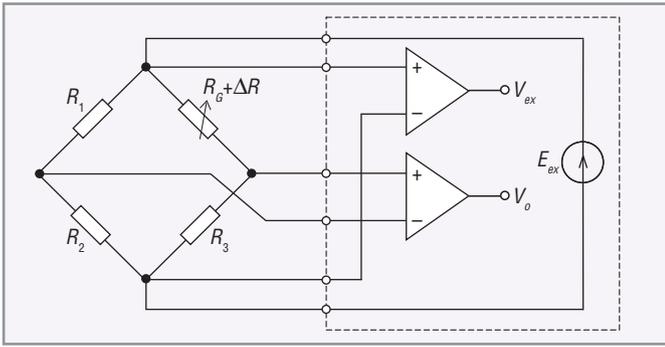


Рис. 10. Шестипроводное подключение измерительного моста

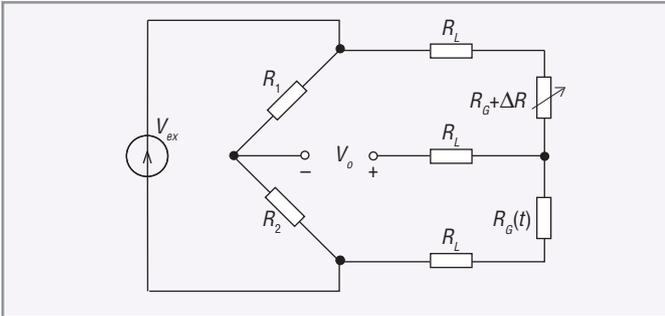


Рис. 11. Подсоединение тензодатчика с внутренним термокомпенсирующим элементом,  $\varepsilon = \frac{-4 \cdot V_{\gamma}}{GF \cdot (1 + 2 \cdot V_{\gamma})} \left(1 + \frac{R_L}{R_G}\right)$

$$\varepsilon = \frac{-4 \cdot V_{\gamma}}{GF \cdot (1 + 2 \cdot V_{\gamma})} \left(1 + \frac{R_L}{R_G}\right)$$

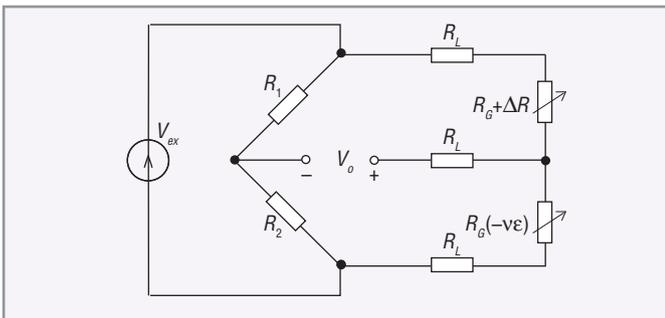


Рис. 12. Включение тензорезистивных элементов, один из которых (верхний) расположен вдоль направления силы, второй (нижний) – перпендикулярно ему,

$$\varepsilon = \frac{-4 \cdot V_{\gamma}}{GF \cdot [(1 + v) - 2 \cdot V_{\gamma} \cdot (v - 1)]} \left(1 + \frac{R_L}{R_G}\right)$$

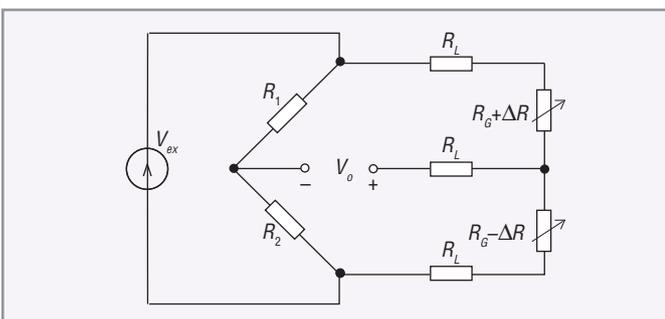


Рис. 13. Схема включения двух датчиков, один из которых работает на растяжение, второй – на сжатие (см. также рис. 6),

$$\varepsilon = \frac{-2 \cdot V_{\gamma}}{GF} \left(1 + \frac{R_L}{R_G}\right)$$

нии низкоомных датчиков они могут достигать единиц и десятков ом, что вносит значительную погрешность в результат измерения.

Для решения этой проблемы весь измерительный мост обычно располагают рядом с датчиком, а сигналы с выхода моста измеряют модулями с высокоомным (потенциальным) входом. Для исключения погрешности, вызванной падением напряжения на проводах, передающих к мосту напряжение питания  $V_{ex}$ , используют шестипроводное подключение моста (рис. 10). В этой цепи напряжение питания моста не задаётся, а измеряется. Поэтому падение напряжения на проводах питания не вносит погрешность в величину  $V_{ex}$ , которая используется в расчётных формулах.

Если сопротивления проводов невозможно сделать достаточно малыми, их измеряют и учитывают в дальнейших расчётах с целью исключения вносимой ими погрешности. В подрисовочных подписях к рис. 11–13 приведены соответствующие формулы, которые могут быть реализованы программно в микропроцессоре модуля ввода сигналов тензодатчиков или в компьютере.

### СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

При использовании тензорезисторов большинство источников погрешностей аналогичны тем, что возникают при использовании терморезисторов. Основными компонентами погрешностей являются следующие:

- случайная погрешность, вызванная технологическим разбросом сопротивлений тензорезисторов;
- систематическая погрешность, вызванная термоэлектрическим эффектом;
- тепловой и фликкер-шум измеряемого сопротивления;
- температурная погрешность, вызванная разогревом датчика протекающим током;
- погрешность, связанная с разностью температурных коэффициентов расширения тензорезистора и материала объекта, на который наклеен тензорезистор;
- погрешность метода (схемы измерения) сопротивления, зависящая от длины проводов и точности измерения их сопротивления;
- внешние наводки;
- сопротивление контактов;
- «ползучесть» сопротивления длительно нагруженного тензорезистора;
- погрешность измерительного модуля ввода.

Вследствие очень малой чувствительности тензорезисторов особую роль играют наведённые помехи. Для их уменьшения используют не витые пары, а четыре плетёных провода, в которых попарно параллельно соединяют провода, проходящие во взаимно перпендикулярных плоскостях. Это устраняет индуктивность обычной витой пары, которая представляет собой катушку индуктивности, если смотреть на витую пару с торца [4]. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.
2. ГОСТ 20420-75. Тензорезисторы. Термины и определения.
3. ГОСТ 21616-91. Тензорезисторы. Общие технические условия.
4. Noise Control in Strain Gage Measurements. Tech. Note TN-501-2. – Vishay Micro-Measurements, 2007. – 8 p.

**IX Международная специализированная выставка  
Передовые Технологии Автоматизации**

# **ПТА-Урал 2013**



**20-22 ноября**

**ВЦ «КОСК «Россия»  
ул. Высоцкого, д. 14**

**При поддержке:**



УРАЛЬСКАЯ  
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ  
ПАЛАТА



**Организатор:**

Экспониторы

**Екатеринбург:**

Тел.: (343) 376-24-76

E-mail: [info@ural.pta-expo.ru](mailto:info@ural.pta-expo.ru)

**Москва:**

Тел.: (495) 234-22-10

E-mail: [info@pta-expo.ru](mailto:info@pta-expo.ru)



# ЦИФРОВАЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННАЯ АППАРАТУРА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ ЦВА



Аппаратура предназначена для вибрационного контроля и защиты нефтеперекачивающих агрегатов, а также любого роторного оборудования промышленных объектов.

## Состав аппаратуры:

- ▶ цифровой вибродатчик ИВД-2,
- ▶ цифровой вибродатчик ИВД-3,
- ▶ контроллер.

**Разрешение Федеральной службы по экологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) на применение аппаратуры на опасных производственных объектах:**

Аппаратура ЦВА – № РРС 00-29198,  
Датчик ИВД-2 – № РРС 00-38820,  
Датчик ИВД-3 – № РРС 00-38821.

**Сертификаты государственного реестра средств измерений об утверждении типа средств измерений и допуске к применению в РФ:**

Аппаратура ЦВА – RU.C.28.001.A № 32830,  
Датчик ИВД-2 – RU.C.20.001.A № 30062,  
Датчик ИВД-3 – RU.C.28.001.A № 42416.

**Сертификаты госстандарта России на соответствие требованиям обязательных стандартов:**

Аппаратура ЦВА – РОСС RU.МЕ27.Н02043 № 0175509,  
Датчик ИВД-2 – РОСС RU.МГ07.В00049 № 8921170,  
Датчик ИВД-3 – РОСС RU.МГ07.В00050 № 8921171.



В этой рубрике мы представляем новые аппаратные средства, программное обеспечение и литературу. Материалы рубрик «Демонстрационный зал» и «Будни системной интеграции» снабжены QR-кодами со ссылками на соответствующие сайты. QR-код можно «прочитать» с помощью любого Smart-устройства и утилиты сканирования кода.

Запросить дополнительную информацию можно, заполнив карточку на сайте журнала «Современные технологии автоматизации»:  
[www.cta.ru/demo](http://www.cta.ru/demo)

## Express-CVC – модуль COM Express с двухъядерным процессором Atom

Компания ADLINK представила модуль стандарта COM Express тип 2 Compact. Express-CVC поддерживает установку трёх процессоров семейства Intel Atom: N2600 1,6 ГГц, N2800 1,86 ГГц и D2700 2,13 ГГц. Все процессоры имеют встроенную графику, видеовыходы CRT и LVDS. Благодаря технологии Intel Hyper-Threading новинке обеспечена наивысшая производительность выполнения многозадачных приложений.

Чипсет Intel NM10 PCH позволяет подключить до 3 дополнительных портов PCI Express x1, поддерживая при этом 4-портовый LAN-контроллер, также имеются встроенные порты Gigabit Ethernet, SATA, интерфейсы IDE, PCI и LPC.

Модуль Express-CVC обладает малым энергопотреблением, привлекательной стоимостью и предназначается для систем, требующих компактности, производительности двухъядерного процессора и быстродействующей памяти DDR3. Он найдёт широкое применение в робототехнике, АСУ ТП и телекоммуникациях. ●



## DC/DC-преобразователи POL серии MFP

Компания Crane Electronics (Interpoint™) выпустила DC/DC-преобразователи типа POL серии MFP в корпусе со штыревыми выводами и крепёжными фланцами. Они предназначены для установки рядом с нагрузкой и формируют стабильное напряжение в диапазоне температур –55...+125°C. Диапазоны выходных напряжений от 0,64 до 3,5 В, ток нагрузки 7 А при входных напряжениях от 3 до 6 В; КПД до 92%.

### Основные характеристики

- Максимальная длительность 15 В импульса напряжения 1 с.
- Нет гальванической развязки между входными и выходными цепями.
- Фиксированная частота преобразования от 280 до 330 кГц.
- Защита от перенапряжения, короткого замыкания и низкого входного напряжения.
- Функции дистанционного включения/выключения, внешняя синхронизация, равномерное распределение тока при параллельной работе модулей.
- Встроенные помехоподавляющие фильтры на входе и выходе – не нужны дополнительные внешние компоненты.
- Габаритные размеры 30,48×30,48×8,79 мм. ●



## Медицинский планшетный компьютер TOUGHBOOK CF-H2 Health

Компания Panasonic поставляет на российский рынок полностью защищённый планшет Toughbook CF-H2 Health для медицинских учреждений.

Он имеет процессор Intel® Core™ i5 3437U vPro™ 1,9 ГГц, трансфлективный ЖК-дисплей XGA 10,1" с круговой поляризацией и яркостью до 6,000 кд/м<sup>2</sup>, с возможностью чтения при дневном свете.

Планшет снабжён средствами проводной и беспроводной связи USB 3.0, LAN и RS-232 (опция), Wi-Fi, Bluetooth 2.1 + EDR, может комплектоваться веб-камерой 3 Мпиксел, сканером штрих-кодов, считывателем смарт-карт, модулями 3G и GPS.

Он весит 1,58 кг, имеет степень защиты IP65, устойчив к вибрации и ударам в соответствии с MIL-STD-810G. Конструкция CF-H2 позволяет осуществлять лёгкую дезинфекцию и соответствует британским требованиям Hospital Safety Certifications.

CF-H2 работает под ОС Windows 8 Pro, время автономной работы до 7 часов с возможностью «горячей» замены аккумуляторной батареи. ●



## Высокоскоростной PCI Express-модуль АЦП PCIE-9852

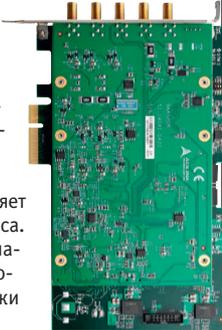
Компания ADLINK анонсировала новую 2-канальную PCI Express-плату для высокоскоростного приёма и оцифровки аналоговых сигналов.

PCIE-9852 имеет 2 канала с частотой опроса 200 МГц и разрешением 14 бит. Полоса пропускания 90 МГц, встроенная память DDR3 до 1 Гбайт обеспечивает уверенный приём, обработку и потоковую передачу данных со скоростью до 800 Мбайт/с.

### Основные характеристики

- Программно устанавливаемое входное сопротивление (50 Ом или 1 МОм) и входные диапазоны ±0,2, ±2 или ±10 В.
- Возможность использования RAID-массива 8×500 Гбайт общей ёмкостью до 4 Тбайт позволяет увеличить длительность захвата сигнала до 1 часа.
- Технология Signal Averaging (усреднения сигнала) позволяет обнаруживать слабые повторяющиеся сигналы при наличии помех без загрузки процессора.

Плата предназначена для продолжительной высокоскоростной записи данных в таких приложениях, как тестирование оптических волокон, радары и лидары. ●



## Компания Planar представила 55" ЖК-дисплей с узкой рамкой для видеостен

Новый ЖК-дисплей Planar® PS5580 предназначен для создания видеостен с гладким профилем, низкой потребляемой мощностью и высокой ударопрочностью.

Сверхтонкие 55" ЖК-дисплеи с очень узкой рамкой могут быть размещены мозаичным образом для создания больших привлекательных видеостен, предназначенных для digital signage применений.

### Основные характеристики

- Разрешение Full HD (1920×1080 точек).
- Яркость 400 кд/м<sup>2</sup>.
- Система светодиодной подсветки со светодиодами, расположенными в торце для обеспечения низкой потребляемой мощности (130 Вт) и сверхтонкой глубины.
- Встраивание в видеостену с масштабированием до матрицы 10×10.
- Широкий набор входных видеосигналов (включая DVI, HDMI, DisplayPort 1.1, VGA).
- Металлическая оболочка для обеспечения прочности.
- Совместимость с VESA-креплением.
- Дополнительная монтажная система, оптимизированная для мозаичного размещения и небольшой глубины монтажа. ●



### Ультраширокие ЖК-дисплеи Spanpixel с диагоналями экрана 36,98" и 37,7"

Компания LITEMAX расширила семейство Spanpixel дисплеями SSD3625-ENB-G01 и SSF/SSH3725. Светодиодная подсветка обеспечивает яркость 1000 кд/м<sup>2</sup> и позволяет считывать изображение при прямом солнечном свете. Контрастность 7000:1, соотношение размеров экрана 16:2,2 и 16,3, разрешение 1920×268 и 1920×460 точек. Модификации с платами управления AD2662GD и AD2662GDVAR обеспечивают работу от VGA, DVI, CVBS, S-Video.

**Основные характеристики**

- Рабочая площадь экрана 930,2×129,8 и 930,2×222,9 мм.
- Шаг пиксела 0,4845×0,4845 мм.
- Угол обзора 176° по горизонтали и вертикали.
- Количество отображаемых цветов 16,7 млн.
- Время электрооптического отклика 5 мс.
- Потребляемая мощность 36 Вт (SSD3625-ENB-G01), 50/55 Вт (SSF/SSH3725).
- Равномерность свечения экрана 90%.
- Габаритные размеры 967,6×166,2×58 мм (SSD3625), 965×257×24 мм.
- Масса 6,5 кг (SSD3625), 4,8 кг (SSF/SSH3725). ●



### Программируемые источники питания Z+ 800 Вт

Серия Z+ компании TDK-Lambda расширена новыми программируемыми источниками питания с выходной мощностью 800 Вт. Модули поддерживаются пятилетней гарантией, обладают полным набором функций программирования, управления и защиты, обеспечивая большую мощность при равных габаритах с моделями 200 и 400 Вт.

Для планомерного наращивания мощности имеется возможность объединять источники Z+ в группу, подключив параллельно до 6 устройств и обеспечивая суммарную мощность 4,8 кВт. При необходимости увеличения выходного напряжения или обеспечения биполярного напряжения два источника могут быть подключены последовательно.

Обеспечивая высокую плотность мощности и широкие функциональные возможности, серия Z+ может быть успешно интегрирована в тестовое оборудование, системы управления лазеров и электромагнитов, комплексы имитации бортовой сети воздушных судов, производственное оборудование и системы тестирования РЭК. ●



### Источники питания серии RFE1600 TDK-Lambda

Компания TDK-Lambda выпустила источники питания RFE1600. Это модули мощностью 1,6 кВт формата 1U, предназначенные для использования в системах распределения мощности. Стабилизированное выходное напряжение с номиналами 12, 24, 32 и 48 В и возможностью подстройки до ±20% позволяет использовать RFE1600 в сферах связи, автоматических испытаний, промышленного производства, а также для ряда специальных целей, включая зарядку аккумуляторных батарей.

RFE1600 работают от универсального входа в диапазоне 85–265 В переменного тока, имеют КПД более 90%, до 10 модулей могут подключаться параллельно, образуя резервированную систему питания типа N+1.

Стандартными функциями источников питания RFE1600 являются защита от перенапряжения на выходе, от перегрузок по току и перегрева. Имеются удаленное управление включением/отключением, выносная обратная связь и вспомогательный выход на 12 В, 0,5 А. ●



### M4i – высокоскоростная инструментальная платформа нового поколения

Компания Spectrum анонсировала высокоскоростную АЦП плату M4i.445x-x8 на шине PCI Express x8. Плата имеет исполнения на 2 и 4 канала с разрешением 14 бит, частотой опроса до 500 МГц и полосой пропускания 250 МГц. Входные каналы полностью независимы, каждый имеет собственный АЦП и предусилитель. Усиление любого канала программно настраивается на один из 6 диапазонов ±200 мВ...±10 В, входное сопротивление 50 Ом или 1 МОм, согласование по переменному току AC-coupling или прямое DC-coupling. Для подавления шумов служат входные фильтры. С помощью опции и модуля Star-hub до 8 плат M4i могут работать в одной системе, позволяя получать до 32 синхронных каналов.

Программный пакет SBench 6 поддерживает все режимы, функции и настройки плат серии M4i. Поставляются драйверы Windows и Linux. Расширенная поддержка включает коды для Visual C++, Borland C++, Gnu C++, Visual Basic, VB.NET, C#, J# и Delphi. ●



### Дисплей Veneq EL640.400-C3 CC с защитным покрытием печатных плат

Компания Veneq, поставляющая TFEL-дисплеи под торговой маркой Lumiled, выпустила дисплей EL640.400-C3 CC с защитным покрытием печатной платы аэрозолем Humiseal 1B73.

Диапазон рабочих температур –25...+65°C, дисплей сохраняет работоспособность при –40...+65°C.

В дисплеях 640 вертикальных и 400 горизонтальных электродов сконпонованы в X-Y-структуру с пересекающимися зонами, выполняющими роль пикселей. Напряжение, прикладываемое к соответствующему ряду электродов и столбцов, формируется встроенным DC/DC-преобразователем и вызывает свечение пиксела. Сигналы управления дисплеем совместимы с VGA Feature Connector и поддерживают 350- и 400-строчные VGA-режимы. Частота кадров до 72 Гц.

Габариты корпуса (Ш×В×Г) 225×147×23 мм. Активная площадь экрана 121,8×195 мм (диагональ 9,1").

Области применения: аппаратура, приборы и устройства военного назначения, транспорт, промышленное оборудование, медицинская аппаратура. ●



### Универсальный высокоточный модуль измерения веса

Компания Siemens выпустила на рынок модуль Siwarex WP231, предназначенный для применения в сферах с высокими требованиями к точности, таких как производство напитков, пищевая и химическая промышленность, фармацевтика.

Устройство полностью интегрируется в систему управления SIMATIC S7-1200, параметры быстро и легко устанавливаются с помощью программной платформы TIA Portal. Через интерфейс Ethernet или RS-485, поддерживающий протокол Modbus, можно подключить Siwarex WP231 к любым системам и элементам управления и эксплуатировать без процессорного модуля SIMATIC S7-1200 в режиме stand-alone. Понятная структура меню, подробная и точная настройка параметров, управление сигнализацией обеспечивают высокую эффективность технологического процесса. Siwarex WP231 работает с разрешением в 1 млн единиц и измерительным циклом 10 миллисекунд, что обеспечивает высокую точность измерений. ●



### PXI-3980 – высокопроизводительный системный контроллер стандарта PXI

Компания ADLINK представила новый системный контроллер стандарта PXI на основе 4-ядерного процессора Intel Core i7-2715QE 2,1 ГГц с поддержкой памяти DDR3 1333 ГГц объёмом до 16 Гбайт. PXI-3980 оснащён встроенным жёстким диском SATA ёмкостью 500 Гбайт, который позволяет неограниченно использовать контроллер в многозадачных приложениях.

Новинку выделяют наличие встроенного SSD-накопителя серии Intel 520 и резервного BIOS (в случае отказа основного позволяет загрузить или восстановить систему), надёжная экранирующая ЭМИ-защита, поддержка работы двух дисплеев (выходы VGA и DVI), интерфейсы для подсоединения внешних устройств, включая 2×Gigabit Ethernet, GBIP, 2×USB 3.0 и 4×USB 2.0.

Системный контроллер PXI-3980 предназначен для работы в качестве процессорного модуля в составе тестовых и контрольно-измерительных систем стандарта PXI. ●



### Безвентиляторная встраиваемая система Axiomtek tBOX321-870-FL для железнодорожных применений

Фирма Axiomtek выпустила надёжную систему на базе процессора 3-го поколения для встраиваемых применений Intel® Core™ i7-3517UE (до 2,8 ГГц) или Intel® Core™ i3-3217UE (1,6 ГГц). Процессор и память DRAM установлены на плате, что позволяет значительно снизить влияние вибрации и ударов и важно для железнодорожных применений. tBOX321-870-FL имеет сертификаты соответствия EN50155/EN50121 для подвижного состава, EN45545-2 по огнестойкости и перебоям в электропитании (класс S2 по стабильности электропитания), отличается повышенной производительностью и надёжностью. Прочный корпус компактного ПК со степенью защиты IP40 выполнен из прессованного алюминия и стали. Готовая к применению платформа может работать в жёстких условиях окружающей среды при температуре -40...+70°C в мобильных блоках управления, системах информирования пассажиров, видеонаблюдения и других приложениях. ●



### Модуль DSF226 обеспечивает защиту DC/DC-преобразователей по стандарту DEF-STAN-61-5

Компания XP Power выпустила модуль фильтрации и защиты от перенапряжений DSF226 для применения в сетях постоянного напряжения 28 В оборонного оборудования. Герметизированный модуль в металлическом корпусе обеспечивает на выходе мощность до 200 Вт, а по стойкости к воздействиям импульсов напряжений соответствует требованиям военного стандарта DEF-STAN-61-5 part 6 (issue 6). Он соответствует стандартам MIL-STD-1275A-D, DEF-STAN-59-411 и MIL-STD-461C и обеспечивает активное подавление перенапряжений в диапазоне от 15 до 33 В. Выходной канал отслеживает входное напряжение и фиксирует его при 36 В.

Диапазон рабочих температур -46...+100°C. DSF226 может применяться совместно с DC/DC-преобразователями серий MTC, QSB и ICH и объединяться с преобразователями серий J для обеспечения разнообразных выходных каналов.

Габаритные размеры модуля 56,1×36,8×12,9 мм. Масса 75 г. ●



### Защищённые ноутбуки Panasonic совместимы с ОС ALT Linux

Компания ALT Linux, разработчик ОС различного назначения, протестировала свой дистрибутив Альт Линукс СПТ 6.0, сертифицированный ФСТЭК, на защищённых ноутбуках Panasonic. Результаты показали полную совместимость Альт Линукс СПТ 6.0 с моделями Panasonic Toughbook CF-53, Toughbook CF-19, Toughbook CF-31 и Toughbook CF-D1.

Ноутбуки Panasonic теперь надёжно защищены не только от физического и климатического воздействия, но и на информационном уровне при установке на них дистрибутива Альт Линукс СПТ 6.0.

Альт Линукс СПТ 6.0 предназначен для серверов и рабочих станций со встроенными программными средствами защиты информации. Он может использоваться для построения автоматизированных систем по классу 1В включительно и информационных систем персональных данных (ИСПДн) по классу 1К включительно. Он имеет 3-й уровень контроля отсутствия недеklarированных возможностей (НДВ) и 4-й класс защищённости от несанкционированного доступа к информации. ●



### Интерфейсный модуль VIPA SLIO для сетей Ethernet/IP

В сети EtherNet/IP модуль IM 053IP выполняет функцию ведомого устройства и обеспечивает подключение до 64 модулей расширения. Сетевой порт поддерживает передачу данных со скоростью 10/100 Мбит/с. Задание сетевого адреса может быть выполнено программно либо вручную с помощью расположенного на передней панели DIP-переключателя. Конфигурационные файлы для модулей SLIO доступны для загрузки с сайта компании VIPA.

Новое изделие и решения на его основе представляют особый интерес для пользователей, ориентирующихся на использование оборудования Allen Bradley компании Rockwell Automation, а также других производителей, поддерживающих в своих системах сетевую технологию Ethernet/IP.

Отличительной особенностью модуля IM 053IP является наличие в нём встроенного веб-сервера, позволяющего производить конфигурирование и удалённый контроль состояния станции ввода-вывода в удобной и наглядной форме. ●



### Упрочнённые ЖК-дисплеи i-sft для жёстких условий эксплуатации

Компания i-sft начала поставки ЖК TFT-дисплеев I-SFT 100i. 3 H167 R1.0, выполненных по техническим требованиям заказчиков с применением заказных стеклянных панелей и специальных драйверов для управления системой люминесцентной подсветки. Дисплеи с диагональю 10,4" отображают информацию при углах обзора 176° в горизонтальной и вертикальной плоскостях в широком диапазоне изменения внешней освещённости. Дисплей имеет параллельный TTL/КМОП RGB-интерфейс.

Основные характеристики

- Разрешение 640×480 (формат VGA).
- Активная площадь экрана 211,2×158,4 мм.
- Яркость 1000 кд/м².
- Регулировка яркости 500:1.
- Число отображаемых цветов 262 144.
- Шаг пиксела 0,33×0,33 мм.
- Диапазон рабочих температур -25...+78°C.
- Диапазон температур хранения -35...+85°C.
- Удар 50г (в течение 11 мс).
- Вибрация 3г (диапазон частот 5...2000 Гц).
- Габариты (Ш×В×Г) 269,5×189,4×25,25 мм.
- Масса 1400 г. ●



### Первый в мире полностью защищённый ноутбук серверного класса

Компания Getac выпустила полностью защищённый ноутбук серверного класса X500-Mobile-Server. Ноутбук оснащён 4-ядерным процессором Intel Core i7, дискретной VGA-картой, ОЗУ 16 Гбайт и RAID-хранилищем (уровни 0, 1, 5) до 5 Тбайт. Эта мобильная система со степенью защиты IP65 совмещает возможности портативного компьютера и сервера и соответствует требованиям стандарта MIL-STD-810G.

Использование Microsoft Windows Server 2012 обеспечивает ноутбуку высокую гибкость и возможность кластеризации серверов в процессе их развёртывания, что даёт сбалансированность сетевой нагрузки, отказоустойчивость и надёжность системы.

С X500-Mobile-Server профессионалы в области обороны и промышленности получают возможность быстро развернуть сервер в полевых условиях, где недоступна защищённая сеть, а также компьютер для выполнения программ, требующих большого объёма ОП с соответствующим повышением эффективности вычислений.



### Компактные источники питания AC/DC 400 Вт с пиковой мощностью 700 Вт

Компания XP Power выпустила одно- и двухканальных источники питания AC/DC серии SDL400. Они устанавливаются в конструктивы 1U и доступны в 4 форматах: П-образное шасси, П-образное шасси с крышкой, с вентилятором, установленным в торце или сверху корпуса (высота без вентилятора 39,9 мм).

В применениях с высокой импульсной мощностью в нагрузке блок обеспечивает пиковую мощность 700 Вт в течение 0,5 с. Выходные напряжения одноканальных модулей от +12 до +48 В и +54/60 В, для двухканальных – комбинация номиналов +5, +12, +24 и +48 В или +12/24 В (регулируются в диапазоне ±5%). Диапазон рабочих температур 0...+50°C. Имеются защита от перенапряжения, перегрузки и короткого замыкания, дополнительно вход дистанционного включения/выключения, сигналы состояния выходного напряжения и вентилятора.

Модули соответствуют стандартам EN 55022 класс В, UL 60950-1, EN 60950-1, ГОСТ Р МЭК 60950-2002, CSA 22.2 No. 60950-1.

Доступны модели с пониженным током утечки на землю (500 мкА).



### Промышленный 19-дюймовый монитор с сенсорным управлением multi-touch

Компания Siemens выпустила промышленный 19-дюймовый монитор Simatic IFP1900 MT. Устройство имеет степень защиты IP65 и рассчитано на непрерывное применение в течение 24 часов, в том числе при высоких температурах, вибрациях, ударных нагрузках и повышенных требованиях к электромагнитной совместимости. Яркая фоновая энергосберегающая светодиодная подсветка может быть использована в рабочих условиях с высоким уровнем освещения. Отличительными чертами модели являются автоматическое распознавание касаний, сделанных по ошибке, а также специальное антибликовое покрытие экрана. Проекционно-ёмкостная сенсорная технология обеспечивает эффективное и быстрое управление, в том числе в тонких рабочих перчатках. Широкоформатный дисплей имеет разрешение 1366x768 точек. Модель оснащена разъёмами питания 24 В постоянного тока и 100–230 В переменного тока, а также двумя портами USB.



### Доступный процессорный модуль с поддержкой сети PROFINET

Компания VIPA представила на рынок процессорный модуль 315SN/PN ECO серии 300S, полностью совместимый как аппаратно, так и программно с системой Siemens SIMATIC S7-300. Благодаря встроенному контроллеру PROFINET IO ЦПУ обеспечивает обслуживание до 128 сетевых устройств. Объём рабочей памяти ограничен 512 кбайт, а установленный универсальный порт с интерфейсом RS-485 может работать только в режиме PTP, обеспечивая поддержку протоколов ASCII, STX/ETX, 3964(R), USS Master и Modbus Master. Процессорный модуль имеет встроенный порт Ethernet PG/OP, предназначенный для программирования контроллера и организации связи с панелями оператора, а также с портом MPI. Конфигурирование и программирование нового модуля может осуществляться с помощью программного обеспечения SIMATIC Manager и TIA Portal компании Siemens, а в скором будущем и с помощью инженерного пакета SPEED7 Studio компании VIPA.



### Серия IP-камер Smartek Giganetix

Компания Smartek Vision представляет серию IP-камер Smartek Giganetix, аппаратно и программно поддерживающую стандарты GigE Vision и GenICam. Серия Giganetix обеспечивает превосходное качество изображения с минимальным уровнем шума и полный набор функций в сочетании с КМОП- и ПЗС-сенсорами разных производителей: Aptina, Sony и TrueSense Imaging.

Использование промышленных стандартов (крепление C-mount, разъёмы RJ-45, кабели CAT 5e или CAT 6) позволяет значительно снизить стоимость системы машинного зрения.

#### Основные характеристики

- Компактные размеры 35x35x48 мм.
- Программируемое время экспозиции от 10 мкс до 10 с.
- Горизонтальный и вертикальный биннинг.
- Низкое энергопотребление.
- Обновление прошивки через Ethernet.
- Поддержка технологии Plug & Play.
- Комплект средств разработки для Windows и Linux.
- Корпус из анодированного алюминия.
- Стойкость к ударам и вибрациям.
- Оптоизолированные входы и выходы.



### Мощная встраиваемая видеосистема EOS-1220 с интерфейсом GigE Vision

Компания ADLINK анонсировала видеосистему EOS-1220 на основе 4-ядерного процессора Intel® Core™ i7 3-го поколения с 4 независимыми PoE-портами для подключения камер с интерфейсом GigE Vision. Она имеет интерфейсы ввода-вывода: 4xRS-232/422/485, 2xUSB 3.0, 32 изолированных дискретных входа/выхода, 2xSATA, слот CFast, внутренний USB-порт и программируемую EEPROM 1 кбит. Поддерживается PoE и протокол IEEE 1588. Дистанционное управление по PoE позволяет управлять энергопотреблением и температурой внутри камеры, что продлевает срок службы системы. В комплекте поставляются драйверы OC Windows 8/7/XP, Embedded Standard 7.

Высокопроизводительный процессор, наличие нескольких каналов и компактный дизайн делают EOS-1220 отличным решением для приложений с синхронной работой нескольких камер, например, для 3D-управления роботами и контроля производственных процессов.



### PCIe-7360 – высокоскоростная плата дискретного ввода-вывода

Компания ADLINK представила 32-канальную плату PCI Express x4 PCIe-7360 дискретных входов/выходов с тактовой частотой 100 МГц и пропускной способностью до 400 Мбайт/с.

Новинка является улучшенной версией популярных плат PCI/PCIe-7300A с поддержкой 32 параллельных высокоскоростных двунаправленных линий ввода/вывода и 8 программируемых каналов, предназначенных для реализации специальных функций ввода-вывода и синхронизации. Плата может быть программно настроена на различные логические уровни: 1,8 В, 2,5 В и 3,3 В, а также на приём и генерацию данных «шириной» 8, 16, 24 и 32 бита.

Высокоскоростная плата дискретного ввода-вывода PCIe-7360 аппаратно полностью совместима с серией устройств NI 653x/654x и является экономически эффективным решением для применений в контрольно-испытательном оборудовании, цифровом видео, высокоскоростном захвате данных и генерации дискретных сигналов. ●



### Первый в мире 7-дюймовый планшет на базе Android с сертификатом ATEX

Компания Getac выпустила первый в мире взрывозащищённый планшет на базе ОС Android 4.1. Новая модель получила наименование Z710-Ex. Она подходит для применения в нефтехимической, фармацевтической и нефтегазовой отраслях – там, где соответствие стандарту ATEX является обязательным условием. Z710-Ex обеспечивает до 10 часов автономной работы при температуре окружающей среды –20...+50°C.

*Основные характеристики*

- Наличие сертификата для использования во взрывоопасной атмосфере ATEX zone 2/22:
  - II 3G Ex ic IIC T5 Gc,
  - II 3D Ex ic IIIB T100°C Dc.
- 7-дюймовый сенсорный дисплей LumiBond™ с возможностью чтения в солнечную погоду, поддерживающий работу в перчатках.
- Устойчивость к падению с высоты до 1,8 метра.
- Степень защиты IP65.
- Возможность установки считывателя радиочастотных меток и штрих-кодов 1D/2D.
- Опционально модуль 3,5G WWAN для передачи данных и голосовой связи. ●



### Компактные 600 Вт программируемые источники питания серии Z+

Компания TDK-Lambda объявила о пополнении линейки программируемых источников питания постоянного тока моделями Z+ мощностью 600 Вт. Новинки дополняют серии Z+200, Z+400 и Z+800, обладая теми же высочайшими функциональными характеристиками и 5-летней гарантией.

Модели серии Z+ мощностью 600 Вт доступны в модификациях с выходным напряжением до 100 В постоянного тока и выходным током до 60 А. Блоки Z+600 могут обеспечивать режим постоянного тока или постоянного напряжения при работе в широком диапазоне напряжений питания (85–265 В переменного тока).

Программирование всех моделей может осуществляться как через переднюю панель, так и дистанционно через порты USB и RS-232/485 и, кроме того, через аналоговый интерфейс, предусмотренный в стандартной комплектации. Опционально доступны интерфейсы LAN и GPIB (IEEE 488), а также изолированный аналоговый интерфейс программирования. ●



### Малоформатный 3,12" графический OLED-дисплей RET025664B

Компания Raystar Optronics выпустила 3,12" OLED-дисплей RET025664B с разрешением 256×64 точки. Он создан на базе технологии соединения кристаллов драйверов с выводами на стеклянной подложке дисплея TAB (Tape Automatic Bonding); кристалл монтируется на трёхслойной полиамидной подложке-ленте, процесс автоматизирован. Толщина конструкции носитель + кристалл около 2 мм. Применяется микросхема драйвера SSD1322U. Дисплей имеет 256-ступенчатое управление яркостью и отдельное питание для логических схем управления вводом/выводом.

*Основные характеристики*

- Габаритные размеры 88×27,8×2,05 мм.
- Рабочая площадь экрана 76,778×19,178 мм.
- Шаг пиксела 0,278×0,278 мм.
- Размер пиксела 0,3×0,3 мм.
- Интерфейс: параллельный – 6800 или 8080 (опция); последовательный SPI; I²C.
- Доступны модели с жёлтым цветом свечения.
- Коэффициент мультиплексирования строк 1/64.
- Диапазон рабочих температур –40...+80°C. ●



### Полноразмерный одноплатный компьютер NuPRO-A40H

Компания ADLINK представила одноплатный компьютер стандарта PICMG 1.0 NuPRO-A40H. Новинка рассчитана на работу с процессорами 3-го поколения Intel Core i7/i5/i3 и Pentium® (сокеты LGA1155), чипсетом H61 Express и памятью DDR3 1333/1600 МГц до 16 Гбайт в 2 слотах DIMM.

NuPRO-A40H поддерживает технологию 22 нм, тактовую частоту до 3,4 ГГц, имеет интегрированную графику, контроллер памяти, интерфейсы Direct Media (DMI) и Flexible Display (FDI). Плата оснащена функцией SEMA (Smart Embedded Management Agent), позволяющей пользователям контролировать и оптимизировать работу устройства, получать системную информацию, включая статистику выполнения процедур, состояние питания, контрольные параметры работы вентилятора, значения температуры. Расширенные функции в сочетании с 2×GbE, 4×SATA 3 Гбит/с, 10×USB 2.0, 6×COM (в том числе 1×RS-232/422/485), поддержкой DVI-D и VGA открывают широкие возможности для применения NuPRO-A40H в промышленной автоматизации. ●



### Компактные релейно-полупроводниковые пускатели Siemens

Компания Siemens представляет компактные пускатели Sirius 3RM1, предназначенные в зависимости от исполнения для прямого или реверсивного пуска небольших электродвигателей мощностью до 3 кВт/ 400 В переменного тока.

В 3RM1 применена инновационная гибридная технология, делающая возможным использование преимуществ силовых полупроводников для запуска и отключения нагрузки, а релейных контактов – для установившегося режима работы. Таким образом обеспечивается увеличение срока службы пускателя.

Широкий диапазон установок пускателя (1:5) позволяет использовать меньшее количество аппаратов. Чтобы перекрыть токи от 0,1 до 7 А, требуется всего 3 устройства 3RM1, вместо 17 стандартных сборок контактор + тепловое реле перегрузки. Защиту фидера или группы фидеров от токов КЗ можно обеспечить при помощи соответствующего автоматического выключателя 3RV2 или предохранителей типа 5SB2. ●



### Промышленный КПК Getac PS336 стал взрывозащищённым

Компания Getac выпустила взрывозащищённую версию КПК PS336 – PS336-Ex. Это один из самых мощных карманных компьютеров благодаря процессору 1 ГГц и технологии FlexiConn™, позволяющей превращать PS336 в многозадачный комплекс, используя ряд модулей plug-and-play (Bluetooth, радиочастотный идентификатор 13,56 МГц, сканер штрих-кода 1D, устройство считывания карт «3 в 1»).

КПК снабжён 3,5" дисплеем с яркостью 600 нит и технологией QuadraClear™ для чтения при солнечном свете. По умолчанию КПК комплектуется высококачественной GPS-системой SiRFstarIV™ и имеет возможность установки модуля беспроводной сети 3,5G (HSPA+/ UMTS/ EDGE/ GPRS/ GSM).

PS336-Ex прошёл сертификацию ЕС ATEX для использования во взрывоопасной атмосфере (Zone 2/22, II 3G Ex ic IIC T4 Gc, II 3D Ex ic IIIB T130°C Dc), имеет степень защиты IP68, сертифицирован по стандарту MIL-STD-810G и работает при температурах -30...+60°C.



### Новая линейка DC/DC-преобразователей серии CN-A TDK-Lambda

Модули CN50A24 обеспечивают мощность 50 Вт в форм-факторе quarter-brick и соответствуют европейским стандартам, применяемым для подвижного состава и стационарного оборудования железных дорог.

Они рассчитаны на входной диапазон напряжения постоянного тока 14,4–36 В и выдерживают перенапряжения до 40 В в течение 3 с. Источники питания DC/DC серии CN50A24 обеспечивают полный выходной ток в диапазоне температур -40...+100°C без снижения мощности. Выходное напряжение имеет номиналы 5, 12 и 24 В с возможностью регулировки.

В стандартной комплектации модули отвечают требованиям категории 1 класса В стандарта Международной электротехнической комиссии IEC 61373, а также его японского эквивалента – стандарта JIS E 4031. Этот класс предъявляет повышенные требования по вибростойкости и ударопрочности, определяющие использование изделия внутри устройства, смонтированного на корпусе вагона или локомотива.



### Модульные промышленные USB-камеры Visiosens Vfx

Компания Visiosens представляет модульные промышленные USB-камеры. Серия камер Vfx – это гибкая и настраиваемая платформа с более чем 140 возможными комбинациями построения камер, включающая большое число датчиков изображения, различные выходные интерфейсы, несколько вариантов сборки, креплений, фильтров и светодиодную подсветку (опция). Пользовательский и системный интерфейс для всех вариантов камер построен на базе единого современного кросс-платформенного комплекта средств разработки на основе последних .NET-технологий.

Камеры Visiosens имеют высокопрочный корпус, оснащённый множеством крепёжных отверстий.

#### Основные характеристики

- Возможность установки широкого набора КМОП- и ПЗС-сенсоров.
- Разрешение от 0,4 до 10 Мпиксел.
- Несколько вариантов крепления: C, CS или M12.
- Поддержка интерфейсов USB 2.0 и USB 3.0.
- Комплект средств разработки для ОС Windows и Linux.



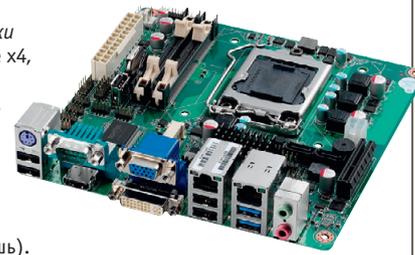
### IMB-M40H – промышленная материнская плата ATX

Компания ADLINK представила промышленную материнскую плату формата ATX IMB-M40H. Новинка поддерживает 32/22 нм процессоры Intel 3-го поколения Core i7/i5/i3 и Pentium с тактовой частотой до 3,4 ГГц, устанавливаемые в сокет LGA1155. Новые процессоры работают совместно с чипсетом H61 Express и памятью DDR3 1600 объёмом до 16 Гбайт в двух слотах DIMM, кроме этого, имеются встроенная графика, контроллер памяти, интерфейсы DMI (Direct Media Interface) и FDI (Flexible Display Interface). Отличительной особенностью является наличие 16 дискретных входов и 16 выходов.

#### Основные характеристики

- 1 слот PCIe x16, два PCIe x4, 4 PCI.
- 2 порта Gigabit Ethernet.
- 10×USB 2.0.
- 4×SATA 3 Гбит/с.
- VGA, DVI-D.
- 5×RS-232 + 1×RS-232/422/485.
- 2×PS/2 (клавиатура/мышь).

IMB-M40H может стать универсальной платформой для построения систем промышленной автоматизации, для контрольно-испытательного оборудования, оборудования связи и медицинской техники.



### Реле контроля тока Siemens с интерфейсом IO-Link

Новые реле контроля тока 3RR24 расширили линейку стандартной пускорегулирующей аппаратуры SIRIUS компании Siemens. Реле поддерживает корректную работу или необходимый уровень тока небольшой установки в целом. Устройства распознают как перегрузку электродвигателя по току (например, в результате чрезмерной нагрузки конвейерных лент или превышения допустимого для подъёмных механизмов веса груза), так и сброс нагрузки в случае обрыва приводного ремня или сухого хода насоса.

Дополнительно реле контролирует асимметрию тока, последовательность чередования фаз, замыкание на землю, а также возможный обрыв кабеля. ЖК-дисплей на фронтальной стороне реле отображает статус и текущие параметры. Реле контроля тока монтируется непосредственно на контакторы типа SIRIUS 3RT2. Интерфейс IO-Link обеспечивает передачу измеренных значений и коммутационного состояния фидера от реле в систему управления верхнего уровня.

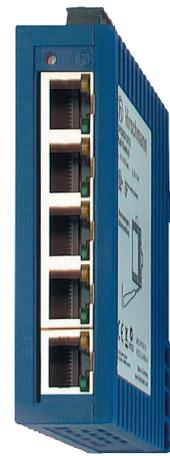


### SPIDER 5TX PD EEC – «паук», питающийся из «паутины»

Компания Belden обновила семейство продуктов Hirschmann Spider компактным коммутатором с пассивным питанием по технологии Power-over-Ethernet. SPIDER 5TX PD EEC – 5-портовый неуправляемый коммутатор Fast Ethernet, один порт которого поддерживает питание от удалённого источника. Поскольку коммутатор не требует локального источника питания, он послужит удобным разветвителем Ethernet при прокладке сети в сложных для монтажа условиях, а также будет являться удлинителем сегмента сети на дополнительные 100 м.

Как и всё семейство Spider с индексом ECC, SPIDER 5TX PD EEC неприхотлив. Он работает в широком температурном диапазоне (-40...+70°C), выдерживает сильные электромагнитные наводки по стандарту EN 61000-4, отвечает требованиям стандартов для применения на транспорте.

Питание устройства может осуществляться от любого PoE-коммутатора стандарта IEEE 802.3af, например SPIDER II 8TX PoE. Устройству требуется 4,1 Вт мощности.





«СТА» «Современные технологии автоматизации» 4'2013

СВЕЖИЙ НОМЕР О ЖУРНАЛЕ ПОДПИСКА РУБРИКИ

**Журнал «СТА»**  
(«Современные технологии автоматизации»)

Журнал для квалифицированных специалистов, работающих в сфере промышленной автоматизации, АСУ ТП и встраиваемых систем. 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.

**ФОРУМ**

КУПИТЬ 242,00 руб.

ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА КУПИТЬ

**ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ**  
подборка статей

**ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ**  
В этой рубрике мы предоставляем новые аппаратные средства.

Приглашаем читателей принять участие в работе форума на сайте журнала «СТА»: 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

**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 большой для специализированного издания тираж до 20 000 экземпляров. Журнал распространяется по подписке, в розницу, через региональных распространителей, а также по прямой рассылке ведущим компаниям стран СНГ, что 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 2013 г. по 4-й номер 2013 г. Авторы-победители получат премию. Подведение итогов конкурса — во втором номере журнала за 2014 год. В качестве жюри будут выступать читатели «СТА», указавшие лучшую статью в форуме на сайте www.cta.ru

**Читайте электронную версию «СТА»**  
на [www.пресса.рф](http://www.пресса.рф) и на [www.cta.рф](http://www.cta.рф)

**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

**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 подписаны и бесплатно получали «СТА» в 2013 году,**

**для получения журнала «СТА» в 2014 году**

**вам необходимо заполнить форму на сайте [www.cta.ru](http://www.cta.ru)**

**РЕКЛАМА В НОМЕРЕ**

Страница	Компания
23	AAEON
30	ADDI-DATA
3-я обл., 95, 97, 98, 99, 100	ADLINK
2-я обл., 15, 37, 65	Advantech
9, 11	AdvantiX
53, 97	Axiomtek
100	Belden
96	Beneq (LUMINEQ)
48	ConnectTech
95, 101	CRANE Aerospace & Electronics
24	Eremex
15, 57, 73	EtherWAN
43	Eurotech
4-я обл.	FASTWEL
98, 99, 100	Getac
64	Grayhill
2, 15	Hirschmann
42, 101	ICONICS
17	IEI
46	Innodisk
29, 35, 61	IPC2U
97	i-sft
95	Litemax Electronics
47	McLean
86	MEN Mikro
71	NSI
62, 95, 97	Panasonic
91	Pepperl+Fuchs
95	Planar
99	Raystar
83	Santerno
1	Scaime
38, 101	Schaefer
87	Schroff
96, 98, 99, 100	Siemens
31	Signatec/GaGe
98	Smartek
96	Spectrum
70, 96, 99, 100	TDK-Lambda
56	Thermokon
100	Visiosens
49, 97, 98	VIPA
40-41	WAGO
63, 97, 98, 103	XP Power
79	ДОЛОМАНТ
82	НОРВИКС
25, 39	ПРОСОФТ
94	ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ
93	Экспотроника

УМЕНЬШЕНИЕ ОБЪЁМА,  
СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ  
И ПОВЫШЕНИЕ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ

С ПРИМЕНЕНИЕМ  
НОВЕЙШИХ  
ТЕХНОЛОГИЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ЭЛЕКТРОНИКИ

## ССН



### Компактные источники питания с отводом тепла через основание корпуса

- Выходные мощности 400 и 600 Вт
- Выходные напряжения 12, 24, 28 и 48 В
- КПД до 90%
- Диапазон входного напряжения 90–264 В (частота 47–400 Гц)
- Сигнализация о перегреве, о падении входного напряжения
- Диапазон рабочих температур от –40 до +70°С
- Стойкость к воздействию ударов и вибраций (стандарт MIL-STD-810F)
- Устойчивость к воздействию кондуктивных помех (стандарт MIL-STD461 CS114)
- Габаритные размеры (Ш×В×Г) 102×43×214 мм

## ЕМН



### Высокоэффективные компактные источники питания с цифровыми сигналами управления PMBus

- Выходные мощности 250 и 350 Вт
- Выходные напряжения 12, 18, 24 и 48 В
- КПД до 87%
- Диапазон входного напряжения 80–275 В (частота 47–63 Гц)
- Гальваническая развязка вход-выход 4000 В (переменный ток)
- Сигнализация о перегреве, о падении входного напряжения
- Вход для управления скоростью вентилятора
- Сертифицированы для применения в медицинском и ИТ-оборудовании
- Габаритные размеры (Ш×В×Г) 76,2×127×36,3 мм (ЕМН350 без вентилятора)

## BCS



### Источники питания для применений с резервным батарейным питанием

- Выходные мощности 75, 100 и 155 Вт
- Выходные напряжения 13,8; 27,6 В
- КПД до 87%
- Диапазон входного напряжения 90–264 В (47–63 Гц)/120–370 В пост. тока
- Сигналы управления обеспечивают отключение при низком уровне заряда батареи
- Режим генератора напряжения при питании нагрузкой
- Отдельный выход, поддерживающий режимы генератора тока и напряжения, для зарядки резервной батареи
- Диапазон рабочих температур от –20 до +70°С
- Габаритные размеры (Ш×В×Г) 95×31×123 мм (BCS75/100)

## VCS



### Недорогие источники питания для монтажа на шасси

- Выходные мощности 50, 70 и 100 Вт
- Выходные напряжения 5, 12, 24 и 48 В
- КПД до 88%
- Диапазон входного напряжения 90–264 В (47–63 Гц)/127–370 В пост. тока
- Гальваническая развязка вход-выход 3000 В (переменный ток)
- Сервисные функции: защита от перенапряжения, перегрузки по току
- Диапазон рабочих температур от –25 до +70°С
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,5 Вт
- Габаритные размеры (Ш×В×Г) 78×36×110 мм (VCS50); 98,5×40×130 мм (VCS70); 98,2×42×159 мм (VCS100)



## ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP Power

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**АЛМА-АТА** Тел.: (727) 329-5121 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
**ВОЛГОГРАД** Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru



## REVIEW/Technology

### 6 AdvantiX Intellect high availability solution

By Igor Afonin

The article provides a general overview of high availability of the information systems, its importance for the systems which serve modern production processes, an impact on the total cost of ownership and methods of achievement. Also included is a description of a fail-safe system based on the AdvantiX Intellect solutions ensuring its high availability as well as the main features and benefits of this solution.

## REVIEW/Industrial Networks

### 12 IT-security in industry. In-depth analysis of data packets for SCADA-systems

By Eric Byres

The article discusses the specific features of IT-security in industrial environments and gives examples of real threats. Also, the article presents DPI technology as the basic tool to detect malicious software and an example of hardware that implements this technology.

### 18 Protection of industrial networks in automation systems

By Denis Zozulya

Modern automation systems are built utilizing network technologies, but the information security of automated process control systems is not always given due care. The protection of Industrial Ethernet networks is an additional measure to secure the process against advanced information threats.

## REVIEW/Hardware

### 20 SIMATIC operator panels: current status and future trends

By Vladimir Yurchenko

The purpose of this article is to give a brief description of the current status of the human-machine interface devices within the range of products manufactured by Siemens under the SIMATIC trademark. Due to the limit on size of a journal article, the information given in it cannot be regarded as complete, but this information makes it possible to classify and cover the model range of the operator panels for the year of 2013, describe the new products, the short-term outlook and the main issues that arise when working with these devices as well as to compare the operator panels against each other and with the SIMATIC panel computers.

### 26 Industrial video cameras for machine vision systems

By Aleksei Medvedev

The article offers the results of a survey conducted amongst the producers and consumers of video cameras for the industrial applications. Also discussed are the key components of the machine vision systems and examples of the specific products.

## SYSTEM INTEGRATION/Oil & Gas Industry

### 32 Training and laboratory complex for the use of automated systems to study transport phenomena in porous media

By Aleksandr Gavrilov, Aleksandr Derkach, Rais Kamaliev, Vyacheslav Matsenko and Marat Ovchinnikov

This article describes a training and laboratory complex for use of automated systems to study transport phenomena in porous media. This complex was built by the Department of Radioelectronics at the Kazan (Volga Region) Federal University. The complex is used to train automated process control system specialists for the oil industry. The basis of the complex is the modular FASTWEL I/O PLC and GENESIS32 SCADA.

## SYSTEM INTEGRATION/Power Engineering

### 44 The electrical part of steam turbine regulation and protection system

By Maxim Kuznetsov and Evgeniy Alsufov

The article describes the software-hardware complex of the electrical part of regulation and protection system designed to automate the functions of the regulation system for new or rebuilt steam turbines. Also included are the architecture, operating principles and special features of the system as well as a brief description of the simulation model of a steam turbine.

## SYSTEM INTEGRATION/Metallurgy

### 50 Modernization of the cylinder filling plant using RFID-technology

By Vladimir Shevlyagin

The article looks at the solution on automation of the oxygen cylinder filling and metering process in the No. 1 Oxygen Cylinder Filling Station at MMC Norilsk Nickel JSC. The article offers an approach that improves safety of cylinder filling and use, reduces the labor intensity of accounting the gas cylinders and provides control of their condition, relocation and operations performed.

## SYSTEM INTEGRATION/Medical Equipment

### 54 Implementation of the redundant data acquisition and archiving systems at the industrial facilities

By Vasily Karpov

The redundant data acquisition and archiving system allows pharmaceutical companies to have a highly reliable system for tracking parameters in accordance with the GMP requirements. When necessary, the system is able to provide the interested persons with the documents confirming the compliance with the requirements of the technological processes and microclimate of the clean rooms.

## SYSTEM INTEGRATION/Research

### 58 Control system for electric mechanisms of the telescope dome

By Vladimir Shitov, Nikolay Pankov and Aleksandr Belyaev

The article discusses the software-hardware complex of a new control system for the electric mechanisms of the G.A. Shain reflector dome as a subsystem of complex automated system under development. Also included are the basic requirements for the system and some results of the field tests.

## DEVELOPMENT/Research

### 68 Automated test bench to study the mass transfer and hydrodynamic processes

By Aleksandr Soloviev and Kirill Yakovlev

The article presents an automated test bench for scientific research developed on the basis of ADAM-5510EWK/TP PLC. This article can be helpful in finding a solution for control tasks in the automated process control system in shops.

## DEVELOPMENT/Safety

### 76 Use of FPGA-based dedicated computers to solve information security tasks

By Artyom Konovalchik

The article provides an update on the information security issues in today's world. Also included are a review and analysis of foreign solutions on the FPGA to build supercomputers and the description of the domestic BVR-01 dedicated computer for use in hybrid cluster systems.

## HARDWARE/Drives

### 80 SINUS PENTA frequency inverter for industrial application

By Roman Patisov

This article examines the SINUS PENTA industrial drive from Santerno, its main characteristics and application.

## STANDARDS AND CERTIFICATION

### 84 Estimating the probability of failure of relay protection and automatic system to operate, when requested

By Oleg Zakharov

The article shows a practical example of estimating an indicator "an average probability of failure of a device to operate when requests occur (on a year period)" for the digital devices of relay protection and automation system based on information received from the operating companies.

## ENGINEER'S NOTEBOOK

### 88 Strain gauge transducers and principles of use in measurements

By Victor Denisenko

The article deals with the concept for design of strain gauges, various wiring schemes, sources of measurement errors and ways of reducing these errors.

## SHOWROOM

95

## SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF

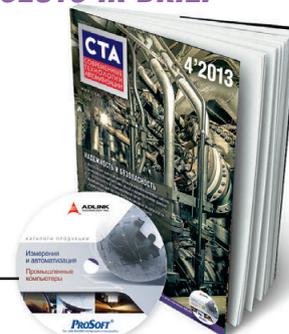
101

## NEWS

52, 55, 67, 75, 83

## CD-ROM in this issue

ADLINK



# Измерения и автоматизация Промышленные компьютеры



КАТАЛОГИ ПРОДУКЦИИ

Измерения  
и автоматизация

Промышленные  
компьютеры



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADLINK





## FASTWEL I/O



### Новая серия контроллеров Программирование без ограничений

- 32-битовый процессор Vortex86DX 600 МГц
- Встроенный носитель информации объемом 256 Мбайт
- Операционные системы: Windows CE 5.0; FDOS 6.22
- Адаптированная среда разработки прикладных программ CoDeSys
- Расширенная область энергонезависимых переменных
- Расширенная область конфигурации прикладной программы
- Часы реального времени



**CPM713**

- Протокол передачи данных Modbus TCP
- Сетевой интерфейс Ethernet



**CPM712**

- Протокол передачи данных Modbus RTU
- Сетевой интерфейс RS-485



**CPM711**

- Протокол передачи данных CANopen
- Сетевой интерфейс CAN



#### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL