

# СТА

СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМАТИЗАЦИИ

**Светодиодные системы освещения**

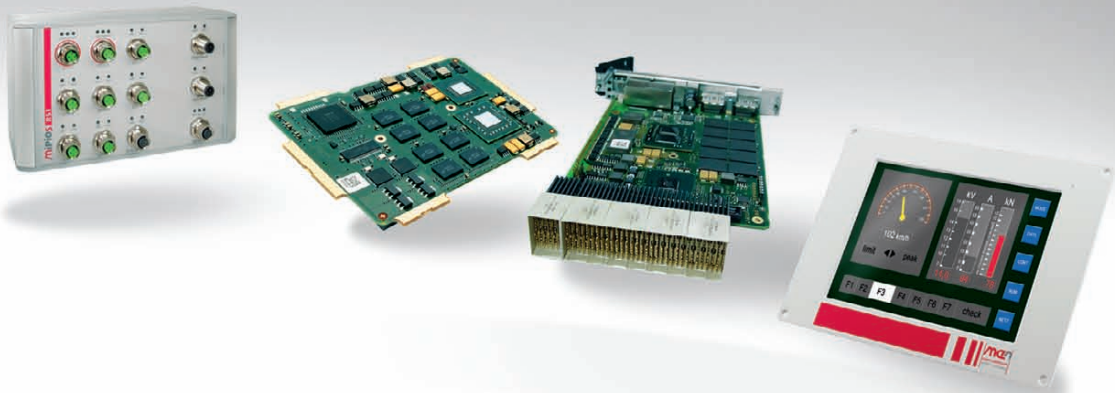
**Пищевая промышленность**

**Встраиваемые системы:  
3U CompactPCI, выбор ОС**

**Промышленные сети:  
взрывозащита, беспроводной Ethernet**

**Переход от SIMATIC S5 к SIMATIC S7**





## 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

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

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MEN MICRO ELECTRONIK**

**#348**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КIEB** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

# Компактные промышленные компьютеры для установки в шкафы управления



© СТА-ПРЕСС

## ADVANTECH

eAutomation

### Серия UNO-1100 Компактные встраиваемые компьютеры для монтажа на DIN-рейку

- Пассивная система охлаждения
- Отсутствие электромеханических компонентов
- Расширение платами PCI-104, PC/104+ и miniPCI
- Статическое ОЗУ с батарейным питанием
- Поддержка ОС Windows CE 6.0, Windows XPe и Linux



#### UNO-1150

Процессор AMD Geode GX  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
1 × RS-232  
2 × RS-232/422/485  
2 × USB



#### UNO-1150E

Процессор AMD Geode GX  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
1 × RS-232  
2 × RS-232/422/485  
2 × USB, PCI-104



#### UNO-1170

Процессор Intel Pentium® M/  
Celeron® M  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
2 × RS-232  
1 × RS-232/422/485  
4 × USB



#### UNO-1170E

Процессор Intel Pentium® M/  
Celeron® M  
2 × Ethernet 10/100Base-T  
2 × RS-232  
1 × RS-232/422/485  
4 × USB, PC/104+, miniPCI



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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

#113

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Реклама

**Panasonic**  
ideas for life

**Panasonic**

**TOUGHBOOK**

**ЗАЩИЩЁННЫЕ НОУТБУКИ PANASONIC**

**TOUGHBOOK**

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ PANASONIC**

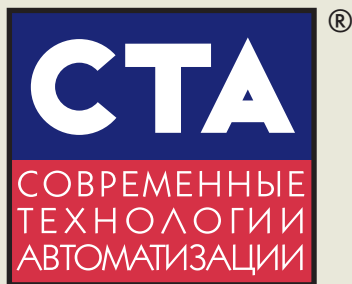
**#342**

**PROSOFT**<sup>®</sup>

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Издательство «СТА-ПРЕСС»

Директор Константин Седов



Главный редактор Сергей Сорокин

Зам. главного редактора Леонора Турок

Научный редактор Александр Липницкий

Редактор Ольга Дзюба

Редакционная коллегия  
Алексей Бармин,  
Виктор Жданкин,  
Константин Кругляк,  
Виктор Половинкин,  
Дмитрий Швецов,  
Валерий Яковлев

Дизайн и вёрстка  
Анна Хортова,  
Константин Седов

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

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  
Журнал издаётся с 1996 года  
№ 2'2011 (59)  
Тираж 15 000 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 партнеров Торгово-промышленной палаты  
Российской Федерации

Цена договорная  
Отпечатано:  
ООО 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, 2011

Фото на обложке  
© Fotomy | Dreamstime.com



### Уважаемые друзья!

Этот год ознаменовался началом правительственного наступления на «лампочку Ильича», бывшую в своё время символом прогресса, плана ГОЭЛРО и индустриализации страны. Свои плоды приносит научно-техническая революция, породившая новые энергоэффективные технологии освещения. Среди них заметное место занимают решения на основе светодиодов, обзору которых и посвящён самый большой материал данного номера.

Задача рационального использования энергоресурсов решается не только за счёт внедрения новых технологий, но и путём применения современных автоматизированных систем управления, позволяющих оптимизировать потребление разных видов ресурсов. Именно такой подход лежит в основе представленного в этом номере проекта диспетчеризации систем электро-, тепло- и водоснабжения для расположенного в центре Москвы комплекса зданий исполнительного аппарата ОАО «СО ЕЭС». Энергетикам лучше всех известно, что достоверные данные о потреблении можно получить только от контролируемых счётчиков.

От «штаба отрасли» не отстают и другие предприятия энергетического комплекса. Журнал рассказывает о крупном проекте по модернизации системы телемеханики на Сургутской ГРЭС-2. Аналогичные проекты внедрены на ряде других станций. Все эти разработки объединяет (в прямом и переносном смысле) реализация общеотраслевой концепции обеспечения информационного обмена технологическими данными. Остаётся порадоваться успехам энергетиков и выразить надежду, что их инвестиции в высокие технологии не вызовут дополнительного роста тарифов.

Своих читателей из разных отраслей промышленности найдут статьи о системах контроля при производстве циркония и цемента, о модернизации АСУ ТП переработки нефтешламов и системы управления цехом хлебокомбината и молочным производством.

Авторы двух статей независимо друг от друга затрагивают актуальную для многих проблему «модернизации на ходу» с заменой устаревших контроллеров SIMATIC S5 на современные SIMATIC S7. Демонстрируются разные подходы к её решению при неизменном требовании не допустить остановки основного производства.

Журнал продолжает две темы предыдущего номера: встраиваемые системы и промышленные сети. Первая тема на этот раз представлена обзором процессорных модулей Compaq PCI формата 3U и рекомендациями по выбору операционной системы для различных встраиваемых приложений. Промышленные сети рассматриваются в аспектах взрывозащиты и беспроводного доступа с описанием соответствующего оборудования и привлечением нормативных документов.

С динамической погрешностью измерительных каналов АСУ ТП поможет разобраться рубрика «В записную книжку инженера».

Всего Вам доброго!

С. Сорокин



В этом номере Вы найдёте компакт-диск компании Dataforth

# СОДЕРЖАНИЕ 2/2011

## ОБЗОР Технологии

### 6 Применение светодиодов в светотехнических решениях: история, реальность и перспективы

Андрей Туркин

Статья посвящена теме использования светодиодов в качестве источников света для светотехнических изделий. Рассматриваются исторические аспекты развития технологии изготовления светодиодов, делается обзор современной продукции основных производителей. Приводятся описания и обсуждаются результаты внедрения светодиодных осветительных устройств на различных объектах. Проводится оценка эффективности таких внедрений и перспектив использования светодиодных решений в системах освещения.



## ОБЗОР Встраиваемые системы

### 22 О выборе встраиваемой ОС для проекта

Николай Горбунов

В статье приводится обзор типовых требований и ограничений проектов по разработке встраиваемых приложений, а также их проекция на основные доступные характеристики встраиваемых ОС. Предлагается унифицированная система критериев сравнения ОС и варианты рекомендаций для конкретных случаев на примере ОС VxWorks, QNX, Wind River Linux, Windows Embedded и RTOS-32.

### 30 Аппаратные средства CompactPCI производства ADLINK Technology. Часть 1

Иван Гуров

В первой части обзора представлен основной модельный ряд процессорных модулей формата 3U CompactPCI тайваньского производителя ADLINK Technology, Inc. Описаны основные характеристики решений на базе архитектуры CompactPCI, проведён краткий экскурс в историю развития компании.



## ОБЗОР Промышленные сети

### 38 Работа с промышленными сетями в зоне класса 2 упрощается

Андреас Геннеке

Во взрывоопасных зонах класса 2 для пользователей промышленных сетей, которые в течение долгих лет эксплуатируют взрывозащищённые электрические аппараты, приборы и другие средства автоматизации, был доступен вид взрывозащиты Ex nL, заключающийся в том, что при конструировании электрооборудования общего назначения принимались дополнительные меры защиты, чтобы в нормальных режимах работы оно не могло стать источником дуговых и искровых разрядов. Новая директива «Искробезопасная цепь уровня ic (Ex ic)» заменяет Ex nL с 2011 года. В данной статье описаны улучшения, которые могут быть обеспечены при реализации возможностей нового стандарта в промышленных сетях FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA.



## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ Металлургия

### 42 Контроль и управление качеством среза катодного осадка в САУ «Электролиз»

Николай Матюшкин,  
Валерий Безумов,  
Владимир Новиков,  
Александр Кабанов,  
Владимир Андронов,  
Александр Дунаев

В статье рассматривается реализация алгоритма оптимизации одного из показателей качества производства тугоплавких редких металлов электролизом расплава солей в составе САУ «Электролиз».



## СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ Нефтегазовая промышленность

### 46 Опыт модернизации АСУ ТП установки переработки нефтешламов

Светлана Филатова,  
Сергей Евченко

В статье описан технологический процесс, реализуемый установкой по переработке нефтешламов в ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ». Рассказано о модернизации АСУ ТП данной установки на базе современных программно-технических средств. Обоснован выбор этих средств, представлены структура и функции модернизированной системы.



© СТА-ПРЕСС

**Встраиваемые Технологии 2011**

Организатор: ООО «Квартал Технологии»  
тел.: +7 (495) 234-40-18  
www.quarta.ru

21 апреля 2011 г., Москва

IV-я ежегодная конференция «Встраиваемые Технологии. Современные программные и аппаратные решения»

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

**СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ****Промышленность стройматериалов****50 Использование системы управления PCS7 и приложения СЕМАТ в цементной промышленности**

*Богдан Кудлак,  
Павел Дехтярчук,  
Андрей Навроцкий*

В статье описана автоматизированная система контроля печного агрегата для обжига сырьевой смеси и получения клинкера при производстве цемента, внедрённая на ОАО «Волынь-Цемент» (г. Здолбунов, Украина).

**СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ****Автоматизация зданий****60 СДКАДУ комплекса зданий исполнительного аппарата СО ЕЭС России**

*Геннадий Гладышев, Юрий Ефимов,  
Антон Прибылов*

В статье представлены аппаратные и программные решения, созданные при разработке и вводе в промышленную эксплуатацию системы диспетчерского управления инженерными системами комплекса зданий исполнительного аппарата Системного оператора ЕЭС РФ. Описан системный подход к решению разнообразных задач проекта от разработки дифференцированного по группам персонала пользовательского интерфейса до применения ActiveX-элементов собственной разработки. Проект представляет собой актуальное типовое решение задач диспетчеризации систем жизнеобеспечения объектов повышенной важности – пунктов управления энергетического комплекса, центров обработки данных банковского уровня или федерального значения и других подобных объектов.

**СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ****Энергетика****66 Модернизация системы телемеханики филиала «Сургутская ГРЭС-2» ОАО «ОГК-4»**

*Юлия Волошко, Александр Данилов, Юрий Дмитриев,  
Александр Перфильев*

В данной статье рассмотрены состав и функционирование системы телемеханики, реализованной для нужд филиала «Сургутская ГРЭС-2» ОАО «ОГК-4». Приведён иллюстративный материал, дающий представление о структуре и аппаратно-программных средствах системы. Перечислены проекты реализации аналогичных систем на базе продукции фирмы Siemens на различных энергетических объектах России.

**СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ****Пищевая промышленность****80 Модернизация АСУ ТП цеха готовой продукции**

*Эдуард Штенгель, Кирилл Спорягин*

Минимизация времени простоя производства при проведении пусконаладочных работ совместно с сокращением капитальных вложений являются ключевыми требованиями при модернизации действующих предприятий. В статье рассмотрены программно-технические решения, использование которых при модернизации АСУ ТП цеха готовой продукции комбината хлебопродуктов позволило выполнить данные требования.

**РАЗРАБОТКИ****Пищевая промышленность****84 Применение современных технологий автоматизации для разработки АСУ ТП молочного завода**

*Александр Швецов*

В статье описан опыт применения новейших разработок фирмы Siemens (библиотек APF TP) для пищевых производств в рамках проекта АСУ ТП молочного завода, выполненного ЗАО НПО «Элевар». Рассмотрены основные этапы разработки, применение модели виртуального завода (на базе PNMIE), основные применяемые в АСУ ТП аппаратные и программные средства.

**АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА****Сетевое оборудование****88 Новые горизонты беспроводного Ethernet: 300 Мбит/с из воздуха**

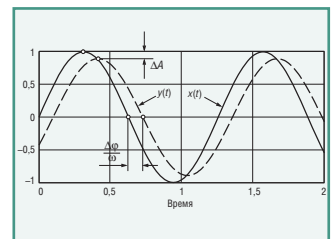
*Иван Лопухов*

В статье рассказывается об истории возникновения, преимуществах и особенностях стандарта Wi-Fi IEEE 802.11n. Дан обзор промышленного оборудования, отвечающего стандартам семейства IEEE 802.11.

**В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА****92 Динамическая погрешность измерительных каналов АСУ ТП**

*Виктор Денисенко*

В статье рассматриваются физические причины и методы оценки динамической погрешности измерительных каналов АСУ ТП. Показано, что динамическая погрешность в практически важных случаях может существенно превышать статическую.

**ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ**

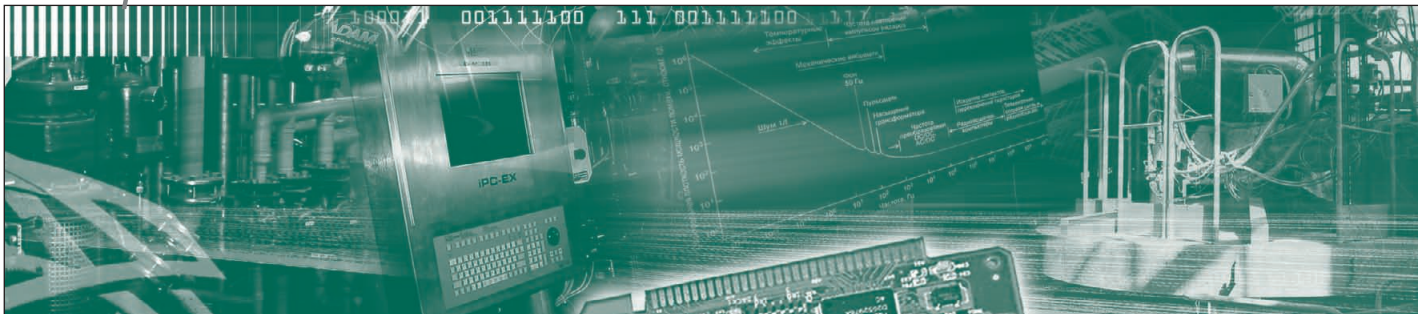
**103**

**БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ**

**109**

**НОВОСТИ**

**44, 65, 76, 97**



Андрей Туркин

## Применение светодиодов в светотехнических решениях: история, реальность и перспективы

Статья посвящена теме использования светодиодов в качестве источников света для светотехнических изделий. Рассматриваются исторические аспекты развития технологии изготовления светодиодов, делается обзор современной продукции основных производителей. Приводятся описания и обсуждаются результаты внедрения светодиодных осветительных устройств на различных объектах. Проводится оценка эффективности таких внедрений и перспектив использования светодиодных решений в системах освещения.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблема освещения является, наверное, одной из самых старых проблем человека. Привычное существование современного общества без использования искусственного освещения невозможно. Люди используют освещение на работе и дома, освещение требуется на улицах, в производственных и учебных помещениях, в магазинах, кино и театрах, кафе и ресторанах и в других общественных местах.

Осветительные приборы и используемые в них источники света постоянно совершенствуются по мере развития науки и техники. Одной из основных целей данного развития, несомненно, является увеличение светового потока источника света, то есть величины, характеризующей мощность его оптического излучения, воспринимаемую человеческим глазом.

Второй целью развития источников света можно назвать снижение потребляемой ими электрической мощности и, как следствие, экономию потребляемой электрической энергии при эксплуатации светотехнических устройств с данными источниками света.

В последние годы проблема экономии электроэнергии приобретает осо-

бую актуальность из-за растущего достаточно быстрыми темпами спроса на электроэнергию во всём мире и ожидаемого дальнейшего увеличения её потребления, вызванного интенсивным развитием производства, транспорта, строительства и т.д. [1].

Исходя из этих целей, ищутся новые решения, на общем фоне которых наибольший интерес в настоящее время проявляется к теме применения светодиодов в качестве источников света для светотехнических систем и установок [2–7]. О светодиодах много говорится, об их особенностях и преимуществах написано большое количество статей, постоянно ведутся дискуссии о возможностях и перспективах их применения в качестве замены ламповым источникам света.

Области применения светодиодов существенно расширились. Если до недавнего времени светодиоды ассоциировались в основном с индикацией в электронных приборах, то сейчас они уже широко используются на транспорте, где устанавливаются в светофары, дорожные знаки, на панели управления в кабинах и салонах транспортных средств, в автомобильной промышленности, где весьма успешно они

«прижились» в габаритных фонарях и фонарях сигнала торможения, и во многих других отраслях. Светодиоды также проникли и в системы освещения, но применение их в этой области пока остаётся относительно новым направлением.

Необходимо отметить, что чёткого понимания возможностей применения светодиодов на сегодняшний день до конца не сложилось. Поэтому движение на рынке светодиодных решений скорее напоминает броуновское, то есть хаотическое, чем поступательное.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВЕТОДИОДАХ

Светодиод (СД, англ. LED – light-emitting diode) – полупроводниковый прибор (диод), излучающий свет при протекании через него электрического тока. Физической основой его работы является эффект протекания тока через р-п-переход. При протекании электрического тока в прямом направлении носители заряда (электроны и дырки) рекомбинируют в области р-п-перехода с излучением фотонов. Область р-п-перехода называется активной областью светодиода, а процесс излучения света при протекании



электрического тока носит название электролюминесценции. Цвет свечения светодиода определяется длиной волны излучения, которая зависит от химического состава материала активной области (связана обратной зависимостью с шириной запрещённой зоны  $E_g$  полупроводника) [8]. Излучаемый свет лежит в узком диапазоне спектра, поэтому в определённых пределах можно считать излучение кристалла светодиода монохроматическим [8].

В корпусе светодиода может находиться один кристалл (однокристалльные светодиоды) или несколько кристаллов (многокристалльные светодиоды). Кристаллы могут соединяться последовательно в группы; эти группы либо имеют индивидуальные выводы для подключения, либо соединяются параллельно.

Корпуса светодиодов могут иметь различную форму и быть изготовленными из различных материалов. Они могут иметь выводы или представлять собой конструкцию, предназначенную для поверхностного монтажа.

Также существуют светодиоды, корпуса которых представляют собой печатную плату на стеклотекстолитовой, алюминиевой или керамической основе. На такую плату монтируется один или несколько кристаллов. Плата имеет отверстия для монтажа, контактные площадки или разъёмы для электрического соединения. На плате могут быть смонтированы компоненты драйвера питания. Такие изделия можно назвать светодиодными модулями/матрицами.

Современные светодиоды можно условно разделить на несколько основных групп по потребляемой мощности: индикаторные, сверхъяркие и мощные.

**Индикаторные светодиоды** представляют собой компактные светодиоды. Они имеют относительно небольшую силу света (до 100 мкд). Рабочий диапазон тока – около 20 мА. Обычно выпускаются в стандартном корпусе с выводами, диаметр основания – 3 или 5 мм. Линзовые колпачки индикаторных светодиодов, как правило, окрашивают в цвет излучаемого света. Такие светодиоды применяются чаще всего в оптических индикаторах.

**Сверхъяркие светодиоды** (англ. High Brightness LEDs, или HB-LEDs) обычно собираются на полупроводниковых кристаллах малого и среднего размеров от 200×200 до 500×500 мкм. Они имеют



Рис. 1. Освещение церкви светильниками XLight на основе светодиодов Cree (г. Владимир)

достаточно высокие световые характеристики (сила света до 10 кд, средний световой поток в белом цвете порядка 20–30 лм и более). Рабочий диапазон токов примерно составляет от 20 до 150–200 мА. Они могут быть выполнены в стандартном корпусе с выводами (диаметр основания – 3, 5 или 10 мм) или в корпусе для поверхностного монтажа (SMD-светодиоды). Сверхъяркие светодиоды имеют широкий спектр применений: световая реклама, дорожные светофоры и указатели, автомобильная светотехника, экраны, мобильные телефоны и т.д.

**Мощные светодиоды** имеют самые большие размеры кристаллов и наибольшие значения световой отдачи (более 50 лм/Вт для белого цвета). Потребляемая мощность в номинальном режиме (ток 350 мА) составляет около 1 Вт. Допускается применение при токах 500 и 700 мА, повышение рабочего тока позволяет увеличить световой поток, при этом наблюдается уменьшение световой отдачи. Мощные светодиоды выпускаются в корпусе для поверхностного монтажа (SMD-корпусе). Основное применение светодиодов данного типа – различные виды освещения: архитектурное (рис. 1), аварийное и эвакуационное, общее.

Физической основой работы светодиодов выступает явление электролюминесценции, то есть излучения веществом оптического сигнала при приложении внешнего напряжения и протекании электрического тока. Первые открытия в области электролюминес-

ценции были сделаны в России и, как часто бывает, совершенно случайно [2]. В 1923 году российский физик Олег Владимирович Лосев обнаружил слабое свечение кристаллов карборунда (современное название материала – карбид кремния) при пропускании через них электрического тока [2, 8]. Таким образом был открыт эффект прямого преобразования энергии электрического тока в энергию оптического излучения, то есть света. Необходимо отметить, что чуть меньше чем за 20 лет до О.В. Лосева, в 1907 году, американский инженер Г. Дж. Раунд также обнаружил аналогичное свечение кристаллов карборунда, но не предложил физического объяснения его причин.

Однако мощность излучения и КПД созданного в начале XX века источника света были настолько малы, что он представлял лишь научный интерес, хотя Лосев уже тогда предположил возможную область применения открытого им эффекта. Практическая же реализация твердотельных светоизлучающих приборов, представляющая коммерческий интерес, стала возможной лишь в 60–70-е годы XX века после обнаружения эффективной люминесценции полупроводниковых соединений типа  $A^{III}B^V$  – фосфида и арсенида галлия и их твёрдых растворов. На основе этих материалов были созданы первые светодиоды, и таким образом был заложен фундамент нового направления науки и техники – оптоэлектроники.

Существенный вклад в развитие данного направления внесли советские

ученые. Жорес Иванович Алфёров — академик Российской академии наук (РАН), директор Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН, лауреат Ленинской премии — получил золотую медаль Американского физического общества за исследования гетероструктур на основе AlGaAs ещё в 70-х годах прошлого века. В 2000 году, когда стало ясно, насколько велико значение этих работ для развития науки и техники, насколько важны их практические применения для человечества, ему была присуждена Нобелевская премия.

В настоящее время одним из наиболее перспективных материалов для создания светодиодов в коротковолновой (синей и зелёной) области видимого спектра считается нитрид галлия (GaN). Технология выращивания нитрида галлия и создания светодиодных кристаллов на его основе развиваются в последние годы весьма бурными темпами. Исследования, начавшиеся в конце 60-х годов группой Жака Панкова в США, и приостановленные в начале 80-х годов XX века по причине технологических трудностей получения материала р-типа проводимости, были продолжены в Японии. В 1989 году Исаму Акасаки и Хироши Амано с коллегами из университета Нагои продемонстрировали первый светодиод на основе GaN со слоем р-типа проводимости. В 1992 году они опубликовали статью о создании первого светодиода на основе GaN с гомогенным р-п-переходом [2]. Данный светодиод излучал свет в ультрафиолетовом и синем спектральном диапазонах. В 1990 году разработкой светодиодов на основе GaN занялся Шуджи Накамура, сотрудник компании Nichia Chemical. Результатом его работы стали первые светодиоды голубого и зелёного свечения, созданные на основе двойных гетероструктур InGaN/GaN с квантовыми ямами, выращенных методом газовой эпитаксии из металлорганических соединений. Эти светодиоды были получены в 1993–1995 годах [2]. Также результатом работы Накамуры стали первые импульсные лазеры и лазеры непрерывного излучения в голубой области спектра, работающие при комнатной температуре, и светодиоды белого свечения с использованием люминофора, преобразующего длину волны синего излучения кристалла в жёлто-зелёное свечение [2, 8, 9].

Именно со второй половины 90-х годов прошлого века, когда специалисты

японской фирмы Nichia Chemical создали первые светодиоды синего и зелёного свечения на основе гетероструктур из GaN и его твёрдых растворов, о светодиодах заговорили как о перспективных источниках излучения [2, 8, 9]. Это время можно считать началом развития светодиодных устройств, а также началом внедрения светодиодов в различные сферы человеческой деятельности. Уже в середине 1997 года к празднованию 850-летия Москвы в столице России в пределах Садового кольца заменили 1000 старых ламповых светофоров новыми светодиодными. До этого же времени светодиоды использовались в основном для приборной индикации.

Новый этап развития светодиодов открылся в начале 2000-х годов, когда известные корпорации Philips (Нидерланды) и Hewlett Packard (США) образовали компанию Lumileds, которая разработала первые мощные светодиоды. В основе этих светодиодов использовались большие кристаллы размером 1×1 мм, номинальный рабочий ток составлял 350 мА, а потребляемая мощность немного превышала 1 Вт. Световая отдача первых таких светодиодов достигала 25 лм/Вт в холодном белом цвете. Эта величина более чем в два раза превысила среднее значение световой отдачи ламп накаливания, что позволило начать замену устройств на лампах накаливания устройствами на светодиодных приборах. В основном это происходило в сферах декоративного и прикладного освещения [2, 9].

С начала 2000-х годов рынок светодиодов стал расти очень быстрыми темпами. По оценкам многих экспертов, в 2007 году объём мирового рынка сверхъярких светодиодов (с показателем силы света выше 100 мкд) составил \$4,2–4,6 млрд. По другим оценкам, объём рынка сверхъярких светодиодов в 2007 году достиг \$6 млрд [9].

До 2008 года рынок развивался очень неравномерно. Так, среднегодовые темпы роста рынка в 2000, 2002 и 2003 годах достигали 50% благодаря значительной активности в секторе мобильных приложений (мобильные телефоны, цифровые камеры, КПК и т.д.). Как только рынок мобильных приложений начал насыщаться, рост рынка сверхъярких светодиодов стал менее существенным [9].

Согласно данным американской исследовательской организации Strategies Unlimited, в 2007 году рынок вырос на

10–11% против 6% в 2006 году. Значительному росту рынка светодиодов в 2007 году способствовал спрос на светодиоды в Азии, связанный со световым оформлением объектов для Олимпийских игр 2008 года в Пекине [9].

В четвёртом квартале 2008 года наметились тенденции снижения темпов роста рынка, особенно в сегменте автомобильной промышленности и мобильных телефонов [9].

В связи с неблагоприятной экономической обстановкой в 2009 году наблюдалось некоторое сокращение объёма рынка светодиодов (по разным данным оно составило до 5%), но в 2010 году его рост возобновился. При этом рост в сегменте рынка мощных светодиодов, по некоторым данным, не прекращался и в этот период.

Несмотря на влияние глобального экономического спада, прогресс способствует росту спроса на светодиоды и изделия на их основе. В дальнейшем ожидается новое ускорение развития рынка благодаря использованию светодиодов в жидкокристаллических панелях и дисплеях, в изделиях автомобильной промышленности и, конечно, благодаря росту популярности полупроводникового освещения. Согласно прогнозам экспертов, в 2013 году объём мирового рынка светодиодов составит \$12,4 млрд при среднегодовом темпе роста, равном 19,3% [9].

На протяжении последних лет многие из числа ведущих производителей, крупнейшими из которых являются компании Nichia, Philips Lumileds и Cree, продолжают интенсивные исследования, направленные на увеличение эффективности светодиодов. Особо стоит отметить успехи компании Cree, последним достижением которой является преодоление значения световой отдачи светодиода 200 лм/Вт, которое до сих пор считалось определённым психологическим и технологическим барьером. Об этом было объявлено на конференции Strategies in Light в феврале 2010 года.

Однако конкуренты идут по пятам, и компания Nichia в августе 2010 года также объявила о своих образцах светодиодов со световой отдачей больше указанного значения. Работы по увеличению эффективности светодиодов и совершенствованию их характеристик ведёт и компания Philips Lumileds. Тем не менее, можно утверждать, что на данный момент Cree, пусть на немного, но всё-таки опережает своих конкурентов.

# Панельные ПК для автоматизации сферы услуг

Решения в широком диапазоне степеней защиты IP64 – IP67



## Эстетичный дизайн с плоской лицевой панелью



### AFL2-W15A

- Модульная система «всё в одном»
- Исключительный внешний вид
- Надежная конструкция



### AFL-F08A

- Панельный ПК «всё в одном» для Windows® 7 с мультисенсорным экраном 8"
- Встроенная видеочамера и микрофоны

## Решения для питания через Ethernet



### AFL-057A-Z530

- Панельный ПК «всё в одном» 5,7"
- Процессор Intel® Атом™ Z510P/Z530P до 1,6 ГГц



### IOVU-751R

- Подходит для питания удаленных устройств
- Рекомендован для снижения затрат на силовую кабель при прокладке электропроводки
- Экономически выгоден и прост в установке

## Панельный ПК с резервным питанием от аккумулятора/со степенью защиты IP67



### UPC-12A

- Панельный ПК «всё в одном» с сенсорным экраном 12,1"
- Экран с яркостью 1000 нит и возможностью восприятия изображения при солнечном свете
- Процессор Intel® Core™2 Duo T9400 2,53 ГГц



### SAILORPC-12A

- 12,1" экран со сверхвысокой яркостью 1000 нит
- Интерфейс CAN для использования на транспортных средствах

## Панельный ПК с четырехъядерной архитектурой (Quad Core)



### PPC-5190A-G41

- Прочный панельный ПК 15"-19"
- Мощный процессор Intel® Core™2 Extreme/Quad/Duo и Celeron®



### WIDS-517A-G41

- Беспроводной панельный ПК 15" и 17"
- Встроенная антенна PIFA
- Быстрая передача данных по стандарту 802.11b/g/n

Помимо большой световой отдачи преимуществом светодиодов является и высокий индекс цветопередачи. Индекс цветопередачи источника света характеризует передачу цвета окружающих объектов при их освещении данным источником света, что обеспечивает так называемое качество света. Вообще термин «качество света» подразумевает целую совокупность факторов, включая цвет, однородность его распределения, равномерность распределения интенсивности, качество цветопередачи и т.д., и не удивительно, что разными людьми качество света понимается по-разному. Поэтому в отличие от других изделий электроники, где основное влияние на спрос оказывают объективные характеристики, оценка светодиодов, производимая, в том числе, и по индексу цветопередачи, заведомо носит более субъективный характер.

Для некоторых применений, таких как освещение рабочих мест, витрин в магазинах, экспонатов в художественных галереях и салонах, вопрос цветопередачи является очень важным. Решение данного вопроса во многом зависит от яркости источника света, однако высокое её значение нередко бывает крайне нежелательным. В таких случаях стоит обратить внимание на использование светодиодных модулей/матриц [9, 10].

Светодиодные модули/матрицы достаточно трудно отнести к той или иной группе в предложенной ранее в данной статье классификации светодиодов, они могут соответствовать как сверхъярким, так и мощным светодиодам. Эта относительно новая продукция имеет некоторые особенности, делающие её перспективной для применения в системах освещения. Одной из таких особенностей можно назвать меньшую яркость, то есть силу света единицы светящейся поверхности, что обусловлено большей площадью светящейся поверхности у модуля, образованной несколькими светодиодными кристаллами. Как следствие, в случае применения светодиодных модулей в качестве источников света возможен меньший эффект ослепления. Второй особенностью светодиодных модулей можно назвать улучшенные тепловые характеристики, что достигается опять же за счёт увеличения площади, занимаемой на плате кристаллами [9].

Одним из первых среди известных мировых производителей, кто стал уделять особое внимание разработке и

развитию светодиодных модулей, была компания Sharp [9, 10].

В следующих разделах статьи будут подробнее рассмотрены мощные светодиоды компании Cree и светодиодные модули компании Sharp.

### СВЕТОДИОДЫ КОМПАНИИ CREE

Компания Cree, основанная в 1987 году как производитель полупроводниковых материалов на основе карбида кремния (SiC), начала активные исследования по разработке светоизлучающих структур нитрида галлия (GaN) и его твёрдых растворов на SiC-подложках в начале 90-х годов прошлого века. С 2005 года две компании – Nichia Corporation и Cree – обеспечивают более 80% мирового производства кристаллов синего и зелёного излучений. При этом Cree традиционно использует технологию эпитаксиального выращивания GaN на SiC-подложках, а Nichia Corporation – на подложках из сапфира. Такую же технологию выращивания на сапфировых подложках при производстве своих кристаллов использует и компания Philips Lumileds.

Технология выращивания GaN на SiC-подложках обладает рядом принципиальных преимуществ перед технологией InGaN на сапфире [11]. Во-первых, SiC обладает на порядок большей теплопроводностью: 3,8 Вт/(см×К) у SiC против 0,3 Вт/(см×К) у сапфира. Это упрощает решение проблемы отвода тепла от активной области кристалла (p-n-перехода), являющейся ключевой для кристаллов с токами более 100 мА. Во-вторых, кристаллическая решётка 6H-SiC обладает лучшим, по сравнению с сапфиром, сродством с GaN, что принципиально снижает концентрацию дефектов и дислокаций в структуре GaN и повышает квантовый выход кристаллов [11].

Основной отличительной особенностью первой серии **XL7090** мощных светодиодов Xlamp компании Cree явился металлокерамический корпус с плавающей линзой из кварцевого стекла, что позволило получить сразу несколько важных преимуществ: во-первых, электрически изолированное теплоотводящее основание упрощает конструирование кластеров на основе СД; во-вторых, эвтектическая посадка кристалла на металлизированную керамическую подложку снимает проблему механических напряжений, возникающих за счёт большой разницы в температурных коэффициентах рас-

ширения при эксплуатации СД в широком диапазоне температур и особенно при отрицательных температурах [11]; в-третьих, корпус не содержит пластмассовых деталей и не требует предварительного приклеивания, что позволяет использовать для монтажа стандартные автоматизированные линии, значительно снижая себестоимость конечных изделий.

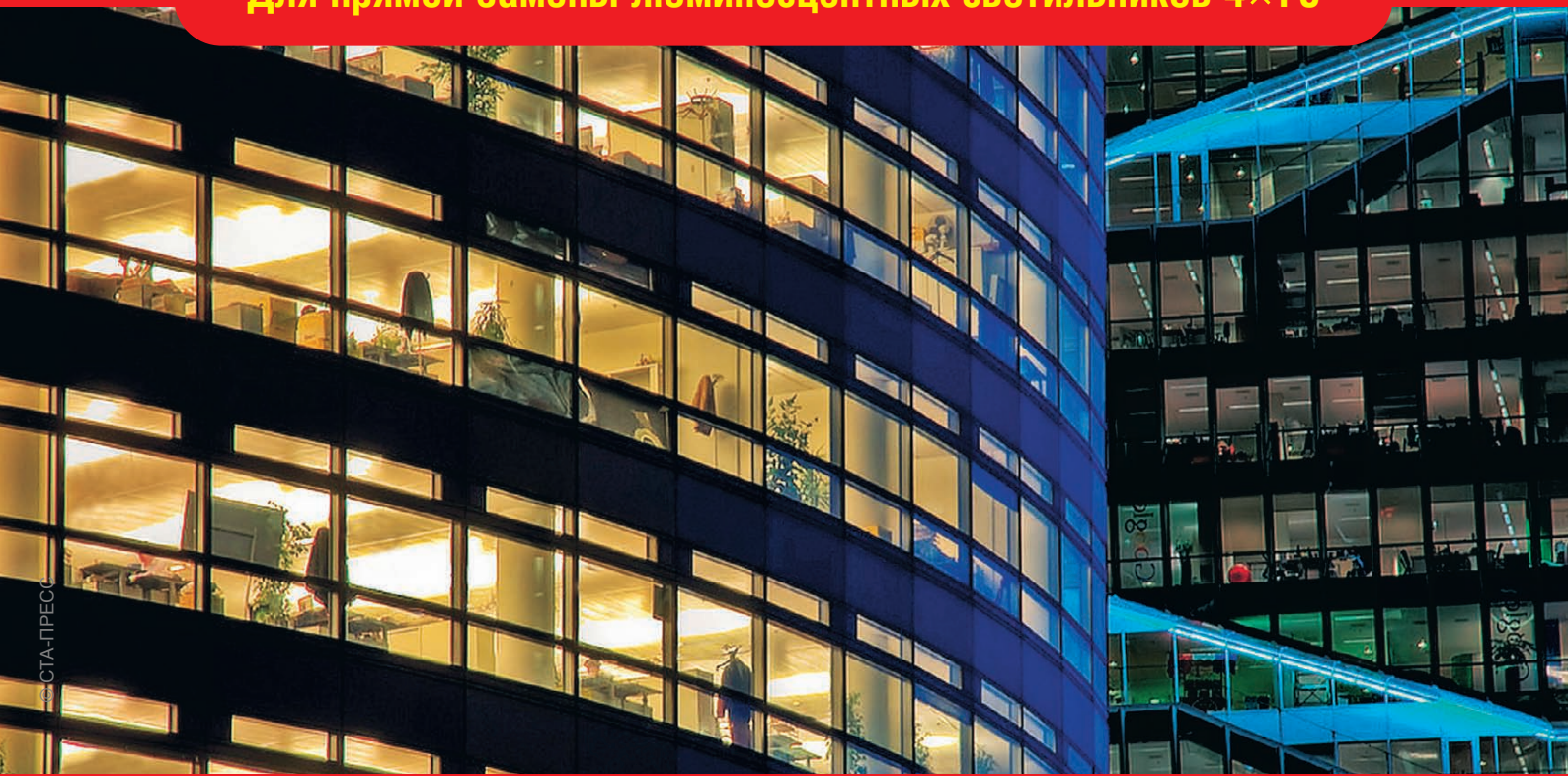
Дальнейшее усовершенствование корпуса светодиодов серии **XR7090** в основном коснулось конструкции отражателя и, самое главное, снижения теплового сопротивления p-n-переход – теплоотводящее основание до 8°С/Вт [11].

Светодиоды Xlamp серий **XR-E** и **XR-C** стали изготавливаться на основе новых кристаллов EZ1000 и EZ700 соответственно. Эти семейства кристаллов компания Cree разрабатывала с 2004 года. Для их массового производства потребовались строительство новой фабрики, переход на SiC-подложки диаметром 100 мм со сверхнизкой плотностью дефектов, разработка новых технологических процессов. Новые кристаллы EZ имеют ряд принципиальных технологических отличий. Например, после формирования гетероструктуры подложка стравливается через маску до 35 мкм с образованием линзовой системы, которая обеспечивает собирание светового потока с поверхности кристалла и формирует стандартную кривую силы света. Кроме того, в этих кристаллах используется новая контактная система, имеющая две контактные площадки для приваривания проводников и выполненная таким образом, чтобы минимизировать площадь контактов на поверхности кристалла, что позволяет увеличить площадь поверхности излучения. В результате удалось добиться существенного улучшения эффективности новых кристаллов по сравнению с кристаллами предыдущей серии, а также с кристаллами других производителей [11].

Претерпела изменение и технология нанесения люминофора. Если в первых светодиодах Xlamp весь объём внутри отражателя между кристаллом и первичной линзой заполнялся взвесью люминофора в геле, что упрощало технологический процесс, но было сопряжено с такими недостатками, как существенная цветовая неоднородность свечения и отсутствие возможности создания эффективной вторичной оптики с углами излучения менее 20°, то в

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ LED-ТЕХНОЛОГИИ

Для прямой замены люминесцентных светильников 4×18



### СЕРИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

Новые светодиодные светильники для внутреннего освещения предназначены для освещения общественных, административных и вспомогательных помещений, офисов, торговых залов, учебных заведений и других общественных помещений. Светильники имеют большую эффективность по сравнению с классическими люминесцентными, не содержат вредных веществ и не требуют обслуживания.

Светильники XLight® имеют встроенные системы защиты от перегрева и являются совершенными осветительными приборами широкого спектра применений.

Высокая эффективность, низкие затраты на обслуживание, исключительная надежность, экологичность и безопасность — основные преимущества светотехнического оборудования XLight®.



#### Особенности светодиодных светильников

- Специальная оптическая система, исключая слепящее действие
- Возможность выбора цветовой температуры
- Широкий температурный диапазон эксплуатации  $-40...+50^{\circ}\text{C}$
- Экономия электроэнергии в 2 раза
- Отсутствие вредных веществ
- Высокая экономичность и эффективность
- Не требуют обслуживания в течение 10 лет
- Гарантия 3 года

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ XLIGHT

#368

новых сериях люминофор наносился непосредственно на кристалл, что позволило практически полностью устранить указанные недостатки.

В результате компании Cree удалось получить изделие, среднее значение световой отдачи которого превышает 90 лм/Вт при токе 350 мА в диапазоне цветовых температур 5500...6500 К, а средняя потребляемая мощность в этом режиме составляет 1,07 Вт [2, 11]. Отдельные приборы обеспечивают световой поток до 120 лм при 350 мА.

В следующих сериях светодиодов **XP-E** и **XP-C**, запущенных в массовое производство во второй половине 2008 года, был существенно изменён корпус. Применение нового материала с большей теплопроводностью позволило сделать корпус светодиода размером 3,45×3,45 мм, то есть уменьшить практически в 5 раз его площадь. При этом тепловое сопротивление практически не изменилось: для светодиода XP-E оно составляет 9°C/Вт. Кроме того, новая конструкция силиконовой линзы, применяемая в светодиодах серии XP, позволяет уменьшить потери при выводе излучения из корпуса, что повышает средний световой поток светодиодов этой серии. Как следствие, растёт эффективность светодиодов: среднее значение светового потока светодиодов XP-E в холодном белом диапазоне (5000...10 000 К) составляет 114 лм, а светодиодов XP-C – 100 лм; при этом значение световой отдачи примерно равно 100 лм/Вт.

Через год компания Cree расширила данную серию, выпустив мощные светодиоды **XP-G**. Величина светового потока в холодном белом диапазоне у светодиодов серии XP-G достигла более 139 лм при токе 350 мА, при этом световая отдача превысила 132 лм/Вт [9].

В конце 2010 года появилась ещё одна серия светодиодов Cree – **XM-L**. Эти светодиоды пока производятся только в холодном белом диапазоне, величина светового потока достигает 280 лм при токе 700 мА.

Достигнутые компанией Cree показатели эффективности впервые позволили говорить о конкуренции светодиодов с большинством традиционных ламп. Можно утверждать, что по световой отдаче белые светодиоды Cree уже сравнялись с традиционными источниками света (разрядными лампами), а последние модели даже превзошли их.

Заслуживает уважения постоянная нацеленность исследователей и разра-

ботчиков компании Cree на улучшение оптических и электрических характеристик своей продукции. Знаменательным событием на этом пути стал уже упоминавшийся факт достижения в феврале 2010 года световой отдачи 208 лм/Вт для мощного светодиода белого цвета свечения: пока только в лабораторных условиях, но была превышена «знаковая» величина 200 лм/Вт, к которой много лет стремились разработчики разных фирм. Значение 208 лм/Вт было получено для светодиода с цветовой температурой 4579 К, что соответствует области естественного белого цвета, при токе 350 мА и комнатной температуре.

### СВЕТОДИОДНЫЕ МОДУЛИ SHARP

Компания Sharp при разработке своих светодиодных модулей делает особую ставку на высокий индекс цветопередачи [9]. У данных изделий значения индекса цветопередачи превышают 90, а в новых разработках достигают 95. Высокие значения индекса цветопередачи подразумевают лучшую передачу цвета окружающих объектов при их освещении. Кроме того, если площадь светящейся поверхности превышает 1 см<sup>2</sup>, как, например, у модулей Zenigata, то снижается яркость источника света, что уменьшает эффект ослепления человека при прямом воздействии излучения источника на глаз.

Серии светодиодных модулей **Zenigata** мощностью 3,6 и 6,7 Вт представлены семью моделями каждая. Разные модели имеют диапазоны цветовых температур 2700...2800 К, около 3000 К, около 4000 К, около 5000 К и около 6500 К, то есть перекрывают всю область белого цвета от тёплого до холодного оттенков [9]. Эти светодиодные модули, особенно модули естественного и тёплого белого цветов, обладают увеличенным индексом цветопередачи и особенно хорошо подходят для освещения жилых помещений.

Новым продолжением многокристальной идеологии в производстве LED-модулей стала серия **MiniZeni** [9]. При разработке конструкции модулей этой серии ставилась задача получить продукцию с характеристиками, аналогичными модулям серий Zenigata, но с некоторым уменьшением габаритов светодиодного кластера для обеспечения возможности использования таких модулей в светильниках с ограниченной площадью для монтажа источника

света. Модули MiniZeni тоже разделяются на две серии изделий с мощностью 3,6 и 6,7 Вт, их световой поток составляет 200 лм и 400 лм соответственно [9].

Конструктивно модуль Zenigata представляет собой керамический квадрат со стороной 18 мм. Наличие отлаженного технологического процесса и опыт производства керамических подложек с высокой теплопроводностью позволили компании Sharp использовать их в качестве основания для монтажа кристаллов. При изготовлении подложек специалисты компании Sharp применили ряд присадок, позволяющих оптимизировать тепловые и механические характеристики подложки, кристалла и теплопроводящего клея, с помощью которого производится монтаж кристаллов [9]. На практике такая оптимизация означает возможность установки модулей Sharp в светильниках, эксплуатируемых в экстремальных климатических условиях. Термоциклирование для таких светильников означает значительные механические нагрузки на светоизлучающие компоненты, и в случае установки многокристальной структуры на алюминиевую подложку разница в механических деформациях кристалла и основания могла бы приводить к повреждениям изделия вплоть до отрыва кристалла от основания. Специалисты компании Sharp заранее предусмотрели это и постарались ликвидировать такую опасность, используя керамическую структуру и тем самым расширяя область применения своих светодиодных модулей [9].

Также стоит отметить максимальное упрощение монтажа светодиодных модулей. Модуль Zenigata имеет специальные отверстия по углам для крепления винтами M2,5, модуль MiniZeni монтируется при помощи теплопроводящего клея. Оба изделия имеют контактные площадки, к которым надо припаивать провода для осуществления электрической коммутации модулей в конечном изделии [9, 10].

### ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ

Как уже отмечалось, несмотря на все успехи технологии светодиодов, их применение для освещения пока ещё не носит массового характера. К началу 2007 года картина внедрения светодиодных светильников в системах освещения за рубежом была следующая:

## BOXER

www.aaeon.com



# № 1

- Core™ 2 Duo
- Без вентиляторов
- Без кабелей
- Гарантия 2 года

## AEC-6920



Расширяемый безвентиляторный встраиваемый компьютер, процессор Intel® Core™ 2 Duo, слот расширения PCI-Express

- Безвентиляторная конструкция
- Процессор Intel® Core™ 2 Duo до 2,0 ГГц
- Слоты расширения: 1 PCI-E/ 1 PCI
- Широкий диапазон напряжений питания
- 2 Ethernet/ 4 COM/ 4 USB/ аудио/ CF-накопитель
- Устойчивость к вибрации до 5g и ударам до 50g

## AEC-6860



Компактный безвентиляторный мультимедийный компьютер, процессор Intel® Core™ 2 Duo

- Безвентиляторная конструкция и компактный размер
- Процессор Intel® Core™ 2 Duo до 1,6 ГГц
- Широкие графические возможности (VGA, S-Video, DVI, LVDS)
- Поддержка LCD TV с разрешением HDTV
- Богатые коммуникационные возможности: Gigabit Ethernet, WLAN, 4 USB, 4 COM



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ААЕОН

#369

# PROSOFT®

Реклама

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



**Рис. 2. Освещение светильниками на основе светодиодов Cree здания ОАО «Газпром» (г. Москва)**

60% проектов касаются освещения торговых площадей и ресторанов, 30% — частных подземных гаражей, 7% — офисов, и лишь около 3% приходится на долю уличного освещения [5–7].

В 2007 году был начат ряд крупных проектов по применению светодиодных источников в уличном освещении. К таким проектам относится анонсированный в феврале 2007 года совместный проект компаний Cree и Lighting Science Group Corporation с правительством штата Северная Каролина (США) под названием LED City («Светодиодный город»). Проект предусматривает постепенный перевод муниципального освещения столицы штата города Роли на светодиоды [5].

Наряду с подобными масштабными проектами реализуются и многочисленные программы постепенной замены традиционных источников света светодиодными. Так, с 2009 года в Великобритании запрещено производство и использование ламп накаливания [7]. В США, в Австралии и в некоторых европейских странах отказ от ламп накаливания планируется начать осуществлять с 2010 года. К 2015 году в упомянутых странах такая же участь может постигнуть и другие источники света [7], а в США к 2014 году планиру-

ется перевести всё уличное освещение на светодиодное [7].

В России на основе светодиодов компании Cree уже несколько лет производятся светильники, которые используются для различных видов освещения. Большинство проектов их внедрения пока носят пробный характер. В Москве ещё в 2007 году было выполнено несколько таких проектов [2–4], в которых производителем светотехнических изделий на базе светодиодных ламп Cree Xlamp выступила российская компания XLight, а поставщиком полупроводниковых изделий и готовых светотехнических решений торговой марки XLight — компания



**Рис. 3. Освещение подземного пешеходного перехода около станции метро «Рижская» (г. Москва) светильниками на основе светодиодов Cree (прямо) и натриевых ламп высокого давления (слева)**



**Рис. 4. Подсветка жилого комплекса «Кутузовская Ривьера» (г. Москва) прожекторами на основе светодиодов компании Cree**

ПРОСОФТ. Среди этих проектов стоит отметить подсветку здания Газпрома на улице Намёткина (рис. 2), установку светильников в подземном переходе в районе станции метро «Рижская» (рис. 3), а также архитектурное освещение жилого комплекса «Кутузовская Ривьера» на улице Нежинская (рис. 4). Данные проекты показали, что применять светодиоды в качестве источников света в светотехнических изделиях возможно и достаточно перспективно.

В 2008–2009 годах в России уже было реализовано достаточное количество проектов по применению светодиодных светильников для освещения. Переход от слов к делу, безусловно, вселяет некоторую надежду. Однако споры о готовности светодиодов заменить традиционные источники света — разрядные лампы — продолжаются, противоборствующие стороны находят всё новые и новые аргументы в пользу своих позиций. Странники применения светодиодов акцентируют внимание на низком энергопотреблении и высокой надёжности светодиодных источников света. Противники в основном отмечают недостаточно высокие светотехнические характеристики и высокую стоимость светодиодных изделий. В процессе споров приводятся примеры внедрения светодиодов в системы освещения, результаты которых зачастую противоречат друг другу.

На сегодняшний день использование светодиодов в освещении может сэкономить средства за счёт двух факторов: снижения потребления электроэнергии и сокращения затрат на эксплуатацию. Развитие светодиодных технологий,





**АСКК** Автоматизированная система комплексного контроля  
энергоресурсов и инженерных систем ЖКХ  
**Создание единого информационного  
пространства для коммунальной инфраструктуры**



Тел.: +7 (495) 232-18-17  
Факс: +7 (495) 232-16-49  
Эл. почта: info@norvix.ru

Официальный партнер  
компании ПРОСОФТ  
[www.norvix.ru](http://www.norvix.ru)

#23



Рис. 5. Освещение сортировочной станции Новоярославская Северной железной дороги светильниками на основе светодиодов Cree

сопровождающееся улучшением светотехнических характеристик и снижением себестоимости светодиодов, привело к появлению мощных светодиодов, световая отдача которых уже сравнима с самыми эффективными разрядными лампами. Этот факт в совокупности с растущей актуальностью задачи экономии потребляемой электроэнергии открывает новые возможности для широкого применения светодиодных изделий в освещении. Примерами таких применений могут быть освещение коридоров и подъездов в жилых домах, освещение технических зон и рабочих мест на предприятиях, освещение складов и хранилищ, освещение витрин и прилавков в магазинах.

Одним из ключевых событий здесь стала программа модернизации экономики, предложенная в прошедшем году Президентом РФ, и её первая задача — энергосбережение и энергоэффективность. Президентом РФ также была поставлена задача по реализации программы «Новый свет». Важнейшей частью этой программы должно быть массовое производство светодиодов и внедрение светотехнических изделий на основе светодиодов. В целях участия в данной программе многие промышленные предприятия начинают проявлять живой интерес к светотехническим изделиям на основе светодиодов.

Пожалуй, самым организованным и хорошо анонсированным откликом на упомянутые президентские программы

является проект ОАО «Российские железные дороги» (РЖД), в рамках которого предполагается повсеместное внедрение в подведомственном хозяйстве энергосберегающих технологий, включая светодиодное освещение [5–7]. В 2008 году, ещё до озвучивания президентских программ, было выполнено несколько пробных инсталляций на разных объектах РЖД: на пассажирских платформах и пешеходных мостах, в ремонтных цехах локомотивного депо, на сортировочных станциях. Впечатление от реализованных проек-

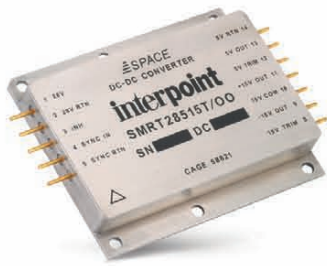
тов положительное, применение светодиодных светильников позволило существенно сократить потребление электроэнергии на отдельных объектах с обеспечением при этом требуемого уровня освещённости [5–7]. В частности, компанией «Доломант» были установлены светодиодные светильники на станции Новоярославская Северной железной дороги (рис. 5). В результате внедрения светильников потребление электроэнергии на освещение объекта снизилось в 2,5 раза (по данным представителей Северной железной дороги) при соблюдении в целом норм освещённости. Объект находится в эксплуатации с середины декабря 2008 года, за истекший период отказов или сбоев оборудования не зарегистрировано. В реализованных в 2009 году проектах был учтён опыт, полученный в ходе пилотных инсталляций, и освещение объектов РЖД светильниками на основе светодиодов было выполнено без существенных замечаний. На рис. 6 представлена фотография станции Шексна Северной железной дороги, на которой проект установки светодиодных светильников был реализован компанией «Доломант» в 2009 году.

В последнее время некоторые российские производители традиционного осветительного оборудования начали осознавать, что светодиоды для них не конкуренты, а возможность выведения своей продукции на новый технологический уровень и получения значительного конкурентного преимущества на рынке. Кроме производителей



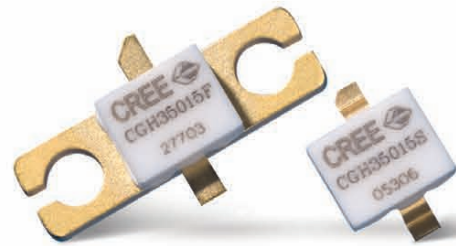
Рис. 6. Освещение станции Шексна Северной железной дороги светильниками на основе светодиодов Cree

# Электронные компоненты для специальных применений



## interpoint

Радиационно-стойкие модули питания DC/DC  
Выходная мощность от 1,5 до 100 Вт  
Суммарная доза до 300 крад (Si)  
Диапазон рабочих температур от -55 до +125°C



## CREE

Радиационно-стойкие СВЧ-транзисторы  
Полоса частот усиления: 0...2,7 ГГц  
КПД свыше 45%  
Диапазон рабочих температур от -40 до +150°C



## PLANAR

Электролюминесцентные дисплеи  
Время отклика < 1 мс  
Диапазон рабочих температур от -60 до +85°C  
Стойкость к ударным и вибрационным воздействиям



## SHARP

Размер по диагонали от 2,5" до 23,0"  
Вибростойкость 1,5g  
Диапазон рабочих температур от -30 до +80°C



## Grayhill

Многоуровневые поворотные переключатели  
Количество секций/контактов: 1-12  
Диапазон рабочих температур от -65 до +125°C



## Switchcraft

Влагостойкие соединители (IP65/67)  
Количество контактов: 2-36  
Электрические характеристики: 500 В, 23 А  
Диапазон рабочих температур от -55 до +85°C

Компания ПРОСОФТ — ведущий дистрибьютор радиоэлектронных компонентов на территории России и стран СНГ, обладает разрешением на поставки:

- компонентов на предприятия ОПК с обязательной военной приемкой;
- электронных радиоизделий, радиоэлектронной аппаратуры и радиоэлектронных компонентов для применения в оборудовании объектов атомной энергетики на основании лицензии Федерального надзора России по ядерной и радиационной безопасности.

## КОМПОНЕНТЫ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

# PROSOFT®

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

реклама

светотехнических изделий, в широком распространении светильников на основе СД также могут быть заинтересованы и энергетики. Ведь экономия электроэнергии при замене ламп накаливания на СД составляет до 80%, а при замене люминесцентных ламп — свыше 40% [2, 3, 6, 11], что позволяет энергетикам использовать сэкономленную на освещении электроэнергию на другие цели и по другим тарифам. Например, замена светильников с натриевыми лампами на светодиодные в уже упоминавшемся подземном переходе в районе станции метро «Рижская», по сведениям ГУП «Моссвет», принесла экономию электроэнергии почти 40% при сохранении прежнего уровня освещённости [5, 11].

Правда, стоит заметить, что пока инсталляции светодиодных светильников в городском хозяйстве Москвы не носят массового характера, тем не менее, такие внедрения появляются. Помимо подземного перехода можно назвать проект инсталляции светодиодных уличных светильников в проезде Дубовой Роши (рис. 7) [5, 7, 11].

Практически во всех упомянутых в данной статье проектах в светотехнических изделиях были использованы мощные светодиоды Cree Xlamp.

Попытки перехода на светодиодные технологии предпринимаются в отношении не только уличного освещения, но и внутреннего освещения помещений. Светодиодные светильники устанавливают в цехах промышленных предприятий (рис. 8), на складах, в офисах.

Технические трудности использования светодиодов в светильниках заклю-

чаются в том, что необходимо решить задачу правильного распределения света в нужном направлении. Большинство отечественных производителей, делающих первые шаги в области светодиодного освещения, пытаются использовать существующие корпуса светильников, предназначенные под лампы. Этот путь не совсем верный. Светильник с традиционной лампой годами приобретал своё конструкторское решение, основываясь на конструкции и характеристиках конкретных источников света — ламп. Светодиоды изначально отличаются от ламп по конструкции, поэтому и подход к конструкции светодиодного светильника должен быть иным. В частности, для получения нужной кривой силы света (КСС) необходимо либо применение вторичной оптики (линз), меняющей направление светового потока, либо расположение источников (светодиодных модулей) на криволинейной поверхности, рассчитанной с учётом светотехнических характеристик светодиодов. И те и другие решения существуют, остаётся только довести до совершенства конструкцию светового прибора. Применение вторичной оптики ведёт к снижению светового потока, но есть возможность использования различных линз для получения разных вариантов КСС, необходимых для освещения того или иного типа улицы. Применение в светильниках криволинейных поверхностей для расположения светодиодов влечёт за собой увеличение их слепящего действия на наблюдателя. Это может негативно проявиться, прежде всего, в уличном освещении,

где возможно ослепление пешехода или, что особенно опасно, водителя. Поэтому в данном случае необходимо использовать какие-либо дополнительные конструкции для доведения защитного угла до величины, обеспечивающей требуемые параметры освещения. Думается, что со временем эти вопросы будут решены.

Важным фактором, во многом определяющим экономическую эффективность применения осветительных устройств на основе СД, является их долговечность. Время жизни СД превышает время жизни люминесцентных ламп в несколько раз, а ламп накаливания — в десятки раз. Кроме того, светодиоды в отличие от ламп не являются хрупкими, поэтому для устройств на их основе характерна высокая вандалостойкость. Возможность низковольтного питания делает их также безопасными, то есть не являющимися потенциальными источниками возникновения пожара или взрыва, а отсутствие в составе светодиодов вредных веществ существенно упрощает и удешевляет их утилизацию. Благодаря всем этим факторам, а также увеличившейся за последние годы световой отдаче светодиоды стали востребованными источниками света уже сейчас и должны завоевать новые сферы применения в самом ближайшем будущем.

Одной из таких новых сфер применения светодиодных светильников может стать растениеводство. Оптическое излучение является источником энергии для фотосинтеза, причём преимущественно поглощается длинноволновая часть спектра (красные лучи), а



Рис. 7. Светильники XLight на основе светодиодов Cree в проезде Дубовой Роши (г. Москва)

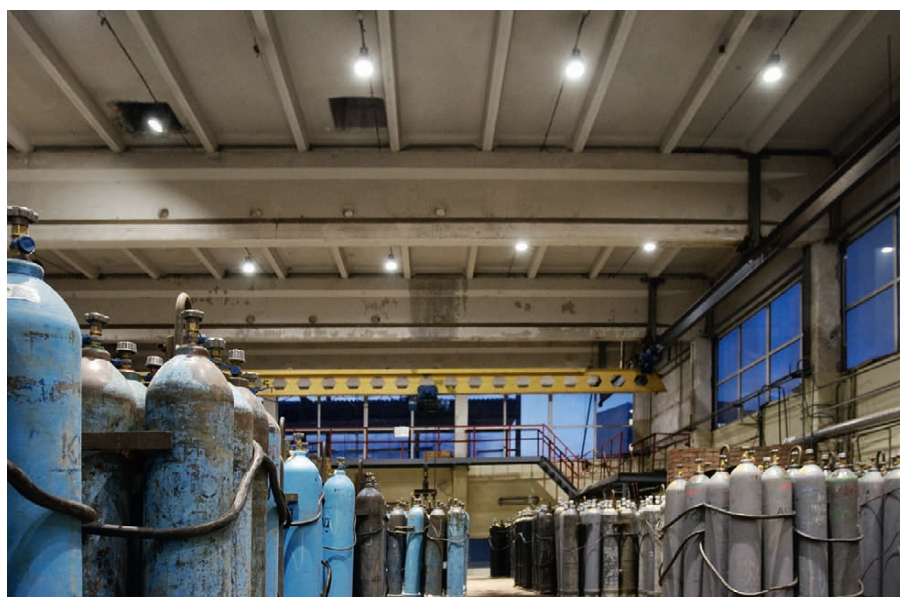


Рис. 8. Освещение цеха предприятия «Логика» (г. Москва, Зеленоград) промышленными светильниками XLight на основе светодиодов Cree

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ LED-ТЕХНОЛОГИИ

Экономия электроэнергии до 70%

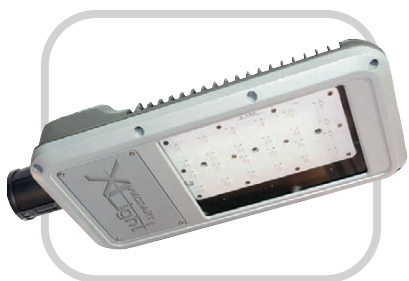


### СЕРИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Новые светодиодные светильники для освещения улиц и автомобильных парковок, парковых и пешеходных зон, дворовых и придомовых территорий, территорий школ, детских садов, общественных и административных зданий, железнодорожных платформ и станций. Светильники максимально используют все преимущества светодиодов: низкое потребление электроэнергии и высокую эффективность.

Светильники XLight® имеют системы защиты от попадания пыли и влаги, перегрева электронного блока питания и управления и являются совершенными осветительными приборами для применения в различных областях.

Высокая эффективность, низкие затраты на обслуживание, исключительная надежность, экологичность и безопасность – основные преимущества светотехнического оборудования XLight®.



#### Особенности светодиодных светильников XLD-ДКУ05/06

- Специальная оптическая система, обеспечивающая равномерное освещение
- Компактные размеры
- Широкий диапазон рабочих температур: -40...+50°C
- Класс защиты IP65
- Высокая экономичность и эффективность
- Гарантия 5 лет

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ XLIGHT В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

#368

**PROSOFT®**

Телефон: (495) 232-1652 • E-mail: info@xlight.ru • Web: www.xlight.ru

влияние коротковолновой части (синезелёной) менее существенно [12]. Исследования воздействий излучения видимого спектрального диапазона на растения, например на эффективность фотосинтеза и продуктивность различных растений, ведутся уже достаточно давно. В процессе исследований установлено, что свет, полученный разными пигментами, расходуется на разные цели: пигменты с пиком чувствительности в красной области спектра отвечают за развитие корневой системы, созревание плодов, цветение растений; пигменты с пиком поглощения в синей области отвечают за увеличение зелёной массы; зелёная часть спектра излучения полезна для фотосинтеза оптически плотных листьев и листьев нижних ярусов, куда синие и красные лучи почти не проникают. Остальные части спектра растениями практически не используются [12].

Современные светодиоды перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра: от красного до фиолетового цвета. Диапазон длин волн излучения светодиодов в красной области спектра составляет от 620 до 635 нм, в оранжевой — от 610 до 620 нм, в жёлтой — от 585 до 595 нм, в зелёной — от 520 до 535 нм, в голубой — от 465 до 475 нм и в синей — от 450 до 465 нм. Таким образом, составляя комбинации из светодиодов разных цветовых групп, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне [12]. Кроме того, можно подобрать спектральные линии светодиодного светильника так, чтобы они с достаточно высокой степенью совпадали с пиками кривой спектральной эффективности фотосинтеза, что может улучшить эффективность усваивания света растениями, а возможность управления интенсивностью излучения светодиодов с помощью изменения тока может позволить изменять интенсивность той или иной спектральной составляющей в зависимости от вегетационного периода растений. Осуществлять такое регулирование величины тока вполне по силам автоматизированным системам, которые управляют современными теплицами [12].

В принципе, возможность управлять интенсивностью светодиодов с помощью современных систем управления является очень важным их преимуществом при использовании в промышленном освещении, уличном освещении и освещении внутри зданий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ведущие производители светодиодов уже имеют лабораторные образцы СД, световая отдача которых превышает 200 лм/Вт, что превосходит световую отдачу самых эффективных ныне ламп — натриевых ламп высокого давления. Прогресс в технологии производства мощных светодиодов и мировой кризис, заставивший с большим вниманием относиться к вопросам энергосбережения и энергоэффективности, могут способствовать выходу мощных светодиодов на первые роли среди источников света для систем освещения уже в самом ближайшем будущем. Такую возможность подтверждают представленные в данной статье проекты, в которых системы освещения на основе мощных СД позволили получить требуемые значения светотехнических параметров, существенно снизив при этом величину потребляемой электроэнергии.

Означает ли это, что в ближайшие несколько лет начнётся повсеместное внедрение в осветительные приборы светодиодов в качестве источников света, покажет время. Всё-таки существуют два основных недостатка светодиодов: высокая цена (следствием чего является высокая себестоимость люмена) и принципиально отличающееся от традиционных источников света (ламп) распределение света. Первый недостаток значительно повышает начальную стоимость светотехнических установок на основе светодиодов, второй делает невозможным прямую замену ламп на светодиоды в существующих изделиях, что требует дополнительных затрат на разработку новых систем. Безусловно, эти факторы сказываются на развитии светодиодных решений в светотехнике очень негативно и сильно тормозят его.

Однако существуют и факторы, стимулирующие внедрение светодиодных решений в светотехнику. Основными здесь выступают целевые программы, направленные на внедрение энергосберегающих технологий. Одной из них стала президентская программа «Новый свет», ориентированная на энергосбережение, энергоэффективность и модернизацию экономики и предусматривающая массовое производство светодиодов и внедрение светодиодных светильников. Также важную роль играют отраслевые программы, например программа ОАО «РЖД» по внедрению светодиодного освещения объектов железнодорожного транс-

порта в рамках общеотраслевой программы энергосбережения.

Безусловно, важным шагом к массовому внедрению светодиодов в светотехнические устройства должны стать принятые санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585-10. В них светодиоды одобрены к применению в качестве источников света с некоторыми ограничениями. Этот документ, содержащий изменения и дополнения ранее действующих гигиенических требований к освещению жилых и общественных зданий, зарегистрирован в Минюсте РФ, утверждён главным санитарным врачом РФ и вступил в силу 15 марта 2010 года.

В настоящее время ведутся разговоры о необходимости пересмотра действующих стандартов по освещению (ГОСТов, ОСТов и т.п.), в которых использование светодиодов не учитывается, между тем как потребность в их широком применении уже назрела. Данную работу пытаются одновременно инициировать и вести разные организации, оценивая её как одну из самых приоритетных. Однако надо отметить, что требования действующих стандартов в основном ориентированы на величины светотехнических характеристик, которых необходимо достигать при освещении тех или иных объектов, при этом строго не закрепляется, какими именно светильниками и с какими именно источниками света это надо делать. Так что источники света, разрешённые к использованию в освещении, определяются, прежде всего, в санитарных правилах и нормах, а туда светодиоды уже внесены.

Конечно, жизнь идёт, наука развивается, техника прогрессирует, и, как следствие, должны пересматриваться стандарты. Но нужно отметить, что главный шаг уже сделан и светодиоды включены в список источников света, разрешённых к использованию в светотехнических изделиях.

Также способствовать широкому распространению светодиодных технологий должны следующие меры, проведённые на государственном уровне:

- принятие технического регламента «О безопасности низковольтного оборудования» в статусе Федерального закона от 27.12.2009 № 347-ФЗ (принят ГД РФ 23.12.2009, одобрен СФ РФ 25.12.2009);
- установление запрета на приобретение государственными заказчиками ламп накаливания с 01.01.2011 на

основе Федерального закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ.

Подводя итоги обзора, можно сказать, что светодиоды по таким своим свойствам, как надёжность, долговечность, стойкость к механическому воздействию, изначально превосходили традиционные источники света. По фотометрическим и электрическим параметрам они в настоящее время сравнялись с самыми эффективными лампами, а уже в ближайшие год-два наверняка превзойдут их. Себестоимость излучаемого светодиодом люмена пока остаётся высокой, но наблюдается её постепенное снижение. Эти свойства на фоне низкого собственного энергопотребления светодиодов делают их всё более привлекательными. Общая мировая тенденция, направленная на уменьшение потребления электроэнергии и повышение энергоэффективности экономики, поддерживается уже на государственном уровне и подкрепляется соответствующими законами, что также положительно влияет на расширение использования светодиодов в качестве источников света в светотехнических устройствах.

Ближайшие годы должны показать, насколько данные рассуждения обос-

нованны, и если они окажутся верны, то уже к 2015 году мы сможем наблюдать доминирование светодиодных изделий в окружающих нас светотехнических устройствах. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг Ю.Б. Энергосбережение — одна из важнейших проблем современной светотехники // Светотехника. — 2007. — № 6. — С. 6–10.
2. Гужов С., Полищук А., Туркин А. Концепция применения светильников со светодиодами совместно с традиционными источниками света // Современные технологии автоматизации. — 2008. — № 1. — С. 14–18.
3. Полищук А.Г., Туркин А.Н. Перспективы применения светильников со светодиодами для энергосберегающего освещения // Энергосбережение. — 2008. — № 2. — С. 52.
4. Полищук А.Г., Туркин А.Н. Светодиодные светильники — эффективный метод решения проблемы энергосбережения // Энергосбережение. — 2008. — № 3. — С. 30–31.
5. Туркин А. Перспективы применения мощных светодиодов Cree для освещения // Новости электроники. — 2009. — № 9.
6. Туркин А.Н. Мощные светодиоды — современное решение проблемы энергосбе-

режения // Энергосбережение. — 2009. — № 7. — С. 36–37.

7. Туркин А. Мощные светодиоды Cree для освещения: основные преимущества и перспективы применения // Полупроводниковая светотехника. — 2009. — № 2. — С. 14–17.
8. Шуберт Ф.Е. Светодиоды / пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. — М.: Физматлит, 2008. — 496 с.
9. Смирнов В., Туркин А. Sharp LED — и мощно, и ярко // Полупроводниковая светотехника. — 2010. — № 2. — С. 14–17.
10. Полищук А.Г., Туркин А.Н. Новое поколение светодиодов компании Cree для освещения // Автоматизация в промышленности. — 2008. — № 7. — С. 20–23.
11. Киптик М.И. Светодиоды в наружном освещении // Светотехника. — 2009. — № 3. — С. 32.
12. Бахарев И., Прокофьев А., Туркин А., Яковлев А. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы // Современные технологии автоматизации. — 2010. — № 2. — С. 76–82.

Автор — сотрудник фирмы  
**ПРОСОФТ**

Телефон: (495) 234-0636

E-mail: info@prosoft.ru

## Топологический трассировщик печатных плат **ToroR** — это:

- Высокая скорость и великолепное качество трассировки
- Превосходный набор инструментов, который многократно сокращает сроки разработки электронных устройств
- Гладкие, без изломов, проводники
- Уникальные алгоритмы и нетрадиционные подходы к решению сложных задач
- Автоматическое выравнивание задержек в сигналах

### Весенняя акция: вторая лицензия в подарок

Узнайте подробности на нашем сайте [www.eremex.ru](http://www.eremex.ru) или свяжитесь с нами по телефону (495) 232-1864

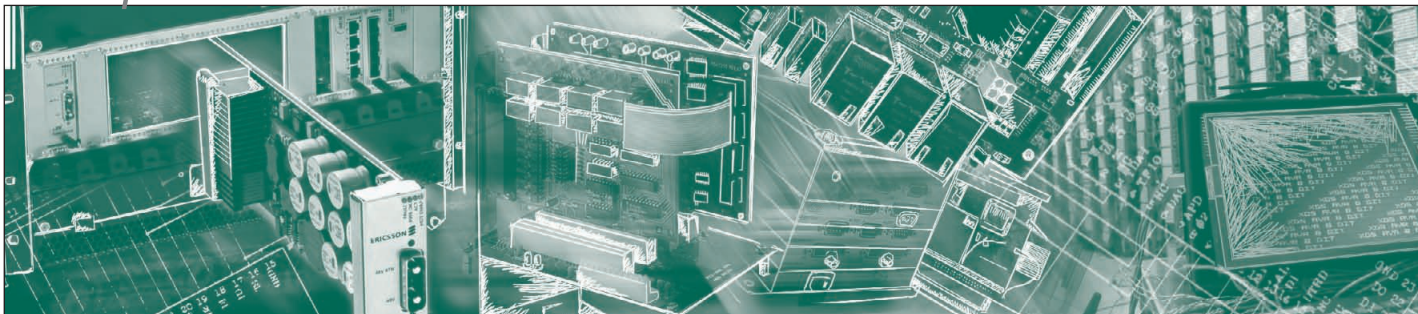
**EREMEX**  
Innovative Approach to Electronics Design

Москва • Тел.: +7 (495) 232-1864 • Факс: +7 (495) 232-1654  
info@eremex.ru • www.eremex.ru



**ToroR** Инструмент для создания шедевра

#347



Николай Горбунов

## О выборе встраиваемой ОС для проекта

В статье приводится обзор типовых требований и ограничений проектов по разработке встраиваемых приложений, а также их проекция на основные доступные характеристики встраиваемых ОС. Предлагается унифицированная система критериев сравнения ОС и варианты рекомендаций для конкретных случаев на примере ОС VxWorks, QNX, Wind River Linux, Windows Embedded и RTOS-32.

### ПРОБЛЕМА ВЫБОРА, ИЛИ ДАЛЕКО ЛИ ДО ТРАКТОРА

Есть мнение, что свобода – это отсутствие выбора; к процедуре выбора встраиваемой ОС этот тезис подходит как нельзя лучше. Действительно, если выбор из одного варианта всегда очевиден, то как только вариантов становится десять или больше (а число доступных на рынке в настоящий момент встраиваемых ОС измеряется десятками), встает вопрос оптимальности. Си-

туация усугубляется тем, что каждый производитель всегда стремится показать положительные стороны своего продукта и завуалировать его ограничения, в результате получается, что один продукт самый производительный, другой самый компактный, а третий самый надёжный.

Как следствие, разработчикам приходится либо самостоятельно проводить сложную аналитическую работу и строить собственную систему критери-

ев (пример такой системы, приведённой в аналитическом обзоре рынка встраиваемых ОС за 2010 год от компании VDC, представлен на рис. 1), либо (что происходит гораздо чаще) делать выбор иррационально, основываясь на моде, привычках, личных симпатиях и прочих факторах, к конечной задаче непосредственного отношения не имеющих. Между тем, опыт многих инженерных проектов подсказывает, что опрометчиво выбирать сердцем то, что



Рис. 1. Основные характеристики, используемые при выборе встраиваемой ОС (% респондентов, по данным опроса VDC за 2010 год)



будет использоваться руками, потому что, как известно, чем круче джип, тем дольше идти за трактором. Иными словами, соблазн сделать выбор побыстрее, чтобы сразу приступить к делу, всегда чреват необходимостью иметь дело с последствиями этого выбора на протяжении всей жизни проекта.

Рациональный выбор всегда сложнее, потому что чёрт, как известно, кроется в деталях, а деталей в технических системах много. Но и это ещё не всё: чтобы оценить применимость продукта в той или иной задаче, нужно не просто знать его характеристики, но и выразить их в терминах поставленного технического задания (ТЗ), потому что иначе получается «в огороде бузина, а в Киеве дядька». Настоящая статья подходит к выбору ОС «от задачи», предполагая, что в наличии имеются следующие исходные данные:

- требуемые характеристики системы/изделия;
- необходимые технологии;
- готовые наработки и опыт, имеющиеся у компании-разработчика;
- выбранное оборудование;
- целевой рынок системы/изделия;
- экономические ограничения проекта.

В каждой группе выделяются измеримые (а значит, позволяющие произвести сравнение) характеристики ОС, влияющие на конечный выбор, и приводится несколько конкретных иллюстраций. В качестве примеров встраиваемых ОС, доступных для выбора, используются:

- VxWorks и Wind River Linux американской компании Wind River;
- QNX канадской компании QNX Software Systems;
- Windows Embedded Standard и Windows Embedded Compact американской корпорации Microsoft;
- RTOS-32 немецкой компании On Time Informatik.

Итак, пойдём по порядку.

## ВЫБОР ОС И ТРЕБУЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

Для любой системы существуют критерии качества, которым она должна соответствовать, чтобы успешно выполнять свою задачу. Критерии эти в различных случаях индивидуальны и могут включать в себя пропускную способность, допустимое время внепланового простоя, параметры удобства интерфейса, скорость обработки внешнего события и т.п. Это измеримые величины, которые прописываются

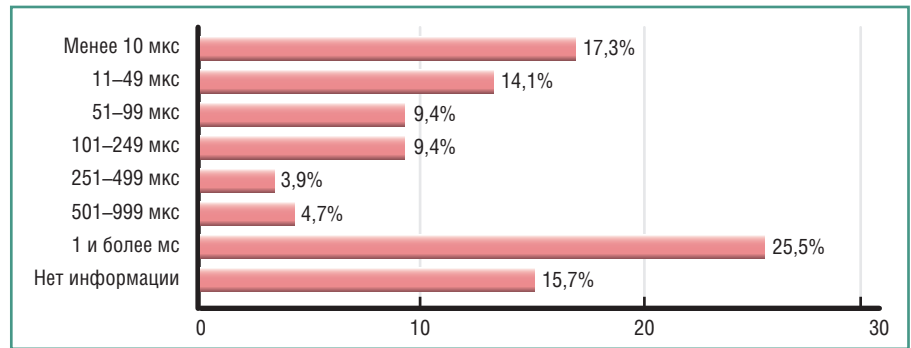


Рис. 2. Технические требования к времени реакции на прерывание для текущего проекта (% респондентов, по данным опроса VDC за 2010 год)

ся в ТЗ и контролируются на приёмодаточных испытаниях; возможность их обеспечить тесно связана с техническими характеристиками используемой ОС. Со стороны ОС в число заявляемых производителями характеристик обычно входят:

- архитектурные принципы (тип ядра и планировщика, модель многозадачности и т.п.);
- временные характеристики (время реакции на прерывание, время переключения контекста, время перепланирования и т.п.);
- поддержка реального времени («жесткое», «мягкое» или отсутствует);
- показатели надёжности (например, среднее время восстановления после отказа);
- метрики производительности (например, пропускная способность файловой системы на заданном носителе).

Все эти показатели могут использоваться для оценочных расчётов конечных свойств системы, причём полезными здесь могут оказаться не только численные характеристики, но и общие архитектурные принципы, потому что многие свойства ОС непосредственно вытекают из её архитектуры (как принято говорить у химиков, строение определяет свойства).

К примеру, чтобы оценить, справится ли система с расчётной нагрузкой, нужно обращать внимание на время реакции и метрики производительности ОС, а также на их детерминированность, поскольку обработать событие быстро — это одно дело, а обработать его *вовремя* — совсем другое. Если в исходной задаче жёстко регламентировано максимальное время отработки внешнего события, то для решения задачи необходима ОС «жесткого» реального времени, временные характеристики которой детерминированы; в противном случае можно обойтись

ОС «мягкого» реального времени или ОС общего назначения. Примечательно, что по результатам опросов в большинстве проектов от ОС требуется либо очень медленная (от единиц мс), либо, наоборот, очень быстрая (до десятков мкс) реакция (рис. 2).

Аналогично, когда речь идет об оценке надёжности, следует иметь в виду, что надёжность программной системы складывается из двух основных составляющих:

- *безотказности*;
- *отказоустойчивости*.

Безотказность, в свою очередь, складывается из безотказности как самой ОС, так и прикладного кода, а значит, зависит не только от ОС, но и от принятого для нее инструментария прикладного программирования (чем совершеннее инструментарий разработки, отладки и диагностики, тем больше у разработчика возможностей написать код с минимальным количеством дефектов). К факторам, определяющим безотказность, можно также отнести используемый в ОС механизм защиты от проблемы инверсии приоритетов, которой страдают все ОС с вытесняющим планировщиком, — если ОС не умеет корректно обрабатывать ситуацию инверсии приоритетов, то некорректно спроектированное взаимодействие программных компонентов может стать причиной потери детерминированности, что в системах жесткого реального времени зачастую ведёт к катастрофе.

Что касается отказоустойчивости, то здесь большую роль играет архитектура ОС. В частности, ОС на основе микроядра считаются более отказоустойчивыми за счёт того, что в кольце ядра (а значит, с расширенными привилегиями) выполняется только критический системный код; аналогично, повышенную отказоустойчивость обеспечивают защита памяти и другие механизмы

Таблица 1

Сравнительные характеристики встраиваемых ОС

ХАРАКТЕРИСТИКИ	Wind River VxWorks		Wind River Linux		Windows Embedded Standard		Windows Embedded Compact		On Time RTOS-32	
	QNX Neutrino	Архитектура	Монолитное	Гибридное	Гибридное	Монолитное	Гибридное	Монолитное	Гибридное	Монолитное
Тип ядра	Микроядро	Гибридное	Монолитное	Гибридное	Гибридное	Монолитное	Гибридное	Монолитное	Гибридное	Монолитное
Защита памяти	Да	Настраиваемая	Да	Да	Да	Настраиваемая	Да	Настраиваемая	Да	Настраиваемая
Реальное время	Жёсткое	Жёсткое	Мягкое/жёсткое	Жёсткое	Нет	Жёсткое	Жёсткое	Жёсткое	Жёсткое	Жёсткое
Время отклика	Единицы мкс	Единицы мкс	Единицы мкс	Единицы мкс	Не регламентировано	Десятки мкс	Десятки мкс	Десятки мкс	Десятки мкс	Десятки мкс
Количество уровней приоритета	64	256	256	256	32	256	256	64	64	64
Дисциплины планирования	FIFO, карусельная, спорадическая	Карусельная	FIFO, карусельная, адаптивная по типу HPRN *	Карусельная	Карусельная, адаптивная по типу HPRN *	Карусельная	Карусельная	Карусельная, адаптивная по типу HPRN *	Карусельная	Карусельная, адаптивная по типу HPRN *
Поддержка кэширования ресурсов процессора (ARINC 653)	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Требуемый объем ПЗУ	Единицы Мбайт	Сотни килобайт	Десятки Мбайт	Сотни килобайт	Сотни Мбайт	Десятки Мбайт	Десятки Мбайт	Сотни килобайт	Десятки Мбайт	Сотни килобайт
Возможность динамического восстановления при отказе	Любые системные и пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только пользовательские процессы	Только система целиком
<b>Поддерживаемые технологии (в том числе доступные через партнёрскую сеть)</b>										
Поддержка многопроцессорности	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP	SMP, AMP
Стек IPv4	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Стек IPv6	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет
Средства графического интерфейса	Штатная графическая оболочка, Qt, Adobe Flash Lite	Штатная графическая библиотека, Qt, пакет Tilscon Graphics Suite	Графические оболочки X.org и GNOME, пакет Tilscon Graphics Suite, Qt, Adobe Flash Lite	Штатная графическая оболочка, Qt, Adobe Flash, Microsoft Silverlight	Штатная графическая оболочка, Qt, Adobe Flash, Microsoft Silverlight	Штатная графическая оболочка, Qt, Adobe Flash, Microsoft Silverlight	Штатная графическая оболочка, Qt, Adobe Flash, Microsoft Silverlight	Штатная графическая оболочка, Qt, Adobe Flash, Microsoft Silverlight	Штатная графическая оболочка, Qt, Adobe Flash, Microsoft Silverlight	Штатная графическая библиотека
Поддержка мультимедиа	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет
Функции управления энергопотреблением	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет
Поддержка реляционных баз данных	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет
Поддержка OPC/ OPC-шлюзов	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет
Поддержка эмуляторов ПЛК (Soft-PLC, МЭК 61131-3)	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка промышленных шин	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
<b>Инструментарий разработчика</b>										
Интерфейс прикладного программирования (API)	POSIX	POSIX	POSIX	POSIX	Win32	Win32	Win32	Win32	Win32	Win32
Интегрированная среда разработки	Штатная IDE на базе Eclipse	Штатная IDE на базе Eclipse	Штатная IDE на базе Eclipse	Штатная IDE на базе Eclipse	MS Visual Studio, Visual Studio Express	MS Visual Studio, Embedded Visual C++	MS Visual Studio, Embedded Visual C++	MS Visual Studio, MS Visual C++, Borland C/C++, Borland C++ Builder, Borland Delphi	MS Visual Studio, MS Visual C++, Borland C/C++, Borland C++ Builder, Borland Delphi	MS Visual Studio, MS Visual C++, Borland C/C++, Borland C++ Builder, Borland Delphi
Поддерживаемые языки программирования/моделирования	C/C++, Java, UML, Python, Ruby, Ada, Fortran	C/C++, Java, UML, Ada, Fortran	C/C++, Java, UML, Python, Ruby, Ada, Fortran, Pascal	C/C++, C#, Visual Basic .NET, F#, Ruby, Java, UML, Ada, Fortran, Pascal	C/C++, C#, Visual Basic .NET, F#, Ruby, Java, UML, Ada, Fortran, Pascal	C/C++, C#, Visual Basic .NET, Python, Ruby, Fortran, Pascal	C/C++, C#, Visual Basic .NET, Java, UML, Python, Ruby, Fortran, Pascal	C/C++, Ada, Pascal	C/C++, Ada, Pascal	
Поддержка JTAG-отладчиков	Да	Да	Да	Да	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Поддерживаемые инструментальные ОС	Windows, Linux	Windows, Linux, Solaris	Windows, Linux, Solaris	Windows, Linux, Solaris	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows	Windows
<b>Поддерживаемое оборудование</b>										
Поддерживаемые архитектуры процессоров	x86, ARM, MIPS, PowerPC	x86, ARM, MIPS, PowerPC, ColdFire	x86, ARM, MIPS, PowerPC, SPARC	x86, ARM, MIPS, PowerPC, SPARC	x86	x86, ARM, MIPS, SuperH-4	x86	x86	x86	x86
<b>Типовые применения и сертификация</b>										
Типовые применения	Ответственные системы, авиация/космонавтика, промышленные контроллеры, военные приложения, коммуникационные приборы	Ответственные системы, авиация/космонавтика, промышленные контроллеры, военные приложения, коммуникационные приборы	Коммуникационные устройства, мобильные устройства, потребительская электроника, промышленные и военные приложения	Операторские терминалы, точки обслуживания, информационные киоски, торговые автоматы	Связанные мобильные устройства, потребительская электроника, операторские терминалы, промышленные контроллеры, медицинские приборы, мультимедийные устройства	Связанные мобильные устройства, потребительская электроника, операторские терминалы, промышленные контроллеры, медицинские приборы, мультимедийные устройства	Связанные мобильные устройства, потребительская электроника, операторские терминалы, промышленные контроллеры, медицинские приборы, мультимедийные устройства	Связанные мобильные устройства, потребительская электроника, операторские терминалы, промышленные контроллеры, медицинские приборы, мультимедийные устройства	Связанные мобильные устройства, потребительская электроника, операторские терминалы, промышленные контроллеры, медицинские приборы, мультимедийные устройства	Связанные мобильные устройства, потребительская электроника, операторские терминалы, промышленные контроллеры, медицинские приборы, мультимедийные устройства
Сертификация и сертификационные пакеты	МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+, МЭК 61508 SIL 3	МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+, МЭК 61508 SIL 3	МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+, МЭК 61508 SIL 3, CENELEC EN 50128, FDA 510(k)	МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+, МЭК 61508 SIL 3	МЭК 4.0, МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+	МЭК 4.0, МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+	МЭК 4.0, МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+	МЭК 4.0, МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+	МЭК 4.0, МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+	МЭК 4.0, МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4+
<b>Лицензирование</b>										
Доступность исходного текста	Полностью	Полностью	Полностью	Полностью	Нет	Частично	Частично	Полностью	Частично	Полностью
Лицензионные отчисления	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да	Нет

\* Дисциплина планирования HPRN (Highest Penalty Rate Next) подразумевает, что процессор представляется задачей, которая на настоящий момент наиболее «обделена» процессорным временем.

изоляции компонентов, позволяющие, во-первых, локализовать отказ, а во-вторых, восстановить нормальное функционирование отказавшего компонента, не прерывая работу всей системы.

#### Примеры выбора встраиваемой ОС по заданным характеристикам (табл. 1)

**Пример 1.** Согласно ТЗ система должна обрабатывать входной аналоговый сигнал с заданной граничной частотой спектра, обеспечивая заданную разрешающую способность. С учётом выбранного оборудования анализ показал, что для корректной обработки сигнала без потери отсчётов необходимо обеспечить время реакции на прерывание «прерывание – поток» не более 8 мкс. Временем отклика, способным обеспечить гарантированную обработку в таких ограничениях, обладают ОС VxWorks, QNX и RTOS-32.

**Пример 2.** ТЗ содержит ограничения на время внепланового простоя системы в минутах в год (так называемый коэффициент готовности). С учётом выбранного оборудования анализ показал, что необходимо обеспечить возможность восстановления отказавшего программного компонента за время, не превышающее 100 мс. Учитывая, что время перезагрузки ОС обычно составляет не менее единиц секунд, необходимо применение ОС, способной восстанавливать отказавшие компоненты индивидуально, без полной перезагрузки. Таким свойством обладает ОС QNX.

### Выбор ОС и необходимые технологии

Чтобы реализовать требуемую функциональность, приложению может потребоваться поддержка тех или иных технологий, например, организация OPC-туннелирования для интеграции со SCADA-приложением или поддержка маршрутизации OSPF. Перечень необходимых технологий обычно является следствием требуемой функциональности приложения и указывается в ТЗ; его можно и нужно сравнивать с технологическими возможностями ОС в процессе выбора. Описание технологических возможностей ОС, в свою очередь, складывается из ответов на следующие вопросы:

- что входит в дистрибутив (то есть какую функциональность ОС предлагает «из коробки»);
- что доступно через партнёрскую сеть производителя (то есть что разрабо-

тано сторонними компаниями и приобретается отдельно).

Из того, какие технологии поддерживаются данной ОС (стеки протоколов, базы данных, 3D-графика, управление энергопотреблением, Java и т.п.), непосредственно следует, какую часть требуемой функциональности можно получить в готовом виде, какую придётся дополнительно приобретать, а какую необходимо разрабатывать (или переносить) самостоятельно.

#### Примеры выбора встраиваемой ОС по поддерживаемым технологиям (табл. 1)

**Пример 3.** Согласно ТЗ система должна обеспечивать высокий уровень детерминизма, для чего предлагается использовать многоядерную вычислительную среду и назначить ряду задач выделенные ядра. С точки зрения технических требований, это требует от ОС поддержки асимметричной многопроцессорности (Asymmetric multiprocessing – AMP), её поддерживают не все ОС. В нашем случае для реализации задачи подойдут ОС VxWorks, QNX и Wind River Linux.

**Пример 4.** Согласно ТЗ система будет содержать сторонние компоненты, разработанные на Java, требуемый профиль Java – J2EE. Большинство встраиваемых ОС поддерживает только профиль J2ME; в данном случае для решения задачи подойдет только ОС Windows Embedded Standard.

### Выбор ОС и имеющиеся наработки/опыт

Любое предприятие состоит из людей. Эти люди обладают определённым опытом и квалификацией, используют привычные инструменты и технологии и за время существования предприятия накопили некоторое количество наработок, в частности, алгоритмов, реализованных в существующей кодовой базе. Алгоритмы эти описаны на определённых языках с использованием соответствующего интерфейса прикладного программирования (Application Programming Interface – API), и перенос их на другой язык/API означает потенциальное внесение ошибок в стабильный отлаженный код. Соответственно, при выборе ОС для проекта нужно чётко понимать, какая ОС способна принять имеющиеся опыт и наработки с минимальной модификацией существующего кода и минимальным обучением персонала.

В разрезе API мир встраиваемых ОС чётко поделён на два основных лаге-

## ПРОБЛЕМЫ С ИЗМЕРЕНИЕМ ДАВЛЕНИЯ?

## У НАС ЕСТЬ РЕШЕНИЕ!

10 мбар ... 1500 бар



#### LEO Record

- 57'000 измерений
- Точность (тип.) 0,1% во всем диапазоне измерений



#### Серия 26 Ei Недорогие датчики уровня



#### Серия 8 для измерения высокого давления

- Диапазон давления: 10...1500 бар
- Диапазон температур: -55...150 °C



#### Регистратор данных DCX-25

- 57'000 измерений
- Точность (тип.) 0,05% во всем диапазоне измерений



#### Серия 11 высокотемпературная

- Диапазон давления: 50...1500 бар
- Диапазон температур: -20...+200 °C
- Материал: нержавеющая сталь AISI 316L

www.keller-druck.com

Реклама

ря – POSIX и Win32. (Естественно, поскольку не все тонкости программирования удачно описаны в стандартах, везде существуют свои частнофирменные расширения, но основа почти всегда строится либо на POSIX, либо на Win32.) Соответственно, например, если большинство наработок предприятия написано с использованием POSIX API (скажем, в среде настольной Linux), то перенести кодовую базу на POSIX-совместимую встраиваемую ОС (QNX, VxWorks, Wind River Linux) будет намного проще; аналогично дело обстоит с проектами, реализованными с использованием Win32 API.

Кроме API, при выборе ОС будет также играть роль, хоть и меньшую, набор поддерживаемых для неё средств разработки: компиляторов, отладчиков, интегрированных сред, диагностического инструментария, средств визуального моделирования и т.п. Один и тот же инструмент может поддерживать несколько целевых ОС, но ни один не поддерживает все сразу; из того, какие средства разработки доступны, можно понять, как для данной ОС можно разрабатывать (или переносить) код. Большинство средств разработки для POSIX-совместимых встраиваемых ОС базируется на линейке GCC и платформе Eclipse; в Win32 разработка ведётся преимущественно в Microsoft Visual Studio. Здесь, как и в случае с API, играет роль простой принцип: что привычнее, то не потребует длительного переучивания, а значит, позволит быстрее начать продуктивную деятельность, плюс, если кодовая база написана не на C/C++ (эти языки наиболее популярны во встраиваемых приложениях и широко поддерживаются), нужно иметь в виду наличие для выбираемой встраиваемой ОС соответствующего транслятора.

**Примеры выбора встраиваемой ОС с сохранением имеющихся наработок (табл. 1)**

**Пример 5.** Согласно ТЗ интерфейс оператора системы реализован в SCADA-приложении GENESIS32 (без web-компонентов). Необходимо обеспечить работу этого интерфейса во встраиваемой среде. GENESIS32 существует только для Windows; соответственно, во встраиваемом приложении ему будет необходима ОС Windows Embedded Standard.

**Пример 6.** Алгоритмы, требуемые для работы изделия, были разработаны и отлажены в среде настольной Linux;

необходимо перенести их во встраиваемую вычислительную систему. Применительно к выбору встраиваемой ОС это означает поддержку POSIX API с Linux-специфичными расширениями при минимальной ресурсоёмкости; лучше всего в данном случае подходит ОС Wind River Linux.

### ВЫБОР ОС И ОБОРУДОВАНИЕ

В большинстве проектов оборудование выбирается первым, поскольку именно от его характеристик зависит физическая возможность реализации поставленной задачи (это подтверждается результатами опросов – рис. 3). Таким образом, на момент принятия решения о выборе ОС список оборудования обычно уже известен, что позволяет сразу оценить, во-первых, требуемую ресурсоёмкость ОС, а во-вторых, объём работ по её адаптации (они могут включать в себя разработку драйверов, BSP, а при необходимости и портирование ядра). Совместимость ОС с оборудованием складывается из трёх факторов:

- совместимость на уровне архитектуры процессора;
- совместимость на уровне периферийных устройств;
- требуемый объём ресурсов (то есть необходимая вычислительная мощность и объём занимаемой памяти).

Обеспечение совместимости на уровне процессора требует глубокой переработки ядра ОС, поэтому список поддерживаемых процессоров обычно заявляется производителем ОС как данность и меняется редко. Обеспечение поддержки периферийных устройств сопряжено с гораздо меньшим количеством трудностей, и наряду с пакетом готовых драйверов и пакетом поддержки процессорных плат (Board Support Package – BSP), которые входят в дистрибутив ОС, производители обычно в том или ином виде предоставляют инструментарий для их самостоятельной разработки. Разумеется, поскольку у каждой ОС своя архитектура, то и подход к разработке и отладке драйверов и BSP у каждой ОС будет разным; чем этот подход проще и прозрачнее, тем быстрее можно адаптировать ОС к требуемой аппаратуре. При этом, естественно, не надо забывать,

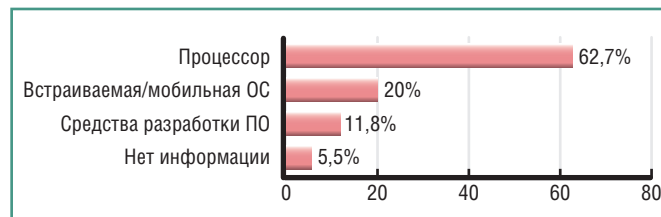


Рис. 3. Продукты, выбираемые для проекта в первую очередь (% респондентов, по данным опроса VDC за 2010 год)

что ОС должна «влезать» в предоставленные ей объём памяти и вычислительную мощность, так как в условиях недостатка ресурсов совместимость не имеет смысла.

Таким образом, при выборе встраиваемой ОС для имеющегося оборудования нужно обращать внимание на следующие её характеристики:

- список поддерживаемых процессорных архитектур;
- заявленную ресурсоёмкость;
- список поддерживаемых периферийных устройств и готовых BSP;
- архитектуру и методику разработки драйверов и BSP;
- наличие и состав предлагаемых комплектов разработки драйверов и BSP;
- доступность технической поддержки и сервисов разработки драйверов и BSP на заказ.

Первые три пункта описывают совместимость «из коробки», последние три – возможность произвести адаптацию ОС, если совместимость «из коробки» окажется недостаточной.

**Примеры выбора встраиваемой ОС под заданное оборудование (табл. 1)**

**Пример 7.** Разрабатываемое устройство представляет собой беспроводную IP-камеру видеонаблюдения; выбранный процессор – Freescale MCF54455. Данный процессор относится к семейству ColdFire и поддерживается только ОС VxWorks.

**Пример 8.** Выбранное оборудование позволяет выделить программному обеспечению не более единиц Мбайт ОЗУ. Расчёт показал, что из них для ОС будет доступно порядка 300 кбайт. В таких объёмах ОЗУ способны работать только ОС VxWorks или RTOS-32.

### ВЫБОР ОС И ЦЕЛЕВОЙ РЫНОК

Про любое приложение всегда заранее известно, для какого целевого рынка оно предназначается; из этого автоматически следует, каким отраслевым стандартам оно (и, возможно, его компоненты) должно соответствовать.

# ADVANTIX™

[ ВЕРШИНА ЭВОЛЮЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ]

Процессоры Core i3/i5/i7

Поддержка шины PCI Express

Твердотельные накопители

© СТА-ПРЕСС



- Преимущества передовых технологий
- Автоматизация предприятия любой отрасли
- Расширенная поддержка операционных систем
- Улучшенный термодизайн
- Поставка со склада

**Fastwel**   
WWW.FASTWEL.RU

#116

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Реклама

Если требование соответствия стандартам распространяется на программные компоненты (а значит, и на ОС), то выбор ОС будет зависеть от того, какие сертификаты и/или сертификационные пакеты для неё существуют. У каждой ОС этот перечень особый (он диктуется рыночной политикой производителя, поскольку именно производитель решает, на какие вертикальные рынки позиционировать свой продукт), и именно этим перечнем определяется, в каких приложениях данную ОС применять можно, а в каких нельзя.

Также, кроме нормативных документов, в каждой отрасли существуют сложившиеся традиции и тенденции; фактически это та же система стандартов, основанная на опыте успешных внедрений, но не оформленная в виде официальных документов. Эти традиции всегда можно проследить по открытым подборкам историй внедрения, публикуемых производителями ОС (хотя предоставляемая ими картина зачастую является неполной, потому что далеко не все производители встраиваемых приложений готовы раскрывать информацию о «начинке» своих изделий).

**Примеры выбора встраиваемой ОС для заданного вертикального рынка (табл. 1)**

**Пример 9.** К разрабатываемому устройству предъявляются повышенные требования по функциональной безопасности, в частности, ТЗ вводит ограничения на вероятность опасного отказа за час непрерывной работы. Данная постановка задачи подразумевает сертифицируемость по МЭК 61508 и требует наличия у применяемой ОС соответствующего сертификационного пакета. Сертификационные пакеты МЭК 61508 существуют для ОС QNX и VxWorks.

**Пример 10.** Разрабатываемое устройство представляет собой коммутатор операторского класса. Программные решения для устройств такого типа хорошо представлены в Linux, но требования индустрии подразумевают соответствие используемого дистрибутива Linux спецификации CGL. Сертификатом соответствия CGL 4.0 обладает ОС Wind River Linux.

## ВЫБОР ОС И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРОЕКТА

План проекта всегда включает в себя бюджет, плановые объёмы производ-

ства и расчёт себестоимости, и в зависимости от применяемых моделей лицензирования и ценообразования даже абсолютно технически приемлемая для проекта ОС может не пройти по экономическим ограничениям.

Тонкость здесь заключается в том, что, несмотря на общий для встраиваемых ОС принцип разделения на средства разработки (development kit) и среду исполнения (runtime), модели лицензирования и принципы ценообразования у различных продуктов могут сильно отличаться. В одном случае комплект разработчика приобретается однократно, а техническая поддержка и обновления версий предоставляются по подписке, в другом сама среда разработки предоставляется по подписке на условиях «всё включено». У одних продуктов среда исполнения бесплатна, и их можно тиражировать неограниченно, другие требуют лицензионных отчислений за каждую копию. Таким образом, чтобы адекватно сравнить экономическую целесообразность применения различных ОС в заданном проекте определённого предприятия, их следует рассматривать с точки зрения стоимости жизненного цикла (Total Cost of Ownership – TCO), то есть всех затрат, которые организация понесёт в процессе использования конкретной ОС на протяжении всего проекта. TCO, в свою очередь, будет складываться из:

- стоимости лицензии на средства разработки;
- стоимости заказных работ по адаптации ОС к оборудованию (если они выполняются сторонней организацией);
- стоимости лицензии на среду исполнения ОС (умноженной на плановый тираж системы/изделия);
- стоимости сопутствующих сервисов (обучения персонала, технической поддержки, обновления версий и т.п.).

Строго говоря, при расчете TCO следует также учитывать стоимость оплаченных человеко-часов, затраченных на установку, настройку и обслуживание ПО, но здесь эти затраты не рассматриваются, так как сильно зависят от конкретного случая и поэтому трудно поддаются формальной оценке.

**Примеры выбора встраиваемой ОС в заданных экономических ограничениях (табл. 1)**

**Пример 11.** Разрабатываемое устройство предполагается выпускать в боль-

ших количествах, соответственно, важную роль играет минимизация себестоимости. Это налагает ограничения на стоимость среды исполнения применяемой ОС, и предпочтение будет отдано ОС с низкими или нулевыми лицензионными отчислениями. К таким ОС относятся Wind River Linux, RTOS-32 (без лицензионных отчислений) и Windows Embedded Compact (стоимость лицензии минимальна).

**Пример 12.** Предприятие-разработчик является многопрофильным и создаёт множество линеек продукции одновременно. Соответственно, использование ОС высокой степени универсальности с единым инструментарием позволило бы сократить сроки обучения при миграции специалистов с проекта на проект и снизить затраты на обслуживание ПО. Высокой универсальностью обладают ОС VxWorks и Wind River Linux.

## Выводы

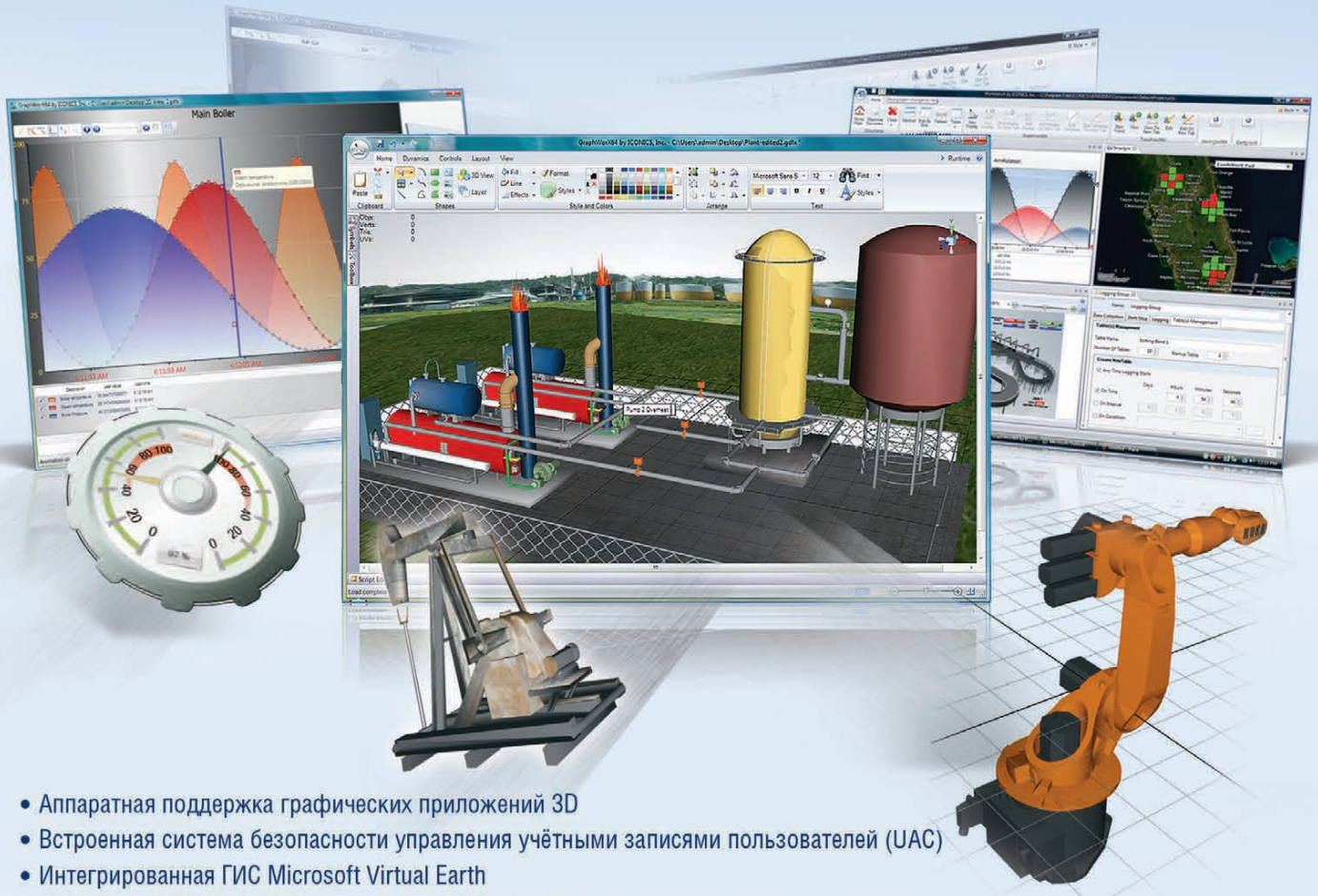
Каждая задача уникальна, и свести все факторы к единой формуле, выдающей универсальный ответ в заданных ограничениях, конечно же, невозможно. Однако, чтобы сделать оптимальный выбор, важно не потерять основные ключевые моменты, для этого полезно иметь под рукой список параметров, на которые обязательно нужно обратить внимание. В противном случае выбор будет либо однобоким, либо иррациональным, а ни то ни другое, как известно, успеху проекта не способствует (читай: впоследствии придётся в самый неподходящий момент идти за трактором).

В данной статье был предложен всего лишь краткий обзор важных параметров, влияющих на выбор встраиваемой ОС для проекта; более подробную сравнительную таблицу встраиваемых ОС с указанием их основных характеристик (в терминах классификации, используемой в данной статье) можно скачать с web-сайта компании ПРОСОФТ по адресу: [www.prosoft.ru/rtos/](http://www.prosoft.ru/rtos/). Там же можно найти подробные описания встраиваемых ОС и средств разработки для них, а также ссылки на полезные web-ресурсы (списки поддерживаемого оборудования, пробные версии и т.п.). ●

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

# GENESIS 64™

Новое поколение  
программного обеспечения ICONICS  
для автоматизации



- Аппаратная поддержка графических приложений 3D
- Встроенная система безопасности управления учётными записями пользователей (UAC)
- Интегрированная ГИС Microsoft Virtual Earth
- Поддержка OPC-UA (новейший единый OPC-стандарт)
- Поддержка современных ИТ для объединения информационных потоков предприятия в режиме реального времени
- Новый мощный сервер регистрации данных Hiper Historian (до 1 млн тегов)
- ПО сертифицировано для Windows Vista, Windows 7
- Поддержка данных OPC-UA, OPC-DA, A&E, HDA, BACnet, SNMP и многих других

Откройте новую страницу в АСУ ТП вместе с GENESIS64!

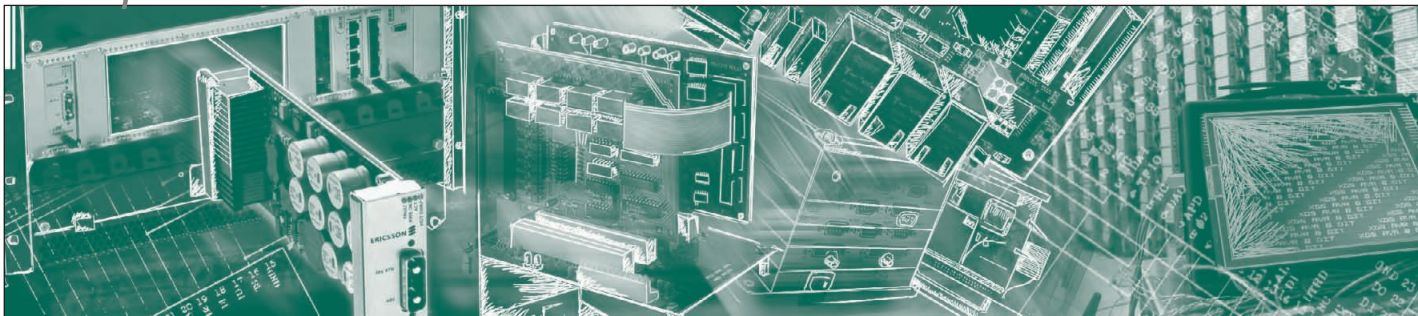


## ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ICONICS

#252

**PROSOFT®**

<b>МОСКВА</b>	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>С.-ПЕТЕРБУРГ</b>	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ЕКАТЕРИНБУРГ</b>	Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
<b>САМАРА</b>	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>НОВОСИБИРСК</b>	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КИЕВ</b>	Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
<b>УФА</b>	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КАЗАНЬ</b>	Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ОМСК</b>	Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ЧЕЛЯБИНСК</b>	Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КРАСНОДАР</b>	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>Н. НОВГОРОД</b>	Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



Иван Гуров

# Аппаратные средства CompactPCI производства ADLINK Technology

## Часть 1

В первой части обзора представлен основной модельный ряд процессорных модулей формата 3U CompactPCI тайваньского производителя ADLINK Technology, Inc. Описаны основные характеристики решений на базе архитектуры CompactPCI, проведён краткий экскурс в историю развития компании.

### ВВЕДЕНИЕ. КРАЕУГОЛЬНЫЕ КАМНИ СОМПАКТРСИ

Работа над стандартом CompactPCI (сPCI) идет уже второй десяток лет, и можно сказать, что архитектура достигла своей зрелости. Начав свой путь в середине девяностых годов двадцатого века, стандарт по сей день остаётся рабочей лошадкой в деле построения вычислительных систем для ответственных решений, использующихся в жёстких условиях эксплуатации. Список областей, где сPCI обрёл своё место под солнцем, поистине внушителен: оборона, решения на транспорте, системы автоматизации технологических процессов и производств, телекоммуникационное оборудование, энергетика, медицина, стендовое научное оборудование и т.д.

Причины всеобъемлющей популярности сPCI в столь разнородных областях техники давно известны и обсуждались не один раз. Тем не менее, постараемся вкратце сформулировать основные характеристики решений на базе архитектуры CompactPCI.

- Открытость архитектуры. В её основу заложена идея адаптации спецификаций распространённой компьютерной шины PCI к задачам, требующим значительного увеличения количества каналов ввода-вывода и улучшения

эксплуатационных характеристик системы. Как следствие, за последние пятнадцать лет жизни спецификации PICMG 2.xx вышел не один десяток новых редакций, а вместе с тем появилось множество производителей как компонентов, так и аппаратных комплексов в целом.

- Накопленная обширная база знаний, большое количество наработок прикладного и системного ПО, мигрировавшего с платформы PCI, упрощает жизнь пользователю как на этапе от-

ладки и тестирования, так и в «боевых» условиях. С самого начала разработчики могли заручиться поддержкой всех ОС, начиная с офисной Windows и заканчивая операционными системами реального времени QNX, RTOS, VxWorks, LynxOS и им подобными.

- Первые две особенности определили один из самых весомых аргументов в пользу сPCI — низкую стоимость решения, на которую влияет острая конкуренция в сегменте рынка, насы-

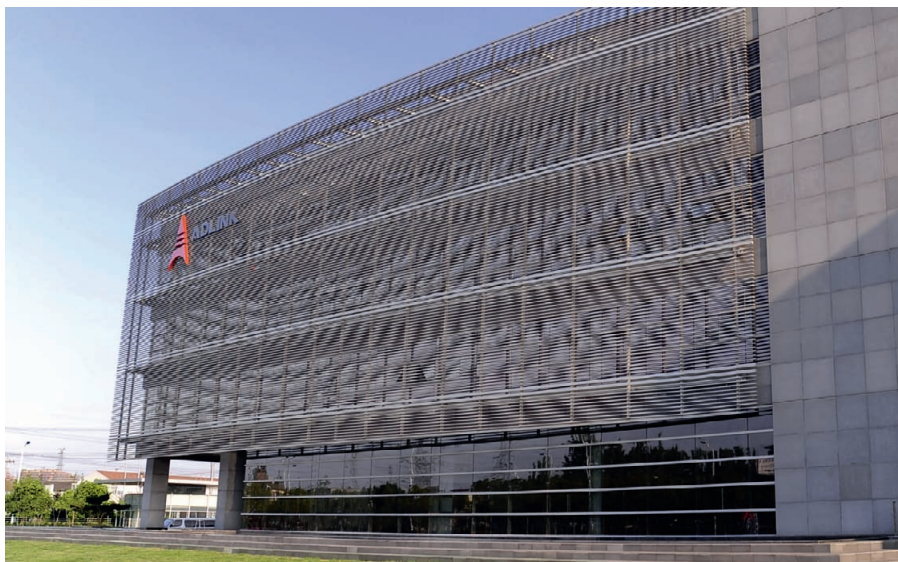


Рис. 1. Современная производственная площадка в Шанхае



щенном как маститыми западными игроками (GE Fanuc, Emerson, Kontron, Motorola, MEN Mikro Elektronik, National Instruments, RadiSys, Performance Technologies, Elma, Schroff), так и амбициозными быстрорастущими азиатскими производителями (ADLINK Technology, Advantech, Evoc). Последние при отточенной системе контроля качества и гибком подходе к работе даже с самыми мелкими заказчиками постоянно балуют своих клиентов сбалансированными решениями по привлекательным ценам.

- Модульный принцип построения и масштабируемость системы. В их основу была заложена унифицированная механическая основа платы Eurokart 3U (100×160 мм) или 6U (233×160 мм), выполненной в соответствии с серией стандартов ГОСТ Р МЭК 60297-3. Масштабируемость достигается путём использования микросхем активных мостов. С их помощью можно выстраивать как прозрачную иерархическую структуру, собрав в одну систему вплоть до 21 слота, так и многопроцессорную систему на базе одного шасси. Упомянем здесь же такие достоинства, как высокая ремонтпригодность и малое время восстановления работоспособности после отказа.
- Последними по порядку, но одними из первых по значимости являются способность работы в широком температурном диапазоне и устойчивость к вибрации, электромагнитному излучению и загрязнению. Это стало возможным благодаря следующим особенностям:
  - 1) использованию шасси и плат в формате Евромеханики;
  - 2) применению специально разработанных герметичных экранированных разъёмов для установки плат на объединительную панель (МЭК 61076-4-101);
  - 3) функциям мониторинга аппаратного состояния;
  - 4) реализации «горячей» замены (hot swapping) модулей системы;
  - 5) тщательному отбору компонентной базы из долговременной программы доступа на рынке и специфицированной для расширенного диапазона температур, если в этом есть необходимость;
  - 6) использованию кондуктивной системы теплоотвода.
 Будет лукавством не упомянуть об основном камне преткновения существ-

ующих на сегодняшний день параллельных (PCI, VME) шин — их ограниченной пропускной способности. В идеальном случае она может достигать 528 Мбайт/с. В сегменте офисных рабочих компьютеров и серверов, а также промышленных систем спецификации PICMG 1.0/1.3 прогресс наметился давно. Уже стали обычными высокоскоростные последовательные интерфейсы PCI Express всех мастей, Gigabit Ethernet, SATA, SAS. В индустрии систем специального назначения новинки не жалуют. Здесь цикл жизни изделия насчитывает десяток лет, рабочие условия сложны, а ответственность возлагаемая на систему задач слишком высока, чтобы ошибиться в выборе технологии и компонентов. Работы по проблеме повышения пропускной способности ведутся уже не первый год, и сейчас можно наблюдать вполне перспективные и жизнеспособные аппаратные платформы на базе спецификаций cPCI 2.30, cPCI serial, AdvancedTCA, MicroTCA, VPX, VXS. Стандарты эти идеально работают в ресурсоёмких телекоммуникационных приложениях, оборонных системах нового поколения, задачах связи, кодирования и радиолокации. Однако для массового потребителя в большинстве случаев пропускная способность не является основным критерием выбора. А где-то и наоборот, клиент, трезво оценивая стоимость всего современного «железа», желает получить вполне оправданную экономию на избыточных для его задач функциях. Скорости протекания подконтрольных процессов по отношению к возможностям системы ввода-вывода зачастую невелики и стремительного увеличения темпа обработки не требуют.

Теперь хотелось бы ближе познакомиться читателей с тайваньским производителем ADLINK Technology, Inc., продукцию которого на данный момент можно считать сбалансированной с точки зрения предоставляемых возможностей и стоимости в сегменте классической параллельной архитектуры CompactPCI.

## О КОМПАНИИ ADLINK

Свой путь компания ADLINK, как и первая спецификация cPCI, начала в 1995 году в столице Тайваня Тайбэе, начав с изготовления плат аналогового ввода, причём первую выпущенную модель PCI-9112 можно заказать и сегодня. Уже через три года компания занялась разработкой продукции Com-

actPCI, а ещё спустя два года удостоилась первого признания на локальном рынке — золотого приза Taiwan's Symbol of Excellence Award за 3U-систему cPCI-2000. Восходящую звезду не могли не заметить маститые гиганты компьютерного рынка, и далее в течение нескольких лет возникли стратегические альянсы с Motorola Computer Group (MCG), Sun Microsystems, Intel и Kontron. Стоит вспомнить и значительный вклад ADLINK в развитие систем PXI [1]. Подтверждением этого факта стало зачисление компании в десятку основных игроков альянса PXISA (PXI System Alliance) в 2005 году. Развитие ADLINK было разносторонним, и уже через три года в состав холдинга вошла родоначальница стандарта PC/104 — старейшая американская компания Ampro. Этим шагом было обозначено лидерство ещё в одном сегменте встраиваемых систем — одноплатных малогабаритных процессорных и периферийных модулей.

Особую роль в ADLINK Technology играет система качества. Все производственные площадки сертифицируются по мировому стандарту ISO 9001. Прошедший же 2010 год стал кульминационным с этой точки зрения — в разгар нестабильного посткризисного периода в развитии мировой экономики был открыт огромный производственный и операционный центр в Шанхае полезной площадью 36 000 м<sup>2</sup> (рис. 1). Площадка укомплектована современным производственным и испытательным оборудованием, что позволяет ADLINK удовлетворить всё возрастающий спрос на свою продукцию, претендуя на одно из лидирующих мест на азиатском рынке.

## ПРОЦЕССОРНЫЕ МОДУЛИ 3U CompactPCI

В портфеле продукции компании есть решения для разнообразных областей применения. Особое место как с технической, так и с экономической точки зрения занимают системы 3U cPCI. Начнём с них, а именно с сердца любой системы — процессорной платы.

На текущий момент модельный ряд в этом сегменте представлен четырьмя платами cPCI-3610/3915/3965/3920. Перечислены они в порядке возрастания производительности вычислительного ядра, начиная с энергоэффективного Intel Atom и заканчивая высокопроизводительными модификациями Core 2 Duo. Все платы совместимы со



Рис. 2. Варианты исполнения платы sPCI-3610

спецификациями PICMG 2.0 (Rev. 3.0), PICMG 2.1 (Rev. 2.0). В них также реализованы функции удалённого конфигурирования (System Management Bus), мониторинга состояния шины, источника питания, процессора (Thermal Management/ System Monitoring), аварийной перезагрузки (Watchdog Timer).

На нижней ступени по тепловыделению стоит серия sPCI-3610 (рис. 2). В зависимости от набора интерфейсов, выведенных на лицевую панель, форм-фактор варьируется в трёх типоразмерах – 4/8/12HP (табл. 1).

Дополнительно доступна плата тыльного ввода-вывода (Rear IO), которая позволяет вынести на тыльную часть крейта редко размыкаемые интерфейсы, тем самым увеличив скорость обслуживания системы. Наличие посадочного места под плату PMC (PCI Mezzanine Card – мезонинная плата расширения PCI/PCIe) позволяет воспользоваться как продуктами сторонних разработчиков, так и собственными наработками по организации дополнительных интерфейсов на передней панели.

Самая простая модификация комплектуется детищем платформы Intel Pine Trail – процессором Atom N450, появившимся на рынке ещё в начале 2010 года. Есть и альтернатива на чипах следующего поколения Atom D410 и двухъядерном D510, благоприятно выглядит картина их энергопотребления: в зависимости от используемой операционной системы, процессорная плата вместе с жёстким диском 80 Гбайт потребляет всего 11–19 Вт. Это положительно сказывается на тепловом режиме системы в целом и организации охлаждения.

Набор системной логики и сама плата интересна возможностью заказа конфигураций с расширенным диапазоном рабочих температур, всего их может быть три:

Таблица 1

**Интерфейсы sPCI-3610**

ИНТЕРФЕЙСЫ	sPCI-3610 (4HP)		sPCI-3610D (8HP)		sPCI-3610P (12HP)		sPCI-R3610(T)	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Сетевой контроллер GbE	++	–	++	–	++	–	++	–
Последовательный COM-порт	–	–	+	–	+	–	++	–
Интерфейс USB 2.0	++	–	++++	–	++++	–	+	–
Видеоинтерфейс VGA	+	–	+	–	+	–	+	–
Порт накопителя 2,5" SATA	–	–	–	+	–	+	–	+
Карта CompactFlash	–	+	–	+	–	+	–	–
Порт PS/2, клавиатура и мышь	–	–	+	–	+	–	–	–
Аудиовход	–	–	+	–	+	–	–	–
Аудиовыход	–	–	+	–	+	–	–	–
Слот расширения PMC/XMC	–	–	–	–	–	+	–	–
Световая индикация	++	–	++	–	++	–	–	–
Кнопка перезагрузки	+	–	+	–	+	–	–	–

Таблица 2

**Интерфейсы sPCI-3915**

ИНТЕРФЕЙСЫ	sPCI-3915A (4 HP)		sPCI-3915B (8 HP)		sPCI-R3915	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Видеоинтерфейс VGA	+	–	+	–	–	–
Видеоинтерфейс DVI-I	–	–	–	–	+	–
Видеоинтерфейс LVDS	–	–	–	–	–	+
Сетевой контроллер GbE	++	–	++	–	–	–
Интерфейс USB 2.0	+	–	++	–	+	–
Порт PS/2, клавиатура и мышь	–	–	+	–	–	–
Последовательный порт COM 1, DB-9	–	–	+	–	–	–
Последовательный порт COM 2, DB-9	–	–	+	–	+	–
Порт накопителя 2,5" SATA	–	+	–	+	–	+
Порт накопителя 2,5" PATA	–	+	–	+	–	–
Карта CompactFlash	–	+	–	+	–	–
Кнопка перезагрузки	+	–	+	–	–	–
Световая индикация	+	–	+	–	–	–

- стандартный 0...+60°C;
- расширенный –20...+70°C;
- индустриальный –40...+85°C.

Следующими по производительности идут модули серии sPCI-3915. Они могут быть укомплектованы несколькими типами процессоров: Intel Celeron M 1,0–1,5 ГГц и Intel

Pentium M 1,4–2,0 ГГц. Насчитывается несколько десятков модификаций, поэтому пользователь всегда найдёт плату, оптимизированную для своих вычислительных задач (табл. 2).

Благодаря применению мобильных процессоров Intel удалось снизить энергопотребление. Для версий на Celeron оно составляет 23–35 Вт, на Pentium 27–45 Вт. Использование вычислительной логики для мобильных применений позволяет сделать выбор из трёх температурных диапазонов, а если

есть необходимость, купить платы без процессора, с пустым сокетом для последующей самостоятельной установки.

Серию sPCI-3965 (рис. 3) можно назвать замыкающей в линейке плат среднего уровня. Модели также представлены в исполнениях 4HP и 8HP. Модули базирую-



Рис. 3. Две модификации sPCI-3965

# Процессорные платы 3U / 6U CompactPCI



## 3U CompactPCI® процессорные модули с двухъядерным процессором Intel® Atom™



### cPCI-3610 **NEW**

- Двухъядерный Intel® Atom™ D510
- Запасная память DDR2-667 до 2 Гбайт
- Отсутствие вентилятора при работе с процессором Atom™ N450
- Опционально место для PMC/XMC-модулей
- Поддержка QXGA 2048x1536 CRT-дисплеев



### cPCI-3965

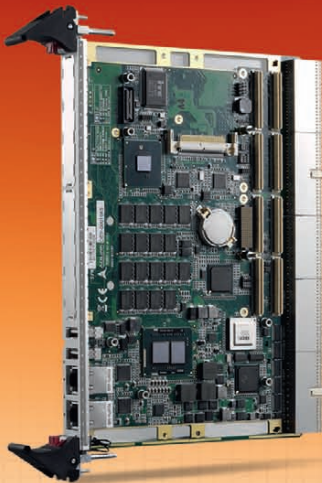
3U CompactPCI® процессорный модуль с Intel® Core™ 2 Duo, низким энергопотреблением и возможностью работы с 2 дисплеями

### CT-30

3U CompactPCI® защищённый процессорный модуль с Intel® Core™ 2 Duo и кондуктивным теплоотводом



## 6U CompactPCI® универсальные процессорные платы с Intel® Core™ i7 и двумя отсеками PMC



### cPCI-6510 **NEW**

- Процессоры 32 нм Intel® Core™ i7-620 SV, LV, ULV
- Память DDR3-1066 ECC до 8 Гбайт
- Два 64 бит/133 МГц PCI/PCI-X
- PMC-отсек с Rear I/O (PIM)
- Отсек VITA 42.3 PCI-Express x8 XMC
- Универсальность для обеих систем и периферийных слотов



### cPCI-6870

6U CompactPCI® универсальная процессорная плата с Intel® Core™ 2 Duo и двумя отсеками PMC/XMC

### cPCI-6880

6U CompactPCI® процессорная плата с Intel® Core™ 2 Duo и отсеком под PMC



### CT-60

6U CompactPCI® защищённая процессорная плата с 45 нм Intel® Core™ 2 Duo и кондуктивным теплоотводом



### XMC-G460 **NEW**

- Двухдисплейный графический XMC-модуль с AMD/ATI E4690 GPU

**PROSOFT**®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADLINK

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

#385

Реклама

Таблица 3

Интерфейсы cPCI-3965

ИНТЕРФЕЙСЫ	cPCI-3965 (4 HP)		cPCI-3965D (8 HP)		cPCI-R3920(T)-1 (4 HP)	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Сетевой контроллер GbE	+	-	++	-	+	-
Последовательный порт COM 1, RJ-45	-	-	+	-	-	-
Последовательный порт COM 2, DB-9	-	-	-	-	+	-
Интерфейс USB 2.0	++	-	++++	-	++	-
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	-	-
Видеоинтерфейс DVI-D	-	-	+	-	-	-
Порт накопителя 2,5" SATA	-	-	-	+	-	++
Карта CompactFlash	-	+	-	+	-	-
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	-	-
Накопитель USB	-	+	-	+	-	-
Световая индикация	++	-	++	-	-	-
Кнопка перезагрузки	+	-	+	-	-	-

Таблица 4

Интерфейсы cPCI-3920

ИНТЕРФЕЙСЫ	cPCI-3920A (4 HP)		cPCI-3920B (8 HP)		cPCI-R3920(T) (4 HP)	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Сетевой контроллер GbE	++	-	++	-	++	-
Интерфейс USB 2.0	+	+	+++	+	++	-
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	+	-
Последовательный COM-порт, DB-9	-	-	++	-	+	+
Порт накопителя 2,5" SATA	-	-	-	+	-	+
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	-	-
Световая индикация	+++	-	+++	-	-	-
Кнопка перезагрузки	+	-	+	-	-	-

ются на чипсете Intel GME965 Express и энергоэффективных процессорах Intel Core 2 Duo и Celeron с шиной 800 МГц. Есть возможность установки до 4 Гбайт оперативной памяти, имеется двойной видеоинтерфейс VGA и DVI, слот IDE CompactFlash и посадочное место под 2,5-дюймовый жёсткий диск на плате 8HP.

Интерфейсы, доступные на cPCI-3965 и отдельно заказываемой плате тыльного ввода-вывода, перечислены в табл. 3.

В зависимости от типа используемой ОС платы на базе процессора Intel Celeron 550 потребляют порядка 19–29 Вт, на Intel Core 2 Duo U7500 14–20 Вт, а на Intel Core 2 Duo T7500 16–35 Вт. Эти цифры учитывают энергопотребление и жёсткого диска, и оперативной памяти подсистемы. Более подробный отчёт по всем режимам тестирования плат можно найти в руководстве пользователя.

Сегмент модельного ряда высокой производительности открывает серия cPCI-3920. Её отличительной особенностью является применение системного чипсета серверного класса Intel 3100 (Whitmore Lake), который содержит блоки контроллеров памяти и контроллеров ввода-вывода. Ему же плата обязана возможностью использо-

вания буферизированных (Registered) планок памяти с кодом коррекции ошибок (ECC) до 2 Гбайт с частотой 400 МГц – решение, характерное для ответственных серверных приложений. Модуль отличается разнообразием интерфейсов, перечисленных в табл. 4.

На плате установлены процессоры Intel Core 2 Duo LV L7400, ULV U2500 и Celeron ULV 423. В плане ориентации на встраиваемые производительные и энергоэффективные решения выбор сделан в пользу ультранизкого напряжения питания (ULV); гарантируется увеличенный срок присутствия этих процессоров на рынке электронных компонентов.

Поддерживается возможность работы в расширенном температурном диапазоне –20...+70°С. За мониторинг состояния работающей системы, в частности уровня напряжений на каналах источника питания, температуры процессора и чипсета отвечает микросхема W83792AG, присутствует функция удалённого конфигурирования.

Кроме возможности установки 2,5" накопителя на платы двойной толщины (8HP), существует альтернативный вариант монтажа дисковой подсистемы. Когда

конструктивные особенности крейта не позволяют задействовать несколько слотов под процессорный модуль или когда предъявляются повышенные требования к виброустойчивости, на помощь приходит разъём CN5 USB 2.0 для установки накопителя памяти NAND (рис. 4) до 8 Гбайт (используется для хранения операционной системы и данных).

В начале 2011 года были анонсированы две новинки на самой современной компонентной базе.

Первая из них – это cPCI-3615 (рис. 5) – логическое продолжение cPCI-3610. Она отличается от своей «младшей сестры» лишь использованием процессоров новых поколений Intel Atom N455, Intel Atom D525 и возможностью установки оперативной памяти DDR3-800 до 4 Гбайт.

Количество, типы и расположение внешних интерфейсов полностью совпадают с предшествующей моделью (табл. 1). В качестве модуля тыльного ввода вывода используется тот же cPCI-R3610(T).

Доступны драйверы для таких операционных систем, как Windows, RedHat Linux, Fedora, Wind River, VxWorks (перечень совместимых версий операционных систем имеется в документации на плату). Более того, производитель всегда готов оказать содействие в их адаптации или в разработке драйверов для других ОС.



Рис. 4. Накопитель USB NAND

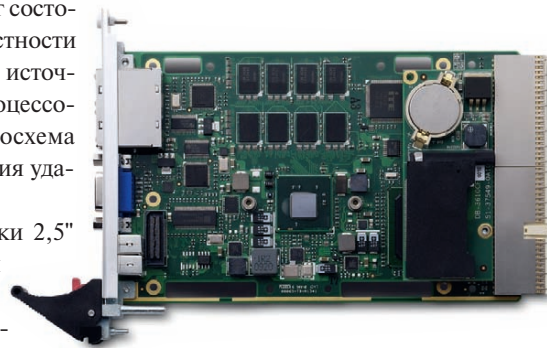


Рис. 5. Плата cPCI-3615



© СТА-ГРЕСС

**FASTWEL I/O**

**Распределённая система ввода-вывода,  
созданная с учётом Ваших требований**



- Диапазон рабочих температур от **-40** до **+85°C**
- Относительная влажность воздуха до 80%
- Вибрации от 10 до 500 Гц с ускорением 5g
- Одиночные удары с пиковым ускорением 100g
- Многократные удары с ускорением 50g, количество ударов – 4000



**CPM701**  
• Протокол передачи данных CANopen  
• Сетевой интерфейс CAN



**CPM702**  
• Протокол передачи данных Modbus RTU  
• Сетевой интерфейс RS-485



**CPM703**  
• Протокол передачи данных Modbus TCP  
• Сетевой интерфейс Ethernet



**CPM704**  
• Протокол передачи данных PROFIBUS-DP V1  
• Сетевой интерфейс PROFIBUS

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL**

**#233**



**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Интерфейсы сPCI-3970

ИНТЕРФЕЙСЫ	сPCI-3970		сPCI-3970D		сPCI-3970G		сPCI-3970P		сPCI-R3P00	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Сетевой контроллер GbE	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-
Интерфейс USB 2.0	++	-	++++	-	+++	-	++++	-	++	-
Последовательный COM-порт	-	-	+	-	+	+	+	-	++	-
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
Порт накопителя 2,5" SATA	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+
Карта CompactFlash	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
Аудиовход	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Аудиовыход	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Слот расширения PМС/ХМС	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Вторая новейшая разработка – сPCI-3970 (рис. 6), которая призвана занять место флага в линейке системных плат формата 3U. Интерфейсы перечислены в табл. 5.

При проектировании модуля в качестве вычислительного ядра были заложены процессоры Intel второго поколения для встраиваемых систем – Core I5-2515 и Core I7-2610UE/2555LE. Они изготовлены по современной 32 нм технологии и в связке с чипсетом Intel QM67 реализуют следующие преимущества:

- повышение производительности видеоподсистемы при одновременном снижении энергопотребления за счёт использования графического ядра Intel HD Graphics 3000;
- возможность использования скоростных банков памяти DDR3-1333 с кодом коррекции ошибок (ECC) до 16 Гбайт;
- при наличии теплового запаса системы возможно ускорение работы приложений за счёт повышения тактовой частоты процессора сверх номинальной (Intel Turbo Boost Technology 2.0);
- увеличение скорости обработки вычислений с плавающей точкой (Intel Advanced Vector Extensions).

Одну из модификаций сPCI-3971 можно использовать в системах уровня PICMG 2.30 (спецификация PICMG 2.30 описана в [2]), «обогащённых» скоростными последовательными интерфейсами PCIe. Так, в системном слоте на место свободно определяемых контактов разъёма J2 пришла замена в лице коннектора UHM (Ultra Hard Metric) компании 3М. На него возложена задача обслуживания периферийных плат нового поколения с повышенной пропускной способностью.

В конце первой части статьи хотелось бы упомянуть об изделиях, рабо-



Рис. 6. Плата сPCI-3970

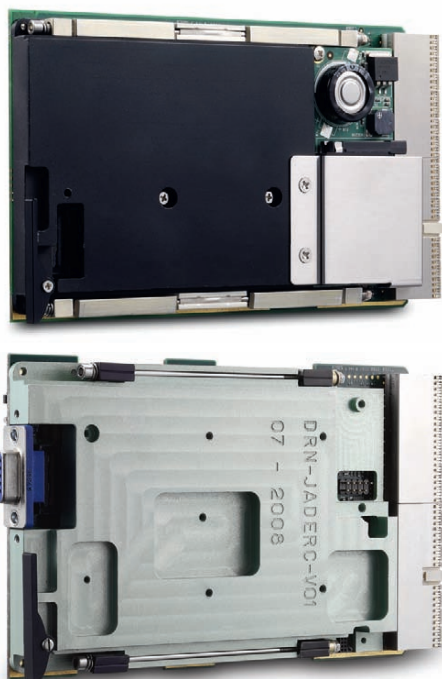


Рис. 7. Платы СТ-30 и СТ-31

тающих в экстремальных условиях окружающей среды: в диапазоне температур эксплуатации от –40 до +85°С, с высокими вибрационными и ударными нагрузками до 5g и 40g соответственно, в загрязнённых средах.

Для таких поистине адских условий работы компании ADLINK предлагает две платы – СТ-30 и СТ-31 (рис. 7). Первая из них повторяет архитектуру описанной сPCI-3920, прототипом второй послужила сPCI-3610, за исключением нескольких крайне важных моментов.

Во-первых, платы оснащены кондуктивным радиатором охлаждения. Занимает он львиную долю их площади, обеспечивая тем самым максимально эффективный теплоотвод без применения вентиляторов.

Во-вторых, используемые микрокомпоненты рассчитаны на расширенный температурный диапазон, а собранные системы прошли дополнительное тестирование.

В-третьих, на модули нанесено специальное защитное лаковое покрытие, предупреждающее выход из строя при работе в агрессивных или влажных средах. Такие инженерные решения трудно переоценить при эксплуатации в составе военной техники, на транспортных комплексах, на тяжёлых производствах и в устройствах специального назначения.

Во второй части статьи будут рассмотрены системы сPCI формата 6U компании ADLINK Technology. ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Головастов А. CompactPCI и PXI: не соревнуйся, а дополняя друг друга // Современные технологии автоматизации. – 2009. – № 2, 3.
2. Яковлев В. На полпути к будущему, или Спецификация PICMG 2.30 CompactPCI PlusIO // Современные технологии автоматизации. – 2011. – № 1.

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

Только в ПРОСОФТ:

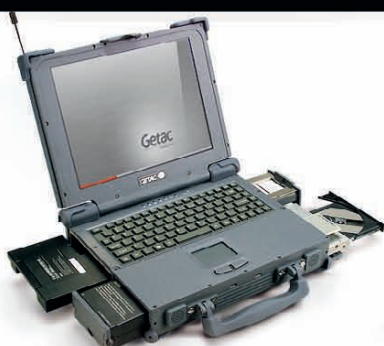
- документация на русском языке
- драйверы для ОС QNX
- возможность военной приёмки

# Getac



© АТА-ПРЕСС

## БРОНЯ КРЕПКА ЗАЩИЩЕННЫЕ НОУТБУКИ GETAC



### A790 (расширяемый)

- Безвентиляторное исполнение
- Дисплей 12,1" или 14,1"
- Множество опций
- Степень защиты IP65
- Соответствие стандартам MIL-STD-810F и MIL-STD-461E



### M230 (мобильный)

- Безвентиляторное исполнение
- Малая толщина
- Дисплей 14,1" или 15"
- Степень защиты IP65
- Соответствие стандартам MIL-STD-810F и MIL-STD-461E



### V200 (трансформер)

- Ноутбук/планшетный ПК
- Безвентиляторное исполнение
- Дисплей 12,1"
- Встроенная камера
- Степень защиты IP65
- Соответствие стандартам MIL-STD-810F и MIL-STD-461E



### S400 (помощник инженера)

- Повышенная производительность
- Малый вес
- Дисплей 14,1"
- Встроенная камера
- Степень защиты IP5x
- Соответствие стандарту MIL-STD-810F

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ GETAC

#173

# PROSOFT®

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Реклама



Андреас Геннеке

## Работа с промышленными сетями в зоне класса 2 упрощается

Во взрывоопасных зонах класса 2 для пользователей промышленных сетей, которые в течение долгих лет эксплуатируют взрывозащищённые электрические аппараты, приборы и другие средства автоматизации, был доступен вид взрывозащиты Ex nL, заключающийся в том, что при конструировании электрооборудования общего назначения принимались дополнительные меры защиты, чтобы в нормальных режимах работы оно не могло стать источником дуговых и искровых разрядов. Новая директива «Искробезопасная цепь уровня ic (Ex ic)» заменяет Ex nL с 2011 года. В данной статье описаны улучшения, которые могут быть обеспечены при реализации возможностей нового стандарта в промышленных сетях FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA.

### ЗАЩИТА ВАШИХ ИНВЕСТИЦИЙ

Уровень искробезопасной электрической цепи ic хорошо известен в России (в ГОСТ 12.2.020-76 имел наименование «повышенная надёжность против взрыва») и сохранён в новом ГОСТ Р 51330.10-99, поскольку имеет достаточно широкую область применения, а также введён в международный стандарт IEC 60079-11:2007 «Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред – Часть 11: Искробезопасная электрическая цепь «i». Он похож на применяемый ранее вид взрывозащиты Ex nL (невоспламеняющийся; IEC 60079-15:2005 «Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред – Часть 15: Защита вида «n») и заменяет его с 2011 года. Установки, введённые в эксплуатацию с использованием Ex nL, продолжают соответствовать стандартам, по требованиям которых они были разработаны. Это включает незначительные обновления и модификации, при которых электрооборудование, содержащее искробезопасные цепи уровня ic, может быть использовано в качестве соответствующих частей для замены, даже несмотря на то, что Ex nL прекратит существование. Для новых установок и зна-

чительных модернизаций должен быть применён новый стандарт Ex ic.

### ПРИМЕНЕНИЕ ИСКРОБЕЗОПАСНОЙ ЦЕПИ IC В ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ

Для применения искробезопасной электрической цепи уровня ic во взрывоопасной зоне класса 2 необходимо,

чтобы установки соответствовали требованиям искробезопасности, подобно существующим требованиям уже известных методов защиты для взрывоопасных зон класса 0 и 1. Вот эти требования:

- электрический зазор между зажимами для присоединения искробезопасных и искроопасных цепей должен составлять не менее 50 мм;



Кабельные магистрали



Таблица 1

**Искробезопасная электрическая цепь уровня ic**  
(концепция FISCO с фиксированными предельными значениями полностью исключает вычисления; в концепции Entity более высокие уровни напряжения допустимы для более длинных кабелей)

ВЫЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИСКРОБЕЗОПАСНОСТИ СОГЛАСНО РАСЧЁТНОЙ МОДЕЛИ ENTITY	
Сравнение предельного значения Entity	Установленные предельные значения для FISCO
$I_o \leq I_i$	$I_o \leq 380 \text{ мА} \leq I_i$
$U_o \leq U_i$	$U_o \leq 17,5 \text{ В} \leq U_i$
$P_o \leq P_i$	$P_o \leq 5,32 \text{ Вт} \leq P_i$
$L_o \geq L_{\text{cable}} + \sum L_i$	Только Entity
$C_o \geq C_{\text{cable}} + \sum C_i$	Только Entity

**Индексы:**

$o$  – выходное значение, например, источника питания;

$i$  – входное значение, например, приборов;  $\text{cable}$  – значение для кабеля.

- искробезопасные цепи уровня  $ic$  требуют маркировки или использования кабеля светло-голубого цвета;
- оценка искробезопасности  $ic$  производится в соответствии с требованиями концепции Entity или FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept – концепция искробезопасной системы полевой шины. – *Прим. пер.*).

Для оценки в соответствии с требованиями расчётной модели Entity [1, 2] необходимо сравнение максимальных значений выходного напряжения ( $U_o$ ), выходного тока ( $I_o$ ) и выходной мощности источника питания с соответствующими входными напряжениями контрольно-измерительного оборудования, а также вычисление и соблюдение предельных значений для индуктивности и ёмкости. Концепция FISCO, с успехом применяемая для упрощения оценки взрывозащиты, исключает необходимость в каком-либо числовом сравнении или вычислениях. В концепции FISCO уровень Ex ic (IEC 60079-27: 2005. – Аутентичный текст международного стандарта – ГОСТ Р 52350.27-2005 «Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 27. Концепция искробезопасной системы полевой шины (FISCO)». – *Прим. пер.*) установлены предельные значения безопасного тока, напряжения и мощности, которые должны выдерживаться для всех сертифицированных компонентов, таких как источники питания промышленной сети и приборы (табл. 1).

Для пользователя модель FISCO описывает типы кабелей и их предельную длину (до 1000 м) и устанавливает, что в каждом сегменте разрешён только один источник питания. Оценка искробезопасности с применением FISCO проста: требуется только соответствующая документация о сертифи-

кации источника питания, кабелей и используемых полевых устройств.

По существу способ разработки сегментов полевой шины остаётся прежним. Топология с одной магистральной линией связи и точками подключения к магистрали для каждого устройства – кабельными отводами – проста для проектирования, монтажа и обслуживания. При этом все существующие топологии остаются допустимыми (рис. 1). Высокое напряжение, передаваемое через магистральную линию, допустимо для длинных кабельных трасс и большого числа устройств. Уровень искробезопасной цепи  $ic$  на кабельном отводе обеспечивается правильным выбором источника питания и модулей защиты сегмента.

В простой электронной таблице можно документировать взаимосвязь между PCY (интерфейс главного компьютера), источником питания, модулем защиты сегмента и полевым устройством, включая точку установки. Электронная таблица устраняет необходимость в монтажной схеме, так как точки соеди-

нения являются одинаковыми и не зависят от функции полевого устройства, что ведёт к уменьшению затрат на проектирование. В подобной таблице легко отмечать изменения в составе оборудования, которые появляются при вводе установки в эксплуатацию или в процессе работы. И она содержит также информацию по взрывозащите.

## ИНФРАСТРУКТУРА ПОЛЕВОЙ ШИНЫ: ВСЕГДА С ЗАЩИТОЙ ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

В настоящее время в технических условиях для инфраструктуры промышленной сети оговорена защита от короткого замыкания в каждом кабельном отводе, чтобы не допустить нежелательных сбоев на магистрали и части сегмента, например, при проведении работ на функционирующих устройствах. Поэтому обычно применяются сегментные соединители с защитой от короткого замыкания, так называемые модули защиты сегмента (Segment Protector). Это ведёт к значительному повышению коэффициента готовности инфраструктуры промышленной сети.

## ПРОСТОЕ И ЭЛЕГАНТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЗОНЕ КЛАССА 2

Модули защиты сегмента также обеспечивают уровень искробезопасности  $ic$  с высокими типичными значениями физических величин. В частности, установлено повышенное значение максимального выходного напряжения ( $U_o$ ) для оценки искробезопасности в соответствии с расчётной моделью Entity, поскольку для многих полевых устройств допустимы высокие значения безопасного максимального входного

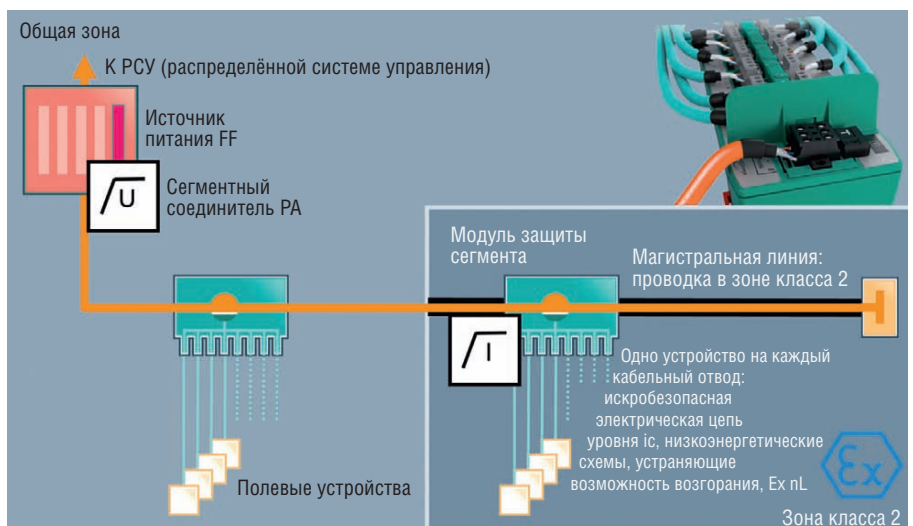


Рис. 1. Топология на основе магистральной линии и кабельных отводов является понятной, простой в реализации и обслуживании

напряжения ( $U_f$ ). Модуль защиты сегмента ограничивает ток на выходе каждого кабельного отвода до безопасного значения  $I_o = 70$  мА, которое является достаточно низким практически для всех доступных сегодня устройств.

Для требуемого более низкого значения безопасного максимального выходного напряжения  $U_o$  на подключении кабельного отвода, например, в системе FISCO, напряжение ограничивается также в источнике питания полевой шины, так как он на самом деле обеспечивает управление напряжением. Таким образом, для простой и надёжной реализации системы FISCO с уровнем искробезопасности  $ic$  необходимо применять источник питания с усовершенствованной схемотехникой, соответствующей требованиям уровня искробезопасности  $ic$ . Сочетание источника питания и модуля защиты сегмента обеспечивает уровень искробезопасности цепи  $ic$  в системе FISCO или Entity на кабельном отводе с выбором значений безопасных напряжений.

Эта конструкция известна как концепция магистрали повышенной мощности (High-Power Trunk) [3], которая уже стала промышленным стандартом для любой взрывоопасной зоны. Так как мощность магистрали является неограниченной в смысле защиты от воспламенения, работа на действующей магистрали разрешена только при условии газоочистки. Однако проведение работ на функционирующем оборудовании разрешено в любое время. Эта конструкция не только является экономически эффективной, но и оптимально использует сегмент, допуская более высокое значение тока, протекающего через магистральную линию. При более высоком уровне напряжения возрастает протяжённость кабельных линий.



Рис. 2. Концентратор мощности MBHD-FB1-4R соответствует уровню искробезопасности  $ic$

## С FIELDCONNEX КОМПАНИИ ГОТОВЫ К ИННОВАЦИЯМ

Новаторы из компании Pepperl+Fuchs, которые всегда активно вовлечены в работу комитетов IEC и руководящих организаций по промышленным сетям, таких как ассоциации FOUNDATION Fieldbus и PROFIBUS International, предвосхитили технические изменения и заранее начали реинжиниринг компонентов системы FieldConnex для инфраструктуры полевой сети. Были необходимы только незначительные модификации, чтобы сертифицировать уровни изоляции FieldConnex Power Hub и R2 Segment Protector для уровня искробезопасности  $ic$ , как описано ранее.

MBHD-FB1-4R является новейшим концентратором мощности с высоким значением удельной мощности (High-Density Power Hub) для системы FieldConnex. Отдельные сменные силовые модули в конфигурации с резервированием снабжают электропитанием до четырёх сегментов. Power Hub обеспечивает ток до 500 мА в каждом сегменте при повышенном напряжении изоляции, и в настоящее время предлагаются силовые модули с гальванической развязкой. Выходные напряжения от 31 до 17 В ( $U_o$  для FISCO Ex  $ic$ ) делают возможным правильное подключение соответствующего сегментного соединителя FieldConnex для любой взрывоопасной зоны. Модуль Power Hub сертифицирован для установки во взрывоопасной зоне класса 2 (рис. 2).

Модуль защиты сегмента для системы FieldConnex R2-SP-N\* подходит для применения в искробезопасных цепях nL и  $ic$ . Обозначение «\*» указывает на возможность выбора от 4 до 12 кабельных отводов [3]. В модуле увеличен до 50 мм электрический зазор между жабками для присоединения цепей магистрали и кабельных отводов, и между ними установлена изоляционная перегородка. Защита от короткого замыкания в каждом кабельном отводе гарантирует доступность полевой шины, которая остаётся в рабочем состоянии при выполнении работ на функционирующих полевых устройствах (рис. 3).

## Выгода для пользователей

В настоящее время оценка искробезопасности базируется на хорошо из-

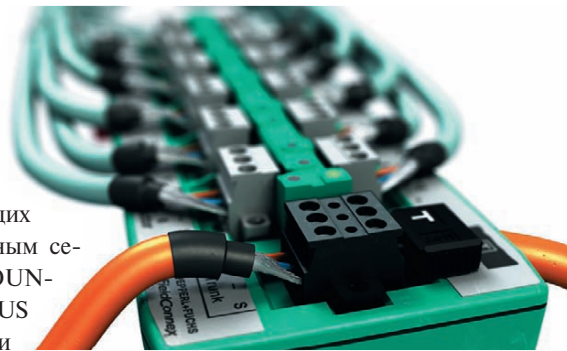


Рис. 3. Простой в эксплуатации модуль защиты сегмента R2 системы FieldConnex с защитой каждого кабельного отвода от короткого замыкания

вестных концепциях в соответствии с моделями Entity или FISCO. Разработчики полевой шины, которые отделяют электрические искробезопасные цепи nL от силовых цепей, имеют хорошую подготовку. Искробезопасная цепь уровня  $ic$  для взрывоопасной зоны класса 2 и концепция FieldConnex делают возможным проведение работ на оборудовании при функционирующей технологической установке, при этом не нужно получать разрешение на проведение работ без отключения оборудования. С уровнем искробезопасности  $ic$  можно применять взрывозащиту вида «искробезопасная электрическая цепь  $i$ » во взрывоопасной зоне класса 2. При выполнении требований Ex  $ic$ , адаптированных к оценке взрывозащиты, сокращаются затраты и устраняется неопределённость. Работа с полевыми устройствами должна быть такой же простой, как всегда, и с уровнем искробезопасности  $ic$  это осуществимо. ●

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Kegel G., Kessler M., Rogoll G. FISCO-model Versus Conventional Intrinsic Safety Evaluation in Fieldbus Technology. Pepperl+Fuchs GmbH, Mannheim 2001.
2. Круляк К.В. Промышленные сети: цели и средства // Современные технологии автоматизации. – 2002. – № 4.
3. Жданкин В.К. Концепция FieldConnex® для промышленных сетей FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA: повышение производительности и снижение затрат. Часть 1 // Современные технологии автоматизации. – 2009. – № 2.

Авторизованный перевод  
Виктора Жданкина,  
сотрудника фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru

# Industrial Ethernet высокого напряжения

Коммуникационное оборудование  
для промышленных условий эксплуатации

IEEE 1613

IEC 61850-3



Защищённый управляемый коммутатор серии EX87000 24 порта 10/100Base + 4 порта Gigabit Ethernet

  
**EtherWAN**



Защищённый управляемый коммутатор  
Gigabit Ethernet EX65000

- 8 портов 10/100/1000Base-TX
- До 2 портов 1000Base-FX



Защищённый PoE-коммутатор EX78000  
• 4/8 портов PoE

- До 4 портов 100Base-FX
- До 2 портов Gigabit Ethernet



Высокоскоростной «удлинитель» Ethernet ED3141

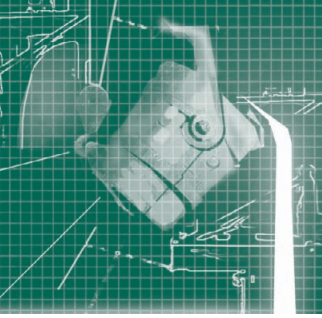
- До 50 Мбит/с
- Дальность до 1,9 км
- Технология Ethernet-over-VDSL

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN**

**#277**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



## Контроль и управление качеством среза катодного осадка в САУ «Электролиз»

Николай Матюшкин, Валерий Безумов, Владимир Новиков, Александр Кабанов, Владимир Андронов, Александр Дунаев

В статье рассматривается реализация алгоритма оптимизации одного из показателей качества производства тугоплавких редких металлов электролизом расплава солей в составе САУ «Электролиз».

Для контроля и управления процессами электролитического получения тугоплавких редких металлов, в частности циркония, в расплавах солей была разработана САУ «Электролиз» [1, 2]. В состав САУ «Электролиз» внедрён ряд математических моделей разработки ОАО «ВНИИНМ», позволяющих повысить качество готовой продукции и резко сократить расход электроэнергии при стабилизации других показателей, влияющих на себестоимость продукции и безопасность управления технологическим процессом.

Структурная схема САУ «Электролиз» показана на рис. 1. САУ «Электролиз» является двухуровневой децентрализованной системой. На её нижнем уровне находятся датчики, преобразователи, линии связи, контроллеры MicroPC фирмы Octagon Systems. На верхнем уровне – промышленные рабочие станции AWS-8248T и AWS-8100 фирмы Advantech.

Контроллеры MicroPC выполнены в корпусе 5206-RM с блоком питания 5101 и имеют следующий набор плат: процессорная плата 5066, 48-канальная плата цифрового ввода-вывода 5600-48, Ethernet-карта.

Промышленные рабочие станции Advantech серии AWS обладают необходимой функциональностью и вычислительной мощностью, оснащены чётким цветным TFT ЖК-дисплеем, имеют переднюю панель со степенью защиты IP65. В САУ «Электролиз» с их помощью управляют токовой нагрузкой серий электролизёров, составом электролита и качеством среза катодного осадка, а так-

же осуществляют визуализацию информации о ходе технологического процесса и состоянии оборудования в виде мнемосхем и трендов. Промышленные рабочие станции AWS-8248T расположены в помещении мастера смены; рядом с ним в отдельной комнате находятся контроллеры; компактная рабочая станция AWS-8100 установлена в одном помещении с обслуживаемым ею промышленным оборудованием – выпрямительными агрегатами. Преобразователи, вторичные приборы, устройства связи с объектом размещены в местном щите рядом с объектом управления. Для связи рабочих станций AWS-8248T между собой, с контроллерами, АРМ и сервером используется сеть Ethernet. Связь компактной рабочей станции AWS-8100 со станциями AWS-8248T осуществляется по интерфейсу RS-485.

К современному производству тугоплавких редких металлов электролизом расплава солей предъявляются следующие требования:

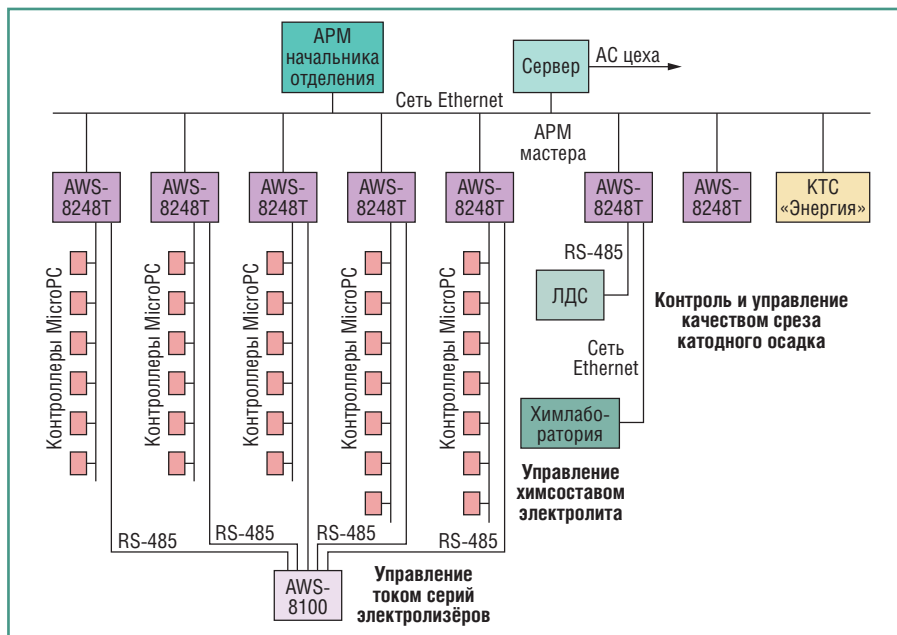
- непрерывность производства,
- герметичность электролизёра,
- автоматизация основных технологических операций.

В этой связи особое значение приобретает операция удаления катодного осадка. Одним из способов удаления катодного осадка является способ среза катодного осад-

ка с помощью П-образных ножей. Как видно из схемы электролизёра, приведённой на рис. 2, для осуществления среза катодного осадка катоды изготавливают в форме усечённой окружности и помещают на катодном валу, который соединён с двигателем переменного тока. П-образные ножи соединены с лотками, которые также имеют возможность вращаться вокруг своей оси. Чтобы не допустить прогорания катодов в расплаве, их охлаждают водовоздушной смесью. Перед началом процесса среза катодного осадка происходит опускание лотков. Затем в процессе среза катодного осадка катодный вал делает один оборот, при этом катоды проходят через П-образные ножи, после чего осуществляется поднятие лотков, и катодный осадок сбрасывается в приёмники, где охлаждается в атмосфере инертного газа. Процесс электролиза получается практически непрерывным. Постоянный ток отключается только на несколько минут для осуществления оборота ка-



Чепецкий механический завод:  
здание отделения по производству порошка циркония



#### Условные обозначения:

АС – автоматизированная система; КТС – комплекс технических средств; ЛДС – линия дозирования солей.

Рис. 1. Структурная схема САУ «Электролиз»

тодного вала. Данный способ удаления катодного осадка позволяет сохранить герметичность электролизёра. Срез катодного осадка происходит внутри герметичного корпуса электролизёра. Все технологические операции при срезе катодного осадка легко автоматизируются.

Промышленное производство циркония электролизом расплава солей организовано на ОАО «Чепецкий механический завод». Общий вид цеха по производству порошка электролитического циркония приведён на рис. 3. Опыт промышленной эксплуатации показал, что способ среза катодного осадка с помощью П-образных ножей может приводить к сокращению периода работы электролизёра. При эксплуатации данного способа удаления катодного осадка наблюдались как «хорошие», так и «плохие» срезы катодного осадка. При «хороших» срезах удаление катодного осадка производилось с одного оборота катод-

ного вала. При «плохих» срезах для удаления катодного осадка необходимо было осуществить два и более оборота катодного вала. Большое количество «плохих» срезов приводило к повышенному износу ножей и лотков и, соответственно, к сокращению периода работы электролизёра. Возникла задача уменьшить количество «плохих» срезов катодного осадка и тем самым повысить эффективность электролитического производства тугоплавких редких металлов.

Решить данную задачу удалось с помощью создания подсистемы автоматизированного контроля и управления качеством среза катодного осадка в составе САУ «Электролиз». Были выполнены эксперименты, направленные на выработку критерия качества среза катодного осадка и определение технологических параметров, влияющих на этот критерий. Во время проведения экспериментов фиксировались:

- пусковой ток двигателя привода катодного вала,
- ток холостого хода двигателя привода катодного вала,
- ток двигателя привода катодного вала первой попытки среза катодного осадка ( $I_{cp1}$ ),
- ток двигателя привода катодного вала промежуточных попыток среза катодного осадка,
- ток двигателя привода катодного вала последней попытки среза катодного осадка,
- период времени между пуском двигателя катодного вала и началом среза катодного осадка,
- время первой попытки среза катодного осадка,
- время промежуточных попыток среза катодного осадка,
- время последней попытки среза катодного осадка,
- общее время среза катодного осадка.

Для критерия качества среза катодного осадка оценивались следующие параметры:  $I_{cp1}$  и время первой попытки среза катодного осадка. Для измерения тока двигателя привода катодного вала при срезе катодного осадка аналоговый сигнал через трансформатор тока 300/5 преобразовывался (посредством преобразователя Advantech ADAM-3114A) в стандартный сигнал (0...10 В) и вводился в промышленную станцию. Частота съёма сигнала в момент операции среза была 9 раз в секунду. Как показали экспериментальные данные, время первой попытки среза катодного осадка изменялось незначительно в пределах  $\pm 12\%$ , а  $I_{cp1}$  при этом изменялся в пределах  $\pm 55\%$ . Кроме того, было обнаружено, что при превышении некоторого предельного значения тока двигателя привода катодного вала срез катодного осадка, как правило, проводился в несколько приёмов. Поэтому для избежания «плохих» срезов катодного осадка

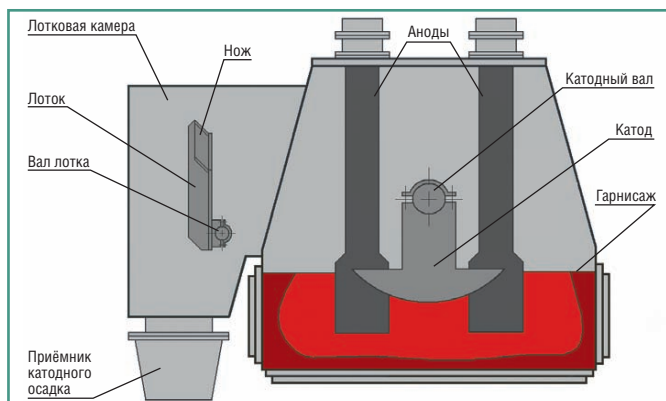


Рис. 2. Схема герметичного электролизёра для получения тугоплавких редких металлов электролизом расплава солей



Рис. 3. Цех по производству порошка электролитического циркония

Дата	30.5	30.5	30.5	29.5	29.5
Регл. время	08:00	06:00	02:00	23:00	20:00
Факт. время	07:58	05:01	01:54	22:58	19:58
38					
39					
40					
41	0	0	0	0	0
42	64,5	38,1	48,8	126,0	82,7
43	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0

Рис. 4. Таблица значений  $I_{ср1}$ 

можно признать качественным срез при  $I_{ср1}$  не более предельного значения тока двигателя привода катодного вала. Предельное значение тока двигателя привода катодного вала зависит от мощности этого двигателя и должно определяться для каждого электролизёра отдельно. Как показали проведённые эксперименты, на  $I_{ср1}$  влияют степень охлаждения катодов, состав и уровень электролита. Например, для электролитического получения циркония были найдены следующие математические модели:

$$I_{ср1} = 0,4849 \cdot OX + 87,1524; \quad (1)$$

$$I_{ср1} = -13,5663 \cdot C_{Cl} + 241,1943; \quad (2)$$

$$I_{ср1} = 3,3578 \cdot n_{ср} + 94,8921; \quad (3)$$

$$I_{ср1} = 0,0612 \cdot N_{ср} + 90,9459; \quad (4)$$

$$I_{ср1} = 0,4337 \cdot OX - 12,5742 \cdot C_{Cl} + 3,2636 \cdot n_{ср} + 195,6647. \quad (5)$$

Здесь  $OX$  – среднее показание сигнализаторов охлаждения катодов, %;

$C_{Cl}$  – концентрация хлора в электролите, %;

$n_{ср}$  – номер среза катодного осадка между сливами электролита;

$N_{ср}$  – номер среза катодного осадка за весь период работы электролизёра.

Для реализации подсистемы автоматизированного контроля и управления качеством среза катодного осадка было разработано информационное обеспечение, которое осуществляет выдачу на экран монитора промышленной станции значений  $I_{ср1}$  в табличном виде, показанном на рис. 4, а также (по вызову технолога) графика изменения тока двигателя привода катодного вала на момент проведения операции среза катодного осадка, пример которого приведён на рис. 5.

Для значений  $I_{ср1}$ , выводимых на экран монитора промышленной станции, предусмотрены разные цвета: если  $I_{ср1}$  не больше предельного значения тока двигателя привода катодного вала, то зелёный цвет; если  $I_{ср1}$  больше предельного значения тока двигателя привода катодного вала, то красный цвет. Если значение  $I_{ср1}$  больше предельного значения тока двигателя привода катодного вала, то происходит расчёт управляющего воздействия по математическим моделям 1–5 и вывод рекомендаций по изменению степени охлаждения катодов, состава

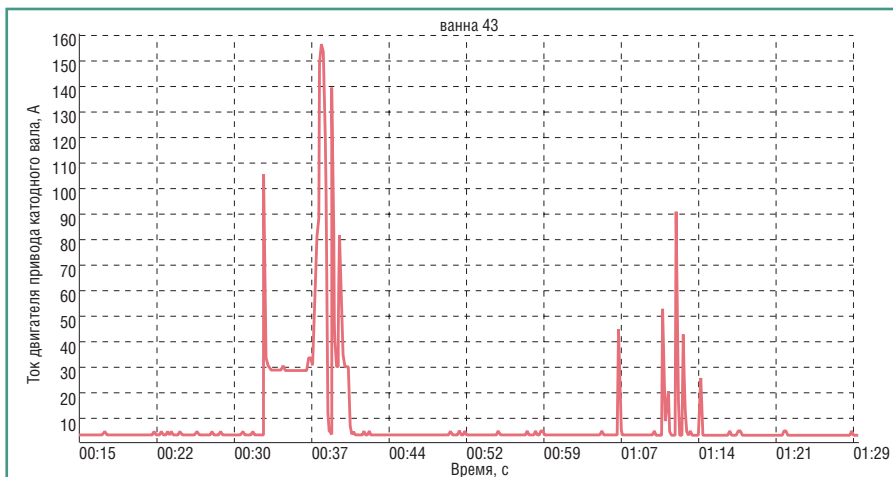


Рис. 5. График изменения тока двигателя привода катодного вала на момент проведения операции среза катодного осадка

ва и уровня электролита, направленных на уменьшение  $I_{ср1}$ . Если реализация выданных рекомендаций не привела к требуемым результатам, то после очередной операции среза катодного осадка происходит вскрытие электролизёра, проверка крепления и состояния ножей и лотков и при необходимости зачистка шейки катодов, ножей и лотков.

Внедрение подсистемы автоматизированного контроля и управления качеством среза катодного осадка в составе САУ «Электролиз» в производство позволило увеличить период работы электролизёра на 15%. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бакланов В.П., Огородников Л.В., Семёновых Е.П., Сулов В.Б. и др. Опыт создания автоматизированной системы контроля и управления процессом электролитического получения циркония на базе использования инструментального пакета Trace Mode // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004. – № 6. – С. 13–15.
2. Безумов В.Н., Бакланов В.П., Дунаев А.И., Матюшкин Н.А. и др. Разработка математических моделей процесса электролиза в расплаве  $K_2ZrF_6-KCl-KF-NaCl$  // Цветные металлы. – 2005. – № 7. – С. 100–102.

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### В «пятилетку» с Belden

Компания Belden улучшает условия базовой гарантии на большинство изделий модельного ряда Hirschmann™. Теперь вместо базовых 24 месяцев гарантии предоставляется срок в 60 месяцев (5 лет) на следующие серии и модели:

- **серия Spider** (неуправляемые промышленные коммутаторы Fast и Gigabit Ethernet начального уровня);
- **серия OpenRail** (более 1000 модификаций компактных промышленных коммутаторов с широким спектром применения);
- **модульная серия MICE и PowerMICE** (промышленные коммутаторы для отказоустойчивых сетей Ethernet и Real-time Ethernet с модульной структурой, «горячим» резервированием и широким набором специализированных опций);
- **серия RSR** (специализированные коммутаторы для подстанций и транспорта, удовлетворяющие требованиям стандартов МЭК 61850, EN50155);
- **коммутаторы MACH 1020/1030/1040** (стоечные отказоустойчивые коммутаторы с уникально гибкой конфигурируемой

архитектурой, отвечающие требованиям МЭК 61850);

- **серия Octopus** (коммутаторы со степенью защиты IP67 для эксплуатации вне распределительных шкафов в пыльной, влажной среде);
- **беспроводные устройства BAT54, BAT300** (промышленные точки доступа Wi-Fi с дальностью передачи до 20 км и скоростью до 300 Мбит/с);
- **роутеры Eagle** (межсетевые экраны в промышленном исполнении для защиты и сегментирования Ethernet-сетей).

Покупатель может также заказать расширенную до 8 лет гарантию, просто выбрав соответствующий пункт в электронном конфигураторе устройства на его Web-странице. Более длительные сроки гарантии на изделия Hirschmann™ рассматриваются и предоставляются по отдельному запросу. На продукцию модельного ряда MACH102/104, MACH4000 базовый срок гарантии не изменился и составляет 24 месяца.

Весь спектр продукции Hirschmann можно приобрести у официального дистрибьютора Belden – компании ПРОСОФТ. ●

# OCTAGON SYSTEMS

30 лет успеха в мире  
20 лет с ПРОСОФТ в России

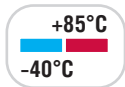
Надёжный партнёр для Ваших проектов



© СТА-ПРЕСС



Влагозащитное  
покрытие  
всех типов плат!

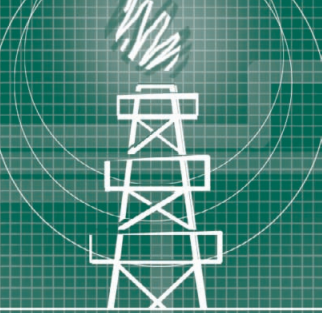


#1

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ OCTAGON

**PROSOFT**®

<b>МОСКВА</b>	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>С.-ПЕТЕРБУРГ</b>	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ЕКАТЕРИНБУРГ</b>	Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
<b>САМАРА</b>	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>НОВОСИБИРСК</b>	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КИЕВ</b>	Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
<b>УФА</b>	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КАЗАНЬ</b>	Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ОМСК</b>	Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ЧЕЛЯБИНСК</b>	Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КРАСНОДАР</b>	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>Н. НОВГОРОД</b>	Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



# Опыт модернизации АСУ ТП установки переработки нефтешламов

Светлана Филатова, Сергей Евченко

В статье описан технологический процесс, реализуемый установкой по переработке нефтешламов в ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ». Рассказано о модернизации АСУ ТП данной установки на базе современных программно-технических средств. Обоснован выбор этих средств, представлены структура и функции модернизированной системы.

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих отраслей промышленности в нашей стране по-прежнему остаётся нефтехимическая. В последнее время наряду с проблемами экономической эффективности встаёт вопрос и о технологической эффективности производственных процессов, решение которого направлено на повышение качества готовой продукции. Немаловажную роль играет и внедрение энергосберегающих технологий, позволяющих не только минимизировать расходы природных ресурсов, но и понизить финансовые расходы предприятия на процессы производства.

На сегодняшний день всё большую важность с экологической и экономической точек зрения приобретают процессы рециркуляции природных богатств. Переработка нефтешламов является одним из подобных процессов.

В наиболее упрощённом виде нефтешламы представляют собой многокомпонентные физико-химические системы (смеси), состоящие, главным образом, из нефтепродуктов, воды и минеральных добавок (песок, глина, окислы металлов и т.д.). Состав и физические свойства нефтешламов могут варьироваться в зависимости от источника. Нефтешламы являются одним из наиболее опасных загрязнителей практически всех элементов природной среды – поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха. Поэтому перед всеми предприятиями нефтехимической промышленности остро стоят вопросы переработки отработанных

продуктов и использования их в последующей цепочке технологических процессов всего цикла производства.

## СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА

Установка по переработке нефтешламов (УПНШ) в ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ» эксплуатируется с 1992 года и предназначена для получения нефтяной фазы из нефтешлама (нефтяной эмуль-

сии, содержащей механические примеси). Стремительное развитие информационных технологий и аппаратных средств привело к необходимости модернизации автоматизированной системы управления установкой, выполненной в своё время на базе контроллера серии Siemens SIMATIC S5.

Установка по переработке нефтешламов состоит из следующих блоков:

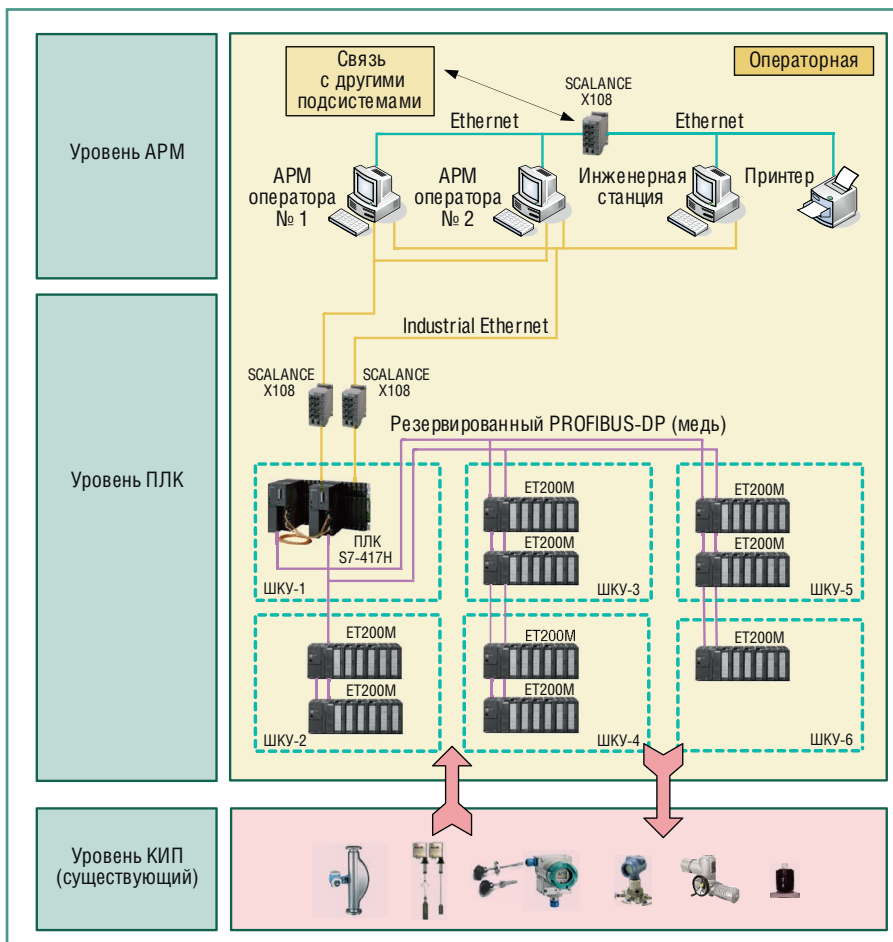


Рис. 1. Структура комплекса технических средств



- подготовки сырья для переработки,
- механического разделения эмульсии.

Сущность процесса заключается в разделении нефтешлама на отдельно выходящие с установки фазы: нефтяную и сепарированную воду, механические примеси. Процесс разделения включает в себя следующие этапы: фильтрацию, центрифугирование и сепарирование. Фильтрация осуществляется путём двухступенчатой очистки от крупных (диаметром более 1 мм) механических примесей при прохождении их через сетчатые фильтры. Для защиты от износа динамического оборудования предусмотрена дополнительная очистка от механических примесей (диаметр частиц 0,1...1,0 мм) при прохождении через гидроциклоны. Гидроциклоны предназначены для разделения двухфазной системы «твёрдое тело – жидкость» с плотностью дисперсной фазы большей, чем плотность сплошной фазы. Нефтешлам поступает через тангенциально расположенный входной патрубок в верхнюю цилиндрическую часть корпуса и приобретает вращательное спиральное движение, направленное по пристенной области вниз к вершине конуса. Твёрдые частицы концентрируются вблизи стенок и переносятся потоком в разгрузочный бункер, откуда периодически сбрасываются в шламовую ёмкость.

Разделение двухфазных систем основано на методе разделения их в поле массовых сил. Этот метод осуществляют путём создания в жидкости центробежных сил, передаваемых от вращающихся элементов конструкции (декантеров). Декантеры непрерывного действия со шнековой выгрузкой осадка снабжены двухступенчатым планетарным редуктором с механизмом защиты редуктора от перегрузок. Выгрузка осадка осуществляется непосредственно на транспортёр. На центрифугу поступает нефтешлам, предварительно очищенный от песка в фильтре и гидроциклоне и подогретый до 70...75°C.

Окончательное разделение трёхфазной системы «нефть – вода – механические примеси» происходит в центробежных сепараторах. Приложение к нефтеводяной эмульсии больших центробежных сил позволяет добиться глубокой очистки. Для облегчения процесса сепарации нефтешлам предварительно нагревается до 98°C, что приводит к понижению вязкости и увеличению различий между разными фазами технологической жидкости.

С учётом частых остановок установки на ремонтные работы и возросших затрат на эксплуатацию системы управления в связи с выходом из строя модулей контроллера и других комплектующих частей и невозможностью заказать их у производителя из-за снятия данного оборудования с производства было принято решение о замене системы управления.

На первом этапе проектирования новой системы управления рассматривался вопрос о возможности миграции программного обеспечения промышленного контроллера S5-135U на контроллер S7-400, но учитывая, что в соответствующей линейке продукции Siemens SIMATIC S7 нет полнофункционального аппаратного аналога процессора визуализации, интегрированного в контроллер, было принято решение разрабатывать программное обеспечение заново. В конечном итоге были полностью заменены контроллер и программное обеспечение, а от прежней системы управления осталось только оборудование КИПиА.

### ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РЕШЕНИЯ

Основные задачи, которые ставились перед системой и были реализованы нашей организацией ООО «МЦЭ-Инжиниринг» с использованием современных программно-технических средств:

- повышение качества ведения технологического процесса;
- повышение надёжности работы технологического оборудования;
- повышение безопасности эксплуатации.

Вместе с тем одним из главных требований при реализации проекта по модернизации были сжатые сроки выполнения пусконаладочных работ. Это требование было вызвано тем, что сырьё для установки переработки нефтешламов поступает от основных производств завода, технологические процессы которых непрерывны, а объём буферных ёмкостей ограничен. Поэтому предпусковой подготовке работ было уделено повышенное внимание.

Совместно с эксплуатирующим персоналом установки были выработаны принципы для безопасного и быстрого перехода на новую систему управления. Наши специалисты подробно изучили особенности ведения технологического процесса и режимы работы технологического оборудования.

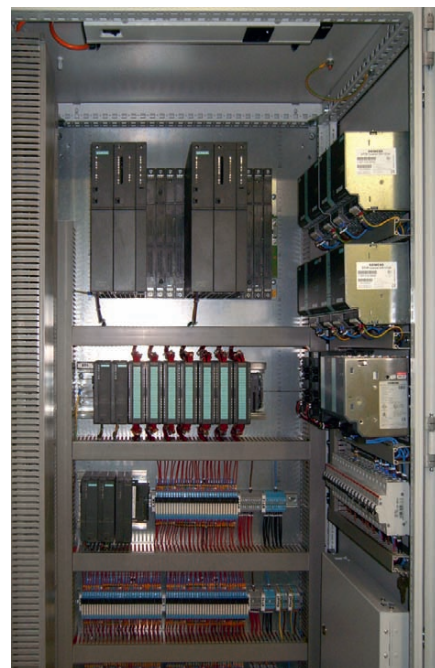


Рис. 2. Шкаф контроля и управления (ШКУ)

Модернизированная система управления была реализована на базе существующего технологического оборудования путём замены морально устаревшего контроллерного оборудования SIMATIC S5 (программируемый логический контроллер S5-135U, система визуализации SIMATIC HMI COROS) на SIMATIC S7-400. Перечень технологических параметров контроля и управления был сохранён в полном объёме. Кроме того, было предусмотрено подключение дополнительных входных и выходных параметров.

При выборе технических средств учитывались не только такие факторы, как функциональность, производительность, совместимость, наращиваемость, ресурс, надёжность, стоимость, но и соответствие требованиям технической, пожарной и экологической безопасности объектов нефтеперерабатывающего завода.

АСУ ТП имеет распределённую трёхуровневую структуру построения (рис. 1).

Уровень КИП (I) состоит из существующих датчиков КИПиА и исполнительных механизмов; уровень ПЛК (II) включает в себя резервируемый программируемый логический контроллер (ПЛК) со станциями распределённого ввода-вывода (рис. 2); уровень АРМ (III) включает устройства оперативно-го мониторинга и управления.

Питание технических средств уровня I (24 В для датчиков и преобразователей, ~220 В для средств местной сигнализации) осуществляется от программно-

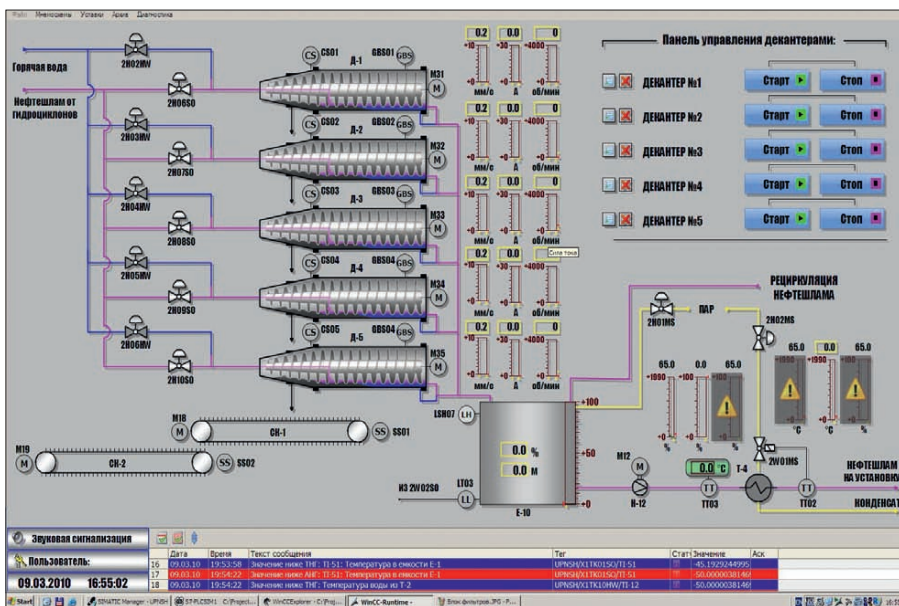


Рис. 3. Видеокادر узла декантеров

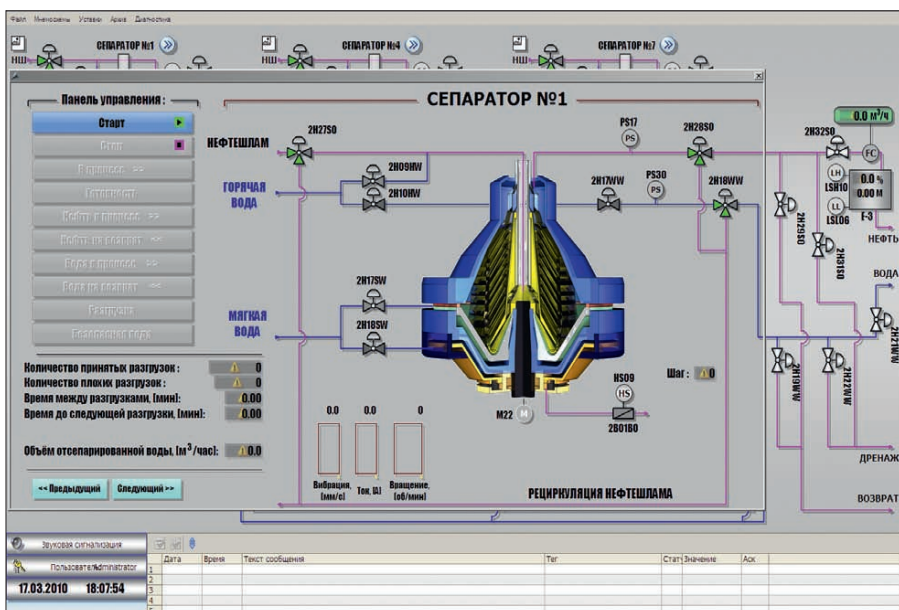


Рис. 4. Видеокادر узла сепаратора № 1

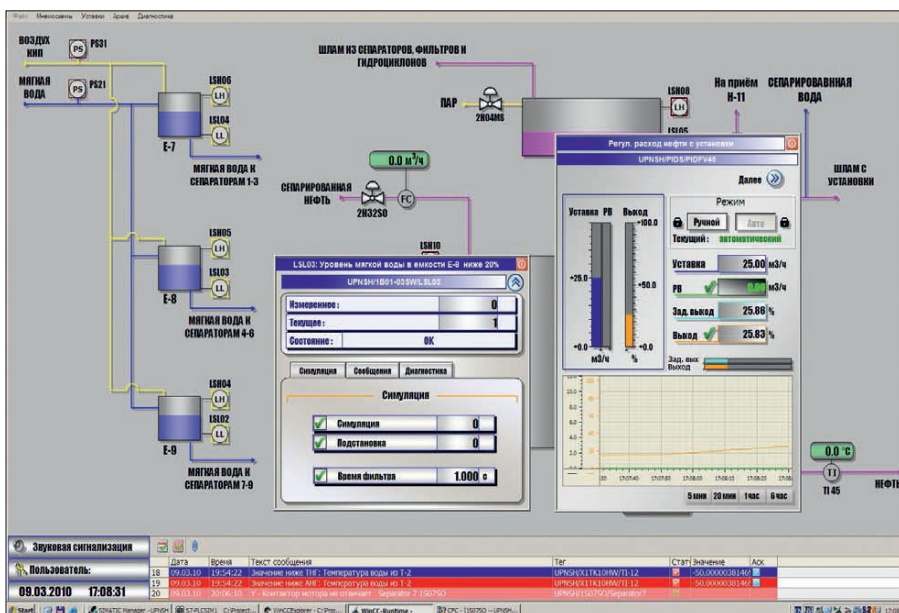


Рис. 5. Пример видеокрада с диалоговыми окнами настройки параметров

технического комплекса (ПТК) системы управления.

Уровни АСУ ТП имеют следующие особенности аппаратной реализации:

- уровень I реализован на базе приборов и средств автоматизации российских производителей;
- уровень II реализован на базе аппаратных средств фирмы Siemens (ПЛК, средства организации промышленной сети);
- уровень III реализован на базе аппаратных средств фирмы HP (АРМ операторов, инженерная станция, принтер).

Модернизация уровня I не проводилась, вышедшие из строя датчики и исполнительные механизмы заменялись на новые того же самого типа.

При модернизации ПТК широко применялись программно-аппаратные средства фирмы Siemens. Для повышения безотказности работы в качестве ПЛК выбран SIMATIC S7-400 с функцией «горячего» резервирования. Модули связи с объектом установлены на станциях распределённого ввода-вывода ET200M, обладающих функцией резервированного подключения к контроллерам по шине PROFIBUS. В качестве SCADA выбран пакет WinCC, обладающий глубокой интеграцией с ПЛК SIMATIC S7. Связь между ПЛК и АРМ операторов реализована по резервированной сети Industrial Ethernet с применением коммутаторов SCALANCE X108. Промышленное программное обеспечение разработано в среде разработки SIMATIC Manager на языке STEP7.

АСУ ТП приспособлена к дальнейшей модернизации и наращиванию. В системе предусмотрены функциональные, аппаратные, программные и другие средства обеспечения высокой живучести системы и надёжности её функционирования при возможных отказах оборудования и ошибках персонала.

Технические средства АСУ ТП работоспособны при реально существующих на объекте электромагнитных помехах, вибрациях, запылённости, колебаниях температуры и влажности окружающего воздуха, воздействиях атмосферного электрического поля и статического электричества.

## ФУНКЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ

Разработанная система АСУ ТП УПНШ реализует следующие функции и возможности:

- представление значений измеряемых параметров технологического процесса в текстовом и графическом виде;
- управление исполнительными механизмами с рабочих мест операторов с помощью диалоговых окон;
- сигнализация и регистрация событий с учётом их статуса (аварий, действий оператора и т.д.);
- сохранение параметров технологического процесса в долгосрочном архиве в виде графиков и таблиц;
- возможность последующего вывода текущей информации из архива в виде сменных и суточных отчётов, сообщений;
- защита от несанкционированного доступа с использованием системы паролей;
- контроль достоверности информации;
- интеграция в существующую систему автоматического управления посредством использования стандартных протоколов и интерфейсов.

Основой информационного обеспечения служит база данных SQL Server. Она содержит данные, описывающие технологический объект управления, а

также данные, представляющие текущее состояние объекта управления и его предысторию.

Программное обеспечение контроллера реализовано в среде разработки SIMATIC Manager на языках программирования, стандартизированных МЭК (IEC), с применением модуля SFC. При разработке программного обеспечения особое внимание уделялось реализации алгоритмов пуска, работы и безопасного останова гидроциклонов, сепараторов и декантеров. Нарушение технологических режимов работы сепараторов могло повлечь за собой их засорение и выход из строя.

Система визуализации SIMATIC HMI COROS (интегрированная в контроллер SIMATIC S5) заменена на APM оператора на базе персонального компьютера с применением SCADA-пакета WinCC. Информация представляется на APM оператора в форме видеокладов, каждый из которых относится к определённому участку технологического процесса. Видеоклады отражают или статическую информацию о неизменных параметрах технологического узла, или динамическую информацию, показывающую изменение дина-

мических параметров в символьном и графическом виде, или состояние выбранного органа управления, или сообщения оператору.

Примеры видеокладов и диалоговых окон настройки и регулирования технологических параметров приведены на рис. 3–5.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате модернизации АСУ ТП УПНШ удалось в достаточно сжатые сроки решить поставленные задачи повышения качества ведения технологического процесса, увеличения надёжности работы технологического оборудования и безопасности эксплуатации.

Разработанные и внедрённые ООО «МЦЭ-Инжиниринг» решения позволили снизить финансовые расходы предприятия на процессы производства, повысить качество управления процессом и производительность, исключить аварийные ситуации в связи с выходом из строя устаревшего оборудования. ●

E-mail:

SvetlanaFilatova-34@yandex.ru



## ДАТЧИКИ ДЕФОРМАЦИИ EPSI-METAL AX

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

- Встроенный измерительный преобразователь
- Выходной сигнал 0...5 В, 4...20 мА
- Температурная компенсация
- Отсутствие механических регулировок
- Интерфейс для дистанционной калибровки
- Диапазон измерения  $\pm 500$  мкм/м
- Разрешение 1 мкм/м
- Монтаж с помощью винтов
- Степень защиты IP68
- Диапазон температур эксплуатации  $-40...+70^\circ\text{C}$



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SCAIME

#411

Реклама

PROSOFT®

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



# Использование системы управления PCS7 и приложения СЕМАТ в цементной промышленности

*Богдан Кудлак, Павел Дехтярчук, Андрей Навроцкий*

В статье описана автоматизированная система контроля печного агрегата для обжига сырьевой смеси и получения клинкера при производстве цемента, внедрённая на ОАО «Волынь-Цемент» (г. Здолбунов, Украина).

После перехода большинства цементных заводов из государственной собственности в частную перед новыми собственниками встаёт вопрос о необходимости направлять инвестиции на их модернизацию с использованием современного технологического оборудования и систем управления. Одним из мировых лидеров в сфере производства промышленного оборудования и средств автоматизации, имеющим специализированные решения для многих отраслей, является компания Siemens, в широчайшем ассортименте продукции которой есть система управления непрерывными процессами SIMATIC PCS7 и программный пакет СЕМАТ для цементной промышленности.

SIMATIC PCS7 (Process Control System 7) является мощной системой управления процессами, построенной в соответствии с концепцией Siemens «полностью интегрированная автоматизация». Эта система может быть применена для автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности. Она базируется на использовании стандартных изделий семейства SIMATIC S7.

СЕМАТ – это система управления процессом, которая была специально разработана для цементной промышленности и на протяжении многих лет успешно применяется на многих цементных предприятиях мира. Приложение СЕМАТ интегрируется в систему управления процессом SIMATIC

PCS7, совместно образуя экономичное решение, оптимизированное с учётом специфики цементной промышленности. СЕМАТ является открытой, гибкой и масштабируемой системой с мощными информационными и диагностическими средствами и характеризуется следующими признаками:

- инженерные компоненты с библиотеками, специально разработанные для цементной промышленности;
- компоненты автоматизации для управления исполнительными механизмами и коммуникационные компоненты, имеющие непосредственную связь с контроллером;
- функции операторского контроля и мониторинг технологического процесса;

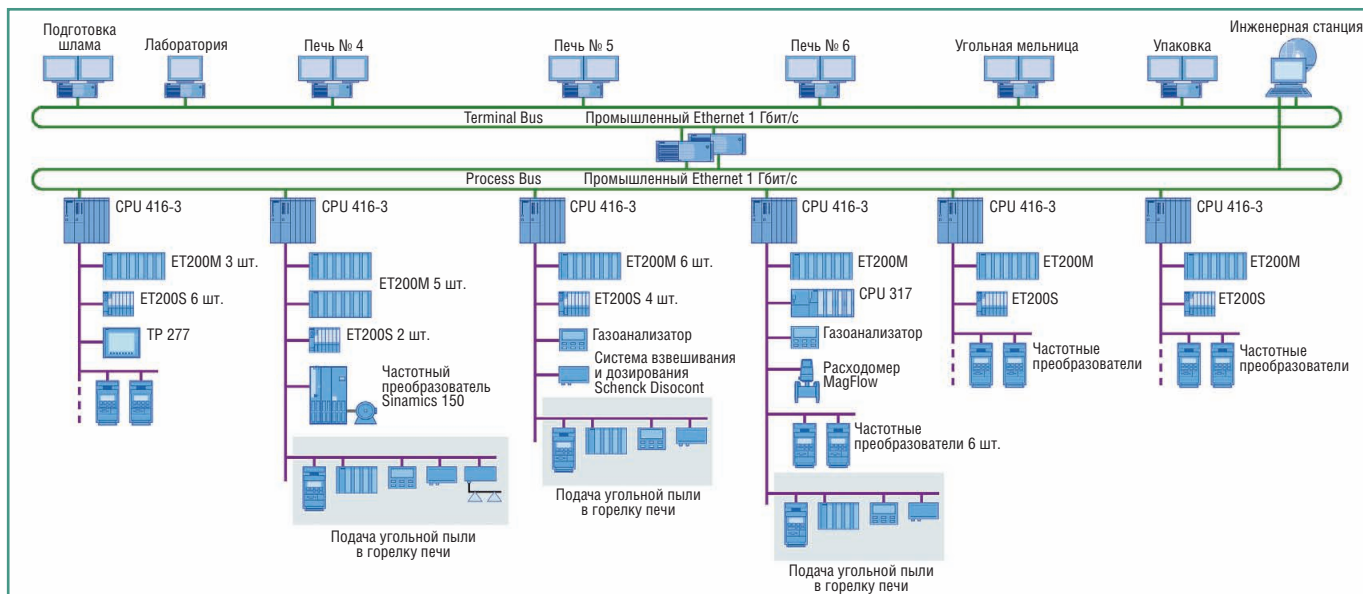


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы управления заводом

- функции архивирования и резервирования;
- библиотека объектов с информационными, диагностическими и мультимедийными диалогами;
- список аварий, адаптированный к цементной отрасли;
- мощная диагностическая система, позволяющая быстро найти источник ошибки и способствующая снижению временных затрат на пусконаладку;
- управление информацией (работа со списками, возможность ведения архива);
- технологический интерфейс для соединения с другими модулями, не относящимися к управлению цементным производством или являющимися изделиями других производителей.

В данной статье будет описана автоматизированная система управления вращающейся печью № 6 на ОАО «Волынь-Цемент».

### Цель создания автоматизированной системы управления

Современная тенденция развития управления производством цемента предполагает уменьшение зависимости от человеческого фактора. Если раньше качество цемента в значительной степени зависело от опыта и интуиции машиниста обжиговой печи (определение режима обжига по составу и консистенции сырья, по цвету и насыщенности отходящих газов, по цвету пламени в зоне кальцинирования и в зоне спекания и т.п.), то теперь все эти параметры должна учитывать

АСУ ТП. Кроме того, большое внимание уделяется экологии.

При этом АСУ ТП должна осуществлять последовательное (с соответствующей задержкой) включение технологических механизмов в соответствии с направлением материальных потоков при запуске, а также обратное последовательное отключение при останове, в том числе при останове по блокировке (в этом случае остановке подлежит лишь часть механизмов, расположенных «выше» по направлению материального потока).

В связи с резким повышением цены природного газа большинство цементных заводов перешло на альтернативные виды топлива – уголь, пластиковые отходы, древесную стружку, что также привело к изменению режимов обжига.

С целью рационального ведения технологического процесса, который бы максимально приближался к оптимальному, ТОО «Вотум» на основании технических требований фирмы Dycserhoff AG разработало и внедрило на ОАО «Волынь-Цемент» (г. Здолбунув, Украина) АСУ ТП для трёх печных агрегатов – № 4, 5 и 6. При этом также была проведена реконструкция силовой подстанции 6/0,4 кВ.

Поставленную техническую задачу ТОО «Вотум» выполнило на базе программируемых логических контроллеров фирмы Siemens серии SIMATIC

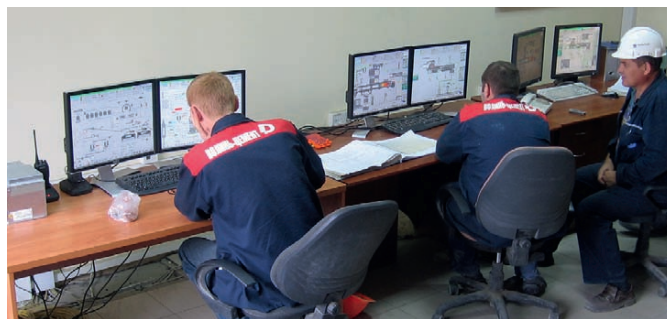


Рис. 2. Операторная завода

S7-400, а также программных продуктов PCS7 и SIMATIC. Электротехническая аппаратура 0,4 кВ – от фирм Moeller, Siemens и др.

Внедрение АСУ ТП значительно увеличило объём полезной информации о протекании процесса обжига. В распоряжение оператора обжиговой печи поступает в удобной для восприятия форме дополнительная информация о динамике процесса обжига, а также значения новых параметров, получаемых расчётным путём (см. в качестве примера врезку «Расчёт производительности печей по клинкеру»). В результате этого процесс обжига ведётся на новом качественном уровне, что даёт основание считать внедрение данной АСУ ТП экономически выгодным и целесообразным мероприятием.

На рис. 1 представлена структурная схема автоматизированной системы управления заводом.

На рис. 2 показана операторная завода, из которой ведётся управление всем технологическим процессом. Для удобства работы имеется возможность переключения пользовательского интерфейса на один из трёх языков – английский, украинский, русский.

### РАСЧЁТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЕЧЕЙ ПО КЛИНКЕРУ

Производительность печи по клинкеру  $G_{\text{П}}$  (т/ч) рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{П}} = \frac{V_{\text{шл}} \gamma_{\text{шл}} (100 - W_{\text{шл}}) (100 - \text{ВПП}_{\text{сух}}) - 100 G_{\text{у}} (100 - \text{ВПП}_{\text{пыл}})}{10000}, \quad (1)$$

где:

$V_{\text{шл}}$  – значение расхода шлама ( $\text{м}^3/\text{ч}$ );

$\gamma_{\text{шл}}$  – удельный вес шлама ( $\text{т}/\text{м}^3$ );

$W_{\text{шл}}$  – влагосодержание шлама (%);

$\text{ВПП}_{\text{сух}}$  – потери при прокаливании сухого сырьевого шлама (%);

$\text{ВПП}_{\text{пыл}}$  – потери при прокаливании (безвозвратный пылевынос) (%);

$G_{\text{у}}$  – количество безвозвратного пылевыноса (т/ч).

По данным цеховой лаборатории влажность шлама  $W_{\text{шл}}$  может меняться в течение смены несколько раз. Оператор может задать эту величину без ввода пароля. На основе таблицы зависимости удельного веса шлама  $\gamma_{\text{шл}}$  от влажности шлама автоматически рассчитывается величина удельного веса шлама  $\gamma_{\text{шл}}$ .

По данным центральной лаборатории величины потерь при прокаливании сухого сырьевого шлама  $\text{ВПП}_{\text{сух}}$  и потерь при прокаливании (безвозвратный пылевынос)  $\text{ВПП}_{\text{пыл}}$  могут меняться каждый месяц. Оператор меняет эти величины только по паролю.

Количество безвозвратного пылевыноса  $G_{\text{у}}$  зависит от эффективности работы электрофильтров. Эта величина должна корректироваться после замеров санитарной лаборатории, доступ – по паролю.

Для автоматической стабилизации процесса по производительности печей оператор имеет возможность задать значения производительности печи по клинкеру  $\text{ЗДН}_{\text{клинкер}}$  (т/ч), и система автоматически пересчитает это значение в значение задания регулятору расхода шлама  $\text{ЗДН}_{\text{шлам}}$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) по формуле

$$\text{ЗДН}_{\text{шлам}} = \frac{100 \text{ЗДН}_{\text{клинкер}}}{\gamma_{\text{шл}} (100 - W_{\text{шл}})} \times \left[ \frac{100}{100 - \text{ВПП}_{\text{сух}}} + \frac{G_{\text{у}} (100 - \text{ВПП}_{\text{пыл}})}{\text{ЗДН}_{\text{клинкер}} (100 - \text{ВПП}_{\text{сух}})} \right]. \quad (2)$$

Система является двухуровневой и обеспечивает решение следующих задач:

- контроль технологических параметров процесса и состояния агрегатов с отображением на клиентских станциях и передачей данных серверам системы;
- предупредительная и аварийная сигнализация с локализацией неисправностей и отображением на клиентских станциях, а также с передачей сообщений на верхний уровень управления;
- управление технологическими аппаратами и измерение технологических величин;
- диагностика предаварийных и аварийных ситуаций;
- протоколирование и ведение архивов;
- составление рапортов управления технологическим процессом.

Нижний уровень (Process Bus) — управляющая станция автоматизации (контроллер SIMATIC S7-400), связанная по сети PROFIBUS со станциями децентрализованной периферии ET200M и ET200S, частотно-регулируемыми электроприводами и расходомером.

Верхний уровень (Terminal Bus) реализован на базе серверов с функцией резервирования (Siemens SIMATIC Rack PC), персональных компьютеров в промышленном исполнении с двумя мониторами (клиентские станции) и инженерной станции. В данном проекте используются промышленные компьютеры Siemens Rack PC IPC547C, но можно использовать компьютеры и других производителей с соответствующим программным обеспечением фирмы Siemens.

● **Сервер (OS Server)** — станция управления и визуализации технологического процесса. Текущая утилита WinCC обеспечивает сбор данных, архивацию тревог и регистрируемых значений. Непосредственное управление процессом с этой станции не предусмотрено. Коммуникация с контроллером осуществляется с помощью коммуникационного процессора CP1613.

● **Промышленный компьютер (OS Client)** — операторский терминал с двумя мониторами, предназначенный для управления и слежения за технологическим процессом. Непосредственно с контроллером не связан, информацию об управляемом процессе получает от OS Server и ему же передаёт.

● **Инженерная станция (Engineering station)** предназначена для разработки управляющих программ и визуализации (STEP7, WinCC). Поддерживает коммуникацию и с программируемым контроллером, и с сервером, но для непосредственного управления процессом не предназначена.

Process Bus и Terminal Bus выполнены по топологии оптического кольца (1 Гбит/с) при помощи сетевого оборудования SCALANCE X308-2LD фирмы Siemens.

Функции системы распределены между уровнями следующим образом:

- нижний уровень — получение сигналов от датчиков, управление исполнительными устройствами, предупредительная сигнализация, защитой, местным управлением;
- верхний уровень — визуализация процесса, управление, протоколирование, архивирование, дистанцион-

ное управление, управление совместной работой агрегатов в составе групп.

## СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ № 6

Одним из наиболее важных технологических процессов в производстве цемента является обжиг сырьевой смеси и получение клинкера. Этот процесс протекает при температуре 1400...1500°C. При этом качество клинкера и в дальнейшем свойства цемента зависят как от физических свойств и химического состава обжигаемой сырьевой смеси, так и от поддержания на заданном уровне необходимых технологических параметров, то есть от правильного ведения процесса обжига с максимальным учётом всех возможных параметров и воздействий, влияющих на этот процесс.

На рис. 3 показана архитектура аппаратных средств системы сбора данных печи. На этой мнемосхеме также отображается диагностическая информация о состоянии аппаратуры.

Клинкер обжигают главным образом во вращающихся печах (рис. 4), являющихся основным оборудованием печных агрегатов. На ОАО «Вольный Цемент», кроме собственно печи, в состав оборудования входит также ряд других механизмов и аппаратов. В качестве примера на рис. 5 и 6 приведены мнемосхемы вращающейся обжиговой печи и клинкерного холодильника.

В целом АСУ ТП осуществляет визуализацию на мониторе и регистрацию около 300 параметров по каждому печному агрегату. Основными из этих параметров являются следующие:

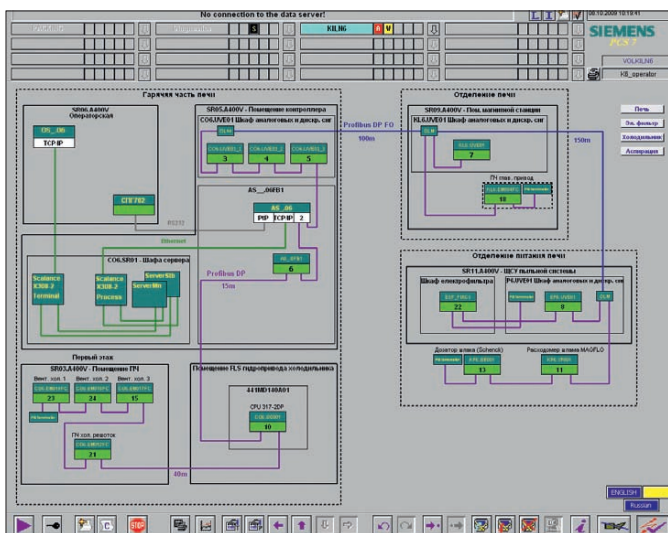


Рис. 3. Архитектура аппаратных средств системы сбора данных печи



Рис. 4. Вращающиеся печи

# БРОНЕЖИЛЕТ ДЛЯ ВАШИХ ДАННЫХ



## Шкаф Varistar для передачи данных и сетевых приложений

- Статическая нагрузка до 1000 кг
- Глубина до 1200 мм
- Степень защиты от проникновения воды и пыли до IP55
- Эффективная система электромагнитной защиты
- Простой и эффективный внутренний монтаж, принадлежности для удобной разводки кабелей
- Сейсмостойкость — соответствие требованиям российских стандартов
- Различные варианты теплоотвода: вентиляция, кондиционирование, водяное охлаждение

**Сейсмостойкость  
в подарок!**

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SCHROFF**

**#71**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

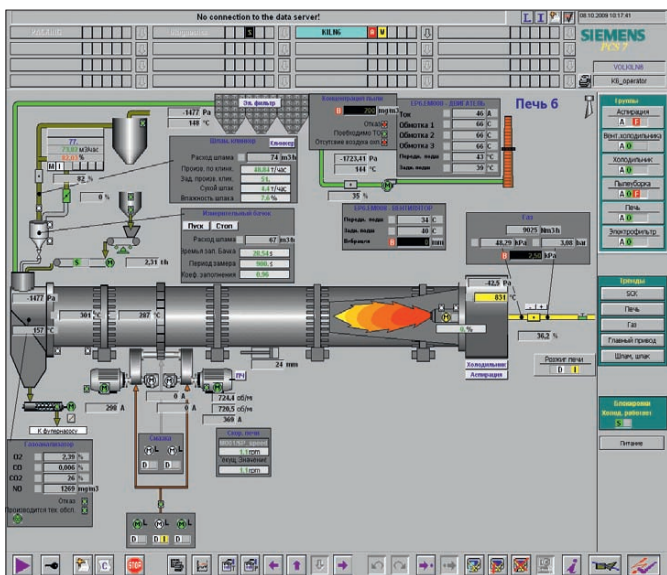


Рис. 5. Мнемосхема вращающейся обжиговой печи («Печь 6»)

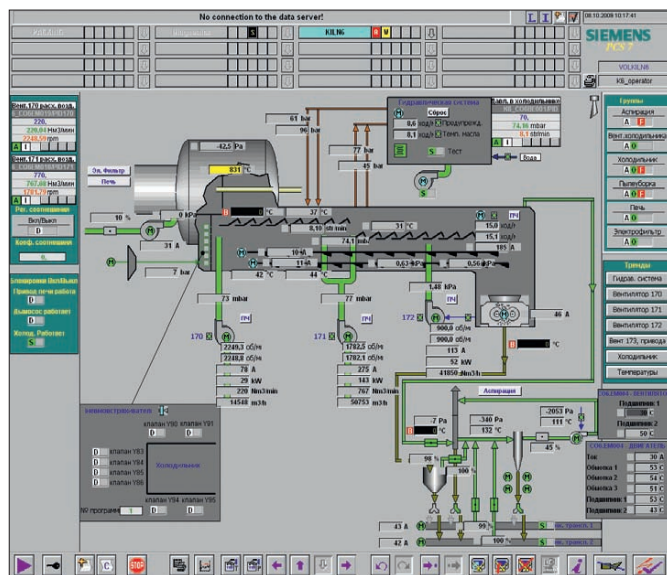


Рис. 6. Мнемосхема клинкерного холодильника («Холодильник»)

- значения температуры дымовых газов на входе и выходе электрофильтра, на выходе из печи, зоны подогрева и зоны кальцинирования печи, топливного газа перед сужающим устройством, подшипников дымососа и редуктора главного привода;
- расход топлива (природный газ и/или угольная пыль);
- разрежение перед электрофильтром, в пылесадительной камере и головке печи;
- концентрация дымовых газов  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$  и  $NO$ ;
- расход шлама;
- ток нагрузки электродвигателей мощностью более 30 кВт;
- ток и напряжение на электродах 1, 2 и 3-го полей электрофильтра;
- положение исполнительных механизмов направляющих дымососа, дозирования шлама и заслонки на подаче топлива (угольная пыль или топливный газ).

Особенности клинкерного холодильника, поставляемого фирмой F.L.Smith Airtech (FLS):

- наличие колосниковых транспортных устройств (горячие решётки) с электрогидравлическим приводом;
- наличие батареи воздушных пушек для вспучивания клинкера;
- наличие локального контроллера для поддержания оптимальных режимов охлаждения горячего клинкера.

Холодильник управляется локальным программируемым логическим контроллером (PLC) SIMATIC S7-317 со встроенным интерфейсом PROFIBUS, а также с панелью оператора.

Особенности электрофильтра, поставляемого фирмой FLS:

- конструкция, рассчитанная на горизонтальный поток очищаемого газа;
- уникальный метод обнаружения обратной ионизации, который реализуется в процессе обычной эксплуатации электрофильтра и не оказывает влияния на его работу;
- технологически передовой и защищённый патентом метод обнаружения обратной ионизации, основанный на измерении и сравнении минимальных значений напряжения электрофильтра непосредственно до и после искрового пробоя или автоматически вводимого периода запираания тиристора;
- автоматическое переключение из режима традиционной непрерывной работы (DC) в режим прерывистого питания (IE) при обнаружении обратной ионизации, где степень прерывистости регулируется автоматически в соответствии с риском обратной ионизации;
- автоматический возврат из режима прерывистого питания к обычной непрерывной работе при отсутствии обратной ионизации;
- автоматическая настройка уровня тока в режимах непрерывной или прерывистой работы для повышения эффективности электрофильтра применительно к существующим условиям эксплуатации;
- наличие локального контроллера для поддержания оптимальных режимов очистки отходящих газов и пылеуборки.

Электрофильтр управляется локальным ПЛК с панелью оператора и со встроенным интерфейсом PROFIBUS.

Экран мнемосхем разбит на следующие секторы:

- верхняя часть (сообщения о неисправности, панель выбора технологического участка);
- средняя часть (технологическая схема, цепи регулировки, управление группами);
- нижняя часть (панель сервисных клавиш).

По каждому типу привода, а также дискретному и аналоговому сигналу можно вызвать лицевую панель (faceplate), на которой подробно указан статус всех соответствующих сигналов и органы управления.

Цвета, используемые в соответствии с требованиями IEC 60073 для анимации функциональных объектов на мониторе операторской станции, приведены в табл. 1.

Для удобства просмотра истории изменения аналоговых сигналов по нажатию кнопки вызывается окно «Тренды», в котором сгруппированы необходимые оператору сигналы. На каждой мнемосхеме есть несколько таких кнопок, которыми можно вызвать окно с трендами.

## ОПИСАНИЕ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ

### Шкаф силового управления

Шкаф силового управления MCC (Motor control centre) состоит из двух секций: ввода и вывода.

Секция ввода имеет в своём составе:

- сетевой разъединитель (ручной);
- реле аварийного останова;
- трансформатор 400/230 В (управляющее напряжение) с главным выключателем;

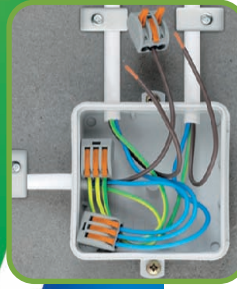
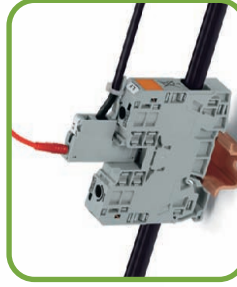
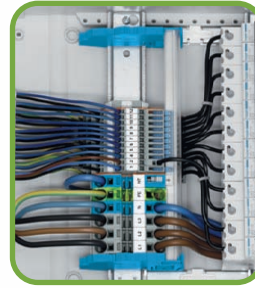
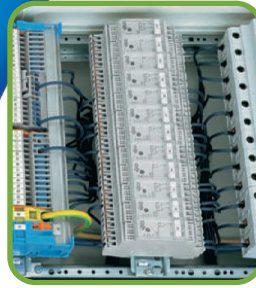
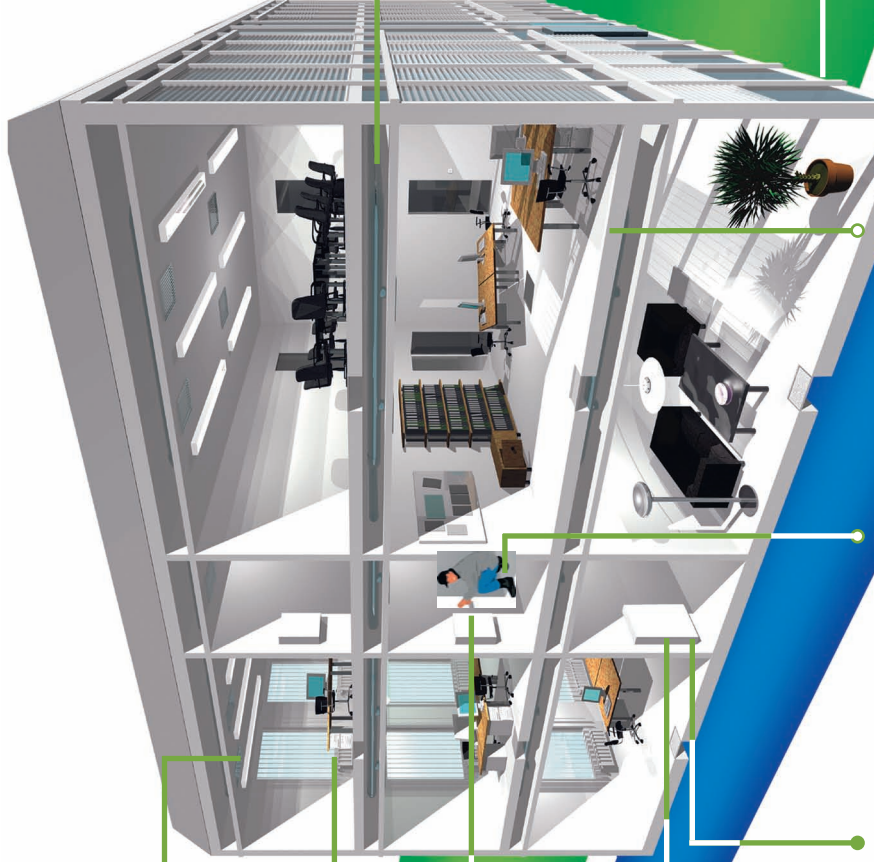


# ВСЁ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМОНТАЖА

# WAGO®

INNOVATIVE CONNECTIONS

## ОТ КЛЕММ ДО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗДАНИЯ



Реклама

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WAGO

**МОСКВА**

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

**С.-ПЕТЕРБУРГ**

Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**ЕКАТЕРИНБУРГ**

Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

**САМАРА**

Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samaraprosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**НОВОСИБИРСК**

Тел.: (383) 202-0960 • Факс: (383) 202-0960 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**КИЕВ**

Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru

**УФА**

Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**КАЗАНЬ**

Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**ОМСК**

Тел.: (3812) 286-321 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**ЧЕЛЯБИНСК**

Тел.: (381) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**КРАСНОДАР**

Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

**Н. НОВГОРОД**

Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Цвета, используемые для анимации функциональных объектов на мониторе операторской станции

Таблица 1

ЦВЕТ	СОСТОЯНИЕ	ПРИМЕР
Серый	Нерабочий Недоступен Отсутствует	Секвенция неактивная Неправильный выбор (дозатор недоступен)
Белый	Режим остановки Прекращение активности	Секвенция в режиме остановки Мотор в режиме остановки Клапан/задвижка закрыта Силос/дозатор не выбран
Зелёный	Включён в автоматическом режиме	Секвенция Мотор Клапан/задвижка открыта
Жёлтый	Незначительная ошибка	Мотор Клапан/задвижка
Красный	Отказ, неисправность	Авария с отключением Секвенция, аварийный стоп Неверный параметр
Синий	Режим обслуживания	Измерение аналогового параметра «заморожено»
Чёрный	Данные не обновляются	Отсутствует связь с PLC

- многофункциональный электросчётчик фирмы KBR (на передней двери шкафа);
- вводной и выводной фидер для блока бесперебойного питания 220 В;
- источник бесперебойного питания (UPS) для компонентов системы АСУ ТП;
- набор вспомогательной аппаратуры (автоматы, нагреватель шкафа, элементы освещения).

Секция вывода имеет в своём составе:

- электромагнитный пускатель, состоящий из выключателя и контактора;
- трансформатор тока (только для электроприводов мощностью не менее 30 кВт);
- вспомогательные реле;
- миниатюрные выключатели для защиты управляющего напряжения;
- клеммные колодки двух- и четырёхполюсные;
- набор вспомогательных устройств (автоматические выключатели, элементы микроклимата и освещения, терминалы, розетки).

Один из шкафов МСС показан на рис. 7.

### Локальный шкаф распределения сигналов

Все сигналы подключены к локальным шкафам распределения сигналов.

В шкафу этого типа установлена станция распределённого управления ET200M, измерительные преобразователи для электрических величин, компоненты интерфейсной шины PROFIBUS, клеммные колодки и другое вспомогательное оборудование, в том числе средства обеспечения микроклимата (для соответствующих условий эксплуатации). Шкаф выполнен на базе конструктива фирмы Rittal и имеет раз-

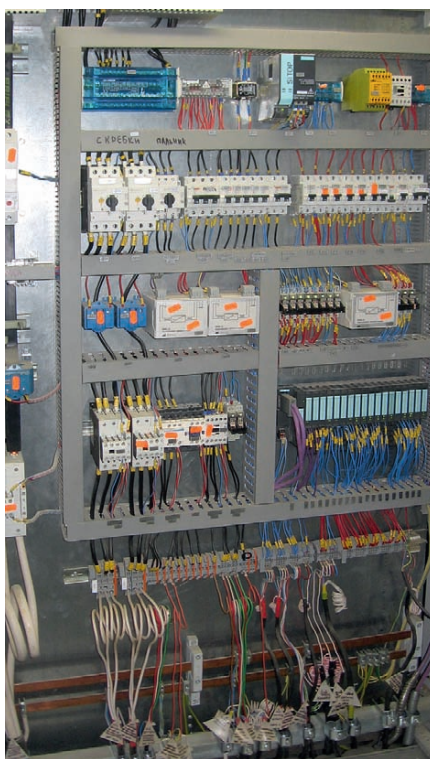


Рис. 7. Шкаф силового управления (МСС)

меры (Ш×В×Г) 1200 (600)×2000×600 мм. В шкафу предусмотрен поддон высотой 200 мм.

Подвод кабелей производится снизу (максимальное сечение провода 2,5 мм<sup>2</sup>), установка клемм вертикальная. Связь с датчиками, имеющими выход 4...20 мА, осуществляется по 2- или 4-проводной линии связи, а с датчиками типа ТСМ или ТСП – по 3-проводной линии.

На каждом проводе линии связи аналоговых сигналов установлены защитные устройства – варисторы (вмонтированы в клеммы). Защита дискретных входов и выходов осуществляется с помощью миниатюрных реле 24 В. Коммутационная способность выходных

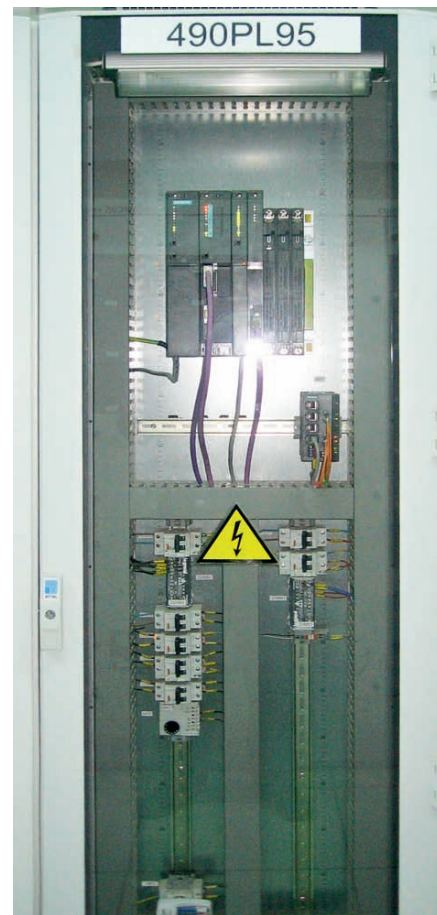


Рис. 8. Шкаф контроллера



Рис. 9. Местный выключатель безопасности

реле – 220 В, 5 А (перекидной контакт).

### Шкаф контроллера

Шкаф контроллера использует конструктив фирмы Rittal с размерами (Ш×В×Г) 60×2000×600 мм. Передняя дверь – стеклянная.

В этом шкафу установлена управляющая станция автоматизации SIMATIC AS 416-3DP (Siemens), в состав которой входят PLC S7 416 3-DP, блок питания PS 407 10 А, задняя шина UR2, коммуникационный процессор CP 443-1 для сетей Ethernet, а также коммуникационный процессор CP 441-1 для организации связи с расходомером газа СПГ762 по интерфейсу RS-485.

*Широкий выбор. Длительная доступность. Поддержка разработчиков*



## Модули стандарта PC/104-Plus

### Процессорные модули x86



DM&P Vortex86DX  
600 МГц



AMD® Geode® LX800  
500 МГц



Intel® Pentium® M  
до 2 ГГц

### Периферийные модули

Дискретного  
ввода-вывода



От 48 до 96 каналов

Обработки графической  
информации



CRT, LVDS, TFT и SGD

Беспроводной  
связи



GSM/GPRS/EDGE и GPS/ГЛОНАСС

Полевых  
шин



CAN 2.0 и RS-485/422

Интеллектуального  
питания



11...36 В пост. тока, 50 Вт

- Поддержка операционных систем DOS, QNX, Windows, Linux
- Диапазон рабочих температур  $-40...+85^{\circ}\text{C}$
- Высокая вибро- и ударостойкость
- Влагозащитное покрытие



# 236

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



Помимо этого в состав шкафа входят вспомогательная коммутационная аппаратура, системы освещения и микроклимата шкафа.

Шкаф контроллера показан на рис. 8.

### Местные выключатели безопасности

Выключатель безопасности VCS (Visual Cut off Switch) имеет в своём составе:

- отключающее устройство 400 В с видимым разрывом цепи, расположенное вблизи от электропривода и включённое между MCC и соответствующим электроприводом;
- кнопки местного управления.

Внешний вид конструкции выключателя безопасности показан на рис. 9. Это металлический ящик для защиты от влаги и пыли, его степень защиты – IP65. При установке вне помещения он размещается под навесом. Выключатель безопасности может быть заблокирован замком.

Для экстренной остановки технологических механизмов предусмотрено 5 выключателей безопасности, установленных в зонах непосредственной близости от соответствующего технологического объекта:

- зона клинкерного холодильника,
- зона главного двигателя с маслостанцией,
- зона подачи шлама и шлака,
- зона электрофильтра с пылеуборкой,
- зона высоковольтных электроприводов.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Прикладное программное обеспечение разрабатывалось на основе программных пакетов Siemens CEMAT V7.0, а также WinCC V6.2, STEP7 V5.4, CFC V7, SCL V5.3, входящих в состав PCS7 V7.0.

Перечень исходных документов:

- перечень электропотребителей (Consumer list),
- перечень измеряемых параметров (Measuring point list),
- перечень сигналов (Signal list),
- технологическая схема.

На основании этих документов ТОО «Вотум» разработало детальные схемы взаимодействия и прикладное программное обеспечение. При этом были выпущены следующие документы:

- основная функциональная спецификация (General Function Specification – GFS),
- детальная функциональная спецификация (Detail Function Specification – DFS),
- функциональная схема автоматизации (Flow sheet),
- схемы электрические (Electrical Diagrams).

Наибольший интерес представляет документ «Основная функциональная спецификация» – GFS. Цель этого документа – прояснить все технологические режимы, которые будут выполняться системой управления процессом, уже на ранней стадии проекта. GFS является единым документом для всего цеха, где описываются все режимы, исполняемые системой управления процессом. После согласования с соответствующими службами завода (инженерами-технологами, операторами процесса и их руководством, электриками завода, специалистами по автоматике, инженерами по автоматике) этот документ является основой для дальнейшего проектирования АСУ ТП, а также для заводских приёмочных испытаний (Factory Acceptance Test – FAT). GFS включает в себя карты технологического процесса, описания, списки, графики для лучшего понимания процесса.

Принятые условные обозначения и алгоритмы управления, используемые

в GFS, прописаны в стандартах фирм-производителей цемента (Dyckerhoff AG, Lafarge и др.). Эти алгоритмы реализуются на основе стандартной системы управления PCS7 фирмы Siemens, которая дополнена библиотекой функциональных блоков и набором шаблонов, имеющихся в программном пакете CEMAT. В состав этой библиотеки входят около 60 функциональных блоков, в том числе блоки управления мотором, клапаном, задвижкой, а также блок управления секвенцией.

Необходимо отметить, что при использовании программного пакета CEMAT организация последовательного управления (секвенция, см. одноимённую врезку) производится с гораздо меньшими трудозатратами по сравнению с распространённым программным пакетом SFC (Sequence Function Chart).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрённая АСУ ТП значительно увеличивает объём полезной информации (текущей и расчётной) о протекании процесса обжига. В результате повышается информированность оператора и оптимизируется управление технологическим процессом, что способствует повышению качества клинкера и снижению энергопотребления.

Ведётся учёт расхода материалов, энергозатрат, моторесурса электродвигателей. Стало возможным предупреждение (прогнозирование) возникновения отказов и неисправностей оборудования. Уменьшились время простоев оборудования и затраты на его обслуживание.

Всё это даёт основание считать внедрение данной АСУ ТП экономически выгодным и целесообразным мероприятием. ●

E-mail: kudlak@rambler.ru

## СЕКВЕНЦИЯ

Секвенция (sequence – последовательность) – группа электротехнического оборудования, объединённого по своим функциональным, технологическим или другим свойствам. Секвенция характеризуется стартовой и стоповой последовательностями, которые определяют, в каком порядке и с какой задержкой осуществляется запуск/остановка группы электрооборудования. Управление объектом разбивается на несколько секвенций, которые управляются определённым образом и могут взаимо-

действовать между собой. Это идеология CEMAT.

Для секвенции присущи такие понятия, как пуск секвенции, стоп секвенции (обычная или аварийная остановка), а также блокировка. Перед пуском осуществляется проверка готовности электрооборудования, входящего в состав секвенции.

Блокировка/взаимоблокировка (interlock), как правило, приводит к аварийной остановке отдельного электропривода или группы электроприводов в зависимости от

поступающего сигнала блокировки – это сигнал на управление отдельным электроприводом или на управление всей секвенции.

Различают два вида блокировок:

- блокировки по технологическим параметрам, принадлежащие данной секвенции (внутренние блокировки);
- блокировки по технологическим параметрам, принадлежащие другим секвенциям в пределах данного проекта или вне его (внешние блокировки). ■

# Меньше объём Больше мощность



Trusted ePlatform Services

## ADVANTECH

### Встраиваемые компьютеры Advantech с процессорами Intel® Core™ Duo/ Core™ 2 Duo

Достоинства встраиваемых компьютеров Advantech серии Core™ Duo/ Core™ 2 Duo неоспоримы: промышленное исполнение, рассчитанное на работу в тяжелых условиях, широкий набор функций – всё это обеспечивает высокую надёжность и гибкость системы. Комплектуемые процессорами Intel® Core™ Duo/ Core™ 2 Duo, эти модели справятся с современными ресурсоёмкими задачами.



**ARK-1382**

- Intel® Core™ Duo/ Celeron® M ULV 423 + 945GM
- Два порта DVI-I и поддержка широких экранов с высоким разрешением
- Поддержка WLAN, 1 GbE, eSATA, 5 USB 2.0
- Компактный размер для эффективного использования пространства



**ARK-3399**

- Intel® Core™ 2 Duo/ Core™ Duo + 945GM
- Поддержка 1 GbE, 5 USB 2.0 и двух дисплеев (VGA и LVDS)
- Поддержка НЖМД 2.5" SATA
- Широкий диапазон входных напряжений 9-34 В пост. тока



**ARK-3420**

- Intel® Core™ 2 Duo до 1.6 ГГц + GME965
- Два видеовыхода и поддержка широких экранов с высоким разрешением
- Поддержка WLAN, 2 GbE, eSATA, 6 USB 2.0 и 4 COM
- Поддержка двух слотов расширения PCI/PCIe

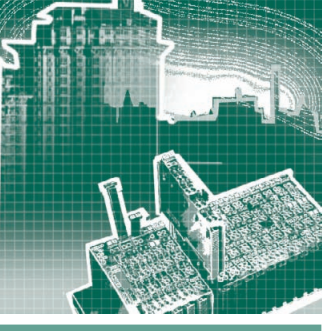


**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH**

**#116**

# PROSOFT®

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



# СДКАДУ комплекса зданий исполнительного аппарата СО ЕЭС России

Геннадий Гладышев, Юрий Ефимов, Антон Прибылов

В статье представлены аппаратные и программные решения, созданные при разработке и вводе в промышленную эксплуатацию системы диспетчерского управления инженерными системами комплекса зданий исполнительного аппарата Системного оператора ЕЭС РФ. Описан системный подход к решению разнообразных задач проекта от разработки дифференцированного по группам персонала пользовательского интерфейса до применения ActiveX-элементов собственной разработки. Проект представляет собой актуальное типовое решение задач диспетчеризации систем жизнеобеспечения объектов повышенной важности – пунктов управления энергетического комплекса, центров обработки данных банковского уровня или федерального значения и других подобных объектов.

## **ВВЕДЕНИЕ.** **Постановка задачи**

Полное название данного проекта – «Система дистанционного контроля, автоматической диагностики и управления системами инженерного обеспечения электроснабжения общего назначения, гарантированного и бесперебойного электроснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, водо- и теплоснабжения зданий исполнительного аппарата ОАО «СО ЕЭС». Его основной задачей было создание информационно-аналитической системы диспетчеризации для расположенного в центре Москвы комплекса зданий Системного оператора (СО) ЕЭС России. Областью контроля со стороны системы являлся многоэтажный офис Системного оператора, включая Центральное диспетчерское управление (ЦДУ) и расположенные неподалёку сооружения его технического обеспечения. Необходимо было организовать сбор, обработку и архивацию параметров качества электроснабжения, мониторинг двух дизель-генераторных установок, температур и давлений внешних и внутренних теплосетей, системы водоснабжения, а также следить за условиями кондиционирования технологического оборудования и комнат персонала. Такая масштабная задача усложнялась тем фактором, что СДКАДУ создавалась для объекта повышенной важности, к

которым относятся все ЦДУ Системного оператора ЕЭС, и поэтому на неё распространялись особые требования к устойчивости работы, методологической и эргономической адаптации пользовательского интерфейса к различным группам технического персонала.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОВ.** **АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ**

Главным приоритетом в данной разработке, учитывая специфику объекта диспетчеризации, является отказоустойчивость работы создаваемой системы. Необходимость обеспечения непрерывности и целостности архивов данных в системах диспетчеризации на объектах повышенной важности ставит задачу «горячего» резервирования серверного оборудования. Вообще говоря, при построении отказоустойчивой системы диспетчеризации всегда приходится останавливаться на каком-то разумном пороге резервирова-

ния. Например, в особых случаях резервировать приходится и линии передачи информации в системе сбора данных, и сами датчики. В данном проекте было решено ограничиться решениями по резервированию серверов сбора, обработки и хранения информации (рис. 1). Для этого было использовано решение на основе резервной пары серверов HP ProLiant DL180. В качестве программного обеспечения был выбран уже испытанный и хорошо зарекомендовавший себя в проекте диспетчеризации

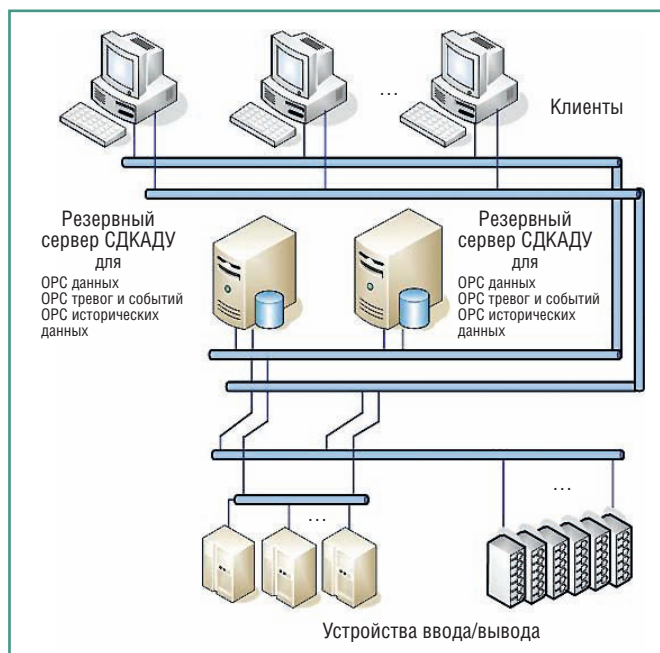


Рис. 1. Структура СДКАДУ

комбината по переработке жидких радиоактивных отходов Кольской АЭС [1] программный продукт GENESIS32 компании ICONICS (США) с компонентом DataWorX32 Professional. Данная SCADA-система поддерживает резервирование без образования вычислительных кластеров.

Входными источниками информации для СДКАДУ являлись подсистемы двух дизель-генераторных установок, пять щитов автоматического ввода резерва, четыре дублированных источника бесперебойного питания (ДКПА – дублированный комплект преобразователей с аккумуляторной батареей), четыре распределительных шкафа нагрузки (РШН), распределительный узел модулей (РУМ), расширительное устройство для источников бесперебойного питания (РУ-ДКПА), контроллеры (подсистема центрального теплового пункта – ЦТП). Сеть сбора данных от этих подсистем строилась следующим образом. На каждом этаже основного восьмизэтажного здания, в его кровле и подвальном помещении, а также в служебных постройках были расположены коммутаторы DES-3526, связь между которыми для избавления от помех в линиях осуществлена с использованием многомодового оптического кабеля Teldor Multimode 50. Серверы СДКАДУ, автоматизированные рабочие места, подсистемы сбора данных Advantys STV, анализаторы качества электропитания (семь сетевых анализаторов UPM3100), источники бесперебойного питания и шлюзы передачи данных подключены к этажным коммутаторам при помощи экранированного кабеля 5-й категории (SFTP) с использованием протоколов Modbus TCP и SNMP. Аналогичным образом через контроллеры к коммутаторам DES-3526 подключены подсистема ЦТП, прецизионные кондиционеры и независимые температурные датчики в служебных помещениях комплекса зданий СО ЕЭС. В результате была построена система сбора данных, достаточно разветвлённая территориально и включающая в себя различные по функциональному назначению устройства. Обмен с подсистемами был реализован в основном на базе стандарта OPC 2.0. Для этого использовался установленный на серверах СДКАДУ программный продукт Kerware KERPServerEX. Этот OPC-сервер осуществляет взаимодействие с устройствами подсистем по протоколу Modbus TCP и предоставляет данные входному

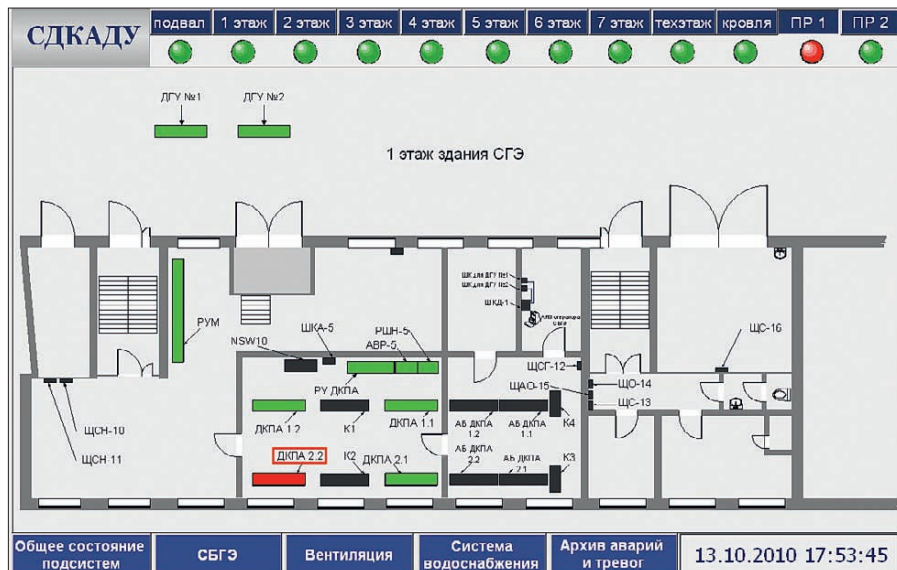


Рис. 2. Фрагмент поэтажного плана с отображённой неисправностью ДКПА 2.2

OPC-клиенту SCADA-системы GENESIS32 – компоненту сбора, анализа и первичной обработки информации DataWorX32. Источники бесперебойного питания подключались к СДКАДУ по протоколу SNMP, используя интегрированный в SCADA-систему GENESIS32 SNMP-коннектор. Для сохранения работоспособности системы при отказах было реализовано физическое дублирование серверов сбора, обработки и хранения информации с применением программного обеспечения DataWorX32 v 9.13 Professional. При отказе одного из серверов все функции по сбору, анализу и архивации данных автоматически переключаются на второй сервер. После восстановления работоспособности происходит автоматическая репликация данных архивов. Также повышение надёжности и достоверности OPC-данных достигается тем, что все OPC-серверы группируются в резервные пары. Эти пары идентифицируются как один OPC-сервер для любых приложений-клиентов OPC. При переключении с основного сервера на резервный и наоборот сохраняются и синхронизируются все регистрируемые параметры процессов.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА. ДИСПЕЧЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ

Исходя из особенностей задач, выполняемых Системным оператором ЕЭС, одним из важнейших элементов организации системы является эргономичность интерфейса пользователя, его адаптация по группам технического персонала. В подобных системах дис-

петчеризации, как правило, можно выделить две укрупнённые категории пользователей, для которых необходима разная организация пользовательского интерфейса. К первой группе относятся дежурные инженеры или диспетчеры, которым необходимо видеть состояние всей системы в целом, контролировать текущие аварии, отслеживать работы по их нейтрализации. Вторая группа – это технический эксплуатационный персонал, которому нужно обладать полной информацией о текущих и архивных параметрах по конкретным подсистемам, входящим в зону их ответственности. Очевидно, что в силу различия задач, решаемых диспетчерами и техническими специалистами, необходимо обеспечить их разными типами взаимодействия с системой и разной подачей информации. Так, применительно к описываемой системе диспетчеризации было принято следующее решение. При возникновении нештатной ситуации перед дежурным инженером на экране раскрывается поэтажный план здания, где он видит мигающий красный контур оборудования, вызвавшего тревогу (рис. 2). По щелчку мыши на этом контуре дежурный инженер попадает в детальную мнемосхему данного оборудования, на которой отображается совокупность его рабочих параметров. Также ему становится доступна подробная пошаговая инструкция по устранению возникшей неисправности. Одновременно система активизирует визуальное и звуковое оповещение. Такая подача информации обеспечивает необходимые диспетчерские функции. Дежурный инженер подтверждает щелчком мыши принятие информации

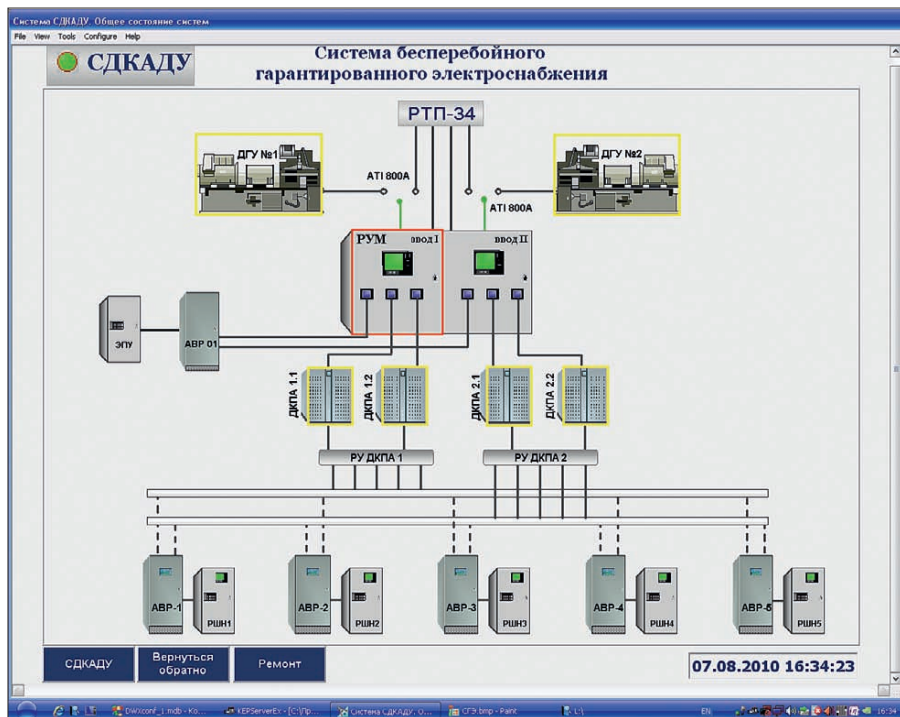


Рис. 3. Мнемосхема системы бесперебойного гарантированного электропитания

об аварии, о чём автоматически создаётся запись в архивной базе данных. Время возникновения аварии и принятия информации о ней также автоматически фиксируется в архиве с указанием фамилии принявшего сотрудника. При необходимости диспетчер может снабдить событие своими комментариями, которые будут занесены в архив. Далее он поступает в соответствии с должностной инструкцией — даёт распоряжение техническому персоналу и отслеживает устранение аварии.

Для групп технического персонала пользовательский интерфейс организован на основе мнемосхем технологических связей и параметров устройств. На рис. 3 показана мнемосхема, отображающая состояние системы бесперебойного гарантированного электропитания (СБГЭ). Эта экранная форма является основным рабочим окном дежурного электрика. Для осуществления аналитических функций, правильной оценки состояния системы и взаимодействия её различных составляющих специалисту может потребоваться вывести на один график сочетание самых различных архивных параметров. Такая потребность часто возникает, например, когда на объекте создаётся рабочая группа технических специалистов, которая должна выяснить хронологию прошедшей аварии, понять причины, её вызвавшие, проанализировать временное изменение различных параметров, сочетание которых могло привести

к аварии. В целях обеспечения дружелюбного интерфейса в реализации такой возможности разработан специальный алгоритм графического представления параметров. Специалисту достаточно установить мышкой отметки напротив параметров на мнемосхеме (например, у датчика давления или температуры), и временные зависимости их значений (в том числе архивных) немедленно отобразятся при нажатии клавиши «Графики». При этом масштабирование диапазонов изменения значений устанавливается автоматически.

Для полноценного функционирования АРМ электрика необходимо, чтобы наряду с архивными данными и электрическими параметрами реального вре-

мени экранные формы обеспечивали бы и доступ к разного рода справочной технологической информации. Эта информация может изменяться (например, в ходе модернизации оборудования), поэтому пользователю нужно предоставить возможность оперативно вносить необходимые корректировки, причём привычным для него способом. Например, это может быть редактирование текстового форматированного файла с описанием сечений проводов, типов устройств и т.п. Одновременно эти изменения должны отражаться в системе диспетчеризации. Для реализации такой возможности в СДКАДУ нами были разработаны специальные ActiveX-элементы, отображающие схемы потребителей распределительного щита нагрузки и другие. Исходными данными для них являются текстовые файлы, доступные для редактирования пользователем. Эти элементы (рис. 4) отображают в табличной форме наименование шкафов, марку провода, его сечение и типы автоматов. Причём каждый элемент такой таблицы является активным. Выделив в элементе ActiveX интересующий компонент и нажав клавишу «Показать выбранный шкаф», электрик может посмотреть список потребителей, положение трёхпозиционного переключателя и состояние вводного автомата (рис. 5).

В СДКАДУ наряду с АРМ дежурного инженера предусмотрено создание семи дополнительных рабочих мест. В их число входят АРМ руководителя, АРМ начальника смены, АРМ сантехника и др. С точки зрения скорости развёртывания и оперативности централизованной настройки дополнительные АРМ удобно организовывать на основе «тон-



Рис. 4. Иллюстрация подачи справочной информации





УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР  
ПРОСОФТ



## 10 лет успешной работы по обучению технических специалистов в сфере промышленной автоматизации

- Интенсивные методики и уникальные методические материалы
- Возможность обучения по индивидуальной программе
- Консультации по вопросам реализации проектов
- Индивидуальные рабочие места, оснащенные современным оборудованием и программным обеспечением ведущих зарубежных и отечественных производителей

Fastwel 

 **ICONICS**

 **WAGO**  
INNOVATIVE CONNECTIONS

Trusted ePlatform Partner

**ADVANTECH**

 **VIPA**  
art of automation

 **WEINTEK**

#21

Сотрудничество с Учебным центром ПРОСОФТ —  
это долгосрочные и высокоэффективные инвестиции в успех вашей компании!

**PROSOFT**<sup>®</sup>

Телефон: (495) 234-0636  
educenter@prosoft.ru • [www.prosoft.ru/support/training](http://www.prosoft.ru/support/training)

**ADDI-DATA®**  
SPIRIT OF EXCELLENCE

Решения для  
промышленности



## Измерения и автоматизация

PCI, PCI Express, CompactPCI, ISA

- ▶ Платы сбора данных
- ▶ Модули управления движением
- ▶ Коммуникационные платы для локальных сетей с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485
- ▶ Интеллектуальные измерительные системы Ethernet со степенью защиты IP65
- ▶ PAC-контроллеры

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР  
ПРОДУКЦИИ ADDI-DATA

#380

**ProSOFT®**

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

Реклама

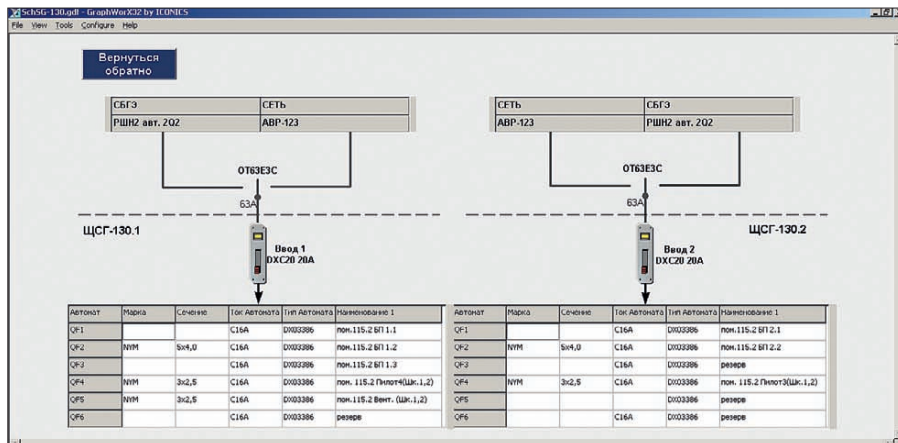


Рис. 5. Однолинейная схема

ких» Intranet Web-клиентов. Так, опубликовав экранные формы системы диспетчеризации на Web-сервере в сети СДКАДУ, мы получаем набор специализированных Intranet-сайтов, ориентированных на группы технических специалистов – конечных пользователей системы. В итоге такого подхода мы получаем, например, что АРМ руководителя подразделения, АРМ электрика и сантехника – это клиентские компьютеры, подключённые через Web-браузер к соответствующим страницам, расположенным на Web-сервере СДКАДУ. Для реализации такого решения хорошо подходит программный пакет ICONICS WebHMI™, который позволяет установить в сети диспетчеризуемого объекта полноценный Web-сервер, создающий в Web-браузере подключённого клиента функционал и внешний вид экранов, полностью идентичные обычному АРМ с установленным программным обеспечением SCADA-системы GENESIS32. Для достижения абсолютной идентичности внешнего вида экранов такого рабочего места обычному АРМ запуск Internet Explorer может быть выполнен в режиме киоска (полноэкранный режим запуска Internet Explorer, при котором на экране отсутствуют все управляющие элементы – команда «iexplore.exe -k [http://xxx.htm]»; поддерживается, начиная с версии 4.0).

Встроенный в SCADA-систему GENESIS32 сервер безопасности обеспечивает парольную защиту и разграничение прав пользователей системы в соответствии с политикой доступа. В то же время внешний вид Web-страниц и данные системы диспетчеризации адаптируются к специфическим требованиям по форме и составу информации, отображаемой для каждой конкретной группы технического персонала. В результате мы приходим к такой модели распре-

деления данных системы диспетчеризации по пользователям, которая представляет собой набор настраиваемых информационных фильтров доступа, роль которых выполняют соответствующие страницы на Web-сервере системы, каждая со своим набором данных и правил операций с ними.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация изложенного подхода к организации системы диспетчеризации, а также учёт пожеланий пользователей на этапе опытной эксплуатации позволили сделать процесс общения персонала с системой диспетчеризации наиболее комфортным.

Правильность разработанных принципов построения системы, заложенных в её основу, оперативность и функциональная полнота реакции системы на различные нештатные ситуации были проверены нами и в штатных режимах эксплуатации, и в условиях, максимально приближенных к экстремальным, чему в немалой степени способствовали регулярно проводимые на территории СО ЕЭС в целях повышения квалификации работников плановые учебно-тренировочные мероприятия с имитациями аварийных режимов работы оборудования. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Краснослободцев В., Малинин М., Гладышев Г. и др. Информационно-аналитическая система контроля комплекса переработки жидких радиоактивных отходов Кольской АЭС // Современные технологии автоматизации. – 2009. – № 2. – С. 58–65.

Авторы – сотрудники компании  
«ДатаСистемс»  
Телефон: (495) 641-6490  
E-mail: project@dataprojects.ru

# НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

## Дисплеи OLED компании Raystar Optronics в программе поставок ПРОСОФТ

С начала 2011 года компания ПРОСОФТ начала поставку плоскочелюстных дисплеев компании Raystar Optronics. Расположенная на Тайване компания Raystar Optronics является одним из ведущих поставщиков плоскочелюстных дисплеев и основана группой специалистов, работающих в этой области более 10 лет. Линейка продукции включает модули жидкокристаллических дисплеев (LCD) и органических светоизлучающих диодных дисплеев (OLED) для различных промышленных и коммерческих применений. Компания является одним из ведущих поставщиков монохромных алфавитно-цифровых модулей LCD, модулей графических LCD, модулей ЖК-дисплеев TFT и CSTN LCD. В активе компании богатые технические знания, хорошо управляемый канал поставок, образцовый порядок на сборочных линиях.

Основную долю в объеме продукции

Raystar Optronics занимают дисплеи OLED, которые становятся реальным конкурентом ЖК-дисплеев в области плоскочелюстных технологий благодаря своим свойствам: высокой световой эффективности, яркости (от 500 до 2000 кд/м<sup>2</sup>) и контрастности (2000:1), широким углом обзора (более ±175°), быстродействию. Они имеют возможность считывания изображения при ярком солнечном свете, широкий диапазон рабочих температур (от -40 до +80°C), малую толщину модуля, небольшой вес и высокую надежность (MTBF 100 000 часов). В последние годы происходит также значительное снижение стоимости их разработки и производства.

OLED-дисплеи светоэмиссионные по природе и не требуют задней подсветки. Элементом изображения в OLED-дисплее является органический микросветодиод. Для этих устройств не нужны встроенные цветные фильтры и поляризационные пленки. Дисплеи OLED – одна



из наиболее перспективных энергосберегающих технологий, поскольку потребляемый дисплеем OLED ток пропорционален числу и яркости свечения включенных пикселей. Это обеспечивает возможность управления энергопотреблением отдельных частей экрана независимо друг от друга. OLED-дисплеи применяются в автомобильной промышленности, телекоммуникациях, промышленных системах управления, измерительном и медицинском оборудовании. ●

## НИ БАЙТА ВРАГУ!



**innODISK**  
Beyond your imagination

**ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ НАКОПИТЕЛИ**  
для ответственных применений

### Безопасность

- Быстрое стирание данных QErase
- Уничтожение данных SErase
- Защита от записи

### Производительность

- Скорость чтения до 175 Мбайт/с
- Скорость записи до 90 Мбайт/с

### Надежность

- Расширенный температурный диапазон -40...+85°C
- Конформное покрытие



**innRobust®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

#360

**PROSOFT®**

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

Реклама



## Модернизация системы телемеханики филиала «Сургутская ГРЭС-2» ОАО «ОГК-4»

Юлия Волошко, Александр Данилов, Юрий Дмитриев, Александр Перфильев

В данной статье рассмотрены состав и функционирование системы телемеханики, реализованной для нужд филиала «Сургутская ГРЭС-2» ОАО «ОГК-4». Приведён иллюстративный материал, дающий представление о структуре и аппаратно-программных средствах системы. Перечислены проекты реализации аналогичных систем на базе продукции фирмы Siemens на различных энергетических объектах России.

### История создания системы

Основанием для проведения работ по модернизации системы телемеханики в целях создания современной Системы обмена технологической информацией с автоматизированной системой Системного оператора (далее СОТИАССО) филиала «Сургутская ГРЭС-2» ОАО «ОГК-4» явилась концепция технической политики РАО «ЕЭС России» по приведению системы в соответствие с требованиями к информационному обмену технологической информацией. Данные требования сформулированы в Приказе РАО «ЕЭС России» от 09.09.2005 № 603. Генподрядчиком было выбрано ООО «Компания Этна-Холдинг», успешно завершившее подобный проект на соседней Сургутской ГРЭС-1 (филиал ОАО «ОГК-2»). Интересен тот факт, что ООО «Компания Этна-Холдинг» стало вторым подрядчиком, внедряющим СОТИАССО на Сургутской ГРЭС-2. Дело в том, что проект, который предлагал предыдущий подрядчик, не был запущен в эксплуатацию по целому ряду причин. Оборудование перевезли на Шатурскую ГРЭС, где оно было успешно внедрено при создании СОТИАССО, а на Сургутской ГРЭС-2 вся система была построена заново: от проектирования и поставки нового оборудования до запуска в эксплуатацию, сертификации и метрологической аттестации. Непосредственное участие в реализации проекта СОТИАССО Сургутской ГРЭС-2 приняли несколько

компаний-партнёров ООО «Компания Этна-Холдинг»: ООО «Спутник-2», ООО «СИСТЭН», ЗАО «ТЕЛПРОС», ОАО «Электрозаписимонтаж».

### Задача и пути её возможного решения

Создаваемая система должна была заменить существующую систему, оборудование которой морально устарело и не выполняло требований, предъявляемых к участникам балансирующего рынка:

- увеличение экономичности, надёжности и уменьшение эксплуатационных затрат на оборудование;
- обеспечение оперативного персонала достаточной, достоверной и своевременной оперативной информацией о состоянии оборудования, протекании технологических процессов на ГРЭС;
- улучшение условий труда эксплуатационного персонала и повышение эксплуатационной готовности.

Кроме того, перед инженерами стояла важная задача в кратчайшие сроки разработать и внедрить современный, надёжный, удовлетворяющий всем требованиям Системного оператора (СО) комплекс, не повторяя ошибок предыдущего подрядчика, когда полностью смонтированная система не смогла работать и в результате была демонтирована. Дополнительная сложность состояла ещё и в том, что все работы проводились под очень пристальным контролем специалистов заказчика (после неудачи с первым подрядчиком). Для

решения такой масштабной и комплексной задачи при очень сжатых сроках (менее года) все работы были разделены между несколькими подрядчиками. Большой опыт подобной коллективной работы и проверенные временем надёжные партнёрские отношения всех участвовавших организаций гарантировали успех начатого дела. Каждый из участников проекта выполнял свою часть работы при постоянной координации со стороны генподрядчика:

- координация работ, общее руководство проектом, поставка оборудования и материалов – ООО «Компания Этна-Холдинг»;
- проектирование – ООО «СИСТЭН», ООО «Спутник-2», ЗАО «ТЕЛПРОС»;
- комплектация оборудования и сборка шкафов – ООО «Спутник-2», ЗАО «ТЕЛПРОС»;
- монтажные работы – ОАО «Электрозаписимонтаж»;
- пусконаладочные работы полевого уровня – ООО «Спутник-2»;
- пусконаладочные работы программно-технического комплекса (ПТК) – ООО «Спутник-2»;
- пусконаладочные работы подсистемы связи – ЗАО «ТЕЛПРОС»;
- пусконаладочные работы верхнего уровня и технологических подсистем – ООО «СИСТЭН»;
- комплексная наладка с проведением испытаний системы – ООО «СИСТЭН», ООО «Спутник-2», ЗАО «ТЕЛПРОС».

Основываясь на опыте других проектов СОТИАССО, где реализовано подобное решение (Сургутская ГРЭС-1, Псковская ГРЭС, Камская ГЭС), оптимальным выбором программно-технического обеспечения системы телемеханики было признано комбинированное техническое решение: оборудование компании Siemens в части измерительных преобразователей, модулей УСО, контроллеров и программный оперативно-информационный комплекс (ОИК) верхнего уровня «Диспетчер» разработки ООО «НТК Интерфейс».

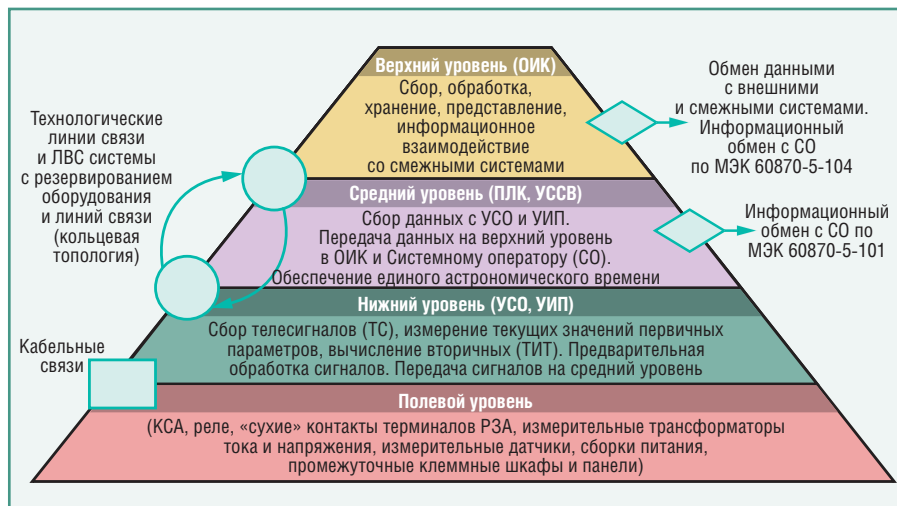
## НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

Система предназначена для осуществления автоматизированного сбора, первичной обработки и отображения информации о состоянии и режимах работы сети и основного электрооборудования, находящегося в оперативном управлении и ведении Сургутской ГРЭС-2 (СГРЭС-2) и Тюменского РДУ (ТРДУ – филиал СО ОАО «ЦДУ ЕЭС»). Кроме того, система телемеханики СТМ (в современном наименовании это СОТИАССО; в принципе, наименования эквивалентны, за исключением того, что СОТИАССО включает в себя ещё оборудование и каналы связи, в данной системе выполненные как отдельный проект) Сургутской ГРЭС-2 обеспечивает передачу этой информации на центральный щит управления (ЦЩУ) СГРЭС-2 и в ТРДУ в целях диспетчерско-технологического контроля.

В системе выделяется следующий ряд функциональных компонентов:

- подсистема сбора и обработки первичной телеинформации, поступающей от цифровых измерителей электрических величин и модулей УСО;
- подсистема передачи информации, обеспечивающая внутрисистемный обмен данными и обмен данными с внешней автоматизированной системой в ТРДУ;
- система обеспечения единого астрономического времени (СОЕВ);
- подсистема обработки и визуализации процессов;
- система диагностики компонентов.

В виде отдельных автономных компонентов работают смежные подсистемы и отдельные приборы, интегрируемые в единое информационное пространство с СТМ посредством ЛВС и программного комплекса верхнего уровня. В числе их выделяются:



**Условные обозначения:** УССВ – устройство синхронизации системного времени; УИП – универсальный измерительный преобразователь; КСА – контакты сигнально-аварийные; РЗА – релейная защита и автоматика.

Рис. 1. Архитектура системы телемеханики СТМ

- подсистема регистрации аварийных событий (РАС), состоящая из регистраторов и сервера со специализированным программным обеспечением;
  - система контроля качества электроэнергии на шинах 500 кВ (ККЭ);
  - система определения мест повреждения на высоковольтных линиях электропередачи (ОМП);
  - сервер дополнительных задач (функционирует обособленно, обеспечивает сбор и хранение данных приборов ККЭ и приборов ОМП; сетевыми средствами обеспечивается доступ СО к этим данным для контроля и анализа аварийных ситуаций);
  - приборы измерения частоты на шинах 500 кВ с высокой точностью (данные от приборов собираются в сервере СТМ и передаются СО, точность измерения имеет порядок  $10^{-3}$ ).
- Подсистема сбора и обработки информации обеспечивает:
- непрерывное выполнение измерений цифровыми измерителями электрических величин и опрос дискретных датчиков (число измеряемых системой электрических параметров – 1579, общее число принимаемых дискретных сигналов – 1200);
  - регистрацию времени возникновения сигналов на уровне контроллеров связи;
  - формирование телеизмерений (ТИТ) и телесигналов (ТС) с метками времени в соответствии со стандартом МЭК 60870-5-101/104.

Подсистема передачи информации обеспечивает:

- внутрисистемный обмен информацией по цифровым каналам связи с

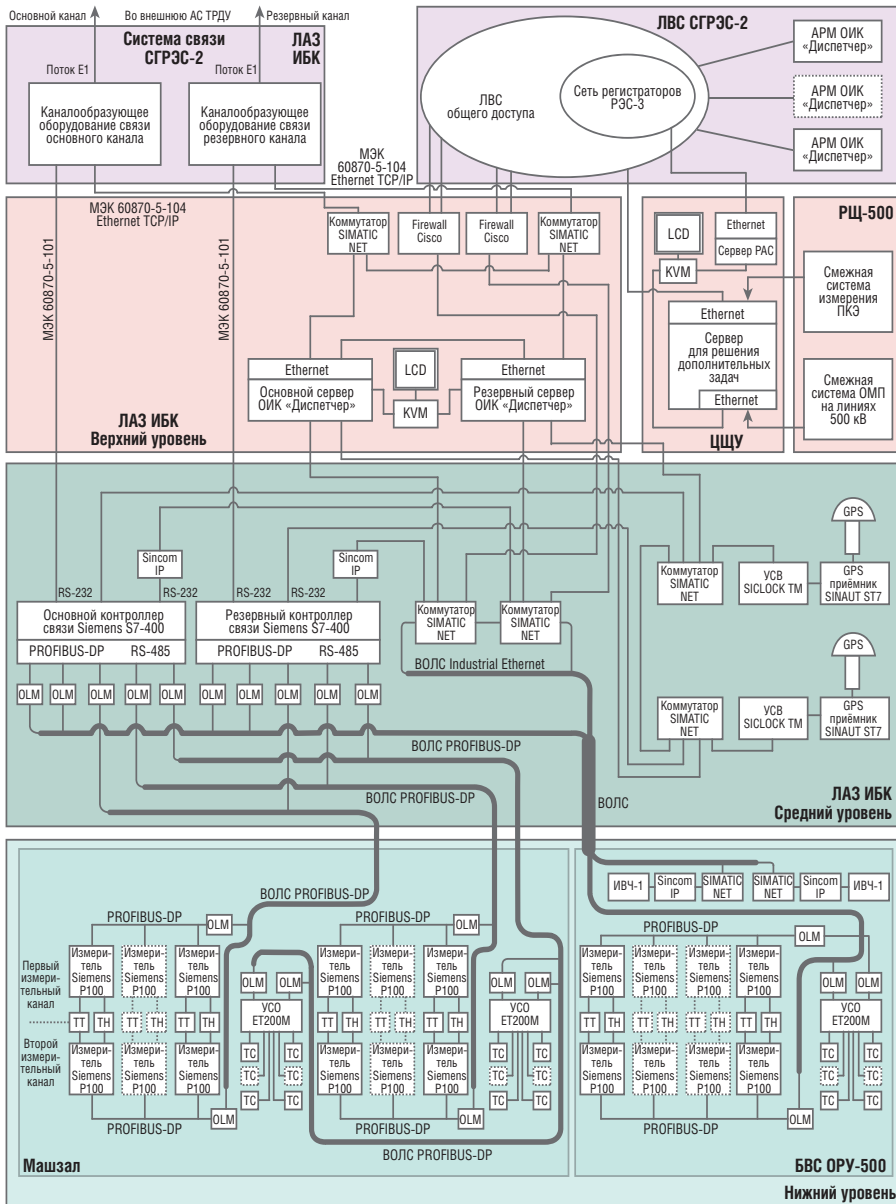
помощью встроенных цифровых выходов, коммуникационных модулей и сетевых устройств;

- передачу в ТРДУ телеинформации по протоколу МЭК 60870-5-101/104 в рамках регламента обмена;
- связь между серверами телемеханики и контроллерами SIMATIC S7-400 по протоколам RS-232 и Industrial Ethernet;
- связь между контроллерами SIMATIC S7-400, модулями УСО, цифровыми измерителями по протоколу PROFIBUS-DP;
- связь со смежными системами (подсистемы АСУ ТП СГРЭС-2, ПТК формирования расчётного диспетчерского графика) по технологии Ethernet с использованием стандартного открытого протокола OPC DA.

Система обеспечения единого времени включает в себя GPS-приёмник с антенной и устройство синхронизации времени (УСВ), которое является сервером времени.

Подсистема обработки и визуализации предоставляет оперативному персоналу текущую телеинформацию, представленную в виде графических мнемосхем и набора сообщений, а также архивирует телеинформацию для сохранения данных в течение длительного периода времени.

Система диагностики компонентов обеспечивает приём и фиксацию диагностической информации со всех уровней системы. Сигналы диагностики формируются при помощи релейных контактов сигнализации об отказах, физических выходных и информационных сигналов модулей самодиаг-



**Условные обозначения:** E1 – цифровой канал стандарта PDH; АС ТРДУ – автоматизированная система Тюменского РДУ (регионального диспетчерского управления); ЛАЗ – линейный аппаратный зал; ИБК – инженерно-бытовой корпус; ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи; РЩ – релейный щит; БВС – блок вспомогательных сооружений; ПКЭ – показатели качества электроэнергии; KVM – переключатель клавиатура/видео/мышь (keyboard-video-mouse); OLM – оптический модуль связи (optical link module); ИВЧ-1 – измеритель текущих значений времени и частоты электросети; ТТ – трансформатор тока; ТН – трансформатор напряжения.

Рис. 2. Схема разделения СТМ на уровни

ности устройств. Полученная информация отображается на диагностических экранах АРМ.

## АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

В качестве основы для построения системы телемеханики выбрана иерархическая пирамидальная архитектура с выраженной вертикалью подчинённых уровней. Обобщённая схема иерархии приведена на рис. 1.

В системе выделяются четыре уровня иерархии.

**Полевой уровень** – уровень источников сигналов, собираемых и обрабатываемых системой. Дискретные сигналы

(ТС) формируются на блок-контактах КСА коммутационных аппаратов, реле-повторителях, «сухих» контактах терминалов РЗА и противоаварийной автоматики (ПА), контроллерах АСУ ТП. Аналоговые сигналы текущих теплеизмерений (ТИТ) формируются на измерительных трансформаторах тока и напряжения, датчиках температуры.

**Нижний уровень** – уровень устройств сбора и первичной обработки сигналов ТС и ТИТ. Измерение и вычисление ТИТ выполняется универсальными измерительными преобразователями, оснащёнными интерфейсами цифровой связи с верхними уровнями системы.

Сбор и обработка ТС выполняются УСО, оснащёнными модулями дискретных входов и коммуникационными модулями для связи с верхними уровнями системы.

**Средний уровень** – уровень контроллеров SIMATIC S7-400 и УСВ. Контроллеры обеспечивают сбор первичной информации от измерительных преобразователей и модулей УСО, а также передачу данных на верхний уровень системы и СО.

**Верхний уровень** – уровень программно-технических средств ОИК и рабочих станций персонала, эксплуатирующего и обслуживающего систему. Аппаратно ОИК работает на резервированной серверной платформе HP под управлением операционной системы Windows Server 2003 и программного комплекса ОИК «Диспетчер»; кроме того, на АРМ используется клиентское программное обеспечение данного комплекса. На верхнем уровне системы ОИК обеспечивает обработку и предоставление данных, накапливаемых в базе данных (БД) системы, для визуализации на рабочих станциях персонала. БД системы является центральным местом хранения всех видов архивной («срезы», журналы, ведомости, результаты фиксации и регистрации событий, интервальные приращения) и нормативно-справочной информации.

Каждый из уровней реализован в виде отдельных программно-технических средств.

Связь с внешними системами обеспечивается как с уровня контроллеров (передача данных в систему СО), так и с уровня серверов ОИК (обмен с СО и АСУ ТП станции). Обмен со смежной системой АСУ ТП происходит на уровне серверов ОИК с выходом в ЛВС СГРЭС-2 через межсетевые экраны.

Для обмена с СО организованы прямые каналы связи по отдельному проекту, разработанному ЗАО «ТЕЛПРОС», с мультиплексированием потоков данных телемеханики, диспетчерской и технологической связи на уровне доступа к сетям SDH/PDH Alcatel MainStreet 3600.

На рис. 2 приведена обобщённая схема разделения СТМ на уровни.

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

СТМ осуществляет приём сигналов от элементов существующих систем АСУ ТП и РЗА (полевой уровень), описание которых выходит за рамки данной статьи.

# НОВЕЙШИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СТАНДАРТЫ ОТ КОМПАНИИ ПРОСОФТ



## COMPACT PCI 2.30 и COMPACT PCI SERIAL



### Системные контроллеры x86



CPC506

Intel Core 2 Duo  
с установленным  
мезонином ввода/вывода



CPC506

Intel Core 2 Duo  
с 2 независимыми  
видеоинтерфейсами



G20

Intel Core i7  
21 канал PCIe для  
межмодульной коммутации



F19P

Intel Core 2 Duo  
до 2,26 ГГц, до 4 Гбайт  
ОЗУ напаяно

© СТА-ПРЕСС

### Периферийные модули



MIC550

модуль хранения, диск 2,5"



VIM552

модуль графического  
сопроцессора



SATA, Gigabit Ethernet, XMC, mini PCIe



- Поддержка операционных систем Windows, Linux, QNX, VxWorks
- Диапазон рабочих температур до  $-40...+85^{\circ}\text{C}$
- Высокая вибро- и ударостойкость
- Влагозащитное покрытие

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL И MEN MIKRO**

**#235**



**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Реклама



Рис. 3. Шкаф телеизмерений (вид спереди)



Рис. 4. Шкаф приёма телесигналов (вид спереди)

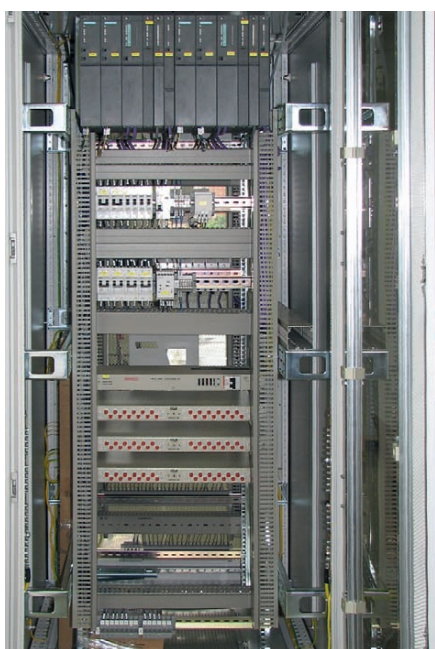


Рис. 5. Шкаф контроллеров связи (вид спереди)

### Нижний уровень СТМ СГРЭС-2

В состав нижнего уровня системы входят цифровые измерители электрических величин SIMEAS P100 фирмы Siemens. Приборы SIMEAS P100 выполняют измерения основных параметров электрической энергии и могут осуществлять свои функции в однофазных двухпроводных, трёхфазных трёх- и четырёхпроводных электрических сетях с номинальной частотой 50 и 60 Гц. Измерители SIMEAS P100 являются щитовыми приборами, имеют в своём составе цифровой интерфейс RS-485, поддерживают протокол PROFIBUS-DP. Общий вид шкафа с установленными измерителями приведён на рис. 3. Принцип действия измерителей SIMEAS P100 основан на одновременном измерении мгновенных значений токов и напряжений в каждой из фаз сети. Измерения производятся с помощью быстрого аналого-цифрового преобразователя с частотой, превышающей частоту изменения измеряемых величин. Информация о мгновенных значениях величин поступает в микропроцессор, где по математическим алгоритмам вычисляются производные величины. Запись выбранных для регистрации параметров производится во внутреннюю память прибора. Информация из внутренней памяти прибора передаётся через цифровой последовательный интерфейс PROFIBUS-DP для дальнейшей обработки в контроллеры связи. В рамках системы измеритель SIMEAS P100 передаёт на средний уровень 25 основных и расчётных величин. Для обеспечения высокой надёжности выполнено дублирование измерителей SIMEAS P100 (первый и второй измерительные каналы) в каждой точке измерения.

Приём дискретных сигналов системы осуществляется при помощи станций ET200M фирмы Siemens. Станции ET200M посредством модулей дискретного ввода выполняют сбор информации (ТС) с датчиков типа «сухой» контакт или потенциальный выход через промежуточные реле, которые обеспечивают согласование уровня напряжения и гальваническую развязку. Модули УСО оборудованы также коммуникационным модулем (IM), блоками питания, энергонезависимой памятью. Дистанционное изменение конфигурации и диагностика ET200M осуществляются с помощью персональной электронно-вычислительной машины (ПЭВМ) по протоколу PROFIBUS-DP. Для обеспечения повышенной отказоустойчиво-

сти контроллеров УСО предусмотрено дублирование коммуникационных модулей. Общий вид шкафа приёма ТС показан на рис. 4.

### Средний уровень СТМ СГРЭС-2

Информация, поступающая с нижнего уровня (ТИТ и ТС), передаётся по цифровым каналам связи в интеллектуальные контроллеры связи, в которых телепараметрам присваивается метка времени. Кроме того, контроллеры связи производят самодиагностику, а также диагностику состояния связи с измерителями SIMEAS P100 и ET200M.

Для обеспечения высокой надёжности средний уровень системы выполнен с использованием дублированной системы контроллеров. Контроллеры связи работают независимо друг друга, выполняя абсолютно одинаковые функции (сбор информации от измерителей и УСО, передачу информации на верхний уровень СТМ, информационный обмен с ТРДУ). Данная схема позволяет повысить надёжность за счёт передачи телеинформации одновременно по двум независимым каналам во внешнюю АС ТРДУ. Между контроллерами системы организована синхронизация с целью поддержания одинаковых условий снятия телепараметров в обоих полуконспектах на случай выхода из строя компонента системы в составе одного из них.

Контроллеры связи оборудованы:

- процессорным модулем (CPU 416-2 DP) с коммуникационными входами интерфейса PROFIBUS-DP;
- модулем флэш-памяти;
- дополнительными коммуникационными модулями интерфейса PROFIBUS-DP (CP 443-5);
- блоками питания (PS 407 10A);
- коммуникационным модулем Ethernet для синхронизации времени и передачи данных ТИТ в серверы СТМ по протоколу OPC DA (CP 443-1);
- двухпортовым коммуникационным модулем последовательного интерфейса RS-232 для передачи телесигналов и диагностических данных на верхний уровень СТМ, а также передачи телеинформации по протоколу МЭК 60870-5-101 во внешнюю АС ТРДУ (MCP0 eRTU).

Общий вид контроллерного шкафа приведён на рис. 5.

Средний уровень системы обеспечивает следующие функции:

- опрос всех модулей УСО и измерителей SIMEAS P100 с циклом, который не превышает 1 с;



# Новое поколение РАС-систем с двухпроцессорной архитектурой



© СТА-ПРЕСС

## ADVANTECH

eAutomation

Серия APAX-5000 — интегрированная платформа для задач управления, обработки данных и сетевого обмена

- Процессорные модули различного уровня производительности
- Детерминированное управление объектом автоматизации
- Поддержка режима резервирования для процессорных модулей
- Модульная система ввода-вывода с возможностью «горячей» замены

**Advantech Co., Ltd.**  
Представительство в России  
Тел.: (495) 232-16-92  
Тел.: 8-800-555-01-50  
(бесплатно по России)  
info@advantech.ru  
www.advantech.ru



**APAX-5570XPE**  
IBM PC совместимый контроллер на базе процессора Celeron® M



**APAX-5520KW**  
Компактный РАС-контроллер на базе процессора XScale



**Интерфейсный модуль**  
• Modbus/TCP  
• Ethernet/IP  
• Profinet



**Модули ввода-вывода**  
• Индивидуальная настройка аналоговых каналов  
• Высокая плотность дискретных каналов  
• Обработка частотных и импульсных сигналов

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

#111

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

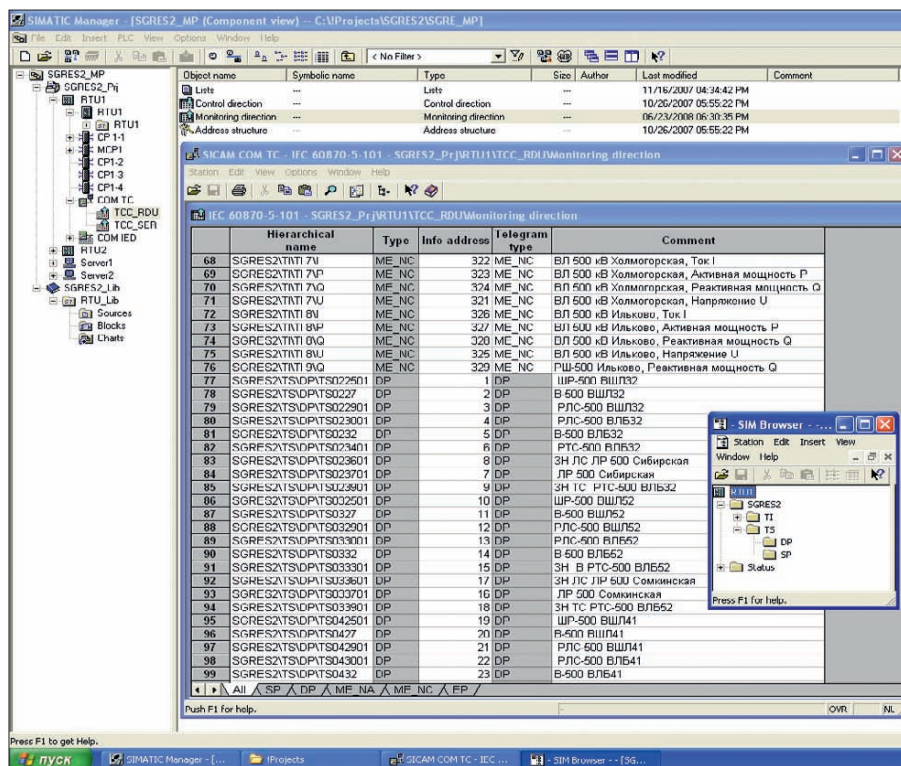


Рис. 6. SIMATIC Manager и редактор SICAM plusTOOLS

● сбор и передачу в АС ТРДУ телеизмерений с циклом менее одной секунды и телесигналов с циклом менее пяти секунд.

Объём передачи ТИТ равен 77 сигналам, объём передаваемых ТС – 420 однопозиционным и 191 двухпозиционному сигналу.

СОЕВ обеспечивает единство времени в СТМ с помощью УСВ SICLOCK ТМ, которые имеют встроенные точные электронные часы. Точность синхронизации времени в системе не хуже 1 мс при частоте коррекции синхронизации не реже одного раза в сутки.

Проектирование и отладка программного обеспечения контроллеров SIMATIC S7-400 производилась в среде SIMATIC PCS7 V6.1 SP1 с интегрированным пакетом SICAM plusTOOLS eRTU V5.30. Данные пакеты широко известны разработчикам всего мира и нашей страны, поэтому стоит остановиться на ключевых моментах проектирования. На рис. 6 показано открытое окно SIMATIC Manager с редактором SICAM plusTOOLS, с помощью которого осуществлялось параметрирование сигналов, передаваемых по протоколам телемеханики. Кроме этого, использовалась и имела большое значение при проектировании технология импорта/экспорта CFC-карт (редактор CFC V6.1 SP1) с использованием инструмента TH-IEA-PO V6.1 SP1. Для параметрирования измерителей SIMEAS P100

использовалось специализированное программное обеспечение SIMEAS P Пар V1.21.06.

### Верхний уровень СТМ СГРЭС-2

В качестве основы технического обеспечения верхнего уровня выбрано серверное оборудование в промышленном исполнении серии HP ProLiant фирмы Hewlett-Packard. Общий вид шкафа серверов приведён на рис. 7. Повышенная отказоустойчивость серверного оборудования достигается с помощью «горячего» резервирования. При выполнении этой функции неактивный (резервный) сервер постоянно синхронизирует своё состояние и производит актуализацию информации от активного (основного) сервера. В случае возникновения отказа или сбоя основного сервера автоматически активным становится резервный сервер.

Серверное оборудование верхнего уровня самостоятельно синхронизирует своё внутреннее время от СОЕВ по стандартному протоколу NTP. Информационный обмен между контроллерами связи и ОИК осуществляется по протоколу МЭК 60870-5-101 для сигналов ТС и по протоколу OPC DA для сигналов ТИТ.

Для реализации передачи ТС из контроллеров связи использован каналный адаптер Sincom IP, работающий на скорости 115 кбит/с со стороны интерфейса RS-232. К каждому контроллеру

подключается свой каналный адаптер Sincom IP. Оба контроллера взаимодействуют с серверами ОИК через интерфейс Ethernet посредством каналных адаптеров Sincom IP, используя проводные линии Industrial Ethernet и сетевое оборудование серии SIMATIC NET. Таким образом, на уровне каналных адаптеров реализуется высокая скорость сбора данных для каждого контроллера связи с последующей передачей информации в активный сервер верхнего уровня. Для приёма сигналов ТИТ в серверы установлены адаптеры CP 1613 для связи с контроллерами SIMATIC S7 по протоколу Industrial Ethernet. На серверах установлено программное обеспечение OPC SIMATIC NET, обеспечивающее сбор данных от контроллеров связи через соединение по протоколу S7 и представление этих данных в стандарте OPC DA. При этом OPC SIMATIC NET обеспечивает сбор данных одновременно от двух контроллеров. Данные от первого контроллера для ОИК являются основными, данные от второго – резервными и дублируют основной набор.

Связь с оборудованием подсистемы СОЕВ выполнена по Industrial Ethernet. Для соблюдения требований надёжности УСВ контроллеры и серверы СТМ каждого полуконспекта подключены к разным коммутаторам. Коммутаторы серии SIMATIC NET конвертируют среду передачи «медь–оптика» и объединяются по кольцевой топологии ВОЛС. Отказ любого устройства оборудования серии SIMATIC NET PROFIBUS, SIMATIC NET IE или канала связи системы вызывает срабатывания встроенного реле, сигнал состояния ко-



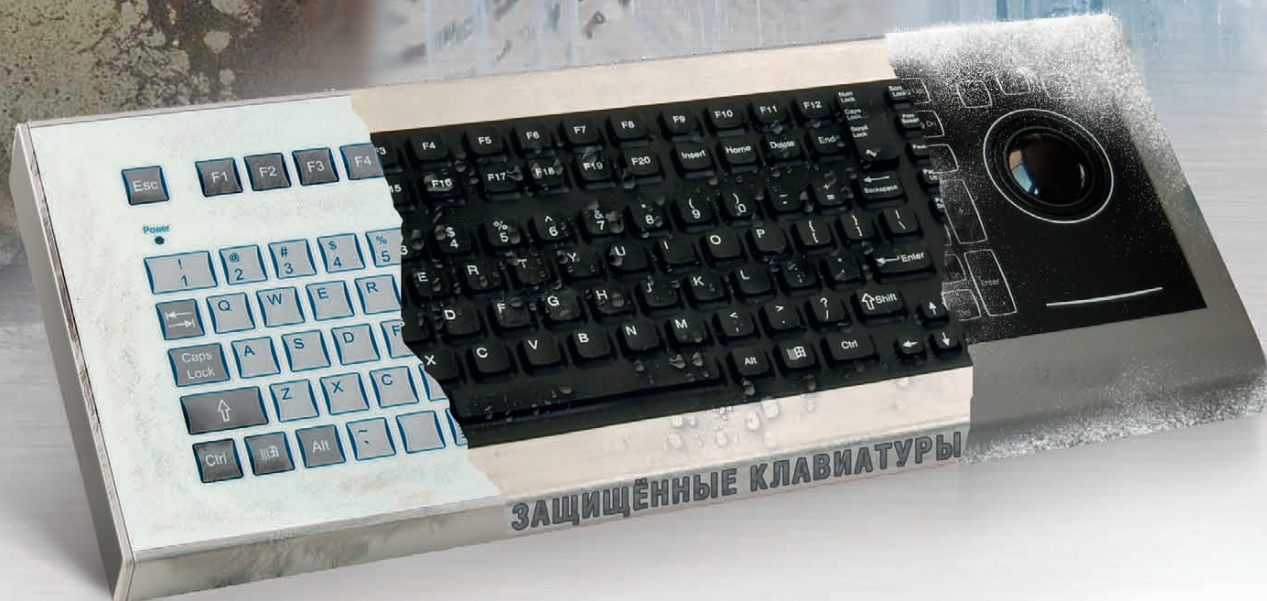
Рис. 7. Общий вид шкафа серверов СТМ

**Трекбол NSI X13 идеален для компактных морских навигационных систем**

**NSI**



Лазерный детектор  
Класс защиты IP68  
Диаметр шара 13 мм  
Легко подвергается чистке



**Устройства ввода  
для экстремальных условий**

*InduKey* ■ iKey **NSI**

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INDUKEY, IKEY, NSI**

**#381**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

```

Редактирование TSMODF1.dlc
:Программа обработки даёт сигнал в случае неисправн
CPU1_1=#TTC3:68:1000{
sleep(1000)
CPU1_2=#TTC3:68:1000{
:*****CPU1 Control*****
CPU1=CPU1_2-CPU1_1
A=0
:*****TM 2402 2SHK4,2SHK3,2SHK5,2SHK2*****
:*****I12409 2SHK4,2SHK3*****
IF OR(#TTC3:68:421{)=1,CPU1=0),#TTC3:68:382{)=1) THE
C=GETFLAG(TM_STATUS,3,68,1,UNRELIABLE_HDW)
IF AND(C=0,A=1) THEN SETFLAGS(TM_STATUS,3,68,1,UNRELI
IF AND(C=1,A=0) THEN SETFLAGS(TM_STATUS,3,68,1,MANUAL
C=0
C=GETFLAG(TM_STATUS,3,68,2,UNRELIABLE_HDW)
IF AND(C=0,A=1) THEN SETFLAGS(TM_STATUS,3,68,2,UNRELI
IF AND(C=1,A=0) THEN SETFLAGS(TM_STATUS,3,68,2,MANUAL
C=0
C=GETFLAG(TM_STATUS,3,68,3,UNRELIABLE_HDW)
IF AND(C=0,A=1) THEN SETFLAGS(TM_STATUS,3,68,3,UNRELI
IF AND(C=1,A=0) THEN SETFLAGS(TM_STATUS,3,68,3,MANUAL
C=0
C=GETFLAG(TM_STATUS,3,68,4,UNRELIABLE_HDW)
ANSI>OEM      OEM>ANSI      Искать      OK

```

Рис. 8. Пример скрипта

тогого передаётся в подсистему диагностики СТМ.

На верхнем уровне для каждого аналогового сигнала контролируется выход за установленные пределы и возврат сигнала в норму. По результатам такой проверки формируется признак выхода за предел. На уровне сервера СТМ для каждого сигнала ТИТ предусматривается возможность задания до 4 пределов (2 предупредительных и 2 аварийных). Выход за пределы (возврат в норму) квалифицируется как событие в случае перехода через предупредительный предел и как авария в случае перехода через аварийный предел. Указанные события и аварии регистрируются подсистемой регистрации текущих событий. В системе обеспечивается программная установка признака недостоверности входного сигнала в случае неисправности каналов измерения или вывода оборудования в ремонт. На верхнем уровне эта функция реализуется средствами дорасчёта ОИК «Диспетчер» путём написания скриптов на языке Yarc или VBS (рис. 8).

Предупредительная и аварийная сигнализация извещает дежурный персонал о возникновении нарушений в работе электротехнического оборудования и о срабатывании автоматических устройств. Сигнализация включает в себя:

- предупредительные сигналы о выходе за установленные пределы отдельных параметров;
- сигналы об аварийном отклонении параметров;
- сигналы о срабатывании защит, положении масляных и секционных выключателей;
- сигналы об обнаруженных неисправностях технических средств.

Аварийные сигналы записываются в список аварий и автоматически удаляются из списка при устранении причины, вызвавшей сигнал. Действие ава-

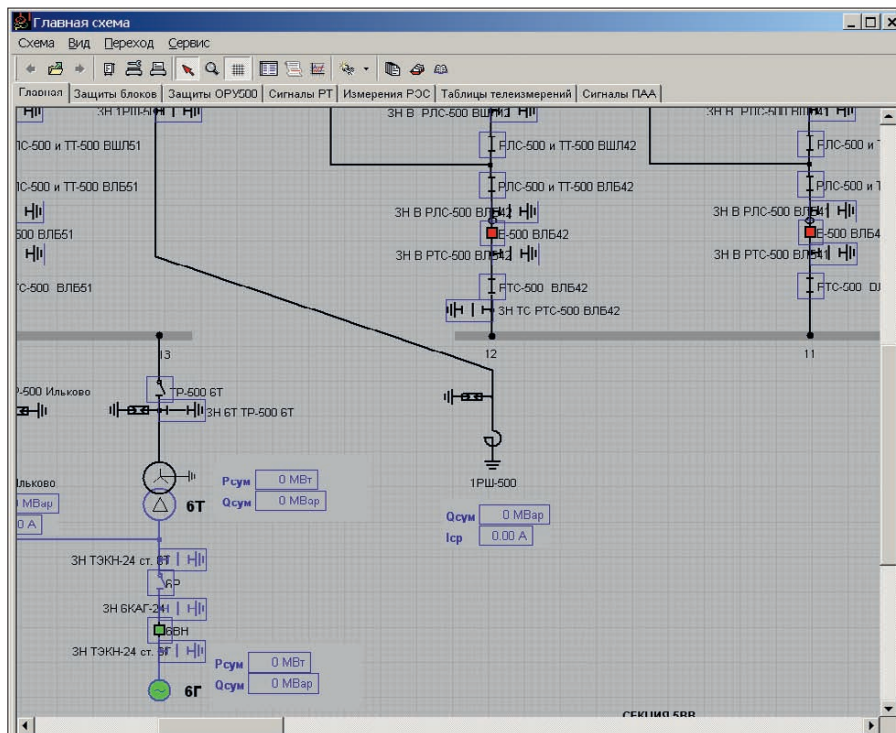


Рис. 9. Фрагмент главной схемы станции, отображаемой в среде «Клиент ОИК "Диспетчер"»

рийной сигнализации изменяет на мнемосхеме окраску аварийного объекта, вызывает мигание мнемосимвола объекта, заносит сигнал в список аварий, запускает звуковое предупреждение. Восстановление системы к исходному состоянию происходит после устранения причины неисправности и квитирования в журнале событий СТМ.

При выводе оборудования в ремонт обеспечивается возможность установки запрета на ввод и первичную обработку соответствующих сигналов. Установка запрета осуществляется пользователем в диалоговом режиме. Для схем двойной индикации положения коммутационной аппаратуры выполняется проверка достоверности путём сравнения состояния обоих сигналов. Признак недостоверности для таких сигналов (00 – обрыв цепей, 11 – неисправность цепей) отображается на экранах АРМ и запоминается в архиве.

Регистрация текущих событий – функция, осуществляющая фиксацию происходящих в системе и на контролируемом объекте событий. Под событием понимается зафиксированный во времени переход элемента системы в одно из заранее определённых состояний (например, изменения технологических параметров, действия пользователей). Все регистрируемые события снабжаются меткой времени, отображаются на экранах операторских станций и накапливаются в архиве событий (списке событий).

В системе предусмотрена возможность регистрации следующих событий:

- выход аналогового параметра за допустимые пределы (предупредительный и аварийный) и возврат в норму;
- команды управления оборудованием, формируемые пользователем системы (с регистрацией имени пользователя);
- изменения состояния объектов контроля и управления;
- срабатывание аварийной и предупредительной сигнализации;
- факт квитирования аварийной сигнализации;
- изменение состояния работоспособности компонентов СТМ (диагностические сообщения).

Кратковременный архив ретроспективной информации (тренды) обеспечивает хранение данных с частотой выборок от 1 секунды до 24 часов; максимальная глубина хранения информации составляет 1 048 576 выборок, что составляет 291 час при частоте выборок 1 секунда. Долговременный архив ретроспективной информации обеспечивает хранение параметров с частотой выборок не менее 30 секунд в требуемом объёме, определяемом ёмкостью накопителей сервера. Архивные данные могут быть использованы для последующего представления информации оперативному, административному и другому персоналу станции об истории протекания технологических процессов, развитии аварии, срабатывании

# ЛУЧШИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ХУДШИХ УСЛОВИЙ



© СТА ПРЕСС



**IDAN™**

- Широкий выбор процессорных плат и плат расширения
- Использование монтажной концепции PC/104
- Фрезерованный алюминиевый каркас для каждой платы
- Теплоотвод на стенки корпуса встроенными медными трубками
- Быстрая сборка и замена модулей
- Стандартные компьютерные разъёмы
- Диапазон рабочих температур от -40 до +85°C
- Виброгасящая платформа
- Размеры 130×152 мм в сечении



**HiDAN™**

- Система конфигурируется пользователем на основе линейки продуктов фирмы RTD
- Используются разъёмы, выполненные в соответствии с MIL-C-38999
- Пользователь задаёт кабельную разводку внутри корпуса
- Экранированный водонепроницаемый корпус
- Все модули подсоединяются к каркасу процессорного модуля
- Фрезерованный алюминиевый каркас с защищёнными разъёмами
- Теплоотвод на стенки корпуса встроенными медными трубками
- Диапазон рабочих температур от -40 до +85°C
- Виброгасящая платформа
- Определяемые пользователем монтажные опции
- Размеры 130×160 мм в сечении

**-40...+85°C**

**rtcd®**

## ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RTD

**#417**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

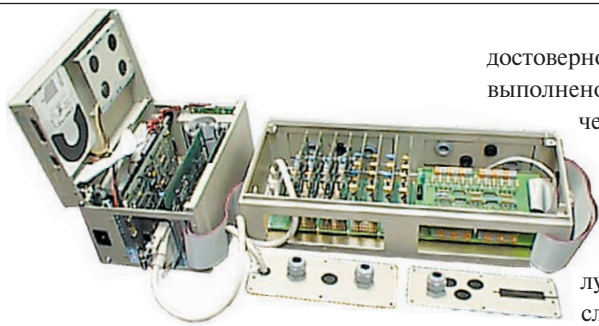


Рис. 10. Регистратор аварийных событий РЭС-3

автоматики и защит, а также действиях пользователя. Система производит периодическую запись в архив текущей аналоговой и дискретной информации. Для каждой аналоговой величины, кроме измеренного значения, в архиве фиксируются время регистрации и признак достоверности. Сохранённые данные выводятся пользователю по его запросу в соответствии с заданными форматами представления. Вывод информации на дисплей осуществляется в виде графика или таблицы.

Мнемосимволы объекта автоматизации представляют собой графический образ определённого цвета. В зависимости от состояния объекта графический образ и его цвет могут изменяться. В зависимости от заполнения экрана процесса могут использоваться мнемосимволы различных размеров. Индикация мнемосимволов может быть выбрана из набора представленных образов, входящих в стандартно поставляемый комплект графического редактора «Модус 4.20». На рис. 9 приведён фрагмент главной схемы станции, отображаемой на рабочей станции в среде «Клиент ОИК «Диспетчер»».

Для мониторинга состояния отдельных компонентов системы и контроля выполнения основных функций СТМ разработаны диагностическая мнемосхема и скрипты обработки флагов не-

достоверности всех сигналов, а также выполнено описание всех диагностических сигналов в БД системы телемеханики. Подсистема диагностики отслеживает изменения состояния диагностических сигналов, получаемых от контроллеров и служб ОИК «Диспетчер», и вы-

даёт информационные, предупредительные или аварийные сообщения в общий журнал событий СТМ. Одновременно с записями в журнал событий обеспечивается отображение изменившихся сигналов на диагностической мнемосхеме. Основным средством контроля состояния комплекса технических средств (КТС) СТМ является визуальный контроль, поэтому при разработке подсистемы диагностики уделено большое внимание содержанию и информативности диагностических мнемосхем. В целом работа подсистемы диагностики КТС СТМ даёт возможность эксплуатирующему персоналу своевременно получать информацию о сбоях в работе отдельных компонентов системы и на основе полученной информации устранять выявленные дефекты. Подсистема диагностики обеспечивает выявление факта неисправности любого компонента СТМ, но не определяет конкретный тип неисправности и её причину. В большинстве своём диагностические сигналы состояния компонентов СТМ являются обобщающими и срабатывают при одном из возможных аварийных состояний контролируемого устройства.

### Средства взаимодействия со смежными системами

Для интеграции в ОИК системы данных от приборов смежных систем в конфигурацию ОИК «Диспетчер»

включены специализированные драйверы информационного обмена. Таким образом реализован сбор сигналов ТИТ от регистраторов РЭС-3 в качестве замещающих для основных измерений суммарных мощностей по каждому генератору. Сбор данных измерений от высокоточных цифровых измерителей частоты также осуществляется на сервере ОИК в автоматическом режиме по цифровому интерфейсу.

Подсистема регистрации аварийных событий представлена регистраторами РЭС-3 (рис. 10) производства компании «ПРОСОФТ-Системы» и сервером РАС со специальным программным обеспечением для считывания и обработки осциллограмм SignW. Регистраторы РЭС-3 обеспечивают непрерывное измерение электрических параметров и осциллографирование доаварийных, аварийных и послеварийных режимов с высоким разрешением по времени, что позволяет анализировать причины и развитие аварий с помощью программы SignW.

В подсистему сбора информации для диспетчерско-технологического контроля входит также оборудование для решения дополнительных задач:

- индикаторы микропроцессорные фиксирующие ИМФ-3Р для определения расстояния до места короткого замыкания на воздушных линиях 500 кВ;
- анализаторы параметров электрической сети ППКЭ-3-50 для автоматизированного контроля показателей качества электроэнергии (ПКЭ) по ГОСТ 13109-97.

Сбор данных от приборов ИМФ-3Р и ППКЭ-3-50 осуществляется на сервере, предназначенном для решения дополнительных задач, и обеспечивается специальным программным обеспечением, работающим на сервере в режиме ожидания. Окна программ РРКЕ\_shell (об-

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Новости ISA

11 января 2011 года в штаб-квартире Международного общества автоматизации (ISA) в Российской Федерации прошло ежегодное заседание Президиума ISA РФ. На заседании, которое вёл Глава представительства ISA в РФ профессор Анатолий Аркадьевич Оводенко, с отчетом о проделанной в 2010 году работе выступил президент секции 2010 года профессор Борис Александрович Павлов. Его деятельность на посту президента была одобрена членами Президиума. Затем с планом работы на 2011 год выступила президент Российской

секции ISA 2011 года профессор Елена Георгиевна Семёнова.

В январе текущего года прошли выборы президента Российской секции ISA 2012 года. В результате голосования президентом-секретарём стал проректор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП), профессор Виктор Матвеевич Боер. Он сменил на этом посту Е.Г. Семёнову 1 января 2012 года.

Объявлены время и место проведения очередного заседания исполкома ISA Европейского, Ближневосточного и Африкан-



ского регионов (округ 12). Оно состоится в Брюсселе 16–17 сентября 2011 года. ●

# Системы MicroTCA

На гребне высоких технологий!



## μTCA™

**МОДУЛЬНЫЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ СИСТЕМЫ  
для телекоммуникаций и высокопроизводительных вычислений**

### Универсальность:

применение в системах телекоммуникации, автоматизации, обработки изображений, для военной техники и т.д.

### Гибкость:

конструкция системы и состав модулей AdvancedMC индивидуальны для каждого приложения

### Полный набор решений:

блочные каркасы, приборные корпуса, передние панели модулей, кросс-платы, готовые системы для разработчиков

### Эффективность:

высокая производительность по привлекательной цене

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SCHROFF**

**#85**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

работка и анализ данных от ППКЭ-3-50) и системы «Старт» (обработка данных от ИМФ-3Р) приведены на рис. 11 и 12 соответственно. После фиксации приборами аварийных режимов или отклонений контролируемых параметров от заданных значений приборы формируют посылки с данными, которые принимаются сервером и складываются в архив для последующей обработки и анализа и предоставления доступа к информации со стороны СО.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

Главная особенность представленного проекта и, даже можно сказать, его уникальность определяются тем, что объект внедрения – Сургутская ГРЭС-2 – является самой мощной тепловой станцией (мощность 4800 МВт при 6 блоках по 800 МВт и 6 воздушных линиях с ОРУ 500 кВ) на Евразийском континенте, обеспечивающей электроэнергией огромные районы Западной Сибири и Урала.

До внедрения модернизированной СТМ на предприятии эксплуатировалась морально устаревшая к тому времени система ТМ-512, которая обеспечивала выполнение минимального набора задач. Новая система, построенная на базе современных технических средств, средств диагностики и визуализации, позволяет выполнить полный объём задач с надлежащим качеством. Кроме того, модернизированная СТМ после её ввода в эксплуатацию позволила, по

словам персонала станции, выявить последовательность срабатывания защит при возникновении некоторых нестандартных ситуаций.

К системам подобного рода всегда предъявляются повышенные требования по надёжности и бесперебойности работы. От стадии проектирования до пуска в эксплуатацию на каждом этапе проводился контроль качества всех работ. Надёжность системы подтверждена проектными расчётами и её бесперебойной работой в течение 3 лет. Дублирование, резервирование и применение вы-

соконадёжных компонентов, плюс опыт и профессионализм инженерных компаний, проектировавших и запускавших систему, – залог гарантии бесперебойной работы СОТИАССО ответственного энергетического объекта-гиганта, которым является Сургутская ГРЭС-2.

На данный момент времени во исполнение Приказа РАО «ЕЭС России» № 603 аналогичные проекты выполнены на Нижегородской, Волжской, Камской, Новосибирской ГЭС, на Псковской и Шатурской ГРЭС, а также на Сургутской ГРЭС-1. ●

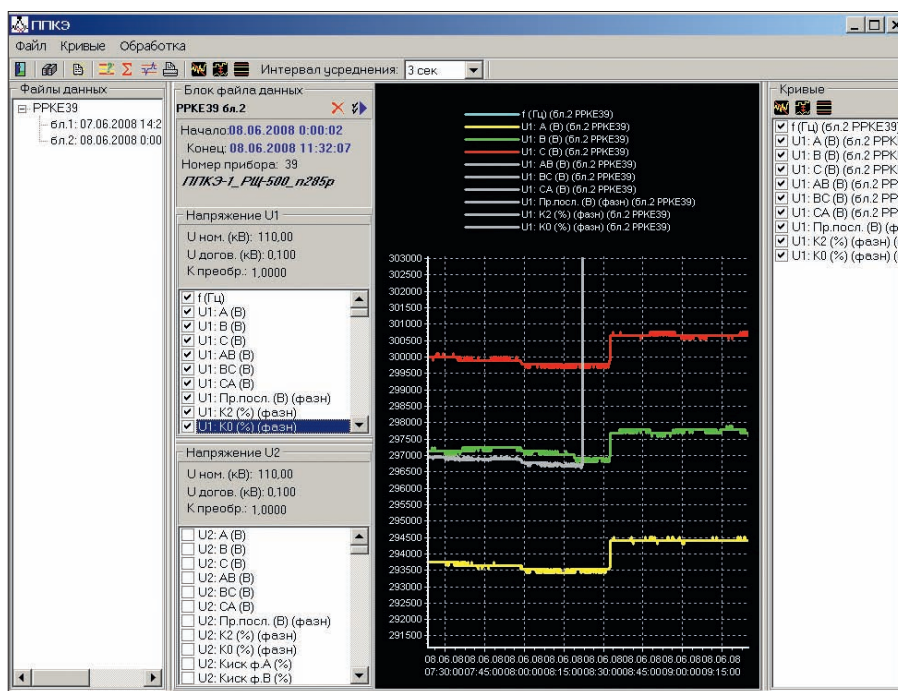


Рис. 11. Пример окна программы PPK\_shell (обработка и анализ данных от ППКЭ-3-50)

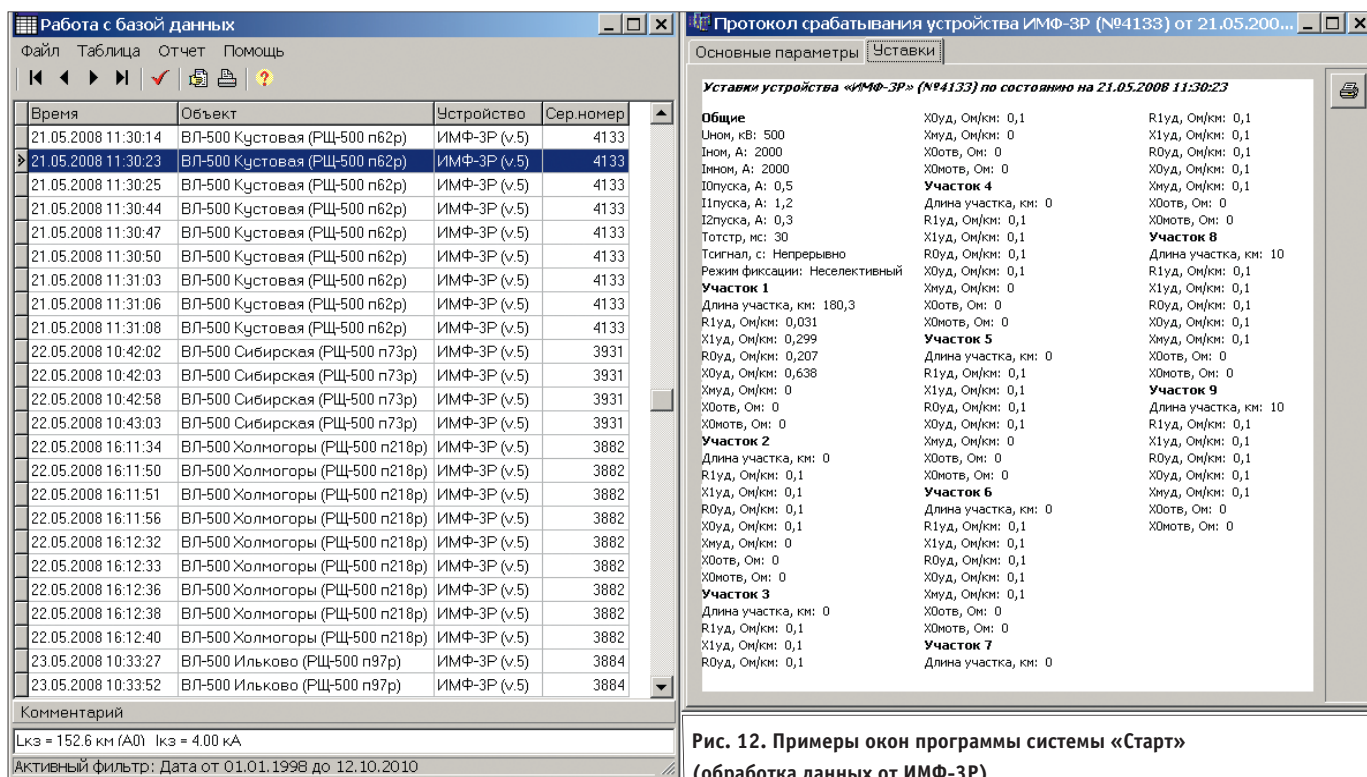


Рис. 12. Примеры окон программы системы «Старт» (обработка данных от ИМФ-3Р)

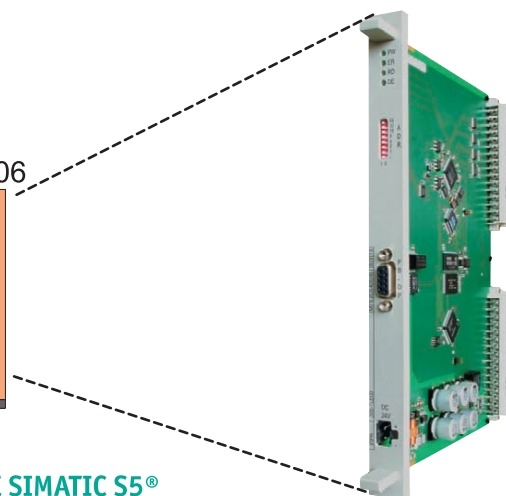
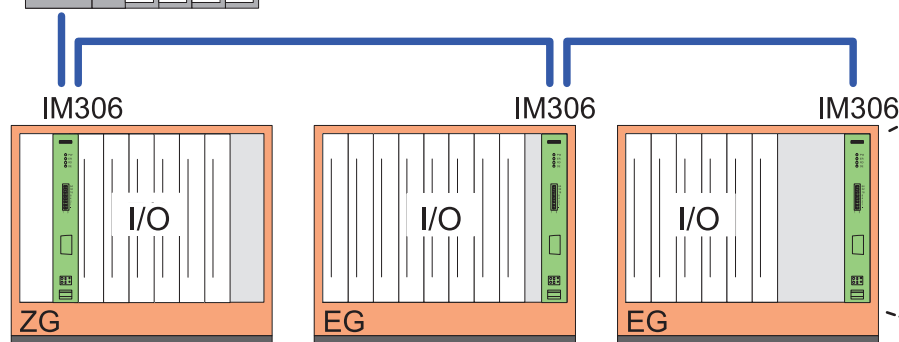
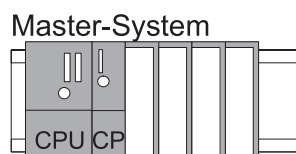




## Переход от SIMATIC S5® к SIMATIC S7® – легко и просто!

© СТА-ПРЕСС

### Интерфейсный модуль IM 306DP-Slave: быстрый переход от SIMATIC S5® к SIMATIC S7®



#### Технология VIPA для модернизации систем управления на базе ПЛК SIMATIC S5®

- Интеграция стоек SIMATIC S5® с модулями аналогового и дискретного ввода-вывода в системы SIMATIC S7® с помощью сети PROFIBUS-DP
- Поддержка систем SIMATIC S5-115U, -135U и -155U
- Минимальное время простоя производственного оборудования
- Поэтапная замена оборудования системы управления

Дополнительная информация на сайте [www.vipa.ru](http://www.vipa.ru)

#282

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ VIPA

**PROSOFT**®

МОСКВА  
С.-ПЕТЕРБУРГ  
ЧЕЛЯБИНСК  
С.-ПЕТЕРБУРГ

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
Компания «ИСК» (центр компетенции). Тел.: (351) 790-6469 • E-mail: info@isk.su • Web: www.isk.su  
Компания «ЭФО» (центр компетенции). Тел.: (812) 331-0964 • E-mail: eve@efo.ru • Web: www.efo.ru

# Модернизация АСУ ТП цеха готовой продукции

Эдуард Штенгель, Кирилл Спорягин

Минимизация времени простоя производства при проведении пусконаладочных работ совместно с сокращением капитальных вложений являются ключевыми требованиями при модернизации действующих предприятий. В статье рассмотрены программно-технические решения, использование которых при модернизации АСУ ТП цеха готовой продукции комбината хлебопродуктов позволило выполнить данные требования.

## ВВЕДЕНИЕ

Руководством ОАО «Ленинградский комбинат хлебопродуктов им. Кирова» (далее ЛКХП) перед ЗАО НПФ «Системаавтоматика» была поставлена задача модернизации АСУ ТП цеха готовой продукции (ЦГП) с переводом программно-технического комплекса (ПТК) на базе устаревшего контроллера SIMATIC S5 и пульта дистанционного контроля и управления (ПДКУ) на новый промышленный контроллер с современной системой визуализации. Решение о модернизации было обусловлено целым рядом причин, которые в той или иной степени присущи многим российским предприятиям, системы управления которых выполнены на устаревшей микроконтроллерной технике с управлением через ПДКУ. Приведём и кратко охарактеризуем основные из этих причин.

1. **Систематические отказы старой техники.** В совокупности с отсутствием полноценного возобновляемого ЗИП оборудования они приводят к временным остановкам производства.
2. **Трудности с кадрами технического обслуживания системы управления.** Необходимы специалисты, поддерживающие старые технологии. В особенности это касается программирования старых контроллеров, выполняемого зачастую на специфических языках низкого уровня, и ремонта микросхем комплекса технических средств (КТС) системы.
3. **Трудности изменения технологии производства и модернизации оборудования.** Быстро меняющийся рынок постоянно выдвигает новые требования к продукции, что приводит к необхо-

димости модернизации технологии производства. Это, в свою очередь, влечёт за собой необходимость корректировки прикладного программного обеспечения (ППО) контроллеров. При такой корректировке велика вероятность ошибок ППО, разрабатываемого по устаревшим канонам программирования и на устаревших средствах проектирования, поэтому любая модернизация старого ППО может повлечь за собой остановки производства и экономические потери. При замене электрооборудования и модернизации схемы управления электроприводом с использованием современных интеллектуальных устройств защиты двигателей и электроустановок также возникает необходимость корректировки технического и программного обеспечения контроллеров.

4. **Избыточный состав оперативного персонала.** Система управления, выполненная на территориально-распределённых щитах ПДКУ, требует нескольких операторов, в то время как современные инструментальные средства автоматизации позволяют создавать единое автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, интегрирующее функции всех щитов ПДКУ. Удобный интерфейс и широкая система диагностики значительно упрощают оператору выполнение функций управления, а также способствуют существенному сокращению срока обучения нового персонала.
5. **Отсутствие регистрации действий персонала и параметров процесса.** Это влечёт за собой сложности объективного анализа трудностей и путей их

преодоления, а также отсутствие возможности интеграции существующей системы управления в единую систему управления производством – MES-систему.

При этом исполнителю был поставлен ряд важных условий.

1. Модернизация должна начинаться с реализации новых технологических задач:

- создание двух дополнительных маршрутов загрузки силосов бесстарного хранения муки (БХМ) с мельниц;
- создание линии пневмотранспорта перекачки муки из муковоза в силосы БХМ.



Рис. 1. Стойка контроллера (внизу) и стойки расширения 1 и 2

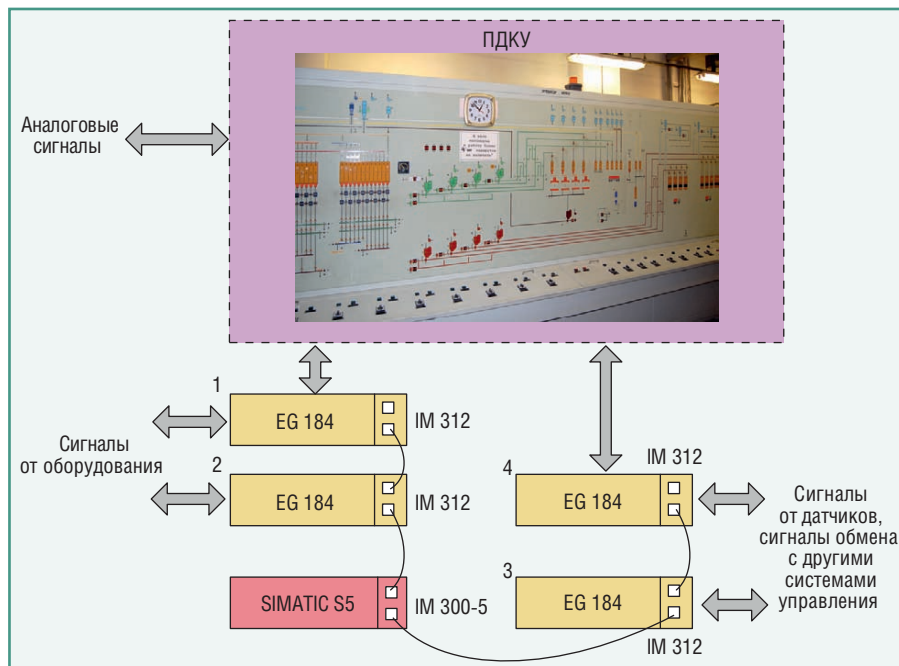


Рис. 2. Структурная схема системы управления ЦПП до модернизации

2. Замена ПТК должна быть выполнена практически без остановки производства. Пусконаладочные работы (ПНР) необходимо провести за время остановки комбината на два праздничных дня и без права на ошибки, чреватые длительной остановкой производства. Незначительные правки системы допустимы по воскресеньям, когда производство остановлено.
3. Затраты на модернизацию должны быть сведены к приемлемому для ЛКХП минимуму.
4. Расширение функций действующей АСУ ТП предполагает:
  - оперативный учёт загрузки/выгрузки силосов БХМ по данным импульсных весов;
  - введение дополнительных технологических блокировок, связанных с контролем токов нагрузки приводов компрессоров и нештатной работой оборудования;
  - реализацию выгрузки силосов БХМ по времени.

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦПП

Цех готовой продукции состоит из 24 стотонных силосов БХМ, 4 восьми-тонных силосов весовыбойных установок, 16 шестнадцатитонных силосов автоотгрузки, силосов мелкой фасовки муки. Заполнение силосов БХМ происходит по 8 пневмомагистралям от 4 размольных отделений. Выгрузка силосов БХМ осуществляется в силосы весовыбойных установок и в силосы автоотгрузки по 20 и 48 различным маршрутам соответственно.

Система управления ЦПП ЛКХП до модернизации была выполнена на базе контроллера SIMATIC S5 150U фирмы Siemens с использованием стоек расширения EG 184 без собственного блока питания (рис. 1). Задняя шина стойки расширения запитана от блока питания стойки контроллера через сетевой кабель, длина кабеля не может превышать 1 метр. В силу малой удалённости стоек расширения от стойки контроллера такую компоновку называют централизованной. Структурная схема системы управления ЦПП до модернизации представлена на рис. 2.

В стойках расширения 1 и 2 расположены модули УСО, принимающие сигналы о состоянии полевого оборудования, а также реализующие команды контроллера по управлению оборудованием и индикации его состояния на щите ПДКУ. Всего под управление контроллера попадают около 130 моторов и 100 пневмоклапанов. Обмен данными между стойками расширения и контроллером идёт по специальному протоколу фирмы Siemens.

Модули УСО, расположенные в стойках расширения 3 и 4, принимают сигналы с дискретных датчиков полевого уровня, отображают их состояние на щите ПДКУ, обрабатывают положения тумблеров и задатчиков, а также факты нажатия кнопок, находящихся на ПДКУ. Помимо этого в стойке 4 расположены 8 модулей обмена сигналами с контроллерами размольных отделений и смежного бестарного хранилища муки (всего 6 контроллеров). На-

личие этих сигналов связано со сложной организацией управления заводом в целом, при которой оборудование одного цеха участвует в технологическом процессе других цехов (например, аспирационное оборудование). Здесь же установлены модули аналоговых задатчиков реверсивных подсилованных шнеков (24 аналоговых выхода).

На щит ПДКУ непосредственно выведены показания датчиков нагрузки компрессоров и давления воздуха в системе (всего 20 аналоговых параметров).

### ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Для реализации поставленной задачи модернизации был выбран контроллер SIMATIC S7-414-2 (рис. 3). Выбор контроллера серии S7-400, а не контроллера серии S7-300, более дешёвого, но не менее производительного, обеспечивал принципиальную возможность подключения существующих стоек расширения к новому контроллеру с помощью технологии, разработанной фирмой Siemens для данной задачи, через интерфейсные модули IM 463-2 и IM 314. Первый из них устанавливается в стойку контроллера S7-400, второй – в стойку расширения взамен интерфейсного модуля IM 312. Через связку этих модулей контроллер S7-400 опрашивает модули УСО стоек расширения SIMATIC S5. Именно эта возможность, обеспечивающая значительное сокращение работ по перемонтажу КТС, позволяла



Рис. 3. Контроллер SIMATIC S7-414-2 в составе оборудования системы управления ЦПП

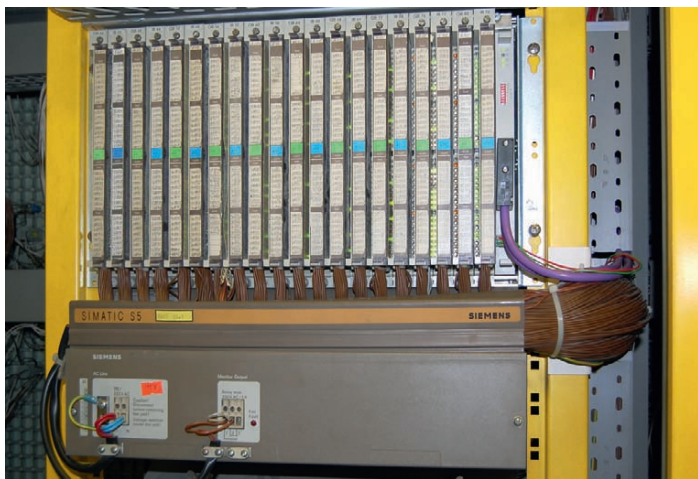


Рис. 4. Стойка EG 184 с модулем VIPA IM 306

рассчитывать на успешную реализацию задачи модернизации в рамках поставленных жёстких ограничений на срок проведения ПНР. Вместе с тем в существующей системе управления данное решение наталкивается на серьёзные трудности. Дело в том, что модуль IM 314 может быть установлен только в стойку расширения с собственным блоком питания – EG 183 (185/186). Как указывалось ранее, модернизируемая система управления ЦГП выполнена в централизованной компоновке, то есть без использования стоек EG 183 (185/186), вследствие чего применение технологии, предлагаемой фирмой Siemens, требует покупки по спецзаказу серийно не выпускаемой стойки расширения EG 183 (5000 евро/стойка) и перемонтажа.

Эти трудности заставили нас искать другое решение. И оно было найдено!

В 2009 году для реализации простого поэтапного перехода от массово используемых систем SIMATIC S5 к современным системам автоматизации SIMATIC S7 фирма VIPA выпустила интерфейсный модуль IM 306 DP Slave (далее IM 306) ведомого устройства сети PROFIBUS-DP. Модуль IM 306 устанавливается вместо соответствующего интерфейсного модуля стойки расширения системы SIMATIC S5 (в нашем случае IM 312), превращая её в ведомое DP-устройство в сети PROFIBUS-DP. Предложенное решение может быть использовано в любых стойках расширения SIMATIC S5. Применительно к рассматриваемой ситуации решение фирмы VIPA обладает ещё одним чрезвычайно важным преимуществом – возможностью простого возврата к существующей системе, если в процессе ПНР будет выявлена ошибка, требующая достаточно длительного времени

для исправления. С учётом всех приведённых соображений при модернизации была использована технология VIPA (рис. 4). Следует отметить, что это, видимо, первый в России опыт применения модулей IM 306, что подтверждено дистрибьюторами фирмы VIPA и фактом обнаружения в процессе стендовой наладки ошибки в GSD-файле, оперативно исправленной разработчиками модулей.

Для сокращения стоимости КТС подключение аналоговых сигналов было выполнено с использованием станции Profi-8455 (ICP DAS), которая представляет собой устройство DP Slave в сети PROFIBUS-DP с 4 слотами для установки модулей УСО. Станция Profi-8455 с недорогими сигнальными модулями является более дешёвым функциональным аналогом станции ET200M.

Структурная схема системы управления ЦГП после модернизации представлена на рис. 5.

В связи с удалением щита ПДКУ сократилось количество модулей УСО, а вместе с ними и количество стоек EG 184. Высвободившиеся в результате модернизации модули УСО и стойка EG 184 становятся ЗИПом.

Итак, задача минимизации стоимости КТС и работ по перемонтажу была

решена. Но проблемы безударного перевода ППО существующей системы управления ЦГП на контроллер S7-414-2 оставались. Фирма VIPA предлагает: «Замените интерфейсный модуль S5 на IM 306, выполните конфигурирование сети PROFIBUS-DP, конвертируйте программу STEP5 в программу STEP7, и система управления будет работать!». Конечно, нужно ещё заменить код, работающий с ПДКУ, на код, обеспечивающий интерфейс оператора, и создать проект WinCC, но это уже технические подробности перехода. Вместе с тем уже на этапе создания дополнительных маршрутов в силовых БХМ, которые согласно требованиям заказчика должны были быть решены до полной замены контроллера S5 на S7, мы столкнулись с проблемой изменения ППО контроллера S5, необходимого для обеспечения совместной работы нового и старого оборудования. Первоначальный код контроллера написан в конце 80-х годов на языке низкого уровня, логически запутан и осложнён множеством последующих правок, выполненных разными специалистами и в разном стиле. Каждое новое изменение – трудоёмкая работа, чреватая остановками производства, что и случилось при предшествующих модернизациях. Сопровождать этот текст сейчас некому. Поэтому подход с конвертацией, который обеспечивал перевод программного кода с языка низкого уровня контроллеров S5 на язык низкого уровня контроллеров S7, был признан малопродуктивным, и было принято другое решение – реконструировать неопределённый алгоритм по существующей

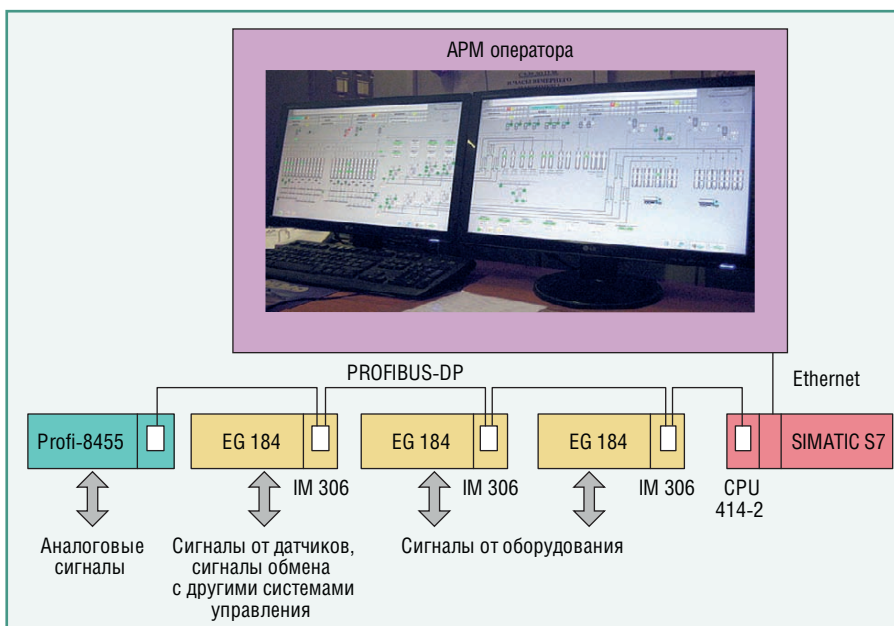


Рис. 5. Структурная схема системы управления ЦГП после модернизации

программе и устному описанию алгоритмов операторами и технологами. В последующем этот алгоритм был реализован на языке SCL с использованием созданной специалистами НПФ «Системавтоматика» библиотеки основных производственных объектов оперативного контроля и управления (аналоговый и дискретный датчики, мотор, запорный и регулирующий клапаны, ПИД-регулятор, SFC-менеджер, SFC-шаг и др.). Но главным фактором в принятии этого решения, также чреватого возможными ошибками реализации, явилось наличие разработанной специалистами НПФ «Системавтоматика» технологии стендовой отладки ППО с использованием имитаторов технологического объекта управления (ИТОУ), которая позволяет выполнить основную часть ПНР ППО на стендовом оборудовании, сводя к минимуму ошибки ППО системы управления промышленного объекта.

ИТОУ создаётся автоматически путём конвертации базы данных исходного проекта. Так, например, функциональному блоку клапана в имитаторе ставится в соответствие функциональный блок имитатора клапана и т.д.

ИТОУ выполняется на отдельной машине, передаёт симитированные сигналы и читает команды контроллера из массивов входов и выходов контроллера. После отключения имитатора массивы входов и выходов обновляются по результатам опроса модулей УСО. Такая архитектура обеспечивает неизменность программного кода проекта при работе с ИТОУ и с реальным объектом. ИТОУ позволяет провести наладку технологических алгоритмов и оценить дружелюбность интерфейса для оператора. Отладка программы с использованием ИТОУ позволила провести пусконаладочные работы ЦПП за 2 дня.

### Выводы

1. При модернизации систем управления, построенных на базе контроллеров SIMATIC S5, удаётся значительно сократить время проведения ПНР за счёт использования стоек расширения SIMATIC S5 в качестве периферии модернизированной системы управления на базе современных контроллеров SIMATIC S7. В реализованном проекте модернизации это достигается путём использования интерфейсных модулей IM 306 фирмы

VIPA, преобразующих стойки расширения в ведомые устройства сети PROFIBUS-DP. Применительно к централизованной архитектуре системы, построенной на базе контроллеров SIMATIC S5 (стойки расширения EG 184), использование модулей IM 306 предпочтительно в сравнении с аналогичным решением на базе модулей IM 314 и IM 463-2 фирмы Siemens как с экономической точки зрения, так и с точки зрения удобства монтажа. Более того, решение фирмы Siemens позволяет работать только с контроллерами высшего класса SIMATIC S7-400, в то время как при использовании модулей фирмы VIPA наравне с дорогостоящими контроллерами серии S7-400 могут быть применены универсальные контроллеры серии S7-300.

2. ИТОУ позволяет произвести полноценную наладку ППО разрабатываемой системы на стенде, значительно сокращая сроки проведения пусконаладочных работ на промышленном объекте, что особенно важно в условиях действующего производства. ●

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

Оборудование для автоматизации зданий

**thermokon**<sup>®</sup>  
Sensortechnik GmbH

**thanos**<sup>®</sup>  
всегда под рукой...

Новая линия панелей управления класса Hi-End

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ THERMOKON

#298

**PROSOFT**<sup>®</sup>

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

Реклама

# Применение современных технологий автоматизации для разработки АСУ ТП молочного завода

Александр Швецов

В статье описан опыт применения новейших разработок фирмы Siemens (библиотек APF TP) для пищевых производств в рамках проекта АСУ ТП молочного завода, выполненного ЗАО НПО «Элевар». Рассмотрены основные этапы разработки, применение модели виртуального завода (на базе PHMIE), основные применяемые в АСУ ТП аппаратные и программные средства.

## СРЕДА И МЕТОД РАЗРАБОТКИ АСУ ТП

В течение почти десяти лет мы получили опыт работы с различными фирмами, поставляющими программное обеспечение (ПО) для верхнего уровня автоматизации. И если для автоматизации небольших локальных установок нам хватало собственных разработок, то для решения задачи автоматизации цеха или целого завода необходимо использование специализированного ПО известных фирм, имеющих опыт работы в пищевой промышленности и готовые решения в виде библиотек, а также программных и графических блоков. И перед тем как приступить к новому проекту, нужно определиться, в какой среде и на каком оборудовании будет идти разработка.

У нас уже имелся опыт работы с контроллерами и софт-контроллерами Siemens, но появление библиотек APF TP (Advanced Process Functions Technological Package), одной из последних разработок фирмы Siemens, стало приятной неожиданностью со стороны нашего давнего партнёра. И нам было тяжело удержаться от соблазна быть среди первых, кто освоил эту среду разработки. Тем более, что заявленные характеристики совпадали с задачей модернизации молочного завода.

Разработка АСУ ТП молочного завода состояла из следующих шагов:

1) построение модели объекта автоматизации согласно функциональной и

технологической схеме в среде разработки Piping HMI Engine (PHMIE);

2) освоение библиотек APF TP, разработанных компанией Siemens специально для использования в АСУ ТП пищевых производств с трубопроводами (Process Piping System);

3) отработка на построенной модели технологических операций (на данном этапе выявляется большое количество ошибок проектирования и программирования);

4) обучение на виртуальной установке операторов технологического процесса (использование модели PHMIE позволяет экономить мате-

риалы: воду, пар, моющие растворы, продукт и его компоненты);

5) проведение пусконаладочных работ на реальном объекте автоматизации и сдача результатов заказчику;

6) поддержание модели виртуального завода в актуальном состоянии для выполнения задач гарантийного обслуживания.

Последний пункт подразумевает дальнейшую работу с PHMIE: в модель вносятся корректировки, в виртуальный контроллер загружается действующая на объекте программа, и в случае возникновения каких-то непредвиденных ситуаций на заводе можно воспро-

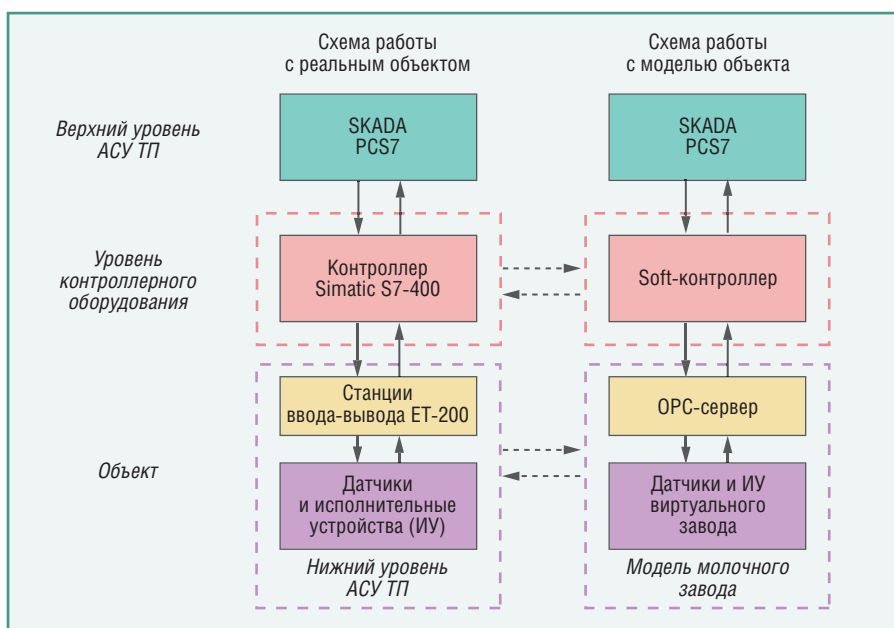


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса АСУ ТП



Рис. 2. Общий вид станции мойки и дезинфекции



Рис. 3. Станция мойки, вид сверху

известны те же условия в виртуальной среде и выявить неисправность на модели, без потерь продукта и материалов. Это значительно сокращает время от начала выявления ошибки до её устранения, а также командировочные расходы. Уменьшается время простоя оборудования у заказчика, а при наличии средств удалённого доступа проблема может быть решена в считанные часы без всяких командировок. К сожалению, появляются дополнительные затраты на разработку модели, сравнимые со стоимостью разработки операторских интерфейсов. Данные затраты могут окупиться при проведении приёмо-сдаточных испытаний (FAT – Factory Acceptance Test), сокращении срока пусконаладочных работ и гарантийном обслуживании, но только при чётком следовании техническому заданию и отсутствии изменений в технологии, вносимых по требованию заказчика на последних стадиях разработки.

Во время разработки АСУ ТП таким способом нужно решить следующие вопросы:

- 1)стыковка РНМIE и ПО верхнего уровня АСУ ТП;
- 2)использование виртуального контроллера;
- 3)переход от модели к реальному объекту и от объекта к модели;
- 4)переход от виртуального контроллера к настоящему «железу».

Все эти проблемы успешно решаются в нашем комплексе АСУ ТП.

Структурная схема программно-аппаратного комплекса АСУ ТП представлена на рис. 1. Пунктирными стрелками связаны блоки, которые могут взаимно заменять друг друга, вертикальные стрелки показывают движение информационных потоков.

Для аппаратной части АСУ ТП выбирается надёжная современная элементная база:

- управляющий контроллер Simatic S7-400 фирмы Siemens;

- станции и модули ввода-вывода фирмы Siemens ET-200M;
- для шкафов управления используется электрошитовое оборудование Phoenix Contact, а также выключатели, автоматы защиты, реле фирм Schneider-electric и ABB;
- корпуса шкафов заказываются у фирмы Rittal;
- датчики приближения фирмы Omron;
- датчики потока IFM;
- датчики давления и температуры фирмы Jumo;
- датчики электропроводимости и частотные преобразователи фирмы Danfoss;
- расходомеры фирмы Endress+Hauser;
- пневмоострова (пневмораспределители) фирмы Festo;
- клапаны фирм Alfa Laval и Kieselmann GmbH.

Молочный завод разделён на несколько технологических отделений (рис. 2, 3): приёмка, восстановление молока, пастеризация, отделение кисломолочной продукции, упаковка и т.д. Поскольку мы имеем дело со скоропортящимся продуктом, то неисправность в одном отделении не должна влиять на другие, не связанные с ним в одну технологическую цепочку. По этим причинам АСУ ТП носит распределённый характер – каждое отделение оснащается шкафами КИПиА (рис. 4), которые связываются между собой и управляющим контроллером сетью PROFIBUS-DP. При необходимости шкафы управления оснащаются небольшими сенсорными панелями Siemens.

### ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ МОЛОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Поскольку основными объектами автоматизации являются пищевые производства, то помимо обычных

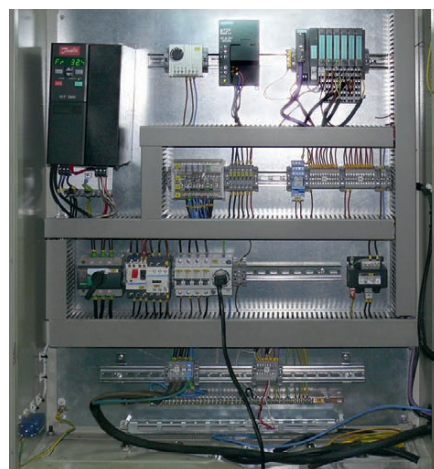


Рис. 4. Шкаф управления

приходится решать ещё ряд специфических задач:

- 1) реализация последовательности шагов безразборной мойки;
- 2) подготовка моющих растворов;
- 3) отслеживание статуса объектов мойки – танков и трубопроводов;
- 4) расчёт объёмов вытеснения и перекачки продуктов и сред;
- 5) взаимодействие с оборудованием сторонних заказчиков;
- 6) составление отчётов о выполненных оператором действиях и проведённых операциях.

И этот список далеко не полон.

Перечисленный комплекс задач предъявляет ряд требований к контроллерному оборудованию и SCADA-системе, которым удовлетворяют далеко не все производители, но APF TP позволяет успешно решать эти задачи на верхнем уровне.

Рассмотрим некоторые шаги процесса разработки на примере производственного участка приёма молока. Приёмный танк в среде PHMIE выглядит так, как это показано на рис. 5.

Здесь перемещение продукта по трубопроводу отображается бегущей линией, цвет которой может изменяться при смене продукта. Это позволяет выявлять ошибки в схеме трубопроводов, «мертвые зоны» для мойки и т.п. В PHMIE задаются производительности насосов, отображаются положения ручных задвижек. Также моделируются процессы передачи тепла в теплообменниках, что позволяет проверить работу регуляторов.

Вид этого участка производства в графической среде Siemens WinCC PCS7 в традиционном цветовом оформлении представлен на рис. 6.

### Возможности и перспективы работы с библиотеками APF TP

Молочные библиотеки Siemens содержат следующие компоненты и опции:

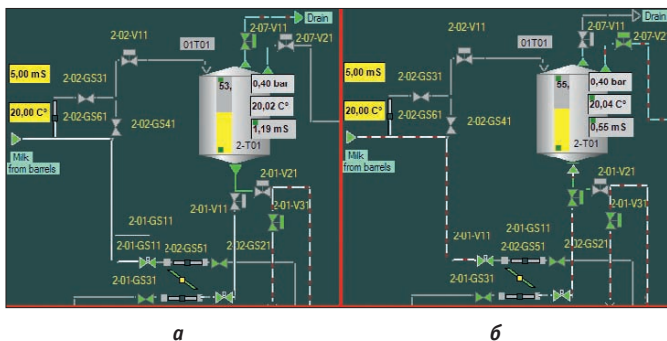


Рис. 5. Вид приёмного танка на участке приёма молока в среде PHMIE: а – в состоянии ожидания; б – во время перекачки

1. Автоматическое отслеживание статусов трубопроводов и танков («вымыть», «под продуктом», «нуждается в мойке» и т.д.).
2. Встроенные блоки для создания алгоритмов операций станций мойки.
3. Инструменты для построения отчётов о проведённых операциях.
4. Инструменты для выполнения требований технологии и гигиены – счётчики для контроля заданного количества прошедшего через трубопровод продукта, таймеры для изменения статуса танка.
5. Систему оповещений и внутренних блокировок (например, продукт можно подать только в чистый танк).

- При автоматизации локальных установок тратилось огромное количество времени. В библиотеках APF TP Siemens это выполняется путём конфигурирования, что значительно облегчает разработку и отладку системы.
- Стоит отметить, что библиотеки APF TP, предназначенные для программирования операций мойки оборудования, отличаются наглядностью и простотой создания и настройки отдельных шагов процесса мойки. Последующая стыковка шагов в операции также отличается лёгкостью. Для каждой операции возможна загрузка значений технологических параметров единым набором:

- 1) длины трубопроводов, задействованных в операции;
- 2) задания для счётчиков продукта и сред;
- 3) пороговые значения температур и концентраций продукта и используемых сред (горячая, холодная вода, моющие растворы и т.д.);
- 4) предельные значения уровней жидкости в танках и т.п.

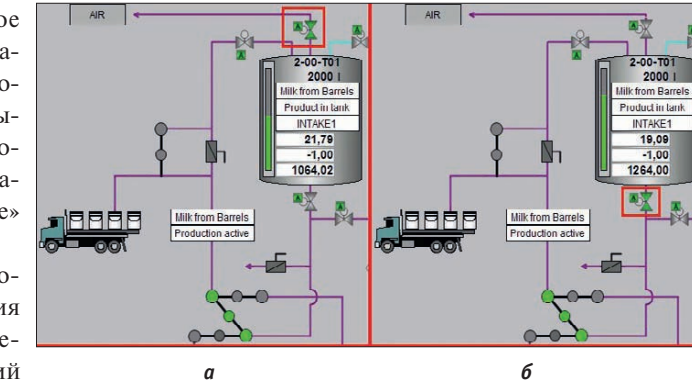


Рис. 6. Вид приёмного танка на участке приёма молока в среде Siemens WinCC PCS7: а – в состоянии ожидания; б – во время перекачки

Технологические операции программируются в схемах CFC (Continuous Flow Chart) и SFC (Sequential Function Chart), что даёт широкие возможности для реализации технологических регламентов любой сложности.

К тому же APF TP содержит:

- 1) управление используемыми материалами (Material Manager);
- 2) управление лотами (Storage Locations Lots);
- 3) управление пользовательскими архивами (User Archive).

С учётом того, что, кроме перечисленных инструментов, в графической части уже имеются готовые объекты с насыщенной внутренней структурой для визуализации процесса: трубопроводы, танки, клапаны, – с использованием Siemens APF TP открываются широкие возможности для автоматизации заводов пищевой промышленности.

### Краткий итог

Использование инструментов APF TP Siemens значительно ускорило время разработки проекта за счёт применения готовых решений, специализированных для автоматизации молочных производств. Для заказчика затраты на такие программные средства окупаются за счёт экономии используемых материалов и сред, точной дозировки компонентов, ведения архивов параметров и более быстрого ввода объекта в эксплуатацию.

В настоящее время АСУ ТП, использующая библиотеки APF TP, успешно прошла приёмо-сдаточные испытания и активно внедряется на молочном заводе производительностью 85 тонн молока в сутки. ●

E-mail: shwet77@rambler.ru





**MicroPC – стандарт,  
проверенный временем**



## Процессорные платы в формате MicroPC

### CPC108

Процессор AMD Geode LX 800 500 МГц

- ОЗУ 256 Мбайт DDR SDRAM
- 1 Fast Ethernet
- 4 USB, 4 COM
- 2 CAN
- Видеосистема – разрешение до 1920×1440 пикселей

### CPC109

Процессор Vortex86DX 600 МГц

- ОЗУ 256 Мбайт DDR2 SDRAM
- 1 Fast Ethernet
- 4 USB, 4 COM
- Универсальный порт цифрового ввода-вывода – 72 канала
- 8 изолированных каналов аналогового ввода
- 2 изолированных канала аналогового вывода
- Шина расширения: ISA 8 бит (MicroPC) и ISA 8/16 бит (PC/104)

### CPC150

Процессор AMD Geode LX 800 500 МГц

- ОЗУ 256 Мбайт DDR SDRAM
- 2 Fast Ethernet
- 4 USB, 4 COM
- Видеосистема – разрешение до 1920×1440 пикселей
- Порт для подключения модулей ввода-вывода системы FASTWEL I/O
- Порт цифрового ввода-вывода – 24 канала

- Поддержка операционных систем DOS, QNX, Windows, Linux
- Диапазон рабочих температур –40...+85°C
- Высокая вибро- и ударостойкость
- Влагозащитное покрытие



#236

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL

**PROSOFT**®

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



# Новые горизонты беспроводного Ethernet: 300 Мбит/с из воздуха

Иван Лопухов

В статье рассказывается об истории возникновения, преимуществах и особенностях стандарта Wi-Fi IEEE 802.11n. Дан обзор промышленного оборудования, отвечающего стандартам семейства IEEE 802.11.

Технологии беспроводного Ethernet находят весьма узкое применение в промышленности. Этому есть три традиционные причины: трудности сертификации, плохое качество приёма и низкая защищённость сети. Несмотря на то что все эти факторы ещё долго будут влиять на сети Wi-Fi, по всем пунктам наметилась положительная динамика, подталкивающая к более пристальному взгляду на оборудование стандартов IEEE 802.11a/b/g/h/n. Во-первых, с недавнего времени для импорта данного оборудования не требуется сертификат Государственной комиссии по радиочастотам. Он может потребоваться на этапе сдачи построенного объекта, но далеко не всегда. Методики защиты беспроводных сетей от несанкционированного доступа тоже постоянно совершенствуются: появился стандарт IEEE 802.11i с методами защиты в виде электронных ключей (Pre-Shared Keys), идентификации 802.1x и RADIUS и другими. Качество покрытия — комплексное понятие, в ключе которого стоит обратить внимание на новый стандарт IEEE 802.11n. Об истории его появления, свойствах и реализации будет рассказано далее.

### Краткая история развития стандартов IEEE 802.11

В 1997 году комитет IEEE установил первую версию стандарта беспроводной связи IEEE 802.11, использующую диапазон частот 2,4–2,483 ГГц для передачи сигнала с максимальной скоростью 2 Мбит/с. Далее IEEE 802.11 перерос в целое семейство стандартов. В 1999 году

был предложен стандарт IEEE 802.11a с новой полосой частот на 5 ГГц, позволяющий передавать до 54 Мбит/с. Однако он долго не был популярен из-за политических трудностей с выделением соответствующих частот для свободного использования. В том же году появился стандарт IEEE 802.11b, позволяющий передавать 11 Мбит/с на частоте 2,4 ГГц и превосходящий популярный проводной стандарт 10Base-T. Частота 2,4 ГГц разрешена во многих странах, что способствовало быстрому внедрению IEEE 802.11b. Лишь в 2003 году стандарт IEEE 802.11a был разрешён для частного использования в Германии, в том же году появился популярный сегодня стандарт IEEE 802.11g. Он вобрал в себя всё лучшее: максимальную скорость передачи 54 Мбит/с, возможность работы на частоте 2,4 ГГц и обратную совместимость с IEEE 802.11b. В сентябре 2003 года был принят ещё один важный стандарт IEEE 802.11h, сохранивший дополнительные процедуры и ограничения для диапазона частот 5 ГГц. Благодаря этому стандарту передача на частоте 5 ГГц стала возможна повсеместно даже вне помещений, что поспо-

собствовало распространению стандартов IEEE 802.11a и IEEE 802.11g (5 ГГц). Данные стандарты на практике обеспечивают более высокую скорость передачи и лучше подходят для использования вне помещений.

Последний в иерархии IEEE 802.11 стандарт IEEE 802.11n был принят в сентябре 2009 года и к настоящему моменту только набирает обороты.

### Основные преимущества стандарта IEEE 802.11n

В новом стандарте беспроводной связи можно выделить три основных преимущества перед предыдущими стандартами IEEE 802.11a/b/g:

- **Увеличенная пропускная способность канала:** в новый стандарт включён целый ряд технологий, значительно увеличивающих его пропускную способность. Широко используемые стандарты IEEE 802.11a/g позволяют достигать теоретического максимума в 54 Мбит/с, однако на практике он составляет примерно 22 Мбит/с. Для сети, базирующейся на стандарте IEEE 802.11n, максимум поднят уже до



Рис. 1. Внешняя MIMO-антенна стандарта IEEE 802.11n Hirschmann BAT-ANT-N-MiMo5-9N-IP65

Таблица 1

Таблица 1. Основные характеристики оборудования для беспроводного Ethernet серии Hirschmann BAT

ПРОДУКТ	BAT300	BAT54	BAT54 SINGLE	BAT54 CLIENT
Описание	Двухдиапазонная промышленная высокоскоростная точка доступа	Двухдиапазонная промышленная точка доступа с двумя радиомодулями	Двухдиапазонная промышленная точка доступа с одним радиомодулем	Двухдиапазонная промышленная клиентская точка с одним радиомодулем
Режимы работы	Точка доступа, мост, шлюз, точка-точка, клиент, клиент-шлюз, ячеистая топология			Клиент, клиент-шлюз, ячеистая топология
Стандарты IEEE	802.11n и др.		802.11a/b/g/h/i	
Количество радиомодулей	1	2	1	1
Частотный диапазон	2,4; 5 ГГц			
Коннекторы антенн	3×RP-SMA jack/ N	4×RP-SMA jack/ N	2×RP-SMA jack/ N	
LAN-интерфейс	2×RJ-45/ M12		1×RJ-45/ M12	
Монтаж	DIN-рейка/ панель			
Диапазон рабочих температур	-30...+50°C			
Класс защиты	IP40/ IP67			
Питание	2×24 В, 12 В, PoE			
Комплект поставки	Устройство, компакт-диск, сервисный кабель, дипольные антенны 3 дБ, резисторы 50 Ом			

300 Мбит/с, что на практике может гарантировать 120–130 Мбит/с. Таким образом, впервые беспроводная технология по скорости обогнала проводной Fast Ethernet.

- **Улучшенное покрытие сигналом.** Механизмы, использованные в стандарте IEEE 802.11n, не только увеличивают пропускную способность, но вместе с тем и минимизируют участки с неуверенным приёмом сигнала. Более стабильное покрытие сигналом заметно повышает удобство использования сети.
- **Увеличенный радиус действия.** Как известно, пропускная способность канала падает с увеличением дистанции между базовой станцией и клиентом. Поскольку IEEE 802.11n имеет внушительный запас по пропускной способности, радиус покрытия в такой сети может быть гораздо больше.

### Совместимость с другими стандартами беспроводной связи

Стандарт IEEE 802.11n обратно совместим с предыдущими стандартами IEEE 802.11a/b/g. Для обеспечения совместимости точки доступа IEEE 802.11n могут работать в специальном смешанном режиме. Однако основные преимущества нового стандарта доступны только при полноценной поддержке его как точками доступа WLAN, так и клиентами.

### Технические аспекты стандарта IEEE 802.11n

В IEEE 802.11n используется та же схема модуляции сигнала, что и в современных IEEE 802.11a/b/g – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением (OFDM). Данная

схема предполагает передачу сигнала по нескольким несущим частотам параллельно. Значит, суммарная пропускная способность канала будет зависеть от количества несущих частот и их полезной нагрузки.

Количество несущих частот в стандарте IEEE 802.11n увеличено с 48 (в IEEE 802.11a/g) до 52. С полезной нагрузкой всё менее очевидно, так как беспроводная передача данных «страдает» даже от самых незначительных препятствий на пути прохождения сигнала. Для исключения ошибок в сигнале используются так называемые контрольные суммы, значение которых передаётся вместе с сигналом. В IEEE 802.11n передача этих значений «съедает» меньше трафика, поэтому полезная нагрузка выше. Но главным методом её увеличения является технология MIMO (множественный ввод – множественный вывод).

Точка доступа посылает сигнал по антенне в нескольких направлениях одновременно. Сигналы отражаются от различных поверхностей и достигают клиента WLAN разными путями с затратой разного времени на их прохождение. За счёт интерференции в полученном сигнале содержится много наслоений, и чтобы разобрать среди них оригинальный сигнал, традиционно должно быть соблюдено условие прямой видимости между приёмником и передатчиком. Технология MIMO (хотя вернее называть её идеологией передачи сигнала) предполагает параллельное использование нескольких передатчиков и приёмников сигнала: до двух для IEEE 802.11a/b/g и до четырёх в IEEE 802.11n. Принцип MIMO может не только минимизировать проблему интерференции, но и использовать её для улучшения прохождения сигнала.

В стандарте IEEE 802.11n MIMO реализуется с помощью трёх антенн у точки доступа и трёх антенн у клиентов. Две антенны участвуют в передаче сигнала, фактически вдвое увеличивая пропускную способность канала. Чтобы разделить два потока, в начале передачи посылаются стандартизированные данные, позволяющие приёмнику опознать, с какого потока идёт сигнал. Если это не удастся, используется дополнительный сигнал с третьей антенны, передающий служебные данные.

Таким образом, упомянутый максимум для MIMO в четыре потока пока не достигнут, так как в IEEE 802.11n используется только два потока. Это связано с тем, что вычислительных способностей оборудования недостаточно для обработки четырёх потоков: потребовались бы слишком мощные процессоры с высоким энергопотреблением. Оборудование стандарта IEEE 802.11n уже требует больше энергии, чем предусмотрено в стандарте питания PoE, и требуется оборудование с поддержкой PoE+.

Побочный эффект MIMO возникает при использовании оборудования на открытом воздухе, где искусственных поверхностей мало и отражение сигнала будет недостаточным. В таких условиях для передачи двух независимых потоков требуются специальные двухполяризационные антенны. Такие антенны фактически представляют собой две антенны под углом 90° друг к другу в одном корпусе. Внешний вид такой антенны представлен на рис. 1.

### Промышленное оборудование стандартов IEEE 802.11

Оборудование для беспроводного Ethernet можно встретить в любом

**PEPPERL+FUCHS**  
PROTECTING YOUR PROCESS

Созданы для безопасной работы  
во взрывоопасных зонах



**Взрывозащищённые средства операторского интерфейса**



**Взрывозащищённые персональные компьютеры и мониторы** серии VisuNet, предназначенные для создания человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) во взрывоопасных зонах с применением стандартной сетевой технологии Ethernet для передачи данных.

Установка во взрывоопасных зонах классов 1, 2 и 22



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

Установка во взрывоопасных зонах классов 1, 2 и 22

Всё оборудование сертифицировано и имеет Разрешение Ростехнадзора РФ

#123

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ PEPPERL+FUCHS

**PROSOFT**

Реклама

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



Рис. 2. Внешний вид точек доступа Wi-Fi серии Hirschmann BAT

компьютерном магазине. Но на промышленных объектах оно, по сути, неприменимо. Попробуем сформулировать требования для Wi-Fi оборудования:

- расширенный температурный диапазон;
- прочный компактный стальной корпус с надёжными креплениями;
- стандарты WLAN IEEE 802.11a/b/g/h и отдельно IEEE 802.11n;
- резервированное питание с поддержкой PoE;
- поддержка стандарта безопасности сетей WLAN IEEE 802.11i, роуминга, удалённого управления.

Перечисленными свойствами обладает линейка продукции BAT немецкой торговой марки Hirschmann. В линейке присутствуют точки доступа для монтажа в помещениях (серия Rail) и для уличного монтажа (серия F), необходимые аксессуары и антенны с различным усилением. Перечень моделей Hirschmann BAT представлен в таблице 1.

Внешний вид оборудования представлен на рис. 2.

### Типичные схемы применения оборудования серии Hirschmann BAT

1. Точка доступа – клиент (под клиентом подразумевается как одна, так и множество клиентских точек).
2. Множественные точки доступа – клиент. Точки доступа могут принадлежать разным локальным сетям, передавать данные между собой и обеспечивать гибкий доступ в сеть для клиентских точек.
3. Смешанная резервированная сеть (Mesh Network). Схема для сложных условий приёма, где связь между от-

дельными точками может теряться ввиду внешних воздействий. Состоит из нескольких (трёх и более) точек доступа, сигнал между которыми передаётся по нескольким путям, а маршрут зависит от текущих условий приёма.

4. Режим роуминга (Multi-Hop-WLAN) для случаев передвижения клиента между точками доступа. Например, точки доступа расположены вдоль железнодорожной ветки, связаны между собой, а клиентская точка на движущемся поезде. В этом случае перерегистрация клиента в новой точке происходит автоматически в пределах миллисекунд и незаметна для клиента.

Развитие стандартов IEEE 802.11 Wi-Fi на ближайшее будущее во многом очевидно. Стандарт IEEE 802.11n ещё не реализовал весь свой потенциал. По мере появления беспроводных чипов, способных обрабатывать все 4 потока данных, максимальная скорость возрастёт до 600 Мбит/с. Как следствие, увеличится радиус покрытия и качество приёма сигнала. Дальнейшее развитие технологий MIMO позволит внедрять беспроводные сети взамен традиционных проводных сетей на большем количестве объектов. Конечно, беспроводные технологии никогда полностью не вытеснят традиционные сети с промышленных объектов, но воздух как среда передачи данных будет не менее востребованным, чем медь и «оптика».

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

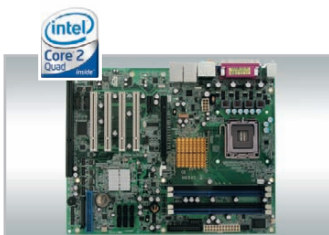
# Там, где живёт интеллект



- Гарантия - 2 года
- Производство и поддержка - 5 лет
- Диапазон рабочих температур 0...60°C
- сторожевой таймер, монитор состояния
- Многоуровневое выходное тестирование

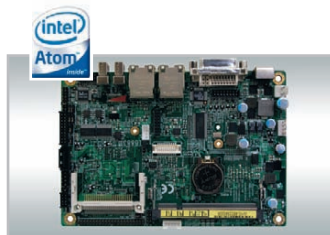
## ПРОЦЕССОРНЫЕ ПЛАТЫ И КОРПУСА для промышленных ПК и встраиваемых систем ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

# iBASE



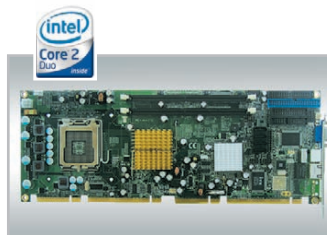
**MB945**

- Чипсет Intel Q45+ICH10DO
- ЦП Core 2 Quad, шина 1333 МГц
- До 8 Гбайт DDR III, 800/1066 МГц
- Форм-фактор ATX



**IB883UP**

- ЦП Intel Atom Z510/530 (1,1/1,6 ГГц)
- Встроенное видео, VGA, LVDS
- 2 Gigabit Ethernet, 4 COM, 8 USB
- Форм-фактор 3,5" SBC



**IB935**

- Чипсет Intel Q35+ICH9(R)
- ЦП Core 2 Quad, шина 1333 МГц
- 6 SATA 300, IDE, FDD
- 8 USB, RS-232, RS-232/422/485
- PICMG 1,3 (PCI-E + PCI)



**WFA8206**

- Платформа для межсетевых экранов
- ЦП Core 2 Quad, шина 1333 МГц
- 6 Gigabit Ethernet (0,1 bypass)
- Форм-фактор 1U, для 19" стойки

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

# PROSOFT®

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

#67

Виктор Денисенко

## Динамическая погрешность измерительных каналов АСУ ТП

Измерительные каналы являются наиболее сложной частью систем автоматизации и требуют глубоких знаний для получения достоверных результатов измерений. Качество полученных данных зависит не только от погрешности средств измерений, вовремя выполненной поверки или калибровки, но в большей степени от корректности методики измерений, правильности выполнения системы заземления, экранирования и кабельной разводки [1]. Измерительные каналы систем автоматизации, в отличие от измерительных приборов, создаются в полевых условиях, что является причиной появления ошибок, которые не всегда удастся обнаружить. Множество проблем возникает при выполнении статистической обработки результатов измерений, при стремлении достичь предела разрешающей способности системы, при выполнении косвенных, совместных и многократных измерений.

Для получения достоверных результатов требуются знания в области метрологии, математической статистики, теории случайных процессов, теории информации и электроники. Это самостоятельные объёмные области знаний, которые являются темой множества учебников и монографий. Поэтому далее в статье рассматриваются только наиболее важные вопросы измерений в промышленной автоматизации, которые часто понимаются неправильно или неоднозначно.

Измеряемые физические параметры обычно изменяются с течением времени, поэтому для оценки точности измерений необходимо знать, как зависит погрешность измерений от динамических характеристик измеряемой величины, то есть какова динамическая компонента погрешности измерений. Несмотря на то что динамическая погрешность очень часто в несколько раз превышает статическую, её редко принимают во внимание, поскольку измерить величину этой погрешности технически достаточно сложно и необходимые для этого приборы часто отсутствуют. Так, в пользовательской документации на устройства аналогового ввода, как правило, отсутствует информация, необходимая для оценки динамической погрешности (импульсная, переходная, амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики, амплитудно-фазовая или передаточная функция).

Другой проблемой, которая имеет место при вводе аналоговой информации в компьютер или контроллер, является появление алиасных (ложных) частот, которые снижают точность измерений. Опасность этого явления заключается в том, что помехи, лежащие гораздо выше частоты дискретизации, могут трансформироваться в низкочастотную область, если в измерительном канале неправильно выбран или отсутствует антиалиасный фильтр. Антиалиасный фильтр необходим для уменьшения помех на входе средства измерений,

однако его наличие приводит к возникновению динамической погрешности.

Далее описываются причины возникновения динамической погрешности и пути её оценки.

### ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА

В системах автоматизации самой распространённой операцией является дискретизация сигнала по времени. Выбор частоты дискретизации опирается на теорему Котельникова, которая распространяется на любые сигналы с ограниченным спектром. Если спектр сигнала ограничен частотой  $f_{\max}$ , то частота отсчётов должна быть в 2 раза выше, чтобы сигнал можно было восстановить без потери информации. Иначе говоря, если самая высокочастотная гармоника в спектре сигнала имеет период  $T$ , то на один период гармоники должно приходиться 2 отсчёта при дискретизации сигнала — при этом непрерывный сигнал преобразуется в импульсный без потери информации.

Отметим несколько особенностей применения теоремы.

Во-первых, в теореме Котельникова предполагается, что сигнал  $s(t)$  будет восстановлен с помощью замены каждого отсчёта функцией  $\sin(x)/x$ , то есть

$$s(t) = \sum_{k=1}^N s(k\tau) \frac{\sin(2\pi f_{\max}(t - k\tau))}{2\pi f_{\max}(t - k\tau)}, \quad (1)$$

где  $\tau$  — интервал между отсчётами,  $k$  — номер отсчёта,  $t$  — время. Однако на практике такую функцию реализовать невозможно, поскольку её спектральная характеристика является идеально прямоугольной и для её получения требуется фильтр с идеально прямоугольной АЧХ. Поэтому восстановление сигнала после дискретизации выполняют с помощью фильтров невысоких порядков.

Во-вторых, сигналы с ограниченным спектром имеют бесконечную протяжённость во времени, а реальные сигналы, ограниченные во времени, имеют неограниченный частотный спектр, поэтому разложение их в ряд Котельникова требует пренебрежения частью спектра, лежащего выше частоты  $f_{\max}$ .

В-третьих, теорема Котельникова предполагает, что при дискретизации сигнала использованы импульсы бесконечно малой длительности.

Указанные факторы являются причиной того, что на практике частоту дискретизации выбирают в несколько раз выше, чем требуется в соответствии с теоремой Котельникова.

Теорема Котельникова позволяет оценить предельную пропускную способность измерительного канала с известной полосой пропускания  $f_c$ . Если средство измерений имеет погрешность  $\Delta$ , то количество различимых уровней при

измерении величины  $x$  будет равно  $x/\Delta$ , а количество информации, полученное при однократном измерении, будет равно  $\log_2 [(x+\Delta)/\Delta]$ . Если систематическая составляющая погрешности исключена и преобладает случайная составляющая с дисперсией  $\Delta^2$ , то количество различных уровней следует искать как отношение мощностей, то есть количество информации будет равно

$$\log_2 \left[ \sqrt{(x^2 + \Delta^2)/\Delta^2} \right] = \frac{1}{2} \log_2 \left[ (P_c + P_{ш})/P_{ш} \right],$$

где  $P_c$  – мощность сигнала,  $P_{ш}$  – мощность погрешности. Поскольку в соответствии с теоремой Котельникова сигнал со спектром шириной  $f_c$  должен быть дискретизирован с частотой  $2f_c$ , чтобы сохранить всю содержащуюся в нём информацию, то для сигнала длительностью  $T$  потребуется  $2Tf_c$  отсчётов. Следовательно, измерительный канал с полосой  $f_c$  позволяет передать  $2Tf_c$  отсчётов, каждый из которых содержит  $\frac{1}{2} \log_2 \left[ (P_c + P_{ш})/P_{ш} \right]$  бит информации, то есть пропускная способность канала (количество передаваемой информации в единицу времени) составит

$$2Tf_c \frac{\frac{1}{2} \log_2 \left[ (P_c + P_{ш})/P_{ш} \right]}{T} = f_c \log_2 \left[ (P_c + P_{ш})/P_{ш} \right] \text{ бит/с.}$$

Величина  $2Tf_c$  называется базой сигнала,  $Tf_c \log_2 \left[ (P_c + P_{ш})/P_{ш} \right]$  – объёмом сигнала,  $\log_2 \left[ (P_c + P_{ш})/P_{ш} \right]$  – динамическим диапазоном.

### ФИЛЬТР И ДИНАМИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

Измеряемая величина в системах автоматизации обычно не является постоянной во времени. Поэтому возникает вопрос: насколько медленно она должна изменяться, чтобы погрешность измерения не превышала заданного значения? Для ответа на этот вопрос используется понятие динамической погрешности.

Нормированию динамических погрешностей уделено недостаточно внимания как в нормативной литературе, так и в эксплуатационной документации средств измерений. Так, динамические характеристики, необходимые для оценки динамической погрешности, как правило, отсутствуют в пользовательской документации на модули аналогового ввода, за редким исключением (например, модули аналогового ввода RealLab! серии NL содержат необходимую информацию).

Оценка величины динамической погрешности является сравнительно сложным процессом. Проблема возникает потому, что динамическая погрешность зависит не только от динамической модели измерительного канала, но и от формы измеряемого сигнала.

Основными источниками динамической погрешности являются естественная инерционность физических процессов, протекающих в датчиках, процессы заряда входной ёмкости измерительного устройства, инерционность фильтров, использованных для устранения алиасного эффекта и подавления помех в измерительном канале.

Для количественного описания динамических свойств измерительного канала используют линейные динамические модели в виде дифференциальных уравнений, операторных передаточных функций, импульсных переходных характеристик или реакций на единичный скачок, амплитудно-частотные и амплитудно-фазовые характеристики (ГОСТ 8.256-77 [2]). Описание этих моделей может быть указано в эксплуатационной документации на средство измерений. Идентификацию динамической модели средства измерений выпол-

няет его разработчик, используя те же методы, что и при идентификации объекта управления.

В некоторых случаях, например, когда уравнения динамической модели пользователю известны, могут быть заданы только коэффициенты уравнений, постоянные времени, время реакции (время установления), коэффициент демпфирования, полоса пропускания по уровню 0,707 и др. Для модулей аналогового ввода может быть также задана погрешность положения отсчёта измеряемого сигнала на оси времени.

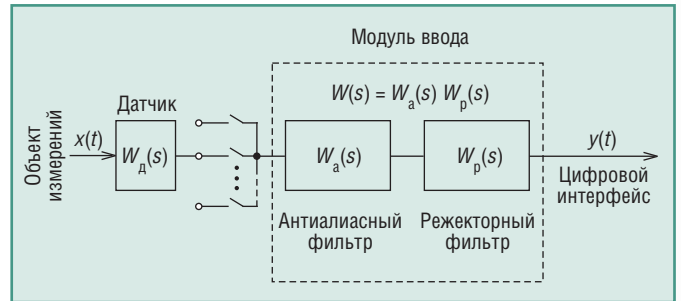


Рис. 1. Динамическая модель измерительного канала

Рассмотрим типовую динамическую модель измерительного канала (рис. 1), которая включает в себя модели датчика  $W_d(s)$  и модуля ввода аналоговых сигналов  $W(s)$ . Передаточная функция  $W(s)$  обычно представляет собой произведение передаточных функций антиалиасного фильтра, стоящего до АЦП, и цифрового режекторного фильтра, стоящего после АЦП. Измерительный преобразователь часто входит в состав модуля ввода.

При проектировании системы автоматизации динамические характеристики её звеньев можно выбрать так, что инерционность всего измерительного канала будет определяться инерционностью самого медленного звена. Это существенно упрощает процесс оценки величины динамической погрешности. Например, при измерении температуры самым инерционным звеном должен быть датчик; инерционность термопар характеризуется постоянной времени в десятки секунд и намного превышает инерционность модуля ввода (доли секунды).

Многоканальные средства измерений бывают двух типов: с коммутацией источников сигнала и с параллельно работающими каналами. В первом случае на входе модуля ввода используется аналоговый коммутатор (рис. 1), во втором случае коммутатор не используется, а многоканальность достигается применением нескольких одинаковых каналов с одновременно работающими АЦП.

В системе с параллельно работающими каналами можно считать, что сигнал на входе средства измерений действует неограниченно долго. При коммутации каналов сигнал объекта измерений  $x(t)$  действует, пока ключ коммутатора замкнут. Описание динамической погрешности этих двух типов систем имеет свои особенности.

### ИЗМЕРЕНИЕ ПРИ СИНУСОИДАЛЬНОМ СИГНАЛЕ

Сначала рассмотрим случай, когда входной (измеряемый) сигнал изменяется по синусоидальному закону  $x(t) = A \sin(\omega t)$  (рис. 2), а измерительный канал не содержит коммутатора. Считая, что канал линеен, получим на его выходе сигнал  $y(t) = A |W(\omega)| \sin(\omega t + \varphi(\omega))$ , где  $|W(\omega)|$  – амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) измерительного канала,

$$\varphi(\omega) = -\arctg \left( \frac{\text{Im}(W(\omega))}{\text{Re}(W(\omega))} \right) - \text{фазочастотная характеристика}$$

(ФЧХ), фактически сдвиг фазы выходного сигнала относи-

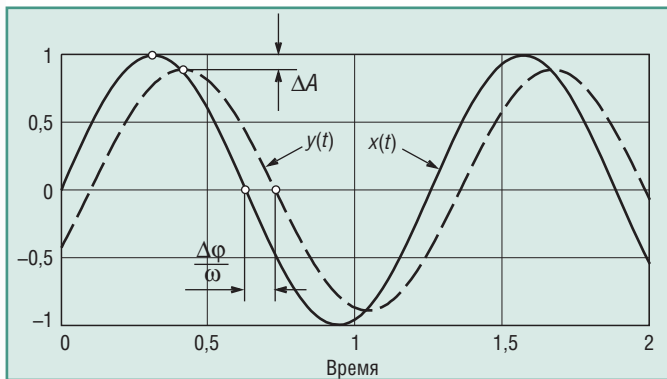


Рис. 2. Синусоидальный сигнал на входе  $x(t)$  и выходе  $y(t)$  измерительного канала

тельно входного. Таким образом, погрешность измерительного канала в данном случае состоит из двух компонентов (рис. 2): погрешности амплитуды

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{A - A|W(\omega)|}{A} = 1 - |W(\omega)| \quad (2)$$

и погрешности фазы

$$\Delta\varphi = -\arctg\left(\frac{\text{Im}(W(\omega))}{\text{Re}(W(\omega))}\right) \quad (3)$$

Наиболее простые соотношения для оценки указанных погрешностей получаются для случая, когда динамику измерительного канала можно представить моделью первого порядка (фильтром первого порядка):

$$W(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_{0,7}} \quad (4)$$

где  $\omega_{0,7}$  – граничная частота по уровню  $1/\sqrt{2} = 0,707$ . Для неё АЧХ и ФЧХ имеют вид:

$$|W(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega/\omega_{0,7})^2}}, \quad \varphi(\omega) = -\arctg\left(\frac{\omega}{\omega_{0,7}}\right).$$

Поскольку погрешность средств измерений в системах автоматизации, как правило, не превышает 1%, в приведённых соотношениях можно считать  $\omega/\omega_{0,7} \ll 1$ , что позволяет разложить нелинейные функции в ряд Тейлора и ограничиться первыми двумя членами разложения. При этих условиях получим:

$$\frac{\Delta A}{A} = 1 - |W(\omega)| = \frac{1}{2}\left(\frac{\omega}{\omega_{0,7}}\right)^2, \quad \Delta\varphi = -\frac{\omega}{\omega_{0,7}} \quad (5)$$

Например, если модуль ввода имеет граничную частоту  $\omega_{0,7} = 5$  Гц, то для того чтобы динамическая погрешность не превышала 0,05%, частота входного сигнала должна составлять не более  $\sqrt{0,05\% \cdot 2} = 0,032$ , или 3,2% от граничной частоты  $\omega_{0,7}$ , то есть не более 0,16 Гц.

Отметим, что оценки (5) относятся только к погрешности амплитуды и фазы синусоидального сигнала, но не к погрешности отдельных его отсчётов. Наибольшая погрешность измерения входного сигнала как функции времени будет при  $\omega t = 0, \pi, 2\pi, \dots$  Её величину можно оценить следующим образом:

$$\begin{aligned} \Delta y(0) &= y(0) - x(0) = A \sin(\varphi) - 0 = A \sin(\Delta\varphi) = \\ &= A \sin\left(-\frac{\omega}{\omega_{0,7}}\right) \approx -A \frac{\omega}{\omega_{0,7}} = -A \frac{T}{\tau}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $T = 2\pi/\omega_{0,7}$  – постоянная времени фильтра,  $\tau = 2\pi/\omega$  – период измеряемого сигнала. Относительная погрешность будет равна:

$$\frac{\Delta y(0)}{x(0)} = \frac{\Delta y(0)}{A} = -\frac{T}{\tau} = -\frac{\omega}{\omega_{0,7}} \quad (7)$$

Таким образом, для получения динамической погрешности величиной 0,1% при измерении отсчётов синусоидального сигнала в моменты времени  $\omega t = 0, \pi, 2\pi, \dots$  частота входного сигнала должна быть в 1000 раз ниже граничной частоты фильтра. Отметим, что погрешность амплитуды, измеренная в моменты времени  $\omega t = \pi/2, 3\pi/2, \dots$ , уменьшается в зависимости от частоты по квадратичному закону (5), в то время как погрешность в моменты времени  $\omega t = 0, \pi, 2\pi, \dots$  – только линейно (7).

### ИЗМЕРЕНИЕ ПРИ ВХОДНОМ СИГНАЛЕ «ЕДИНИЧНЫЙ СКАЧОК»

Если входной сигнал изменяется скачком, то для измерительного канала, который описывается моделью первого порядка (4) и не содержит коммутатора, реакцию на скачок можно получить с помощью преобразования Лапласа. Для этого в выражении (4) можно вместо  $j\omega$  использовать комплексную частоту  $p$  [3] и умножить (4) на изображение единичного скачка  $1/p$  (по Лапласу). Переходя от изображения к оригиналу с помощью обратного преобразования Лапласа, получим сигнал на выходе измерительного канала как функцию времени:

$$y(t) = y_0(1 - e^{-t/\tau}), \quad (8)$$

где  $\tau = 1/\omega_{0,7}$ ,  $y_0$  – значение  $y(t)$  при  $t = \infty$ .

Поскольку точное значение единичного скачка  $y(\infty) = y_0 = 1$ , погрешность измерений  $\Delta y(t) = y_0 - y(t)$  с течением времени будет уменьшаться по экспоненциальному закону:

$$\Delta y(t) = y_0 e^{-t/\tau}, \quad \text{откуда } t = -\tau \ln\left(\frac{\Delta y(t)}{y_0}\right) \quad (9)$$

Например, для получения относительной динамической погрешности 1% измерение нужно делать не раньше чем через  $t = 4,6\tau$  после подачи измеряемого сигнала. Для получения погрешности 0,05% задержка перед измерением должна быть не менее 7,6 $\tau$ .

### ИЗМЕРЕНИЕ СИГНАЛА ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Когда измеряемый сигнал имеет произвольную форму  $x(t)$ , выражение для  $y(t)$  в общем случае имеет вид свёртки входного сигнала и импульсной характеристики измерительного канала  $h^\delta(t)$  [4]:

$$y(t) = \int_0^t x(\xi) h^\delta(t - \xi) d\xi, \quad (10)$$

где  $\xi$  – переменная интегрирования.

Импульсная характеристика  $h^\delta(t)$  является реакцией измерительного канала на входной сигнал в форме дельта-функции Дирака  $\delta(t)$ . Вместо импульсной характеристики можно использовать реакцию на единичный скачок  $h^1(t)$ , при этом выражение для  $y(t)$  запишется в виде интеграла Дюамеля [4]:

$$y(t) = x(0)h^1(t) + \int_0^t \frac{dx(\xi)}{d\xi} h^1(t - \xi) d\xi \quad (11)$$

К сожалению, более простого выражения не существует, и интегралы (10) и (11) нужно брать для каждой конкретной формы входного сигнала  $x(t)$ . Сделать это аналитически, как правило, невозможно. Наиболее удобным способом является численное интегрирование или моделирование, например, с помощью программ Matlab, MathCAD.



Однако для многоканальной системы сбора данных с одним АЦП и коммутацией входных каналов (рис. 1) получить приближённое выражение для динамической погрешности в общем случае, независимо от формы сигнала на входе системы, возможно. Для этого воспользуемся тем, что отсчёты входного сигнала в системах сбора данных обычно берутся так часто, что при разложении функции  $x(t)$  в ряд Тейлора на интервале между отсчётами можно ограничиться линейным членом разложения. Иначе говоря, при произвольной форме входного сигнала и достаточно высокой частоте дискретизации функцию  $x(t)$  можно аппроксимировать прямой линией на участке  $t \in [t_0, t_1]$  (рис. 3), где  $t_0$  – момент замыкания ключа входного коммутатора;  $t_1$  – момент появления сигнала на выходе модуля ввода:

$$x(t) = x(0) + \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} t, \quad t \in [t_0, t_1]. \quad (12)$$

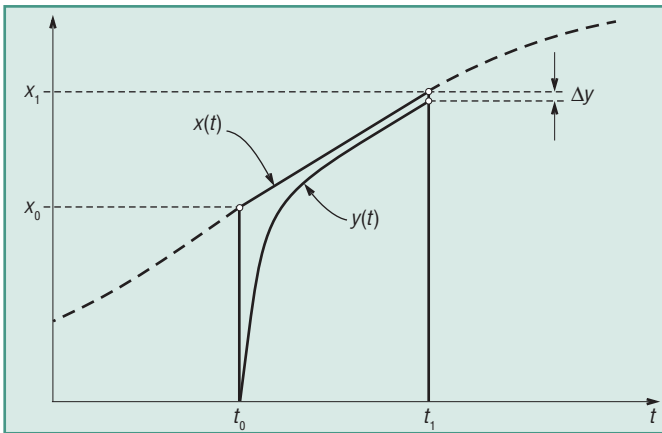


Рис. 3. Сигнал после коммутатора ( $x(t)$ ) и на выходе модуля ввода ( $y(t)$ )

Максимальную погрешность такой аппроксимации можно оценить по величине третьего члена ряда Тейлора:

$$\left. \frac{d^2 x(t)}{dt^2} \right|_{t=\xi} x(\xi)^2, \quad (13)$$

где точка  $\xi$  выбирается на интервале  $t \in [t_0, t_1]$  таким образом, чтобы величина второй производной в ней была наибольшей. В частности, если входной сигнал описывается линейной зависимостью, то для него  $\left. \frac{d^2 x(t)}{dt^2} \right|_{x=\xi} x(\xi) = 0$  для всех точек интервала  $t \in [t_0, t_1]$ .

Итак, сигнал после коммутатора, перед антиалиасным фильтром, имеет форму трапеции на интервале  $t \in [t_0, t_1]$  (рис. 3). Начальные условия для фильтра после каждого переключения входного коммутатора являются приближённо нулевыми,

поскольку постоянная времени фильтра  $T = \frac{2\pi}{\omega_{0,7}}$  много меньше интервала между отсчётами  $t_1 - t_0$ .

Рассмотрим сначала случай с фильтром первого порядка, когда передаточная функция  $W(s)$  описывается выражением (4). Импульсную характеристику фильтра можно получить с помощью обратного преобразования Лапласа от выражения (4), в котором переменная  $j\omega$  заменена на комплексную частоту  $p$ :

$$h^s(t) = \frac{1}{T} \exp\left(-\frac{t}{T}\right). \quad (14)$$

Подставляя (14) и (12) в (10), получим выражение для функции  $y(t)$  на интервале  $t \in [t_0, t_1]$ :

$$y(t) = \int_0^t \left( x(0) + \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} \xi \right) \frac{1}{T} \exp\left(-\frac{t - \xi}{T}\right) d\xi = \left( -x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} T \right) \exp\left(-\frac{t}{T}\right) - \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} T + x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} t. \quad (15)$$

Вычитая из полученного выражения сигнал на входе  $x(t)$  (12), получим величину абсолютной погрешности  $\Delta y(t)$  в виде:

$$\Delta y(t) = \left( -x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} T \right) \exp\left(-\frac{t}{T}\right) - \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} T. \quad (16)$$

Таким образом, при достаточно большом  $t$  (точнее, при  $t \rightarrow \infty$ ) абсолютная динамическая погрешность не приближается к нулю, а остаётся постоянной, равной  $\Delta y(\infty) = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} T$ . При малых  $t$ , на начальном участке переходного процесса, погрешность экспоненциально уменьшается с течением времени.

Пользуясь (16), можно записать выражение для приведённой погрешности:

$$\frac{\Delta y(t)}{x_{\max}} = \left( -\frac{x_0}{x_{\max}} + \frac{T}{\tau} \right) \exp\left(-\frac{t}{T}\right) - \frac{T}{\tau}, \quad (17)$$

где  $x_{\max}$  – верхняя граница диапазона измерений;

$$\tau = \frac{x_{\max}}{x_1 - x_0} (t_1 - t_0).$$

Используя это обозначение  $\tau$  в выражении (12), получим:

$$x(t) = x(0) + \frac{x_{\max}}{\tau} t. \quad (18)$$

Из этой формулы виден физический смысл параметра  $\tau$  – это время, за которое входной сигнал проходит интервал от  $x(t) = 0$  до  $x(t) = x_{\max}$  при условии, что он сохранит линейность на этом интервале.

Отметим, что при  $t \rightarrow \infty$  выражение (17) совпадает с (7), а при  $\tau \rightarrow \infty$  – с (9).

Графики зависимости модуля динамической погрешности от времени, построенные по выражению (17) при  $x_0/x_{\max} = 0,5$ , показаны на рис. 4. Например, если постоянная времени фильтра первого порядка  $T$  равна 1 с, то для того чтобы динамическая погрешность не превышала 0,1%, отношение  $T/\tau$  должно быть не более 0,001 (рис. 4), откуда  $\tau > 1000T$ , то есть скорость нарастания входного сигнала должна быть такой, чтобы интервал от  $x(t) = 0$  до  $x_{\max}$  был пройден за

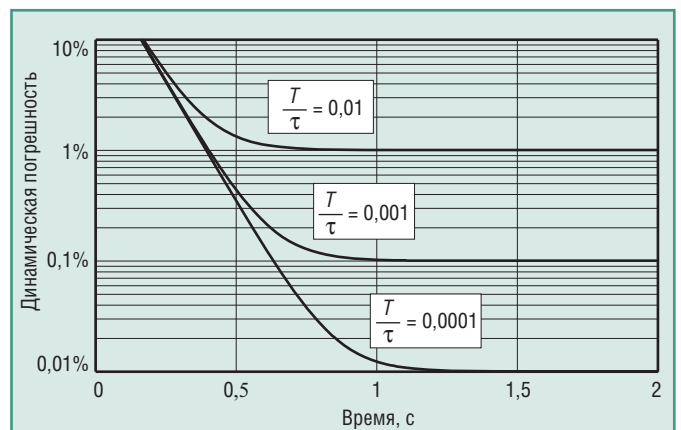


Рис. 4. Зависимость модуля динамической погрешности от времени при  $x_0/x_{\max} = 0,5$  и  $T = 0,1$  с для модуля ввода с фильтром первого порядка

время не менее  $1000T = 1000$  с. Если уравнение (18) нормировать по  $x_{\max}$ , чтобы перейти к относительным величинам  $\hat{x} = x/x_{\max}$ ,

$$\hat{x}(t) = \hat{x}(0) + \frac{1}{\tau}t, \quad (19)$$

то можно сказать, что скорость нарастания входного сигнала  $\frac{1}{\tau}$

должна быть не более  $0,001 \text{ с}^{-1}$ , или  $0,1\%/с$ .

Аналогичное соотношение можно получить для фильтра второго порядка с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{1}{(1+sT_1)(1+sT_2)}.$$

Выражение для приведённой погрешности будет иметь вид:

$$\frac{\Delta y(t)}{x_{\max}} = \left( \frac{-(x_0/x_{\max})T_1\tau + T_1^2}{\tau(T_1 - T_2)} \right) \exp\left(-\frac{t}{T_1}\right) + \left( \frac{(x_0/x_{\max})T_2\tau - T_2^2}{\tau(T_1 - T_2)} \right) \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right) - \frac{T_1 + T_2}{\tau}. \quad (20)$$

При  $t \rightarrow \infty$ , как и в системе первого порядка, погрешность стремится к постоянной величине.

Можно показать, что для фильтра  $N$ -го порядка, описываемого полиномом вида  $W(s) = \frac{1}{\prod_{i=1}^n (1+sT_i)}$ , погрешность стре-

мится к величине  $-\frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\tau}$  при  $t \rightarrow \infty$ .

Таким образом, для многоканальной системы сбора данных с одним АЦП и коммутацией входных каналов (рис. 1) динамическая погрешность измерений *не зависит от формы измеряемого сигнала* и её величину можно оценить по графику на рис. 4 или по формуле (17).

### Синс-фильтр в измерительных модулях ввода

В системах автоматизации обычно используют режекторные фильтры для ослабления помехи с частотой 50 Гц, проникающей из сети питания. Такой фильтр, как правило, входит в состав микросхемы АЦП, из чего следует требование к простоте его реализации. Наиболее популярным для этих целей оказался sinc-фильтр ( $\text{sinc}$ ,  $\text{sinc}^2$ ,  $\text{sinc}^3$ ,  $\text{sinc}^4$ ) [5, 6].

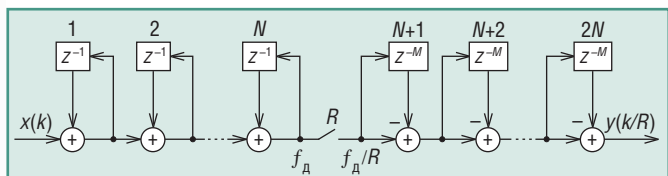


Рис. 5. Структура sinc-фильтра

Структура цифрового sinc-фильтра представлена на рис. 5. Он состоит из двух каскадов: первый каскад – до ключа  $R$ , второй – после. На вход фильтра поступают отсчеты сигнала  $x(k)$  с частотой дискретизации  $f_d$ . Блок  $z^{-1}$  выполняет задержку на один такт отсчетов, поступающих на его вход. Блок  $z^{-M}$  выполняет задержку на  $M = 1$  или  $M = 2$  (тактов). Ключ  $R$  пропускает только каждый  $R$ -й отсчет, поэтому частота следования отсчетов после него и на выходе фильтра составляет

$f_d/R$ , то есть такой фильтр выполняет также функцию прореживания (децимации) отсчетов.

Первый каскад фильтра выполняет суммирование входных отсчетов, второй каскад выполняет функцию вычитания из поступившей на его вход суммы предыдущей суммы отсчетов (суммы, полученной на предыдущем такте  $f_d/R$ ), то есть выбирает суммы из  $R$  слагаемых. Таким образом, фильтр в целом выполняет операцию нахождения среднего арифметического в окне шириной  $R$  отсчетов, точнее, как будет показано далее, в окне шириной  $RM$ .

Непосредственно по рис. 5 можно записать передаточную функцию одного звена с блоком задержки  $z^{-1}$ :

$$H_I(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}. \quad (21)$$

Аналогично для одного звена с блоком  $z^{-M}$  передаточная функция будет иметь вид:

$$H_C(z) = 1 - z^{-RM}. \quad (22)$$

Здесь в показателе степени стоит произведение  $RM$ , поскольку вследствие прореживания отсчетов ключом  $R$  задержка отсчетов относительно  $k$  выполняется на  $RM$  тактов.

Поскольку в фильтре использовано  $N$  блоков до ключа и  $N$  блоков после, выражение для передаточной функции всего фильтра можно записать в виде произведения  $H_I(z) H_C(z)$  в степени  $N$ :

$$H(z) = \left( \frac{1}{RM} \frac{1-z^{-RM}}{1-z^{-1}} \right)^N = [H_{\text{sinc}}(z)]^N. \quad (23)$$

Здесь в знаменателе использован нормирующий множитель  $RM$ , чтобы коэффициент передачи фильтра на нулевой частоте был равен единице;

$$H_{\text{sinc}}(z) = \frac{1}{RM} \frac{1-z^{-RM}}{1-z^{-1}} = \frac{1}{RM} \sum_{k=0}^{RM-1} (z^{-1})^k. \quad (24)$$

Для перехода к сумме в (24) использована формула суммы членов геометрической прогрессии:

$$\sum_{n=k}^N q^n = \frac{q^{N+1} - q^k}{q - 1}.$$

По правилам преобразования Фурье задержке оригинала на один такт  $1/f_d$  соответствует оператор сдвига  $z^{-1} = e^{-j\omega/f_d}$ . Подставляя это значение в (24), получим Фурье-изображение передаточной функции sinc-фильтра в виде:

$$W(j\omega) = \frac{1}{RM} \frac{1 - e^{-j\omega RM/f_d}}{1 - e^{-j\omega/f_d}}. \quad (25)$$

Выполнив ряд преобразований (подробнее см. в [1]), получим выражение для передаточной функции sinc-фильтра в виде:

$$W_{\text{sinc}}(j\omega) = \frac{\sin\left(\frac{\pi f RM}{f_d}\right)}{RM \sin\left(\frac{\pi f}{f_d}\right)} e^{-j \frac{\pi f (RM-1)}{f_d}}. \quad (26)$$

Для упрощения аналитических выкладок передаточную функцию sinc-фильтра упрощают путём разложения знаменателя в (26) в ряд Тейлора с отбрасыванием всех членов, кроме первого:

$$W(j\omega) = \frac{\sin\left(\frac{\pi f RM}{f_d}\right)}{RM \frac{\pi f}{f_d}} e^{-j \frac{\pi f (RM-1)}{f_d}}. \quad (27)$$

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

**Spectrum – производитель высокоскоростных плат и систем сбора данных**

В начале этого года подписано партнёрское соглашение между компаниями Spectrum Systementwicklung Microelectronic GmbH и ПРОСОФТ. Таким образом, компания ПРОСОФТ стала официальным представителем Spectrum в России и СНГ.

Основанная в 1989 году немецкая фирма Spectrum сфокусировала свою деятельность на разработке и производстве высокоскоростных плат АЦП, ЦАП и цифрового ввода/вывода с диапазоном частот дискретизации от 100 кГц до 1 ГГц. В настоящее время в программе поставок присутствуют платы PCI и PCI Express серий M2i и M3i, которые, будучи установлены в обычный ПК, превращают его в универсальный и мощный контрольно-измерительный инструмент. Выпускаемые компанией платы в форматах 3U PXI и 6U CompactPCI способны решать более сложные задачи в составе модульных промышленных систем. Кроме этого компания предлагает готовые ПК и рабочие станции, создаваемые на базе различных компьютерных платформ спе-

циально с учётом требований задач клиента. Вся продукция производится в Германии, высокий уровень качества и надёжности соответствует мировым стандартам.

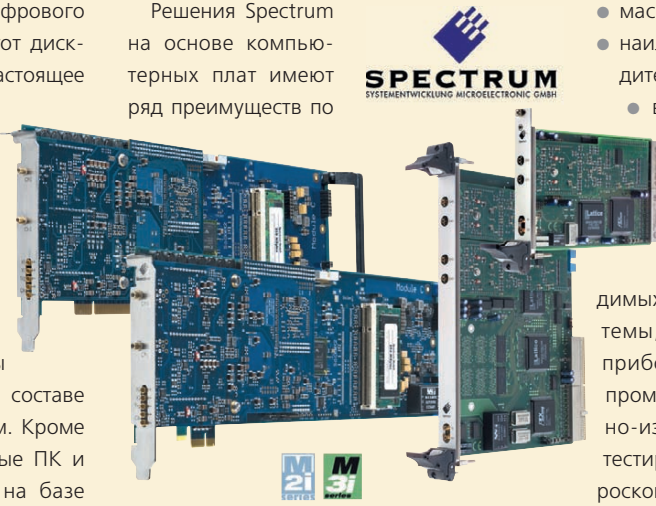
Широкий диапазон программных продуктов, поддерживаемый Spectrum, позволяет клиенту выбрать требующееся ему ПО, как собственное – SBench 6, так и наиболее известные инструментальные системы: MATLAB, LabView, VEE, FlexPro, Diadem, системы программирования на языках C/C++, Visual Basic, Delphi, C#, J#, VB .NET.

Решения Spectrum на основе компьютерных плат имеют ряд преимуществ по

сравнению с классическими приборами или специализированными системами управления:

- высокая гибкость и универсальность, адаптация к конкретной задаче,
- быстрая готовность данных к последующим вычислениям,
- широкие возможности использования различного ПО,
- программная настройка аппаратной части и её комбинация для достижения системой наивысшей производительности,
- масштабируемая память,
- наилучшее соотношение цена/производительность,
- вычислительная мощность не ограничена рамками конкретного прибора, она легко может быть увеличена путём модернизации основного компьютера.

Области применения производимых Spectrum устройств: радарные системы, акустические и ультразвуковые приборы, медицинское оборудование, промышленная автоматизация, контрольно-измерительная аппаратура, системы тестирования и контроля качества, спектроскопия, научно-исследовательская техника. ●



© СТА-ПРЕСС

**Коммутаторы для промышленного Ethernet**



**Команда чемпионов!**

**15 ЛЕТ**

УСПЕШНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ОТРАСЛЯХ:

- энергетика, газовое хозяйство
- атомная промышленность
- ж/д и автотранспорт
- морские суда и объекты
- военная промышленность

- Диапазон рабочих температур –40...+85°C
- Защита от конденсата
- Защита по ЭМИ, включая IEC 61850
- Вибро- и ударостойкость, IEC 60068-2-6/27
- MTBF до 120 лет (MIL-HDBF 217F)
- Пыле- и влагозащита до IP67

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ



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

#49

Это приближение выполняется достаточно точно, поскольку обычно частота дискретизации гораздо выше частот, на которых используется sinc-фильтр ( $f \ll f_d$ ). Вероятно, такая аппроксимация объясняет название «sinc-фильтр» (по определению sinc-функции  $\text{sinc}(x) = \frac{\sin(x)}{x}$ ), хотя на самом деле функция  $\frac{\sin(\pi x)}{\pi \text{sinc}(x)}$  называется функцией Дирихле [7], или периодической sinc-функцией.

Поскольку при  $x = \pi$  функция  $\sin(x)/x = 0$ , то частота режекции фильтра находится из условия  $fRM/f_d = 1$ . Поэтому при типовой частоте дискретизации в АЦП  $f_d = 32\,768$  Гц для ослабления помехи с частотой  $f = 50$  Гц ( $T = 20$  мс) выбирают  $RM = 656$ .

Рассмотрим принцип действия фильтра во временной области. Для упрощения будем считать  $N = 1$  (фильтр первого порядка), то есть с одним звеном до ключа и одним после (рис. 5). Звено с элементом задержки  $z^{-1}$  выполняет функцию интегрирования, то есть суммирования в дискретной области. Сигнал на его выходе равен  $\sum_{n=0}^k x(n)$ . Ключ  $R$  замыкается через  $R$  тактов и пропускает на свой выход сумму  $\sum_{n=0}^{Rm} x(n)$ ,

где  $m$  – номер прореженного отсчёта (после ключа  $R$ ). Звено фильтра с элементом задержки  $z^{-M}$  при  $M = 1$  выполняет вычитание из текущей суммы отсчётов предыдущей суммы, то есть пропускает на свой выход сумму отсчётов в окне шириной  $R$ . Таким образом, sinc-фильтр первого порядка выполняет усреднение (вычисляет среднее арифметическое) входных отсчётов во временном окне шириной  $R$ , то есть формирует сумму

$$y(k) = \frac{1}{R} \sum_{n=k-R}^k x(n).$$

Поэтому sinc-фильтр можно представить как окно, движущееся вдоль оси времени и усредняющее попадающие в него  $R$  отсчётов.

При ширине окна, равной периоду помехи синусоидальной формы (например, помехи с частотой сети 50 Гц), среднее значение за период равно нулю. Этим объясняется подавление (режекция) sinc-фильтром помехи с частотой 50 Гц. Практически коэффициент ослабления определяется частотой отсчётов, разрядностью АЦП, погрешностью и стабильностью частоты тактового генератора фильтра. Например, ослабление sinc-фильтром помехи с частотой 50 Гц в модулях RealLab! серии NL составляет  $-120$  дБ.

При постоянной частоте отсчётов  $f_d$  sinc-фильтр позволяет изменять частоту режекции с помощью коэффициента прореживания  $R$ . На рис. 6 представлена АЧХ sinc-фильтров первого, второго и третьего порядка. Зависимость динамической погрешности измерения амплитуды синусоидального сигнала  $\Delta A/A$  от частоты для трёх sinc-фильтров с параметрами  $T = 0,02$  с и  $RM = 656$  показана на рис. 7.

На рис. 8 показана реакция sinc-фильтров на линейно нарастающий сигнал (рис. 3). Как видим, линейно нарастающий сигнал проходит через фильтр с задержкой; возникающая при этом погрешность при  $t > 60$  мс остаётся постоянной во времени, равной для sinc-фильтра первого порядка  $0,5 T/\tau$ , для фильтра второго порядка  $T/\tau$ , для фильтра третьего

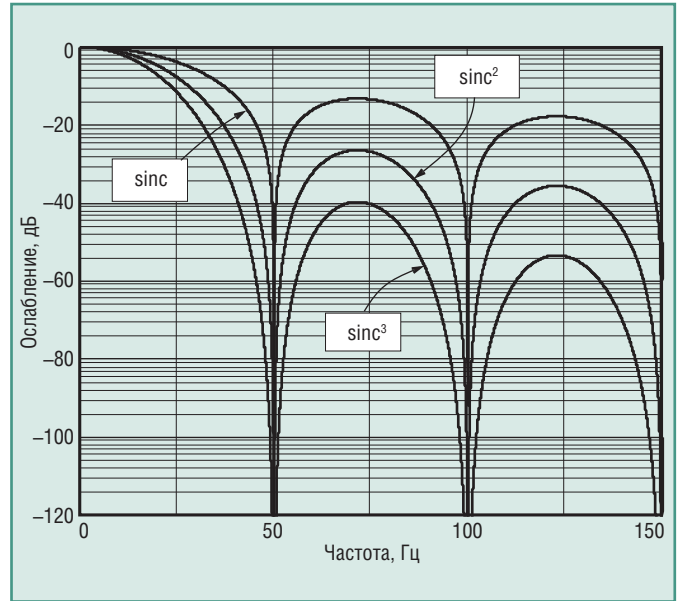


Рис. 6. АЧХ трёх sinc-фильтров

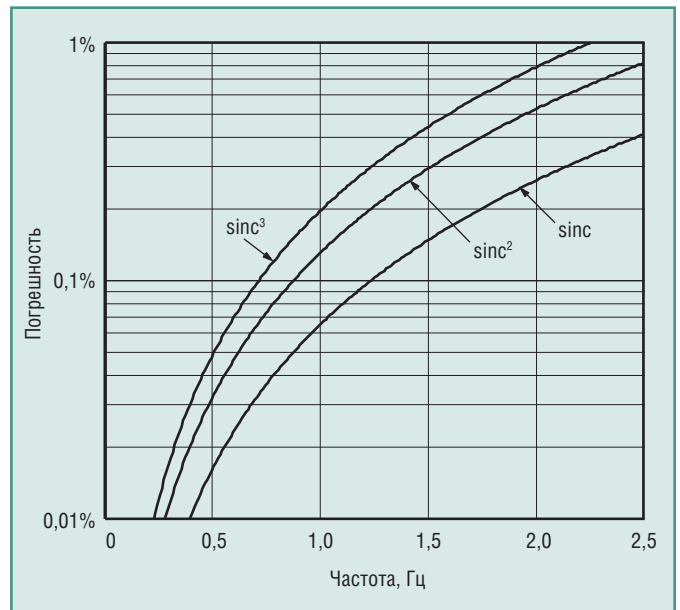


Рис. 7. Динамическая погрешность измерения амплитуды синусоидального сигнала для трёх sinc-фильтров при  $T = 0,02$  с и  $RM = 656$

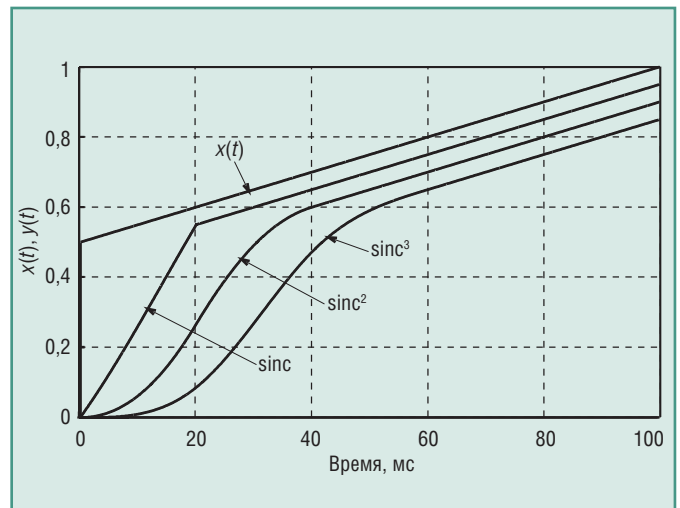


Рис. 8. Реакция sinc-фильтра на линейно нарастающий сигнал при  $\tau = 0,2$  с,  $T = 0,02$  с,  $x_0 = 0,5$ ,  $RM = 656$

порядка  $- 1,5 T/\tau$ , где  $T = 1/(50 \text{ Гц}) = 20 \text{ мс}$  – ширина временного окна фильтра, настроенного на частоту режекции 50 Гц.

Например, для получения динамической погрешности, равной 0,05%, для sinc<sup>3</sup>-фильтра входной сигнал должен изменяться со скоростью не более чем 100% за 60 с, или 1,67% за 1 с. Здесь проценты берутся от верхней границы динамического диапазона  $x_{\text{max}}$  (см. (17)).

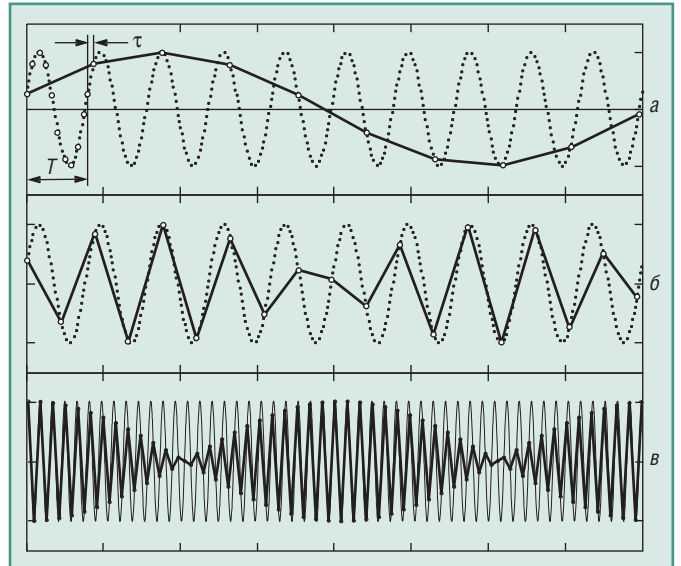
**Алиасные частоты, антиалиасные фильтры**

Первой неожиданностью, с которой обычно сталкиваются те, кто первый раз начал собирать данные в компьютер, является появление низкочастотной помехи, которой нет в реальном процессе и которой, казалось бы, не должно быть в собранных данных. Помеха может иметь форму периодического сигнала (сплошная кривая на рис. 9 а) или напоминать сигнал с амплитудной модуляцией (рис. 9 б, в). В реальности такой помехи нет, она появляется только после дискретизации сигнала, поэтому её называют *ложной*, или *алиасной* (от английского alias – вымышленный). Алиасные помехи увеличивают погрешность измерительных каналов.

Аналогичные эффекты проявляются и в других областях человеческой деятельности как биения колебаний, интерференция, стробоскопический эффект, муар и т.п.

Принцип образования помехи с алиасной частотой иллюстрирует рис. 9 а. Здесь пунктирной линией показан дискретизируемый периодический сигнал с периодом  $T$ , точки на линии показывают моменты выборки текущих значений. При дискретизации с высокой частотой, когда шаг дискретизации много меньше периода колебаний (таким образом дискретизирован первый период синусоидального сигнала на рис. 9 а), дискретизированный сигнал качественно не отличается от исходного, если пренебречь погрешностью дискретизации. Если же шаг дискретизации приближается к периоду исходного сигнала, то, как показано сплошной линией на рис. 9 а, после дискретизации получается сигнал, по форме похожий на исходный, но с гораздо большим периодом. Период стремится к бесконечности при  $\tau > T$ .

Аналогичный эффект, состоящий в появлении новых компонент спектра в низкочастотной области, возникает и при



**Рис. 9. Пояснение принципа появления алиасных частот:**  
а – при  $\tau = 0,1 T$ ; б – при  $\tau = -0,45 T$ ; в – при  $\tau = -0,49 T$

дискретизации функций произвольной формы. Рассмотрим этот эффект подробнее.

Пусть имеется непрерывный сигнал  $x(t)$  (рис. 10), заданный на интервале времени  $[0, T]$ . Выберем отсчеты сигнала с шагом  $\tau$  в точках  $k\tau$  и полученную последовательность отсчетов назовём дискретным сигналом  $x_d(k)$ . Последовательность отсчетов можно записать в виде функции от непрерывной переменной  $t$ , если использовать понятие дискретной импульсной функции:

$$x_d(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\tau)\delta(t - k\tau) = x(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \tilde{\delta}(t - k\tau), \tag{28}$$

где  $\tilde{\delta}(t)$  – дискретная импульсная (игольчатая) функция, определяемая как

$$\tilde{\delta}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t = 0 \\ 0, & \text{если } t \neq 0 \end{cases} \tag{29}$$

В отличие от дельта-функции Дирака, она не стремится к бесконечности при  $t = 0$ . В выражении (28) функция

© СТА-ПРЕСС

**Комплексное предложение для промышленных сетей**



**Промышленные сетевые кабели**



**Коммуникационное оборудование для сетей Ethernet**



**Контроллеры и шлюзы для полевых шин**



**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ BELDEN, ETHERWAN, HILSCHER**

**#333**



**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) 376-2820/376-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru

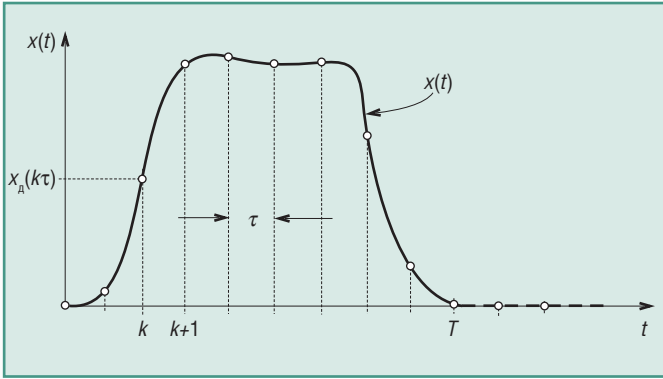


Рис. 10. Дискретизация непрерывного сигнала

$x(t)$  вынесена за знак суммирования потому, что она не зависит от  $k$ .

Найдём спектр сигнала  $x_d(t)$  (28). Для этого сначала разложим функцию  $f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \tilde{\delta}(t - k\tau)$  в ряд Фурье [3], воспользовавшись её периодичностью:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j\omega_d n t}, \quad c_n = \frac{1}{\tau} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} f(t) e^{-j\omega_d n t} dt, \quad (30)$$

где  $\omega_d = 2\pi/\tau$ ,  $n$  – номер коэффициента ряда,  $\tau$  – период функции.

Найдём коэффициенты  $c_n$ :

$$c_n = \frac{1}{\tau} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \tilde{\delta}(t - k\tau) e^{-j\omega_d n t} dt = \frac{1}{\tau} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} \tilde{\delta}(t - k\tau) e^{-j\omega_d n t} dt = \frac{1}{\tau} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} \tilde{\delta}(t) e^{-j\omega_d n t} dt. \quad (31)$$

Знак суммирования в выражении (31) отсутствует потому, что за пределами интервала интегрирования  $-\tau/2 < t < \tau/2$  все члены суммы для  $k \neq 0$  равны нулю.

Для того чтобы найти интеграл (31), представим игольчатую функцию как предел, к которому стремится прямоугольный импульс шириной  $t_n \ll \tau$  при  $t_n \rightarrow 0$ :

$$\tilde{\delta}_n(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } -t_n/2 < t < t_n/2, \quad t_n \rightarrow 0 \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}. \quad (32)$$

Тогда из (31) получим:

$$c_n = \frac{1}{\tau} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} \tilde{\delta}_n(t) e^{-j\omega_d n t} dt = \frac{1}{\tau} \int_{-t_n/2}^{t_n/2} \tilde{\delta}_n(t) e^{-j\omega_d n t} dt = \frac{1}{\tau} \frac{1}{j\omega_d n} \left( e^{-j\omega_d n \frac{t_n}{2}} - e^{+j\omega_d n \frac{t_n}{2}} \right) = \frac{t_n}{2\tau} \frac{e^{-j\omega_d n \frac{t_n}{2}} - e^{+j\omega_d n \frac{t_n}{2}}}{j\omega_d n \frac{t_n}{2}} = \frac{t_n}{\tau} \frac{\sin\left(\omega_d n \frac{t_n}{2}\right)}{\omega_d n \frac{t_n}{2}}. \quad (33)$$

Если ширина импульса стремится к нулю, то  $\lim_{x \rightarrow 0} \left( \frac{\sin(x)}{x} \right) = 1$ , следовательно,

$$c_n = t_n/\tau. \quad (34)$$

Используя это выражение, ряд Фурье для  $f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \tilde{\delta}(t - k\tau)$  можно записать в виде (см. (30)):

$$f(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \tilde{\delta}(t - k\tau) = \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{j\omega_d n t}. \quad (35)$$

Подставляя полученное выражение в (28), получим:

$$x_d(t) = x(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \tilde{\delta}(t - k\tau) = x(t) \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{j\omega_d n t} = \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(t) e^{j\omega_d n t}. \quad (36)$$

Здесь функция  $x(t)$  внесена под знак суммирования, поскольку она не зависит от  $n$ .

Найдём теперь спектральную плотность  $X_d(j\omega)$  дискретного сигнала  $x_d(t)$  с помощью преобразования Фурье:

$$X_d(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(t) e^{j\omega_d n t} e^{-j\omega t} dt = \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{j\omega_d n t} e^{-j\omega t} dt = \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j(\omega - \omega_d n)t} dt = \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} S(j(\omega - \omega_d n)), \quad (37)$$

где  $S(j(\omega - \omega_d n))$  – спектральная плотность исходного непрерывного сигнала  $x(t)$ , сдвинутая по оси частот на  $\omega_d n = 2\pi n/\tau$ .

Таким образом, спектр дискретного сигнала  $X_d(j\omega)$  представляет собой серию копий спектров непрерывного сигнала  $X(j\omega)$ , сдвинутых друг относительно друга на частоту дискретизации  $\omega_d = 2\pi/\tau = 2f_d$ :

$$X_d(j\omega) = \frac{t_n}{\tau} \sum_{n=-\infty}^{\infty} X(j(\omega - \omega_d n)). \quad (38)$$

На рис. 11 а показан график непрерывного сигнала  $x(t)$  (на рисунке слева) и модуля его спектральной плотности  $|X(f)|$ ,  $f = \omega/2\pi$  (на рисунке справа). Поскольку функция  $|X(f)|$  симметрична относительно оси ординат, на рис. 11 показан только график в правой полуплоскости. Исходный непрерывный сигнал  $x(t)$  можно рассматривать как дискретный с нулевым периодом дискретизации ( $\tau \rightarrow 0$ ,  $\omega_d \rightarrow \infty$ ). Поэтому модуль его спектральной плотности является непериодической функцией (рис. 11 а, справа).

После дискретизации функции  $x(t)$  с частотой  $f_d$  на графике модуля спектральной плотности появляется бесконечное количество копий  $|X(f)|$  (рис. 11 б, в, справа), сдвинутых друг относительно друга на величину  $f_d$ . Степень отличия спектра дискретного сигнала от спектра непрерывного характеризует величину погрешности дискретизации. С уменьшением частоты дискретизации, как следует из (38) и как видно на рис. 11, копии спектров сближаются, увеличивая погрешность дискретизации.

Предположим, что вся полезная информация, содержащаяся в непрерывном сигнале, заключена в области от 0 до частоты  $f_c$ , которую поэтому можно считать границей спектра непрерывного сигнала (на рис. 11 эта область спектра заштрихована). Если для восстановления сигнала используется фильтр с граничной частотой  $2f_c$  (рис. 11 в), который убирает все составляющие спектра, лежащие выше  $2f_c$ , то наличие копий в спектре дискретного сигнала не искажает форму сигнала после его восстановления.

Если же ближайшая копия спектра приблизится к оригиналу настолько, что внесёт искажения в его форму (рис. 11 з), то восстановить исходный сигнал становится невозможно. Поэтому для исключения наложения спектров частота дискретизации  $f_d$  должна быть, по крайней мере, в 2 раза выше граничной частоты спектра  $f_c$ , то есть

$$f_d > 2f_c, \quad (39)$$

как и требуется по теореме Котельникова.

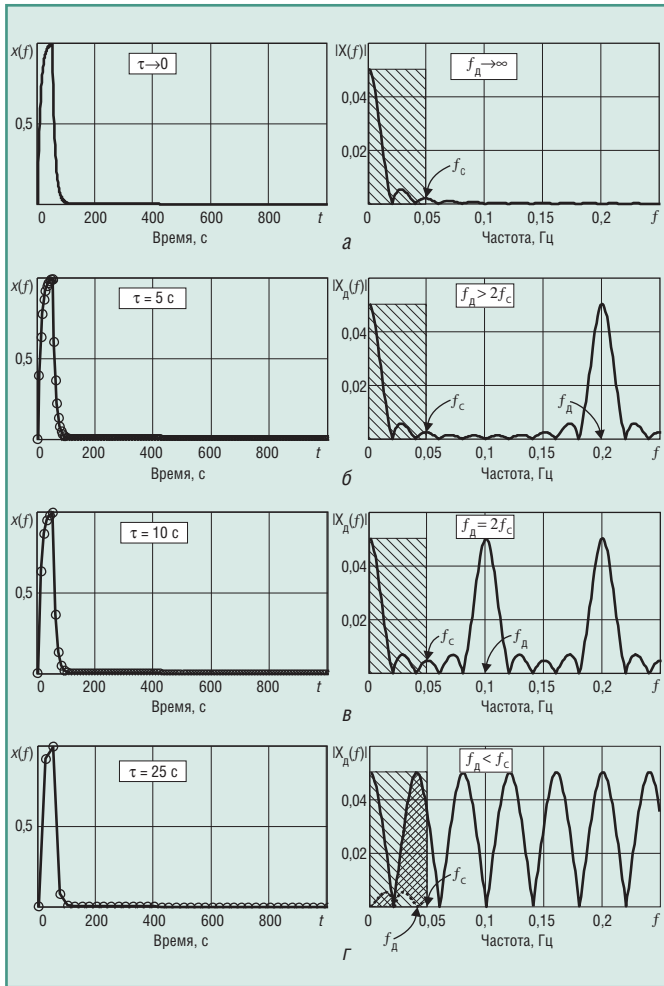


Рис. 11. Сигналы и их спектральные плотности: а – непрерывный сигнал; б–г – дискретные сигналы ( $f_d = 1/\tau$  – частота дискретизации,  $f_c$  – граница спектра)

Спектр произвольного непрерывного сигнала, показанный на рис. 11 а, в общем случае является неограниченным. Поэтому копии спектров, появляющиеся после дискретизации, всегда частично перекрываются. Это является причиной потери информации при восстановлении сигнала. И только для сиг-

нала с ограниченным спектром эффект наложения отсутствует, что позволяет восстановить сигнал без потери информации.

Описанный алиасный эффект не может быть устранён с помощью цифровой фильтрации, если частота дискретизации равна удвоенной частоте верхней границы спектра полезного сигнала, так как при этом в спектре дискретизированного сигнала будет потеряна информация о помехах. Для решения этой проблемы можно использовать аналоговый (антиалиасный) фильтр с граничной частотой  $f_c \leq 0,5 f_d$  на входе блока дискретизации или выбрать частоту дискретизации выше верхней граничной частоты спектра помех, чтобы в последующем выполнить цифровую фильтрацию.

В модулях аналогового ввода антиалиасный фильтр обычно настроен на максимальную частоту дискретизации, обеспечиваемую модулем, и не может быть перестроен. Поэтому если при измерении медленно протекающих процессов частота дискретизации программно выбрана низкой, а антиалиасный фильтр не перестроен, то помеха не ослабляется антиалиасным фильтром и в измеренном сигнале появляются алиасные помехи. ●

### ЛИТЕРАТУРА

- Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 608 с.
- ГОСТ 8.256-77. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормирование и определение динамических характеристик аналоговых средств измерений. Основные положения.
- Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 1983. – 536 с.
- Попов В.П. Основы теории цепей. – М.: Высшая школа, 1985. – 496 с.
- Laddomada M., Lo Presti L., Mondin M., Ricchiuto C. An efficient decimation sinc-filter design for software radio applications // 2001 IEEE Third Workshop on Signal Processing, Advances in Wireless Communications, March 2001. – P. 337–339.
- Hogenauer E. An economical class of digital filters for decimation and interpolation // IEEE Transactions on Signal Processing. – 1981. – Vol. 29. – No. 2. – P. 155–162.
- Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.

© СТА-ПРЕСС



## Решения для расширенного диапазона температур

### В жестких условиях эксплуатации

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



**▶ rBOX104** -40...+70°C

Упрочненная интеллектуальная безвентиляторная встраиваемая система для монтажа на Din-рейку с процессором Intel® Atom™ Z510PT/Z520PT до 1,3 ГГц, Intel® US15WPT и 4-портовый PoE



**▶ rBOX100** -40...+70°C

Упрочненная интеллектуальная безвентиляторная встраиваемая система для монтажа на Din-рейку с процессором Intel® Atom™ Z510PT/Z520PT до 1,3 ГГц, Intel® US15WPT и DIO (8 входов/выходов)



**▶ Серия iCON-32008** -40...+75°C

8-портовый упрочненный управляемый коммутатор 10/100Base-TX



**▶ Серия iCON-87000** -40...+75°C

24-портовый упрочненный управляемый Ethernet-коммутатор 10/100Base Fast Ethernet с 4-портовым GbE

**Axiomtek Co., Ltd.**  
 8F., No.4, Lane 235, Baoqiao Road, Xindian District, New Taipei City 231, Taiwan  
 Tel: 886-2-2917-4550 ext.6411 | Fax: 886-2-2917-3200 | [aslan@axiomtek.com.tw](mailto:aslan@axiomtek.com.tw)



XI Международная специализированная выставка  
**Передовые Технологии Автоматизации**  
**ПТА-2011**



**21-23 сентября**

**Москва**

ЦВК «Экспоцентр», павильон 3

**Тематика выставки:**

- Автоматизация промышленного предприятия
- Автоматизация технологических процессов
- Измерительные технологии и метрологическое обеспечение
  - Системы пневмо- и гидроавтоматики
  - Системная интеграция и консалтинг
    - Автоматизация зданий
  - Бортовые и встраиваемые системы

**Приглашаем к участию!**

**Организатор:**  
**Экспоцентр**

**Москва:**  
Тел.: (495) 234-22-10  
E-mail: info@pta-expo.ru

**[www.pta-expo.ru](http://www.pta-expo.ru)**



*В этой рубрике мы представляем новые аппаратные средства, программное обеспечение и литературу.*

*Если Вы хотите бесплатно получить у фирмы-производителя подробное описание или каталог, возьмите карточку обратной связи и обведите индекс, указанный в колонке интересующего Вас экспоната «Демонстрационного зала», затем вышлите оригинал или копию карточки по почте или факсу в редакцию журнала*

**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ».**

*Карточку можно также заполнить на сайте журнала «СТА»:*

**WWW.STA.RU**

## Новые 4,3" TFT ЖК-дисплеи с яркостью 500 кд/м<sup>2</sup>

Компания Raystar Optronics, Inc – известный производитель плоскопанельных дисплеев – начала поставки новых моделей 4,3" TFT ЖК-дисплеев серии RFE43C, которые являются заменой модели серии RFE43A. Модель RFE43C, выполненная на основе активной матрицы управляющих тонкопленочных транзисторов (TFT – Thin Film Transistor), имеет габаритные размеры 105,5×67,2×5,05 мм, которые подобны размерам RFE43A. Напряжение питания 3,3 В постоянного тока. Разрешение экрана 480×RGB×272 точки.

Яркость новой модели RFE43C 500 кд/м<sup>2</sup> обеспечивается светодиодной подсветкой (яркость модели RFE43A 350 кд/м<sup>2</sup>), при этом потребляемая мощность RFE43C меньше, чем у её предшественницы. Поверхность дисплея имеет антибликовое покрытие.

Устройство может применяться в измерительных приборах, судовых навигационных приборах, а также в потребительской электронной аппаратуре. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/raystar/>



**#344**

## 60 новых линеек продукции в каталоге XP Power

Компания XP Power объявила о выходе каталога продукции на 2011/12 годы (Power Supply Guide 2011/12). На 296 страницах представлены свыше 60 линеек продукции, добавленных после выпуска предыдущего издания.

Каталог даёт подробную информацию об источниках питания AC/DC с выходными мощностями от 5 до 3000 Вт, включая модели в исполнениях с открытым каркасом и с П-образным шасси, настольном, для монтажа на DIN-рейку и для питания светодиодных светильников; представлены DC/DC-преобразователи и фильтры с выходными мощностями от 0,25 до 600 Вт.

Среди новых изделий компактные 250/350 Вт источники питания AC/DC серии EMH с цифровым управлением преобразованием напряжения, 60 Вт источники питания серии ECS60 с небольшим потреблением мощности в режиме холостого хода, настольные источники питания AC/DC серии ANH с выходными мощностями от 85 до 250 Вт, соответствующие требованиям Energy Efficiency Level V, DC/DC-преобразователи 20 Вт серии JTK20. ●

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



**#223**

## PCI-9527 – плата сбора аналоговых сигналов с широким динамическим диапазоном

Компания ADLINK начала производство платы аналогового ввода-вывода с рекордным разрешением 24 бита, специально разработанной для акустических измерений и вибротестирования.

PCI-9527 построена на Sigma-Delta АЦП/ЦАП и обладает быстродействием до 432 тыс. выборок/с по обоим входам. Два аналоговых выхода со скоростью обновлений до 216 тыс. в секунду имеют программно переключаемые напряжения  $\pm 10$ ,  $\pm 1$ ,  $\pm 0,1$  В. Для запуска от внешнего сигнала на передней панели есть соответствующий вход. Плату отличают широкий динамический диапазон (>100 дБ), возможность настройки напряжений входа от  $\pm 40$  до  $\pm 0,316$  В, выгодное соотношение цена/производительность.

PCI-9527 найдёт применение в системах мониторинга критически важных механизмов, таких как турбины электростанций, в которых повышенные звуковые колебания и вибрации способны обнаружить только приборы с большим динамическим диапазоном и высоким разрешением. ●



<http://asutp.prosoft.ru/news/454505.html>

**#385**

## Новый «осьминог» для экстремальных сред

Компания Belden расширила линейку защищённых промышленных коммутаторов семейства Hirschmann Octopus. Модель Octopus 10x – неуправляемый 10-портовый коммутатор Fast Ethernet с винтовыми соединителями M12. Применение последних обеспечивает герметичность и вибростойкость соединения, недостижимую с традиционными M12. Устройство не требует настройки, автоматически определяет скорость и полярность соединения.

Сфера применения данного коммутатора – морской, железнодорожный транспорт (соответствует нормам EN 50155 и GL), объекты транспортной инфраструктуры. Кроме того, с учётом степени защиты IP54 коммутатор годен к применению во влажных и пыльных средах.

Коммутатор Hirschmann Octopus 10x рассчитан на работу в расширенном диапазоне температур  $-40...+70^{\circ}\text{C}$ , выдерживает ударные нагрузки до 15g. Расчётное время безотказной работы для коммутатора по стандарту MIL-HDBK 217F составляет 30 лет. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/hirschmann/>

**#49**

## Управляемый коммутатор с двумя линиями VDSL

Компания EtherWAN выпустила управляемый промышленный коммутатор Ethernet с дополнительными портами Ethernet поверх VDSL. Модель ED3175 имеет 8 портов 10/100Base-TX и 2 порта VDSL с подключением по витой паре или телефонной линии. Аналогично популярным моделям преобразователей сред EtherWAN ED3141 и ED3101, VDSL-канал позволяет передавать Ethernet-данные на расстояние до 1900 м.

В функциональном плане ED3175 является коммутатором второго уровня OSI, то есть поддерживает удалённое управление через Web, SNMP, Telnet и др., виртуальные сети VLAN, сервисы QoS и т.д. Важной особенностью ED3175 является поддержка технологий резервирования каналов (кольцо  $\alpha$ -Ring, RSTP, MSTP, Link Aggregation) с использованием «дальнейших» портов VDSL.

Коммутатор ED3175 рассчитан на работу в расширенном диапазоне температур  $-40...+75^{\circ}\text{C}$ , невосприимчив к ЭМИ и питается от резервированного источника питания  $+10...+48$  В. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/Etherwan/387643/387634.html>



**#277**

### Компактная плата для мобильных процессоров Intel Core i7 второго поколения

Компания iBASE выпустила промышленную плату формата Mini-ITX для компактных решений с крайне высокой производительностью. MI956 ориентирована на мобильные процессоры Intel Core i5/i7 второго поколения (так условно называют процессоры с новым ядром Sandy Bridge). Плата построена на чипсете QM67, поддерживается до 8 Гбайт памяти DDR III в формате SODIMM.

Видеосистема интегрирована в ЦП и способна выводить 2 видеопотока высокой чёткости на интерфейсы DVI-I, DVI-D, HDMI и CRT. Также имеются слоты PCI x16 и MiniPCI-E для внешних графических и беспроводных сетевых адаптеров.

Отдельно стоит упомянуть поддержку шины USB 3.0, 2 порта которой дополняют 8 портов USB 2.0, и интерфейс для накопителей SATA III (2 порта + 4 порта SATA II).

MI956 изготовлена из промышленных компонентов, имеет сторожевой таймер, монитор состояния и будет производиться в течение 5 лет.



<http://embedded.prosoft.ru/products/brands/ibase/>

#70

### Лазерные трекболы NSI: ещё одна степень свободы в комплекте

Бельгийский производитель защищённых лазерных трекболов NSI объявляет о выходе модернизированной версии устройств – теперь они оснащаются дополнительным колесом прокрутки. Тем самым пользователь получает дополнительное удобство при работе с программным обеспечением, имеющим сложный пользовательский интерфейс и требующим не только перемещения курсора, но и параллельного ввода дополнительных команд. Колесо опирается на подшипники скольжения. Оно легко вращается по часовой стрелке или против неё. Его функциональная роль зависит от используемого ПО. Новая линейка устройств называется Z-series и состоит из трёх моделей с диаметрами шара 25, 38 и 50 мм. Трекболы Z-series предлагаются с интерфейсами USB и PS/2. Существует два варианта поставки устройств: с фиксирующим стопорным кольцом или тефлоновой прокладкой шара. Приобрести изделия NSI можно у эксклюзивного дистрибьютора на территории РФ и СНГ – компании ПРОСОФТ.



<http://www.prosoft.ru/products/brands/nsi/453446/>

#169

### Новые 10,4" TFT ЖК-дисплеи с высокой яркостью

Компания Litemax Electronics начала поставки 10,4" TFT ЖК-дисплеев с яркостью 1000 кд/м², обеспечиваемой светодиодной системой подсветки. Предлагаются модели в корпусе (SLD1095-EGA-A01) и открытом шасси (SLD1095-EGB-A01).

Обеспечивается работа с различными источниками видеосигналов (VGA, DVI, CVBS, S-Video). Формат изображения – XGA (1024×768 точек), контрастность 600:1, угол обзора по горизонтали и вертикали 178°, время оптического отклика 36 мс.

Дисплеи предназначены для применения в информационных киосках, торговых терминалах, морской аппаратуре, студиях.

#### Основные характеристики

- Считывание при солнечном свете.
- Низкое энергопотребление и постоянная яркость.
- Стойкость к вибрациям и ударам.
- Диапазон рабочих температур –20...+70°С.
- Высокая равномерность (90%).
- Низкий уровень ЭМИ.
- Широкий диапазон регулировки яркости.
- Ресурс 70 000 часов.

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

<http://www.prosoft.ru/products/brands/litemax/3088/453509.html>



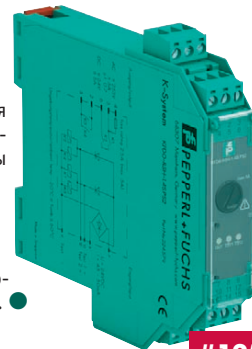
#189

### Всё включено: реле безопасности KFD0-RSH-1.4S.PS2

Реле безопасности KFD0-RSH-1.4S.PS2 компании Pepperl+Fuchs обеспечивает комплексное решение для гальванической развязки дискретных выходов систем контроля и управления уровнем для нагрузок в диапазоне напряжений от 24 В пост. тока до 230 В перем. тока. Его можно использовать в системах безопасности промышленных объектов с интегральным уровнем безопасности до SIL3 для реализации функций «безопасное включение» и «безопасное выключение».

Заменяемые предохранители защищают контакты реле от перегрузок. Контрольные входы позволяют проводить циклический тест реле во время проверочной процедуры, выявляющий все ошибки, что исключает проводку в систему управления для принудительного переключения контактов реле. Светодиодные индикаторы индицируют активность тестовых входов.

Реле оснащено входной цепью, генерирующей проверочные импульсы, позволяющие системе управления контролировать целостность электрической проводки.



[www.pepperl-fuchs.ru](http://www.pepperl-fuchs.ru)

#125

### Недорогие 5,7" TFT ЖК-дисплеи для мобильных устройств

Компания Raystar Optronics, Inc выпустила TFT ЖК-дисплеи (формат VGA) серии RFG57 с габаритными размерами 125×98,8×7,5 мм (высота платы контроллера 11 мм макс.). Напряжение питания 3...3,6 В пост. тока. Разрешение экрана 640×480 пикселей. Диапазон рабочих температур –20...+70°С, диапазон температур хранения –30...+80°С.

Дисплей может поставляться с 8- или 16-битовым контроллером управления (опционально). Это позволяет пользователям легко заменять монохромные дисплеи в существующих изделиях на цветные TFT ЖК-дисплеи. RFG57 может применяться в медицинских и измерительных приборах, судовых навигационных приборах, изделиях потребительской электроники.

#### Основные характеристики

- Угол смещения на 12:00 часов (направление взгляда оператора сверху).
- Тип подсветки: светодиодная с белым спектром свечения.
- ИМС драйвера: Source – H8250-A01B (DOG); Gate – HX8678-A000 (COG).



<http://www.prosoft.ru/products/brands/raystar/449466/>

#344

### 16-портовый сервер интерфейсов RS-232/422/485 для энергетики

Компания Belden выпустила многопортовый сервер последовательных интерфейсов для применения на электрических подстанциях. Модель Hirschmann IOLAN SDS16C HV имеет 16 конфигурируемых портов RS-232/422/485 и два порта Gigabit Ethernet. Устройство спроектировано для работы в широком диапазоне температур, в условиях сильных электромагнитных помех (соответствует МЭК 61850-3, IEC 1613) и вибраций.

В функциональном плане Hirschmann IOLAN SDS16C HV может конфигурироваться через Web, имеет весьма продвинутую поддержку защищённых Ethernet-соединений (соответствует американскому стандарту безопасности NERC CIP), совместно со специальной программой-конфигуратором Perle Device Manager.

Устройство выполнено в корпусе высотой 1U и предназначено для установки в 19" стойку. Питание устройства обеспечивается от источников 88–300 В постоянного тока или 85–265 В переменного тока.



<http://www.prosoft.ru/products/brands/hirschmann/>

#50

### По воздуху быстрее, чем по проводам

Компания Belden представила серию беспроводного оборудования Wi-Fi стандарта IEEE 802.11n. С серией Hirschmann BAT 300 впервые скорость передачи по беспроводному интерфейсу превысила скорость проводного Fast Ethernet и составила до 300 Мбит/с в теории и 120–130 Мбит/с в реальной эксплуатации.

Кроме высокой скорости, стандарт IEEE 802.11n предполагает значительно лучшее покрытие. За счёт технологии MIMO (множественный ввод – множественный вывод) повышается качество приёма сигнала (пропускная способность канала), традиционно страдающее из-за отражений волн в предыдущих стандартах IEEE 802.11a/b/g.

В серии BAT 300 представлены точки доступа для монтажа внутри помещений (BAT 300 Rail) и для уличного монтажа (BAT 300F со степенью защиты IP67).

Точки доступа серии BAT 300 разработаны специально для промышленного применения, в зависимости от потребностей комплектуются различными антеннами и другими необходимыми аксессуарами. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/hirschmann/360526/>

#50

### Модуль ЖК-дисплея с высотой корпуса 10 мм

Компания Raystar Optronics, Inc – один из известных производителей плоскочастотных дисплеев – начала поставки новых моделей жидкокристаллических индикаторов серии RC1602B2. Широкий ряд ЖК-индикаторов, предлагаемых компанией Raystar Optronics, Inc, может воспроизводить шрифты английского и других европейских языков, а также японского и русского языка.

Модули серии RC1602B2 оснащены встроенным контроллером KS0066 или аналогичным, программно и аппаратно совместимым с указанным контроллером. Напряжение питания +5 В, по заказу могут быть поставлены модели с напряжением питания +3 В. Диапазон рабочих температур –20...+70°C.

Основные характеристики

- Габариты модуля 80×36×10 мм (макс.).
- Видимая область экрана 60×16 мм.
- Рабочая площадь экрана 56,2×11,5 мм.
- Число символов: 16 знаков ×2 строки. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/raystar/>

#344

### Источники питания AC/DC 100 Вт для жёстких условий эксплуатации

Компания XP Power выпустила одноканальные источники электропитания серии ECC100 с кондуктивным теплопроводом для использования в герметичных корпусах в диапазоне температур –40...+75°C, приспособленные для наружного установок. В модулях с типовым значением КПД 88% и габаритными размерами 83,8×127×39,4 мм не требуется применение вентиляторов или нагнетаемого воздушного потока.

Серия ECC100 включает 5 моделей с номинальными значениями вых. напряжения пост. тока 12, 15, 24, 28 и 48 В. Для повышения устойчивости к воздействию микросекундных импульсов большой энергии 1,2/50 мкс (8/20 мкс) (стандарт EN 61000-4-5) предлагается модуль сетевого фильтра. Имеется внешняя обратная связь, сигналы состояния вх. и вых. напряжения, дистанционное включение/выключение и выходной канал 5 В/0,5 А для дежурного режима. Модули ECC100 соответствуют требованиям стандартов IEC/UL 60950-1, EN 55022 уровень В. Гарантия 3 года. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/>  
<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/383513/414762.html>

#224

### Встраиваемые модемы SHDSL-B1/B2/B4

Одно-, двух- и четырёхканальные встраиваемые модемы SHDSL.bis используются для передачи данных по медным линиям большой протяжённости со скоростями от 0,192 до 15,352 Мбит/с.

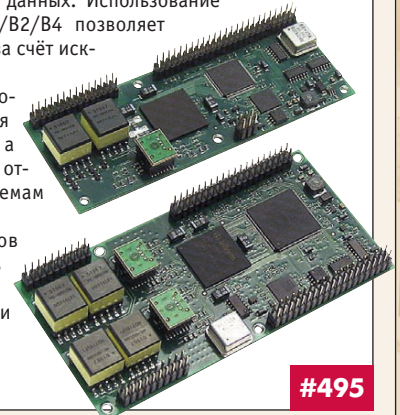
Скорость передачи, Мбит/с	0,384	2,048	8,192
Городской кабель (ТПП-04), км	7	4,5	1,8
Магистральный кабель (МКС-1.2), км	45	21	6,4

Модемы предназначены для интеграции в промышленное сетевое оборудование и устройства сбора данных. Использование модемов семейства SHDSL-B1/B2/B4 позволяет снизить себестоимость систем за счёт исключения покупных изделий.

Имеющиеся модификации модемов могут применяться для передачи любого вида трафика, а также учитывают большинство отраслевых требований к системам передачи данных.

Простое устройство модемов позволяет легко интегрировать их в новое оборудование и использовать для модернизации существующих систем. ●

[www.galios.ru](http://www.galios.ru)  
 Телефон: (495) 789-5804



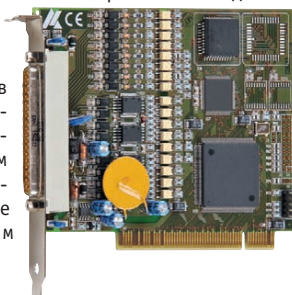
#495

### APCI-1500-12 – PCI-плата цифрового ввода-вывода с входами 12 В

Надёжная и хорошо зарекомендовавшая себя плата APCI-1500 компании ADDI-DATA теперь доступна в исполнении входов на напряжение 12 В. Как и её 24 В версия, плата рассчитана на приём и выдачу цифровых сигналов по 16 входам и 16 выходам, включая 14 входов прерываний.

Напряжение цифровых выходов 10–36 В, ток нагрузки до 500 мА на канал. Оптическая изоляция до 1000 В надёжно защищает плату от бросков напряжений, электростатических разрядов и короткого замыкания. Для исключения высокочастотных помех применены входные и выходные фильтры. Сторожевой таймер сбрасывает выходы в «0» при включении питания.

Плата найдёт широкое применение в промышленной автоматизации, поскольку может быть подключена непосредственно к входным 12 В цепям логических контроллеров, а также способна выдавать сигналы на различные управляемые устройства и реле с общим током потребления до 3 А. ●



<http://www.addi-data.ru/>  
<http://asutp.prosoft.ru/news/453643.html>

#380

### Промышленный коммутатор-маршрутизатор Gigabit Ethernet

Компания Belden выпустила маршрутизирующий коммутатор III уровня OSI Hirschmann MACH1040. Устройство выполнено в корпусе 1U и предназначено для установки в 19" стойку. MACH1040 содержит 16 портов 10/100/1000Base-TX, комбинированных с 16 оптическими портами SFP. Варианты диапазонов рабочих температур от 0...+60°C до –40...+70°C с конформным покрытием платы.

Ключевой опцией является функционирование коммутатора на III уровне OSI с маршрутизацией трафика на максимальной скорости 1 Гбит/с. Поддерживаются статические и динамические протоколы маршрутизации ARP, ECMP, CIDR, IRDP, DVMP, IGMPv1/v2/v3, PIM-DM, VRRP, HIPvRRP, OSPFv2, RIPv1/2.

Также в MACH1040 реализован ряд технологий резервирования каналов, включая сверхбыстрое кольцо Fast HIPER-Ring. Поддерживаются профили оборудования Ethernet/IP и PROFIBUS, аппаратная синхронизация по протоколу IEEE 1588 PTP. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/hirschmann/2235.html>

#49

### Мультимедийные яркие дисплейные системы со сверхшироким отношением сторон

Компания Litemax Electronic выпустила интегрированные цифровые мультимедийные дисплейные системы SSA1505 и SSA1515 с размерами по диагонали 15" и 15,9". Системы объединяют компактные интеллектуальные контроллеры и дисплеи с централизованной системой управления. Это ЖК-дисплеи с яркостью 1000 кд/м<sup>2</sup>, обеспечивающие считываемые изображения при ярком солнечном освещении, со специфическим апексом 16:3 и 16:6,4 соответственно, предназначенные для применения в развлекательно-информационных системах, общественном транспорте, выставочных залах, универсамах и торговых автоматах.

**Основные характеристики**

- Угол обзора 170° в горизонтальной плоскости и 160° в вертикальной плоскости.
- Светодиодная подсветка.
- Простая установка, управление и использование.
- Узкая фальшь-панель.
- Число отображаемых цветов 16,7 млн.
- Устройства для хранения данных: карты SDHC, CF.
- Диапазон рабочих температур 0...+50°C. ●

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

<http://www.prosoft.ru/products/brands/litemax/3088/429232.html>



#189

### DC/DC-преобразователи серии IQ

Компания XP Power дополнила семейство I мало мощных DC/DC-преобразователей 1 Вт одно- и двухканальными моделями серии IQ. Они предназначены для работы от сетей постоянного напряжения с номинальными значениями входного напряжения 5, 12, 15, 24 и 48 В и отклонением ±10% от номинала. Модули имеют коэффициент нестабильности по току 3–4% при входном напряжении 5 В. Одноканальные модели обеспечивают напряжения 5, 9, 12 и 15 В, а двухканальные имеют выходы ±5, ±12, ±24 и ±48 В. Гальваническая развязка выходных цепей питания от шин источника входной электроэнергии составляет 1000 В или 3000 В для моделей с суффиксом –Н. Модули выпускаются в корпусах SIP и характеризуются диапазоном рабочих температур –40...+85°C без снижения выходной мощности при конвекционном теплоотводе. MTBF составляет более 1,1 млн часов.

Серия IQ является прямой заменой модулей TRA-1 и TRV-1 (Traco) и некоторых моделей компаний Murata, Recom и V-Infinity. ●

<http://www.xppower.ru/>  
<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/>  
<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/3592/447722.html>



#225

### «Удлинитель» Ethernet с функцией PoE

Компания EtherWAN предлагает устройство ED3142 для создания между удалёнными объектами высокоскоростного Ethernet-соединения по бюджетному медному кабелю или существующей телефонной линии. В отличие от популярного преобразователя ED3141, ED3142 также может питать конечное устройство по технологии Power-over-Ethernet.

ED3142 использует уже знакомый принцип Ethernet поверх VDSL для соединений по простому двухжильному телефонному кабелю, витой паре или схожему медному кабелю длиной до 1900 метров. Такой «мост» из двух устройств, будучи встроенным в сеть Ethernet, полностью прозрачен для различных сетевых протоколов, то есть не создаёт проблем совместимости с активными устройствами в сети и не требует настройки.

Устройство ED3142 идеально подойдёт для удалённых IP-камер, IP-телефонов, точек доступа Wi-Fi, обеспечивая их подключение к сети Ethernet и PoE-питание, исключая необходимость в дополнительных силовых проводах. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/Etherwan/387643/387634.html>

#277

### На страже сетевой безопасности

Компания Belden обновила линейку промышленных межсетевых экранов Hirschmann Eagle. Новая модель, названная EAGLE 20 Tofino, является симбиозом аппаратной платформы Hirschmann и программной «начинки» от эксперта в области кибербезопасности – компании Byres Security Inc.

Устройство выполнено в компактном корпусе с креплением на DIN-рейку, имеет 2 порта Fast Ethernet (защищённый и внешний). EAGLE 20 Tofino поддерживает режимы стационарного межсетевого экрана, VPN-сервера/клиента, сетевого экрана для протокола Modbus. После включения в сеть Ethernet EAGLE 20 Tofino не останавливает трафик, а в фоновом режиме сканирует все устройства в защищённом сегменте и формирует набор правил для обеспечения сетевой безопасности. Пользователь может менять и добавлять правила и своевременно реагировать на несанкционированные подключения или запрещённые действия, получая предупреждения от устройства. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/hirschmann/2421/>

#49

### Модуль ЖК-дисплея по технологии COG

Компания Raystar Optronics, Inc начала поставки новых моделей ЖК-индикаторов серии RX1602A2, выполненных с применением технологии COG (Chip on Glass – кристалл на стекле), позволяющей получить конструкцию с небольшим весом и низким энергопотреблением. Также предоставляется возможность добавить соединительную плату для изменения интерфейса с FPS на контакты или кабели.

В качестве контроллера применяется ИМС ST7032, набор команд которого совместим с командами популярных контроллеров ST7066U, KS0066U и HD44780.

**Основные характеристики**

- Габариты модуля 72,1×29,6×9,4 мм (макс.).
- Видимая область экрана 61×15,1 мм.
- Рабочая площадь экрана 56,2×11,5 мм.
- Число символов: 16 знаков×2 строки.
- Интерфейс: I<sup>2</sup>C, последовательный.
- Питание 3/5 В.
- Размер пикселя 0,55×0,65 мм.
- Шаг пикселя 0,6×0,7 мм. ●



<http://www.prosoft.ru/products/brands/raystar/449469/>

#344

### Компактные источники питания AC/DC с пиковой мощностью 600 Вт

Компания XP Power начала поставки высокоэффективных одноканальных 400 Вт источников электропитания серии FCM400 для промышленных и медицинских применений. Модули с габаритными размерами 152,4×101,6×49 мм имеют удельную мощность 525 Вт/дм<sup>3</sup> и КПД 85% (тип.). FCM400 способны обеспечивать пиковую мощность свыше 600 Вт в течение 0,5 с.

Серия включает 6 модулей и работает в диапазоне напряжений от 80 до 275 В, номинальные значения напряжения 12, 15, 24, 28, 36 и 48 В. Регулировка выходного напряжения ±10% от номинала.

Модули соответствуют требованиям стандартов IEC/UL 60601-1, IEC/UL 60950-1, EN 55022/55011. Гарантия 3 года.

Дополнительный канал +5 В/0,5 А для дежурного режима можно использовать для питания логических схем и запоминающих устройств. Сигналы дистанционного вкл./выкл., АС ОК и аварийного состояния выхода обеспечивают основные функции управления и контроля при встраивании модуля в законченную систему. ●

[www.xppower.ru](http://www.xppower.ru/)  
<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/383513/426002.html>



#225

### Компактные серверы интерфейсов RS-232/422/485 Hirschmann

Компания Belden выпустила миниатюрные серверы последовательных интерфейсов Hirschmann IOLAN SDS3, IOLAN SDS4. Устройства имеют соответственно 3 и 4 конфигурируемых порта RS-232/422/485 и порт 10/100Base-TX. Модель IOLAN SDS3 содержит также модемный порт V.92/V.90 типа RJ-11. Серверы могут передавать данные в необработанном виде или в формате Modbus, по Ethernet протоколам TCP и UDP. От аналогов данные устройства отличаются продвинутой поддержкой таких функций идентификации, как RADIUS, SNMPv3, IPsec v4/v6 и другие. Также для дополнительной защиты печатной платы от влажности оба устройства имеют специальное конформное покрытие.

Удалённое управление Hirschmann IOLAN SDS3/SDS4 может осуществляться через Web-интерфейс с использованием специальной утилиты Perle Device Manager.

Устройства Hirschmann IOLAN SDS3 и IOLAN SDS4 рассчитаны на работу в диапазонах температур 0...+55°C и -40...+75°C соответственно. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/hirschmann/>



#50

### Новые тепловизионные камеры FLIR A для мониторинга производственных процессов и обеспечения безопасности

Новые тепловизоры FLIR серии A – эффективный инструмент инфракрасного машинного зрения, управления процессами замкнутого цикла и получения изображений для оценки качества изделий. Температурная чувствительность менее 50 мК позволяет оперировать высококачественными изображениями и данными даже при незначительных изменениях температуры объекта измерения.

Качество инфракрасного (ИК) изображения тепловизоров FLIR серии A от 320 на 240 пикселей. Они оснащены неохлаждаемым микроболометром.

Спектральный диапазон 7,5–13,0 мкм.

Доступные по цене компактные тепловизоры FLIR A полностью управляются с персонального компьютера. Новые тепловизоры FLIR серии A поддерживают основные стандарты для машинного зрения

National Instruments, Cognex, Matrox, MVtec и Stemmer Imaging. ●

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



#349

### Сверхкомпактный 150 Вт источник питания AC/DC

Компания XP Power выпустила высокоэффективные одноканальные источники электропитания AC/DC серии ECP150 в открытом корпусе с габаритными размерами 101,6×50,8×32 мм. Они имеют удельную мощность 14,88 Вт/дюйм<sup>3</sup> (900 Вт/дм<sup>3</sup>); при воздушном потоке 15 CFM (фут<sup>3</sup>/м) обеспечивается выходная мощность 150 Вт. Модули отвечают требованиям стандартов UL/EN/IEC 60601-1 для медицинского электрооборудования и UL/EN/IEC 60950-1 для промышленного оборудования, EN 55022 (класс B). В режиме холостого хода они потребляют не более чем 0,5 Вт. Диапазон рабочих температур -20...+70°C, КПД 91%.

ECP150 предназначены для работы от сети перемен. напряжения в диапазоне от 90 до 264 В (частота 47–64 Гц); доступны 5 одноканальных моделей с вых. напряжениями 12, 15, 24, 28 и 48 В. Полная мощность доступна до температуры +50°C с понижением при более высоких температурах. Имеется защита от перенапряжения, перегрузки по току и короткого замыкания. Гарантия 3 года. ●

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

<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/383513/384206.html>



#225

### Яркие 17" TFT ЖК-дисплеи с форматом изображения SXGA

Компания Litemax Electronics начала поставки 17" TFT ЖК-дисплеев со светодиодной подсветкой и яркостью свечения экрана 1600 кд/м<sup>2</sup>. В конструкции панели дисплея применяются цветные светофильтры и поляризаторы с высоким коэффициентом пропускания. Предлагаются модели в корпусе (SLD1768-ENB-G02) и с открытым шасси (SLO1768-ENB-G02).

Модели с платами управления обеспечивают работу с источниками видеосигналов VGA, DVI, CVBS, S-Video. Формат изображения SXGA (разрешение 1280×1024), контрастность 1000:1, угол обзора по горизонтали 170°, по вертикали 160°, время электрооптического отклика 5 мс (тип.). Применения: информационные киоски, торговые терминалы, морская и студийная аппаратура.

*Основные характеристики*

- Считывание при солнечном свете.
- Низкое энергопотребление (32,5 Вт).
- Стойкость к воздействию вибраций и ударов.
- Низкий уровень ЭМИ.
- Ресурс 70 000 ч. ●

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

<http://www.prosoft.ru/products/brands/litemax/3088/3207.html>



#189

### Высокоэффективные стабилизаторы напряжения серии SR

Компания XP Power начала поставки трёхвыводных импульсных стабилизаторов напряжения серии SR (15 моделей). DC/DC-преобразователи с КПД до 95% без гальванической развязки вход-выход обеспечивают понижение входного напряжения с высокой стабильностью. Они являются альтернативой стандартным линейным регуляторам и совместимы по расположению выводов с ИМС серии LM78XX.

*Основные характеристики*

- Выходные напряжения от 1,5 до 15 В с вых. током 0,5 А и напряжения от 1,5 до 5 В с током в нагрузке 1 А.
- Входное напряжение от 4,75 до 34 В (модели с вых. током 0,5 А) и от 4,45 до 18 В (модели с вых. током 1 А).
- Размеры корпуса 11,68×9,65×7,50 мм.
- Диапазон рабочих температур -40...+85°C (вых. ток 0,5 А) и -40...+60°C (вых. ток 1 А).

Модули соответствуют требованиям стандарта EN 55022 (уровень B) к кондуктивным помехам и помехам излучения с применением внешнего фильтра. Они совместимы по выводам с моделями TSR1 (Traco) и некоторыми сериями Recom. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/>

<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/3592/453485.html>



#225

### NSI – лазерное наведение плюс вандалоустойчивость

Компания NSI закончила формирование модельного ряда вандалоустойчивых трекболов для промышленного применения серии TSX. Новые изделия предназначены для панельного монтажа, имеют степень защиты IP68. Трекболы серии TSX50 (диаметр шара 50 мм) способны выдерживать ударные нагрузки, сопротивляться воздействию соляных и грязевых растворов благодаря крепкому корпусу из нержавеющей стали. Конструкцией новинки предусмотрен легкокользящий шар. Задняя стенка трекбола закрыта металлической пластиной

ему большей ударостойкости. Ресурс трекбола – более двух миллионов оборотов шара. Короткоходовых кнопок три, стандартный ресурс – один миллион нажатий.

Диапазон рабочих температур -10...+60°C. Сила нажатия на кнопки 4 Н. Масса 600 г. Трекболы поставляются с USB-кабелем длиной 1,6 м. Для удобства интеграции трекболов в существующие системы АСУ ТП в комплекте имеется переходник на интерфейс PS/2. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/nsi/3278/>



#169

### APCIE-1564 – промышленная плата цифровых входов-выходов с напряжением 24 В

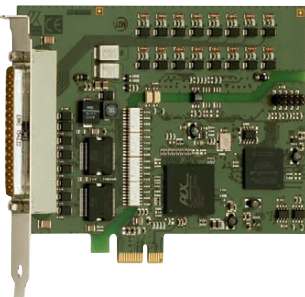
Компания ADDI-DATA выпустила новую PCI Express-плату цифрового ввода-вывода. APCIE-1564 имеет 32 входа и 32 выхода, 16 входов прерываний. Напряжение входных сигналов +24 В, соответствующее логической «1», позволяет напрямую подключать плату к ПЛК. Обеспечено подключение нагрузки током до 500 мА и напряжением 11–36 В. Входы 0–2 могут использоваться в качестве 32-разрядного счётчика частотой до 500 кГц. Входные и выходные цепи оптически изолированы до 1000 В и защищены от быстрых переходных процессов, перенапряжения, электростатического разряда и высокочастотных помех.

Плата комплектуется CD с программным обеспечением: драйверами под Windows и Linux и примерами программ.

Область применения APCIE-1564: промышленные системы управления, контрольно-измерительное оборудование, автоматизация производственных линий, схемы управления и контроля промышленных устройств. ●

<http://www.addi-data.ru>

<http://asutp.prosoft.ru/news/454503.html>



#380

### 48 Вт высокоэффективные понижающие DC/DC-драйверы для светодиодного освещения

Новые DC/DC-драйверы серии LDU48 для питания светодиодов, предлагаемые компанией XP Power, обеспечивают в нагрузке ток 150–1000 мА и оптимизированы для применений со сверхъяркими светодиодами.

Диапазон входных напряжений 7–60 В пост. тока, выходные напряжения 2–48 В. Понижающий преобразователь без гальванической развязки вход-выход требует, чтобы входное напряжение было выше выходного на 2 В (минимум). Выходной ток может регулироваться от 25 до 100% переменным резистором, уровнем постоянного напряжения, сигналом ШИМ через вывод управления.

Модули выпускаются в пластиковых корпусах DIP с размерами 31,75×20,32×12,45 мм. LDU48 имеют КПД до 95% и оснащены защитой от короткого замыкания светодиодов, а также входом дистанционного включения/выключения. Диапазон рабочих температур –40...+85°C (для модулей с выходными токами 150, 250, 300, 350 мА). ●

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

<http://www.prosoft.ru/products/brands/xp/414773/414774.html>



#224

### РоЕ-коммутатор с функцией «удлинителя» Ethernet

Компания EtherWAN выпустила промышленный коммутатор Power-over-Ethernet со встроенным VDSL-модемом. Коммутатор ED3146 имеет 2 РоЕ-порта для питания устройств по стандарту IEEE 802.3at, 2 порта 10/100Base-TX и порт VDSL для передачи Ethernet на расстояние до 1,9 км по витой паре или телефонной линии.

Типичное применение ED3146 – связь с удалёнными постами мониторинга и сбора данных. Коммутатор ED3146 может обеспечить подключение сразу всех необходимых устройств к сети Ethernet (например, можно подключить рабочую станцию сбора данных или контроллер, IP-телефон для экстренной связи, 1–2 IP-камеры видеонаблюдения) и передачу данных от поста в общую сеть по витой паре или телефонному кабелю на расстояние до 1,9 км.

Коммутатор ED3146 не нуждается в настройке, однако VDSL-линия потребует обратного преобразования в Ethernet, которое может выполнить любой модем из этой же серии, например, самое простое устройство с индексом ED3101. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/Etherwan/387643/387634.html>



#277

### Компактные барьеры искробезопасности D5000/5200 сертифицированы в России

Компания GM International получила сертификат № РОСС IT.ME92.B02288 для применений на опасных производственных объектах барьеров искробезопасности серий D5000 и D5200 с гальванической развязкой между входными и выходными цепями. Они соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 51330.0-99, ГОСТ Р 51330.10-99, ГОСТ Р 51330.14-99.

25 одно- и двухканальных модулей аналогового и дискретного ввода/вывода (ширина 12 мм) для установки на DIN-рейку и монтажную плату применяются в системах с интегральным уровнем безопасности SIL3 в соответствии с IEC 61508 и IEC 61511. Они обеспечивают высокую точность и повторяемость передачи сигнала. Плотность монтажа 6 мм на канал экономит до 50% объёма в монтажном шкафу.

Низкое значение рассеиваемого тепла гарантирует нормальный тепловой режим работы. Срок службы более 20 лет; диапазон рабочих температур –40...+60/+70°C. ●

[http://www.gminternationalsrl.com/?p=products\\_search&series=D5000](http://www.gminternationalsrl.com/?p=products_search&series=D5000)



#424

### Антенна для быстрого беспроводного Ethernet

Компания Belden, владелец бренда Hirschmann, выпустила специальные антенны для промышленного беспроводного Ethernet стандарта IEEE 802.11n. Данный стандарт позволяет организовать беспроводной канал со скоростью до 300 Мбит/с, что превышает скорость Fast Ethernet. Кроме высокой скорости, значительным усовершенствованием (по сравнению с распространёнными сейчас стандартами 802.11b/g) является технология MIMO, позволяющая улучшить качество покрытия сигналом.

Для реализации всех преимуществ нового стандарта IEEE 802.11n создана антенна Hirschmann BAT MiMoDB-5N-IP65, предназначенная специально для серии точек доступа Hirschmann BAT 300. Антенна устанавливается в помещении или вне его, в центре охватываемой зоны. Усиление сигнала для диапазона 2,4 ГГц составляет 3,5 дБ, для 5 ГГц – 5,5 дБ, максимальная мощность 2 Вт.

Антенна подключается тремя коннекторами типа N, в комплекте имеются переходники типа R-SMA. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/hirschmann/360526/>



#50

### Энергосберегающий ИБП BR1200GI

Компания APC by Schneider Electric расширила семейство ИБП APC Power Saving Back-UPS Pro моделью BR1200GI с выходной мощностью 720 Вт/1200 В·А. ИБП предназначены для защиты компьютеров и электронного оборудования от нестабильного питания. Выгода от энергосбережения может достигать 920 рублей в год на ИБП.

Все ИБП Back-UPS Pro обеспечивают автоматическую стабилизацию напряжения (AVR) и имеют ЖК-дисплей, отображающий текущее состояние ИБП и электросети. КПД при полной нагрузке 89%. Выходное напряжение 230 В перем. тока. Входное перем. напряжение 186–284 В (частота сети 50/60 ± 3 Гц). Время зарядки батареи серии RBC™ 8 ч.

Тип входного соединителя IEC 320 C14, подключение нагрузок осуществляется через розетки IEC 320 C13. Обеспечивается защита линий передачи данных: аналоговой телефонной, модемной, DSL (соединитель RJ-11), локальной сети 10/100/1000Base-T Ethernet (соединитель RJ-45). Габариты ИБП 302×112×382 мм, масса 13,2 кг. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/apc/>



#216

Наш журнал продолжает рубрику «Будни системной интеграции». Её появление не случайно и связано с растущим числом интересных системных решений в области АСУ ТП, с одной стороны, а с другой – с участившимися запросами в адрес редакции от различных предприятий с просьбами порекомендовать исполнителей системных проектов.

Цель рубрики – предоставить возможность организациям и специалистам рассказать о внедрённых системах управления, обменяться опытом системной интеграции средств автоматизации производства,

контроля и управления. Публикация в этой рубрике является прекрасным шансом прорекламировать свою фирму и её возможности перед многотысячной аудиторией читателей нашего журнала и с минимальными затратами привлечь новых заказчиков. Рубрика призвана расширить для специалистов кругозор в области готовых решений, что, несомненно, создаст условия для прекращения «изобретательства велосипедов» и для выхода на более высокие уровни системной интеграции.

## Беспроводной Ethernet на газовом месторождении в Сингапуре

Крекинг этилена – сложный и опасный процесс, нуждающийся в пристальном контроле с помощью самых современных средств автоматизации. Один из современных крекинговых комплексов построен недавно компанией Shell Eastern Petroleum Ltd. на острове Пулау Буком в Сингапуре. Система автоматизации этого комплекса, основанная на беспроводных технологиях WLAN, проектировалась и строилась компанией Yokogawa на оборудовании фирмы Hirschmann.

АСУ ТП комплекса базируется на сети Ethernet, состоящей из беспроводных точек доступа Wi-Fi Hirschmann BAT54-F X2 и модульных коммутаторов MS30, соединённых резервированным оптическим кольцом HIPER-Ring. Оборудование имеет европейский сертификат ATEX/IEC 60079 Zone 2, разрешающий его использование во взрывоопасных зонах. За счёт



применения беспроводных технологий Hirschmann АСУ ТП комплекса обеспечивает мгновенный доступ сотрудников ко всем данным технологического процесса из любой точ-

ки комплекса, поддерживая автоматический роуминг между точками доступа и надёжную идентификацию пользователей. ●

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

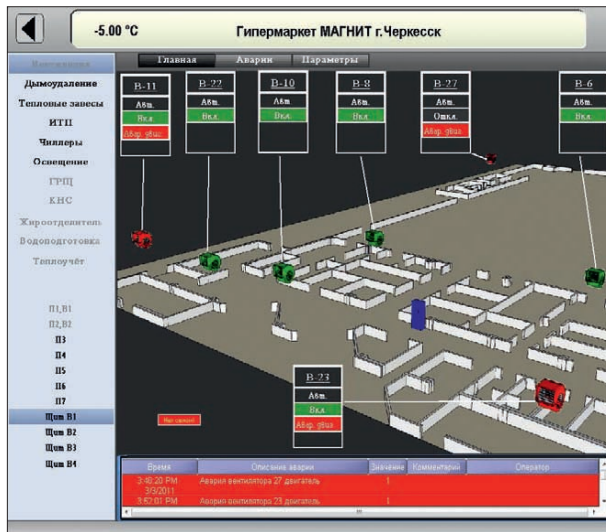
#49

## Развитие системы учёта энергоресурсов «АСКК Гипермаркет»

Компания «НОРВИКС ТЕХНОЛОДЖИ» приступила к адаптации типового решения «АСКК Гипермаркет» для использования в гипермаркете «Магнит» г. Черкесска.

Использование для управления инженерными системами типового решения позволит существенно сократить сроки и стоимость внедрения системы управления, не снижая качества и функциональности решения.

Проект адаптации включает в себя поставку и конфигурирование программно-технического комплекса «АСКК Модуль К» для обеспечения учёта энергоресурсов и «АСКК Гипермаркет» для подключения к устанавливаемым устройствам управления нижнего уровня и отображения на мемосхемах процессов управления с привязкой к конкретному проекту здания. В рамках проекта задействуется ПО ICONICS GENESIS32, OPC-серверы производства компании «НОР-



ВИКС ТЕХНОЛОДЖИ», аппаратное обеспечение FASTWEL AdvantiX.

Применение в гипермаркетах сети однотипных решений позволит без проблем подключать удалённые магазины к управлению через Единый диспетчерский центр для наблюдения за работой инженерных систем магазинов, мониторинга аварий. Кроме того, сбор и хранение информации по многим объектам даст возможность проводить анализ использования энергоресурсов не только по конкретному зданию, но и делать сравнения по нескольким похожим объектам. ●

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

#23

## Автоматизация взвешивания скрапа на 50-тонных весах

НПП «Модель» завершён проект по разработке, изготовлению и пусконаладке высоконадежных 50-тонных весов вагонного типа для взвешивания шихты (скрапа) для литейного производства на основе датчиков веса SCAME и контроллера на базе платы PCA-6742 Advantech со специальным ПО НПП «Модель».

Основная особенность весов – их способность выдерживать ударные нагрузки, во много раз превышающие рабочие усилия взвешивания. Весы используются совместно с рельсовым транспортом – передаточной тележкой, которая в процессе взвешивания находится на весовой платформе. Весы имеют встроенный контроллер, способный производить взвешивание по 5 сортам шихты. На встроенном индикаторе отображается вес каждого сорта шихты, общий вес, вес нетто, вес тары. Ведётся журнал работы шихтовщика и журнал завесов с привязкой по времени, которые сохраняются в



контроллере и могут быть выгружены на внешний носитель.

Все данные передаются автоматически через стандартную сеть передачи данных в систему верхнего уровня (протокол Ethernet/IPX). Датчики веса защищены от аварийной перегрузки



весовой платформы. Дополнительно к весовому контроллеру может быть подключено светодиодное табло большой яркости с высотой цифр 400 мм. ●

[www.model.nn.ru](http://www.model.nn.ru)

#346





**Карточка обратной связи**

Уважаемые читатели! Редакция журнала «СТА» проводит актуализацию информации о подписчиках журнала.

**Для получения бесплатной подписки на журнал «СТА»** заполните данную анкету

и отправьте её по факсу (495) 232-1653 или по адресу: 119313 Москва, а/я 26.

Анкету можно также заполнить на web-странице журнала «СТА» <http://www.STA.ru/>.

Обращаем Ваше внимание, что редакция оформляет бесплатную подписку только для квалифицированных специалистов, аккуратно и полностью заполнивших анкету.

**Для гарантированного получения журнала «СТА» Вы можете оформить платную подписку**

(информация на сайте <http://www.STA.ru/>)

Поля, отмеченные \*, обязательны для заполнения. Можно отмечать несколько пунктов в одном разделе анкеты.

/  Укажите в этом поле Ваш идентификационный номер из двух чисел, напечатанный на адресной наклейке конверта, в котором Вы получаете журнал, — это ускорит обработку анкеты.

Фамилия, имя, отчество\* \_\_\_\_\_  
Организация\* \_\_\_\_\_  
Должность\* \_\_\_\_\_  
Телефон\* \_\_\_\_\_  
E-mail\* \_\_\_\_\_  
Отдел \_\_\_\_\_  
Факс\* \_\_\_\_\_  
Сайт\* \_\_\_\_\_

Адрес предприятия\*: \_\_\_\_\_  
Почтовый индекс, город\*: \_\_\_\_\_  
Район, область\*: \_\_\_\_\_  
Адрес\*: \_\_\_\_\_

**Почтовый адрес для доставки журнала «СТА», если он отличается от адреса предприятия:**  
Почтовый индекс, город: \_\_\_\_\_  
Район, область: \_\_\_\_\_  
Адрес: \_\_\_\_\_

**Тип Вашей должности:**

- Руководитель/менеджер высшего звена
- Руководитель отдела, группы, участка, ...
- Менеджер по закупкам/снабжению
- Технический руководитель проекта
- Инженер-разработчик
- Инженер по технической поддержке/обслуживанию
- Научный сотрудник
- Другой \_\_\_\_\_

**Область деятельности Вашей организации\*:**

- Авиация, космонавтика, ВПК
- Добыча/транспортировка нефти/газа
- Энергетика
- Химическая и нефтехимическая пром-ть
- Телекоммуникации
- Транспорт
- Металлургия
- Горнодобывающая промышленность
- Машиностроение
- Приборостроение
- Строительная индустрия
- Легкая и пищевая промышленность
- Медицина
- Автоматизация зданий
- Сельское хозяйство
- Другая \_\_\_\_\_

**Вы рекомендуете, принимаете решение о применении или закупаете следующее оборудование:**

- Промышленные компьютеры
- Встраиваемые системы
- Программируемые контроллеры и распределенные системы ввода-вывода
- Программное обеспечение
- Средства операторского интерфейса
- Монтажные шкафы, корпуса и конструктивы
- Устройства сбора данных и управления, КИП
- Магистрально-модульные системы
- Электромоторы и приводы
- Оборудование для телекоммуникаций, сетей Ethernet и Fieldbus
- Оборудование для беспроводной передачи данных
- Оборудование для применения во взрывоопасных зонах
- Датчики, индикаторы и исполнительные устройства
- Источники питания
- Клеммы, кабели, электроустановочные изделия, монтажный инструмент
- Другое \_\_\_\_\_

**Вид деятельности Вашей организации\*:**

- Системная интеграция
- Производство мелкосерийное
- Производство крупносерийное
- Торговля оптовая
- Торговля розничная
- Научные исследования
- Опытно-конструкторские разработки
- Образование

**Количество сотрудников в Вашей организации:**

- До 10 чел.
- 10 - 50 чел.
- 50 - 100 чел.
- Более 100 чел.
- Более 1000 чел.

**Оборудование каких фирм Вы применяете?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы уже оформили подписку на 2011 г. через подписные агентства.

**Конкурс на лучшую статью**  
Укажите фамилию автора и название лучшей, по Вашему мнению, статьи из опубликованных в 2011 г.  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Обведите в таблице номер, который совпадает с номером, указанным в заинтересовавшей Вас рекламе или в рубриках «Демонстрационный зал», «БСИ»

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280
281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460
461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500

### REVIEW/Technology

- 6 Use of light emitting diodes in lighting solutions: history, current reality and future**  
*By Andrey Turkin*  
 The article is devoted to the use of light emitting diodes (LEDs) as light sources for lighting applications. The article describes historical aspects of the development of LED technology and gives an overview of state-of-the-art products from key producers. Also discussed are results of the introduction of LED lighting in various facilities. The article provides an assessment of the efficiency of such implementations and the potential to use the LED solutions in lighting systems.

### REVIEW/Embedded Systems

- 22 Choosing an embedded OS for your project**  
*By Nikolay Gorbunov*  
 The article gives an overview of typical embedded software project requirements and constraints, and provides a mapping between them and major characteristics of embedded OSes. A unified set of embedded OS comparison criteria is suggested, with a few examples of OS selection for a particular case, giving VxWorks, QNX, Wind River Linux, Windows Embedded and RTOS-32 as possible OS choices.
- 30 ADLINK Technology CompactPCI Hardware. Part I**  
*By Ivan Gurov*  
 Part I offers an overview of the basic model range of the 3U CompactPCI processor modules from ADLINK Technology, Inc., a Taiwan manufacturer. The article describes the main characteristics of solutions based on the CompactPCI architecture and gives a historical background of the company.

### REVIEW/Industrial Networks

- 38 Simplify your life with fieldbus in Zone 2**  
*By Andreas Hennecke*  
 In Zone 2 hazardous areas, energy limiting ignition protection type Ex nL (non-incentive) has been available to fieldbus users for years paving the way for instrumentation in an increasing number of installations. Compared to protection type Ex i (intrinsic safety), Ex nL has contradictory requirements that have led to ambiguity regarding correct dimension and construction of electrical circuits rather than the expected savings in installation and maintenance cost. The new directive "Ex ic intrinsic safety" is replacing Ex nL as of 2011. This article explores the improvements that can be realized by combining this new standard with FOUNDATION fieldbus H1 and PROFIBUS PA.

### SYSTEM INTEGRATION/Metallurgy

- 42 Cathode deposit cut quality control and monitoring in the Electrolysis automated control system**  
*By Nikolay Matyushkin, Valeriy Bezumov, Vladimir Novikov, Aleksandr Kabanov, Vladimir Andronov and Aleksandr Dunaev*  
 The article discusses the implementation of an optimization algorithm for improving one of the quality parameters of production of rare refractory metals by electrolysis in molten salts as a part of the Electrolysis automated control system.

### SYSTEM INTEGRATION/Oil & Gas Industry

- 46 Experience in upgrading process control system at the oil sludge processing unit**  
*By Svetlana Filatova and Sergey Evchenko*  
 The article describes a technological process employed in the Oil Sludge Processing Unit at Gazpromneft-ONPZ JSC. Also discussed is an upgrade of the process control system of this Unit based on the modern hardware and software. The article gives reasons for preference of these means and presents the architecture and functionality of the upgraded system.

### SYSTEM INTEGRATION/Construction Materials Industry

- 50 Use of the PCS7 control system and CEMAT application in cement industry**  
*By Bogdan Kudlak, Pavel Dekhtyarchuk and Andrey Navrotsky*  
 The article describes the control system of a kiln for burning the raw mix and making clinker when producing cement. This system has been introduced at Volyn-Cement OJSC (Zdolbunov, Ukraine).

### SYSTEM INTEGRATION/Building Automation

- 60 Remote monitoring, automatic diagnostics and control system for a complex of buildings of the Executive Office of the System Operator of the Unified Energy System of Russia**  
*By Gennadiy Gladyshev, Yurii Efimov and Anton Pribylov*  
 The article presents hardware and software solutions created when developing and commercializing the supervisory control system for the utilities systems of a complex of buildings of the Executive Office of the System Operator of the Unified Energy System of Russia. It describes a system approach to solving an extensive task – from the development of the user interface differentiated by groups of personnel as well as an appropriate security policy and evaluation of data reliability up to the use of in-house ActiveX elements. The project is a current typical solution for the tasks of dispatching control of life support systems for critical facilities such as the energy complex control stations, centers for processing bank-level data or data of federal significance and other similar facilities.

### SYSTEM INTEGRATION/Power Engineering

- 66 Upgrade of the telemechanic system in the Surgutskaya SDPS-2, a branch of OGK-4 OJSC**  
*By Yulia Voloshko, Aleksandr Danilov, Yurii Dmitriev and Aleksandr Perfiliev*  
 The article describes the structure and function of the telemechanic system introduced in the Surgutskaya State District Power Station-2, a branch of OGK-4 JSC. Also included is illustrative material that gives the full picture of the system. The similar Siemens hardware-based complexes are widely used in Russia.

### SYSTEM INTEGRATION/Food Industry

- 80 Upgrade of process control system of the finished product shop**  
*By Eduard Shtengel and Kirill Sporyagin*  
 When revamping the existing enterprises, the key requirements are minimization of idle time during the commissioning period and reduction of capital expenditures. The article presents the hardware-software solutions whose implementation allowed for fulfilling these requirements when upgrading the process control system of the finished product shop at a bread-baking complex.

### DEVELOPMENT/Food Industry

- 84 Use of the state-of-the-art automation technologies for the development of process control system for a dairy factory**  
*By Aleksandr Shvetsov*  
 The article describes an experience in using the Siemens state-of-the-art developments (APF TP libraries) for the food industry within process control system project for a dairy factory performed by NPO Elevar CJSC. Also discussed are the main stages of the development, use of the virtual plant model based on PHMIE and the basic hardware/software utilized in the process control system.

### HARDWARE/Networking Equipment

- 88 New horizons of the wireless Ethernet: 300 Mbit/s from the air**  
*By Ivan Lopukhov*  
 The article provides a historical overview and covers the advantages and specific features of Wi-Fi IEEE 802.11n standard. Also included is a review of the industrial equipment that meets the family of IEEE 802.11 standards.

### ENGINEER'S NOTEBOOK

- 92 Dynamic error in measuring channels of process control system**  
*By Victor Denisenko*  
 The article describes physical reasons and methods for evaluating dynamic error in measuring channels of a process control system. It is shown that in critical cases dynamic errors may far exceed static ones.

### SHOWROOM

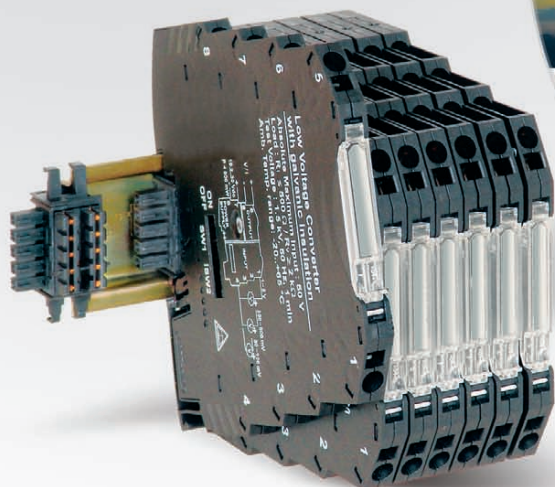
- 103 SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF**

- 109 NEWS**  
 44, 65, 76, 97

- CD-ROM IN THIS ISSUE**  
 Dataforth



Высокое качество,  
проверенное временем



**DSCP6x —**  
**НОВАЯ** компактная серия преобразователей сигналов

- Исполнение в ультракомпактном корпусе шириной 6,2 мм
- Пружинные клеммные зажимы Cage Clamp
- Трехуровневая изоляция до 1500 В
- Диапазон рабочих температур -20...+65°C

#96

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ DATAFORTH**

**PROSOFT®**

<b>МОСКВА</b>	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>С.-ПЕТЕРБУРГ</b>	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ЕКАТЕРИНБУРГ</b>	Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
<b>САМАРА</b>	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>НОВОСИБИРСК</b>	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КИЕВ</b>	Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
<b>УФА</b>	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КАЗАНЬ</b>	Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ОМСК</b>	Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>ЧЕЛЯБИНСК</b>	Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>КРАСНОДАР</b>	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
<b>Н. НОВГОРОД</b>	Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

# Сенсорные панели оператора



**WEINTEK**

**Allen-Bradley**  
**MODBUS RTU**  
 Telemecanique  
**ASCII Slave**  
**MODICON** (Schneider Electric)  
**idec**  
**SIXNET**  
**Bristol Babcock**  
**CT** (Control Technology Corporation)  
**Koyo** Direct Logic  
**GALIL**  
**KEYENCE**  
**CONTROL MICROSYSTEMS**  
**Compumotor**  
**YASKAWA**  
**EMERSON** Motion Control  
**GE Fanuc**  
**MITSUBISHI**  
**SIEMENS**  
**OMRON**  
**BALDOR**  
**Aromat**  
**MODBUS TCP/IP**  
**INDUS INDE SYST**



## Отличное решение по разумной цене!

- Размер экрана от 4,3 до 15 дюймов
- Сенсорный экран резистивного типа
- Встроенные порты Ethernet, USB, RS-232 и RS-485
- Одновременная работа до 4 коммуникационных протоколов
- Драйверы для большинства популярных типов ПЛК
- Бесплатное программное обеспечение конфигурирования

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WEINTEK**

**#459**

**PROSOFT®**

**МОСКВА** Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**С.-ПЕТЕРБУРГ** Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЕКАТЕРИНБУРГ** Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru  
**САМАРА** Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**НОВОСИБИРСК** Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КИЕВ** Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru  
**УФА** Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КАЗАНЬ** Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ОМСК** Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**ЧЕЛЯБИНСК** Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**КРАСНОДАР** Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru  
**Н. НОВГОРОД** Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru