



WWW.STA.RU

- **ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ОБОРОННОЙ
И АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЕЙ**
- **РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ
DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**
- **КОСМОНАВТИКА И АВИАЦИЯ**
- **ЗАЩИЩЁННЫЕ НОУТБУКИ**
- **РЕЗЕРВИРОВАНИЕ
В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ**



Компакт-диск компании ICONICS



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

ProSOFT®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Оптимальный выбор!



VxWorks

QNX

Wind River Linux

Windows
Embedded Standard

Windows
Embedded Compact (CE)

RTOS-32

ВСТРАИВАЕМЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

- Встраиваемые ОС и ОС реального времени
- Инструментарий разработки и отладки
- Системное и связующее ПО
- Поставки оборудования с предустановленной ОС

WWW.PROSOFT.RU/RTOS



ОФИЦИАЛЬНЫЕ ПОСТАВКИ И ПРЕДУСТАНОВКА НА ОБОРУДОВАНИЕ

#315

ProSOFT®

Москва

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

С.-Петербург

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

© СТА-ПРЕСС

NOVASTAR

Дизайн • Функциональность • Практичность



Ин**NOVA**ционный шкаф для 19" электронного оборудования

- ☒ Аудио- и видеотехника
- ☒ Лабораторные измерения
- ☒ Испытания и контроль

Технические характеристики

- 19-дюймовый разборный каркас из алюминиевого профиля
- Два класса нагрузки: Slim-line и Heavy-Duty
- Ширина всего 553 мм
- Высота от 360 (6U) до 2200 мм (47U)
- Глубина от 550 до 880 мм
- Боковой Т-образный паз для крепления консолей и пультов
- Легкое перемещение на роликовых опорах

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SCHROFF

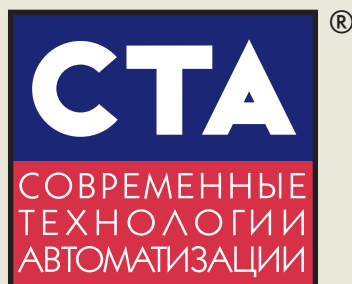
#74

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) 310-0106 • 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 Виктор Жданкин,
Константин Кругляк,
Виктор Половинкин,
Дмитрий Швецов,
Валерий Яковлев

Дизайн и вёрстка Анна Хортова,
Константин Седов

Служба рекламы Николай Кушнirenко
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
№ 1'2012 (62)
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 партнёров Торгово-промышленной палаты
Российской Федерации

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

Перепечатка материалов допускается
только с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы
несут компании-рекламодатели.
Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.
Ответственность за содержание статей несут авторы.
Мнение редакции не обязательно
совпадает с мнением авторов.
Все упомянутые в публикациях журнала
наименования продукции и товарные знаки являются
собственностью соответствующих владельцев.
© СТА-ПРЕСС, 2012

Фото на обложке
© Costa007 | Dreamstime.com



Уважаемые друзья!

Журнал «СТА» продолжает тему «Космонавтика». За время подготовки данного номера в этой отрасли произошёл ряд событий, наиболее важными из которых в силу своей принципиальной новизны можно считать запуск ракеты-носителя с космодрома Куру и старт корабля «Фобос-Грунт». Предыдущий номер рассказывал о стартовом комплексе космодрома Куру, и мы с радостью поздравляем участников проекта с успехом. К сожалению, запуск «Фобос-Грунта» закончился неудачно. Крушение красивого замысла и неспособность повторить многое из ранее пройденного усугубились опасностью того, что несгораемые детали корабля «Фобос-Грунт» могут не просто пополнить «подводную спутниковую группировку», а в прямом смысле свалиться на голову.

Последовавшее затем падение спутника «Меридиан» лишний раз показало наличие кризисных явлений в российской космической отрасли. Однако статус ведущей космической державы не оставляет России другого пути, кроме как, работая над недостатками, постоянно двигаться вперёд.

Вопросам элементной базы для космической аппаратуры посвящён обзор радиационно-стойких гибридных компонентов систем электропитания. Задаче обеспечения требуемой надёжности космической техники посвящена статья об автоматизированных испытательных системах контроля сложных объектов. Эта же задача, но уже в сочетании с требованиями реального времени и адаптивностью управления, решается в статье об антенном комплексе космической связи.

Многие приложения в космической, авиационной и оборонной отраслях требуют использования высокопроизводительных надёжных многопроцессорных вычислительных систем. Такого рода системы специального назначения могут быть созданы на основе магистрально-модульных систем стандарта AdvancedTCA, которым посвящена одна из статей номера.

Журнал рассказывает о защищённых ноутбуках и об опыте их применения в системе бортовых измерений для лётных испытаний малоразмерных воздушных судов.

Особого внимания заслуживает обзор принципов резервирования промышленных сетей.

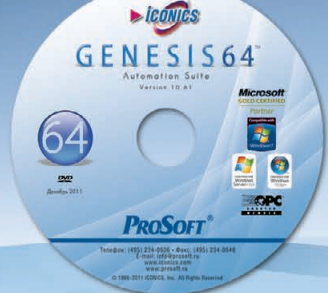
В номере также представлены проекты автоматизации процессов химико-термической обработки и очистки промышленных стоков, сделан обзор информационно-рекламных средств визуализации, даны практические рекомендации по вопросу суммирования погрешностей измерений. В дополнение к этому рассмотрены методы интеграции устройств с нестандартным протоколом в SCADA GENESIS32, что перекликается с содержимым прилагаемого компакт-диска, посвящённого этому же продукту.

С наступившим Новым годом!

Всего Вам доброго!

Сорокин

С. Сорокин



GENESIS 64™

Новые возможности для развития бизнеса

В этом номере Вы найдёте компакт-диск компании ICONICS

СОДЕРЖАНИЕ 1/2012

ОБЗОР Технологии

6 Современные средства визуализации как инструмент для бизнеса

Денис Рубио

Тема статьи – обзор современных средств отображения информации и сфер их применения. Особое внимание уделено наиболее распространённым в России решениям и средствам визуализации.



ОБЗОР Встраиваемые системы

14 AdvancedTCA для построения систем в оборонной и аэрокосмической отраслях

Александр Буравлёв

Многие задачи обороны и безопасности требуют использования высокопроизводительных встраиваемых процессоров серверной архитектуры. Обсчёт данных радаров, сервер шифрования/дешифрования, системы помощи в принятии решений на основе анализа графической информации в режиме реального времени, автоматизация ситуационного центра – вот неполный перечень задач, которые можно успешно решать с помощью систем, построенных на базе модульных платформ стандарта ATCA.



ОБЗОР Промышленные сети

18 Концепция параллельного и кольцевого резервирования

Иван Лопухов

В статье рассматриваются новые принципы резервирования промышленных сетей Ethernet, их особенности, преимущества перед существующими технологиями и перспективы применения в реальных сетевых устройствах.

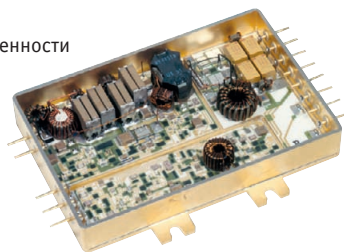


ОБЗОР Аппаратные средства

26 Радиационно-стойкие гибридно-плёночные DC/DC-преобразователи – стандартные компоненты систем электропитания КА

Виктор Жданкин

В статье рассматриваются особенности конструирования гибридно-плёночных DC/DC-преобразователей, предлагаемых компанией International Rectifier (США), различные способы создания систем электропитания космических аппаратов (КА) и влияние требований системы на технические параметры модулей питания. Особое внимание уделяется требованиям к радиационной стойкости и контролю качества при производстве таких модулей. Представлены некоторые популярные модели DC/DC-преобразователей и перспективные изделия этого класса.



42 В огне не горят, в воде не тонут. Дорогие полевые товарищи. Часть 2

Сергей Дронов

В статье речь идёт о технологиях защиты от влаги, пыли и вибраций конструктивных элементов ноутбука в промышленном исполнении. Также поясняется, когда имеет смысл замена коммерческого ноутбука на промышленный аналог. Приводятся примеры применения защищённых ноутбуков на железнодорожном транспорте и на поле боевых действий.



СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ Космонавтика

48 Опыт использования конструктивов фирмы Schroff платформы Varistar при разработке АИС

Валерий Наумкин,
Игорь Сурженко,
Сергей Шляхтин,
Владимир Будяков

В данной статье рассмотрены принципы построения и опыт разработки автоматизированных испытательных систем контроля сложных высокотехнологичных объектов на базе конструктивов фирмы Schroff платформы Varistar. Показано, что использование этих конструктивов оправданно с точки зрения надёжности и безотказности.



52 Распределённая система управления антенным комплексом

Елена Петрушкова, Сергей Чадов, Алексей Морозов, Марат Мусин

Представлена распределённая система управления многоканальным радиотехническим комплексом в реальном масштабе времени. Описаны аппаратная и программная архитектура, особенности реализации.



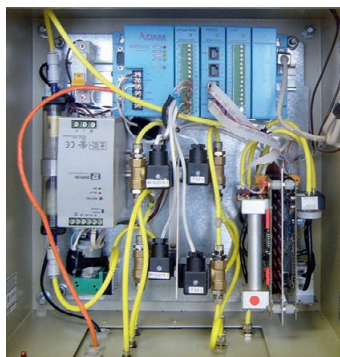
СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ Машиностроение

56 Автоматические системы управления технологическими процессами газовой цементации

Болеслав Виленчик, Вячеслав Попов

Рассмотрены процессы химико-термической обработки металлов, в частности газовой цементации. Применительно к задаче создания автоматической системы управления технологическими процессами газовой цементации описаны методы и средства измерения углеродного потенциала печной атмосферы.

Представлены технические средства автоматической системы управления и основные элементы её программного обеспечения. Приведены примеры практической реализации автоматической системы управления технологическими процессами газовой цементации.



СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ Экология

66 Автоматизированная система диспетчеризации и управления процессом очистки промышленных стоков

Григорий Рудой

В статье рассмотрены вопросы создания системы диспетчеризации и автоматизированного управления станцией биологической очистки Сегежского ЦБК. Описан практический опыт внедрения оборудования фирмы Advantech и построения на базе SCADA GeniDAQ системы сбора данных на 1600 точек. Представлены особенности реализации проекта и применённые аппаратно-программные решения для достижения требуемой точности и надёжности функционирования системы.



РАЗРАБОТКИ

Авиация

74 Малогабаритная система бортовых измерений для лётных испытаний воздушных судов малой размерности

Александр Брагин, Артём Лукьянов

С целью устранения недостатков и эксплуатационных ограничений ранее применяемых систем бортовых измерений, а также для повышения качества, безопасности и информативности испытаний специалистами СибНИА был разработан действующий образец автоматизированной малогабаритной системы бортовых измерений для воздушных судов малой размерности. Система позволяет сократить сроки на подготовку, проведение и обработку результатов лётных испытаний, а также проводить анализ полётных данных в темпе эксперимента и выдавать текущую информацию непосредственно при выполнении испытательных режимов.



РАЗРАБОТКИ

Промышленность стройматериалов

84 Автоматизированная система управления термовлажностной обработкой силикатного кирпича

Игорь Черняк

Рассматриваемая в данной статье АСУ предназначена для контроля, регулирования и управления процессом термовлажностной обработки силикатного кирпича в автоклавах. Аппаратная часть АСУ выполнена на базе контроллера SIMATIC S7-300 с применением станций распределённого ввода-вывода ET200S.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ Инструментальные системы

88 Интеграция устройств с нестандартным протоколом в SCADA GENESIS32

Виктор Буц, Владислав Юрчаев

Рассматриваются общепринятые методы интеграции устройств в OPC совместимые SCADA и проблемы, возникающие при их реализации. Предлагается нетрадиционный вариант подключения к SCADA GENESIS32 устройств с нестандартным протоколом.

В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

92 Суммирование погрешностей измерений в системах автоматизации

Виктор Денисенко

Погрешность измерения технологических параметров обычно приходится рассчитывать, зная метрологические характеристики датчиков, измерительных преобразователей, модулей аналогового ввода, а также погрешности программного обеспечения. При этом возникает вопрос, как правильно суммировать указанные компоненты погрешности. В статье рассматриваются методы решения этого вопроса на основе анализа природы погрешностей и выполнения положений нормативных документов по метрологии.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

103

БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

109

НОВОСТИ

12, 55, 90, 95



Денис Рубио

Современные средства визуализации как инструмент для бизнеса

Тема статьи – обзор современных средств отображения информации и сфер их применения. Особое внимание уделено наиболее распространённым в России решениям и средствам визуализации.

Средства визуализации прочно вошли в жизнь современного человека. Каждый раз, заходя за продуктами в супермаркет или гипермаркет, мы неизменно сталкиваемся глазами с множеством мониторов, которые призывают нас сделать выбор в пользу того или иного продукта. Разнообразные видеоэкраны встречаются нас по пути на работу на улицах города и в метрополитене. Ожидая своей очереди к врачу в медцентре, мы коротаем время за просмотром развлекательно-рекламной информации на дисплеях. Словом, средства визуализации представлены почти во всех сферах жизни. При этом для разных рынков, разных сфер применения существуют свои специализированные средства, некоторые из них мы рассмотрим в этой статье.

ДИСПЕЧЕРСКИЕ И СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ

Несомненно, главным атрибутом диспетчерской или ситуационного центра является большой основной экран (видеостена), на который выводится вся необходимая рабочая информация. Причём не столь важно, что именно будет отображать экран – положение газовых заслонок в ГТС в диспетчерской Газпрома или местонахождение МКС на орбите в операторском зале ЦУП, – технические требования к подобным видеоэкранам предъявляются самые жёсткие, и основными из них

являются длительный срок службы, минимальный межмодульный шов, высокое разрешение каждого модуля и, как следствие, всей видеостены для качественного отображения мелких деталей, возможность эксплуатации в круглосуточном режиме, простота замены неисправного модуля без разбора всей конструкции. На сегодняшний день существует ряд решений, позволяющих удовлетворить эти требования; к таким решениям относятся видеопроекционные кубы, плазменные или жидкокристаллические (LCD) модули со сверхтонкой рамкой. У всех решений есть как достоинства, так и недостатки, например, видеопроекционные кубы отличаются среди прочих решений самым малым межмодульным зазором порядка 0,3 мм, но обладают большими габаритами и имеют высокую стоимость. Видеостены на плазменных модулях имеют умеренный межмодульный стык порядка 2 мм, однако обеспечивают низкое разрешение каждого модуля – 853×480 пикселей. Пожалуй, наиболее продуктивным решением для использования в качестве видеостен в диспетчерских и ситуаци-

ционных центрах являются видеоэкраны на основе LCD-модулей, которые обладают рядом преимуществ, недоступных другим решениям. В качестве примера рассмотрим LCD-модули производства компании Goodview Electronics (рис. 1). Достаточный диапазон диагоналей LCD-модулей (40, 46 и 55 дюймов) позволяет с лёгкостью проектировать видеоэкраны необходимых размеров. Приемлемый межмодульный зазор (от 5,7 мм) и разрешение каждого модуля до Full HD (1920×1080 пикселей) обеспечивают высококачественное отображение любого видеоматериала, как динамического, так и статического, в том числе и со сверхвысоким разрешением.



Рис. 1. Видеостена 2×2 Goodview Electronics



Рис. 2. Профессиональные мониторы Goodview Electronics

Встроенный в каждый модуль контроллер позволяет создавать видеостены произвольной конфигурации с размерностями до 15 модулей по горизонтали на 15 модулей по вертикали. Программа управления видеостеной, поставляемая в комплекте, позволяет осуществлять удалённое управление; протоколы управления открыты и могут быть интегрированы в любую внешнюю систему управления. Высокие яркость (до 700 кд/м²) и контрастность (до 4500:1) обеспечивают качественное воспроизведение мелких деталей изображения. Встроенная функция компенсации межмодульных швов за счёт сдвига изображения вдоль них не позволит потерять с экрана ни одной детали изображения, ни одного пиксела. Дополнительным плюсом LCD-технологии перед другими решениями является отсутствие эффекта памяти у LCD-панели, в результате чего при длительном отображении статичного материала не остаётся следов его воспроизведения. Необходимо также отметить, что LCD-модули, как правило, дешевле, чем плазменные модули, и существенно дешевле, чем видеопроекционные кубы.

Однако использование видеостен на основе LCD-панелей не ограничивается только диспетчерскими и ситуационными центрами. На сегодняшний день своё применение такие видеостены нашли и на телевидении, и в развлекательных центрах и ночных клубах, и в выставочной деятельности, и в супер- и гипермаркетах для отображения рекламной информации — словом, везде, где необходимо произвести впечатление на посетителя.

Предприятия торговли и сферы питания

Наибольшую распространённость на предприятиях торговли получили отдельно расположенные LCD-мониторы. Как правило, схема размещения рекламных мониторов в торговых центрах делится на несколько зон: прикассовую зону супермаркета, используемую в целях трансляции рекламы для покупателей, стоящих в очередях к кас-

сам, зоны различных отделов (мясного, молочного и т.д.) или зону торговых рядов, а также зону ресторанов быстрого питания. Вообще предприятия торговли — это те места, где средства визуализации встречаются наиболее часто, так как именно тут сосредоточены потенциальные покупатели и именно в местах торговли проще заставить потребителя сделать свой выбор в пользу того или иного продукта, здесь и сейчас. Также неплохо зарекомендовало себя размещение рекламно-информационных мониторов в кафе и ресторанах в качестве дополнительного инструмента привлечения клиентов. Основными требованиями, предъявляемыми к дисплеям для предприятий торговли и сферы питания, являются возможность их эксплуатации не менее 20 часов в сутки, а в некоторых случаях и круглосуточно, и иногда возможность дистанционного управления ими, что вынуждает использовать для этих целей профессиональные мониторы. К сожалению, в России владельцы и операторы рекламно-информационных сетей в целях экономии первоначальных затрат чаще всего предпочитают использовать для трансляции рекламы бытовые телевизоры. Однако такая экономия с течением времени приводит к дополнительным расходам на дополнительный ремонт и замену вышедших из строя бытовых телевизоров, поскольку они не предназначены для применения со среднесуточной продолжительностью непрерывной эксплуатации более 8 часов. Статистика показывает, что при эксплуатации по 20 и более часов в сутки бытовые телевизоры нуждаются в регулярном ремонте преобразователей питания, и зачастую сервисные центры отказывают в гарантийном ремонте в связи с коммерческим использованием бытового телевизора. Взвесив все плюсы и минусы, можно прийти к выводу, что более оправданным решением для организации трансляции рекламы на предприятиях торговли и сферы питания всё-таки является использование профессиональных мониторов, например мониторов Goodview Electronics.

Линейка этих мониторов (рис. 2) изготавливается на основе профессиональных матриц Samsung, позволяет эксплуатировать их в круглосуточном режиме, имеет широкий ряд размеров с диагоналями от 19 до 82 дюймов. Все профессиональные дисплеи Goodview обладают высокой яркостью (до 600 кд/м²) и контрастностью (до 5000:1), отображают видеоконтент с разрешением до Full HD (1920×1080 пикселей). Дисплеи Goodview оснащены всеми современными аналоговыми и цифровыми интерфейсами для входящих видеосигналов, позволяют осуществлять удалённое управление ими по интерфейсу RS-232. Они оснащены датчиком контроля температуры и системой принудительного охлаждения. При всех перечисленных достоинствах эти мониторы в дополнение отличаются одной из самых низких цен на российском рынке профессиональных дисплеев.

Таким образом, применение профессиональных дисплеев для трансляции рекламы на предприятиях торговли и питания более целесообразно, чем мнимая экономия при использовании бытовых телевизоров для этих целей.

Предприятия транспорта, спортивные сооружения, уличная реклама

Ещё одной, в России, к сожалению, не слишком развитой областью применения LCD-мониторов является использование их для информирования и трансляции рекламы на улицах. Например, это могут быть мониторы на остановках общественного транспорта и железнодорожных станциях, которые могли бы информировать пассажиров о маршрутах и времени отправления и ожидания транспортных средств, а также транслировать рекламную информацию. На въездах в подземные автостоянки мониторы могут информировать водителей о наличии мест и стоимости стоянки. На них можно отображать информацию о меню рядом расположенного ресторана или просто использовать их для уличной динамичной видеорекламы в качестве замены статичным билбордам. Технические

требования к таким уличным мониторам существенно строже, чем к обычным профессиональным мониторам для эксплуатации в помещениях: помимо возможности эксплуатации в круглосуточном режиме это и устойчивость к низким

и высоким температурам, и вандалоустойчивость корпуса и экрана, и повышенная пылевлагозащищённость, и способность отображать яркое и контрастное изображение в условиях прямой солнечной засветки экрана. В мире существует достаточное количество производителей уличных мониторов, в том числе и в России, однако большая часть их продукции представляет собой обычные мониторы, изготовленные в металлическом корпусе и включающие в свой состав нагревательные элементы и элементы охлаждения. Не ограничиваясь только этим, некоторые производители пошли дальше и создали более полные, комплексные уличные решения. Например, уличные мониторы Midas итальянской компании Global Display Solutions (рис. 3) включают в свой состав профессиональную LCD-панель, светодиодные лампы подсветки, нагревательные и охлаждающие элементы, стойкий антивандальный корпус и экран, контроллер и датчики состояния внутренней и внешней среды (обеспечивают выключение монитора, в случае если температура окружающей среды вышла за заданные рамки, а также изменение яркости при изменении внешней освещённости, что ведёт к увеличению ресурса монитора). Эти мониторы предназначены для круглосуточной эксплуатации в температурном диапазоне от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$ и обеспечивают класс пылевлагозащиты IP65. Основной отличительной и уникальной особенностью всепогодных антивандальных мониторов Midas является технология G-Bond. Её суть состоит в следующем: пространство между LCD-панелью и защитным экраном заполняется специальным гелем, который при попадании на него прямых солнечных лучей частично их поглощает, а частично преломляет — при этом изображение на экране остаётся ярким и контрастным. В дополнение к этому гель защищает LCD-матрицу от выгорания при эксплуатации под солнцем. Ни одна технология в



Рис. 3. Всепогодный антивандальный монитор Midas 46

мире, например антибликовое покрытие экрана, не позволяет достичь таких результатов, как технология G-Bond. Мониторы Midas могут по желанию заказчика оснащаться встроенным ПК, они доступны в вертикальном и горизонтальном исполнениях, в качестве опции можно заказать крепления на стену или потолок, односторонние или двухсторонние. Для заказа в данное время доступны всепогодные антивандальные мониторы Midas с диагоналями 32 и 46 дюймов.

Что же делать, если возникает необходимость трансляции большого изображения на улицах города? Решением такой задачи является использование светодиодных экранов.

Светодиодные экраны — это экраны, выполненные на основе светодиодов основных цветов (красный, зелёный, синий, и иногда добавляются дополнительные светодиоды белого цвета), объединённых в пиксели, которые, в свою очередь, объединены в модули, из коих, как конструктор, собирается весь экран. На основе таких модулей можно построить как небольшие, так и гигантские экраны для трансляции видеoinформации. Области применения этих экранов весьма широки — от крупноформатных светодиодных табло для трансляции рекламы, в том числе и социальной, на улицах города и для установки на спортивных аренах (футбольных стадионах, ледовых дворцах и т.п.) до использования на средних и больших концертных и выставочных площадках. Подразделяются светодиодные экраны на дискретно-вертикальные (рис. 4), где

пиксел сформирован из отдельных корпусированных светодиодов, и интегральные (рис. 5), где пиксел выполнен на базе объединённых в едином конструктиве светодиодов всех основных цветов («три в одном»).

И дискретно-вертикальные модули, и интегральные модули имеют одну общую техническую характеристику, на основе которой осуществляется проектирование и расчёт светодиодных экранов, — межпиксельный шаг. Чем он меньше, тем меньше расстояние для комфортного просмотра видеоэкрана (отсутствие пикселизации). Однако чем он больше, тем такой видеоэкран проще в изготовлении и, соответственно, дешевле. Поэтому экран для каждой конкретной задачи рассчитывается индивидуально. Согласно статистике в России наибольшее применение находят светодиодные видеоэкраны на основе вертикально-дискретных модулей с межпиксельным шагом в 20 и 25 мм, и происходит это, как правило, из-за их дешевизны. Определяется зависимость расстояния комфортного просмотра видеоэкрана и межпиксельного расстояния достаточно просто: например, для межпиксельного расстояния в 20 мм рекомендуемое расстояние просмотра составит от 20 метров, а для 10 мм, соответственно, от 10 метров. Причём зависимость эта весьма условна: например, для человека, имеющего низкую остроту зрения глаз, рекомендованное расстояние просмотра будет меньше, чем для человека с идеальной остротой зрения. Передача информации на видеоэкран от источника сигнала осуществляется посредством кабеля типа «витая пара»



Рис. 4. Дискретно-вертикальный модуль светодиодного экрана

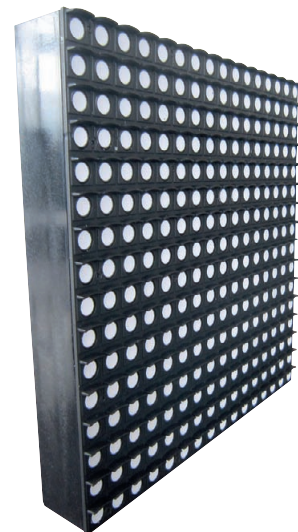
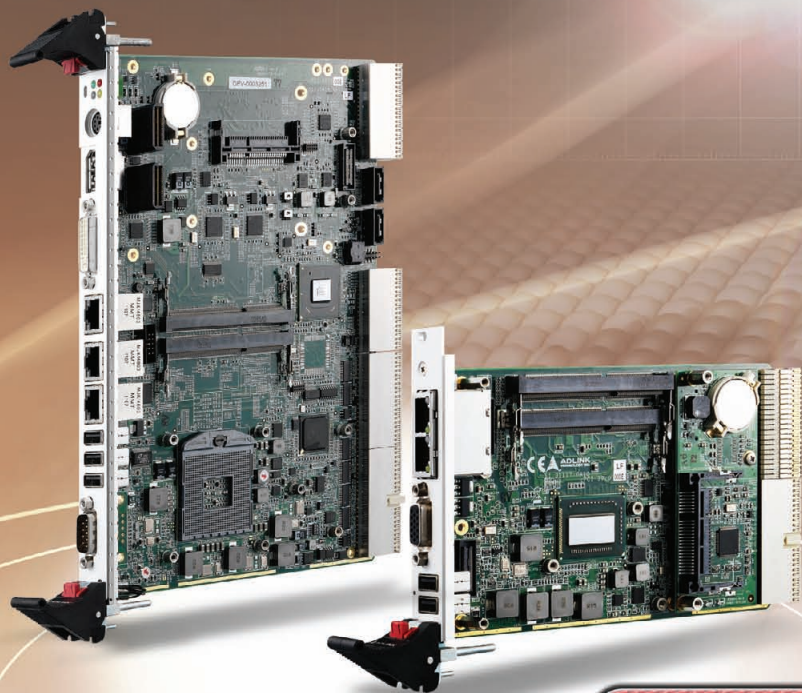


Рис. 5. Интегральный («три в одном») модуль светодиодного экрана

Второе поколение Intel® Core™ i7 CompactPCI®



ADLINK
TECHNOLOGY INC.



**РАСШИРЕННЫЙ
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН**

Добавь мощности своему решению



включи ADLINK

cPCI-6210

**6U CompactPCI®
процессорный модуль**

- 4-ядерный процессор Intel® Core™ i7-2710QE
- Дисплейный порт с поддержкой графических интерфейсов DVI и VGA
- Поддержка работы в качестве ведущего в системном слоте и в качестве отдельного вычислительного модуля в периферийных слотах
- Интерфейсы SATA 6 Гбит/с и CFast
- PCI Express Gen2 x8, XMC-слот для версии 8NP

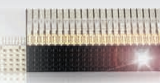


cPCI-3970/3971*

**3U CompactPCI®
процессорный модуль**

- 2-ядерный процессор Intel Core i7-2655LE с ECC-памятью
- Дисплейный порт с поддержкой графических интерфейсов DVI и VGA
- Поддержка работы в качестве ведущего в системном слоте и в качестве отдельного вычислительного модуля в периферийных слотах
- Поддержка IPMI для контроля состояния системы
- Интерфейсы SATA 6 Гбит/с и CFast

*cPCI-3971 соответствует CompactPCI® PlusIO (PICMG 2.30).



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADLINK

#385

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) 310-0106 • 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

© СТА-ПРЕСС

или оптической линии связи с использованием специальных преобразователей. Уличные модификации видеоэкранов надёжно защищены от непогоды и экстремальных температур. Так, уличные светодиодные экраны производства НПО «СиДа» (КНР) способны работать в температурном режиме от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$ (рис. 6). Все светодиодные модули, выпускаемые этим объединением, выполнены на светодиодах



Рис. 6. Уличный светодиодный экран НПО «СиДа»

Сее и имеют широкий спектр межпиксельных расстояний: для уличных дискретно-вертикальных экранов — от 16 до 25 мм, для уличных интегральных экранов — от 8,5 до 12 мм, и для экранов, предназначенных для эксплуатации в помещениях, — от 3,98 до 10 мм. Светодиодные экраны НПО «СиДа» отличаются сверхвысокой яркостью (до 7000 кд/м^2) и характеризуются длительной наработкой на отказ (не менее 100 000 часов — 11,5 лет постоянной работы). Широкие углы обзора по горизонтали и вертикали делают эти светодиодные экраны пригодными для эксплуатации с размещением их на высоких зданиях. Все приведённые характеристики светодиодных экранов производства НПО «СиДа» позволяют поставить данные изделия в один ряд с продукцией лучших мировых брендов. При этом надо учитывать, что эти изделия имеют весьма умеренную стоимость.

Музеи, выставочно-торговые центры, образовательные учреждения

Стоит отметить ещё один вид LCD-мониторов, получивший большое распространение за последние годы, — интерактивные LCD-мониторы. Интерактивный монитор — это LCD-дисплей, интегрированный в один корпус



Рис. 7. Интерактивный монитор Lumin Vision

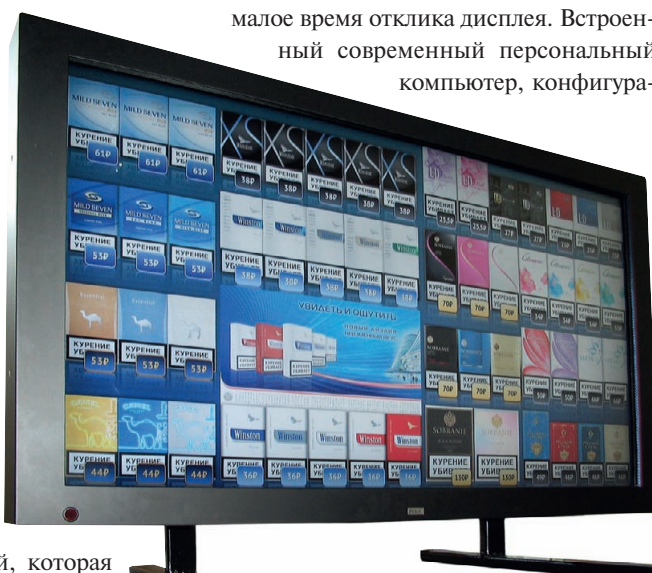


Рис. 8. Интерактивный монитор ПРОСОФТ с диагональю 40 дюймов

с персональным компьютером и интерактивной насадкой, которая осуществляет обратную связь с пользователем и служит средством ввода информации. Сфера применения интерактивных мониторов — от платёжных терминалов, интерактивных гидов в музеях, торговых и бизнес-центрах до образовательных учреждений. С помощью интерактивных мониторов пользователь может быстро и легко найти интересующую его информацию (например, расположение нужного ему магазина в большом торговом комплексе), получать учебную информацию в доступной форме и лучше её усваивать. Различаются такие мониторы, как правило, по двум основным параметрам — это диагональ дисплея и технология обеспечения обратной связи. Чаще всего встречаются резистивный сенсорный экран (например, в платёжных терминалах) и оптический сенсорный экран для мониторов с большой (от 32 дюймов) диагональю. Так, в интерактивных мониторах Lumin Vision (Южная Корея) и ПРОСОФТ (Россия), внешний вид которых представлен на рис. 7 и 8 соответственно, используются оптические интерактивные насадки. Широкий спектр диагоналей (от 32 до 82 дюймов) позволяет использовать их для решения множе-

ства задач — от навигации по большим зданиям, получения информации по запросу, трансляции рекламы до использования в ситуационных центрах. Интерактивные мониторы ПРОСОФТ изготавливаются на основе профессиональной матрицы Samsung, имеют высокие показатели яркости (до 600 кд/м^2) и контрастности (до 5000:1), малое время отклика дисплея. Встроенный современный персональный компьютер, configura-

ция которого может быть изменена по запросу заказчика, позволяет работать с большинством интерактивных приложений, воспроизводить видео Full HD (1920×1080 пикселей). Высокая точность позиционирования курсора и малое время отклика на касание обеспечивают комфортный обмен данными с монитором. Работа с интерактивными мониторами не требует использования каких-либо специальных приспособлений, ввод информации осуществляется рукой или любым предметом. Управление интерактивным монитором обеспечивается с помощью интерфейсов RS-232 и пульта инфракрасного дистанционного управления. Умеренные размеры, вес, энергопотребление и невысокая стоимость ставят их в один ряд с интерактивными мониторами лучших мировых производителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разумеется, применение средств визуализации, о которых рассказано в данной статье, не ограничивается только перечисленными сферами. Их, конечно же, гораздо больше. С другой сто-



Современные панельные ПК для различных областей применения

**Combo Gigabit LAN
(SFP оптоволоконно/
RJ-45)**



PPC-5152-D525

15" промышленный панельный ПК с возможностью установки плат расширения

- Безвентиляторная система с двухъядерным процессором Intel® Atom™ D525 1,8 ГГц
- Возможности установки плат расширения: 2×PCI или 1×PCI + 1×PCIe x1
- Прочная алюминиевая конструкция лицевой панели с защищённым разъёмом USB
- Технология SuperSpeed USB 3.0 с оптимизированным энергопотреблением
- Два комбинированных Ethernet-порта (10/100/1000Base-T(X) или 1000Base-SFP)
- Напряжение питания 9–36 В (пост. тока)



UPC-V312-D525

**12,1" прочный алюминиевый промышленный ПК
с удобным сетевым подключением**

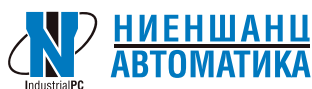
- Безвентиляторная система с двухъядерным процессором Intel® Atom™ D525 1,8 ГГц
- Прочное литое алюминиевое шасси со степенью защиты IP65
- Конструкция MIMO 3T3R, Wi-Fi с двумя диапазонами 2,4/5 ГГц по стандарту 802.11a/b/g/n
- Двойной вход питания 9–36 В пост. тока для обеспечения резервирования
- Опциональная установка 4-канальной платы видеозахвата



AFL2-12A-HM65/D525

12,1" полупромышленный панельный ПК AFOLUX II

- Решение на базе процессоров Intel® 2-го поколения Core™ i7/i5/i3 и Intel® Atom™
- 5-проводной резистивный сенсорный или проекционно-ёмкостный экран со степенью защиты IP64
- Порт HDMI для изображений высокого качества на втором дисплее (только для модели HM65)
- Веб-камера 1,3 Мпикс, микрофон и два динамика (2,1 Вт)
- Опционально устройство считывания карт с магнитной полосой/ смарт-карт



Компания «Ниеншанц-Автоматика»

www.nnz-ipc.ru / ipc@nnz.ru

Тел.: +7 (812) 326-2002

Тел.: +7 (495) 980-6406



Компания IPC2U

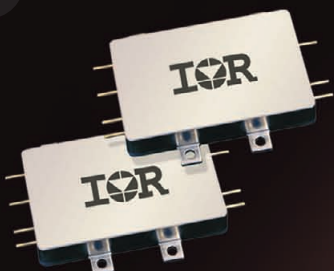
www.ipc2u.ru / sales@ipc2u.ru

Тел.: +7 (495) 232-0207

Факс: +7 (495) 232-0327

www.ieiworld.com

Радационно-стойкие DC/DC-преобразователи



Серия LS со встроенным помехоподавляющим фильтром

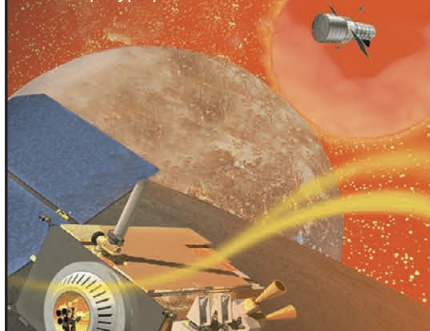
Габаритные размеры:
38,1×58,42×10,8 мм

Основные характеристики

- диапазон входных напряжений 18...40 В
- выходные напряжения от 1,5 до 15 В
- выходные мощности от 12 до 30 Вт
- встроенный помехоподавляющий фильтр на входе обеспечивает соответствие требованиям стандарта MIL-STD-461C, CE03 к кондуктивным помехам
- КПД до 83%
- гарантированное отсутствие одиночных эффектов от воздействия протонов и ионов с ЛПЭ до 82 МэВ·см²/мг, значение поглощенной дозы 100 крад (Si)
- вес < 80 г

Применение

аппаратура ракетно-космической техники



International
IOR Rectifier

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР
INTERNATIONAL RECTIFIER HIREL В РОССИИ

ProSoft[®]
COMPONENTS

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

#350

Реклама

роны, почти всегда есть возможность комбинировать разные средства визуализации на одном объекте, например, использовать на станции метрополитена профессиональные мониторы для трансляции рекламы, а перед входом в вестибюль — всепогодные мониторы для информирования пассажиров. Многообразие различных мониторных решений, доступных на сегодняшний день для использования в бизнесе, позволяет как никогда гибко применять их, привлекая к своей продукции или услу-

ге новых потребителей, расширять или завоевывать новые рынки сбыта, получать дополнительную прибыль. Ведь, по сути дела, все современные средства визуализации — это дополнительный продуктивный инструмент для ведения бизнеса. А выбор, как всегда, остаётся за Вами! ●

**Автор — сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 232-1687
E-mail: avs@prosoft.ru**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Новости ISA

С 1 января 2012 года к выполнению обязанностей президента Российской секции ISA приступил проректор по учебно-методической работе Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП), профессор Боер Виктор Матвеевич. Он сменил на этом посту декана факультета инноватики и базовой магистерской подготовки ГУАП, профессора Семёнову Елену Георгиевну, которая награждена почётным дипломом ISA.

17 сентября 2011 года в Брюсселе объявлены время и место проведения очередного заседания исполкома ISA округа 12 региона EMEA (Европа, Ближний Восток и Африка). Оно состоится в Португалии в первой половине мая 2012 года.

27 октября 2011 года на заседании учёного совета ГУАП почётным доктором ГУАП избран профессор университета города Катании (Италия) Orazio Mirabella — координатор с итальянской стороны договора о сотрудничестве между университетом Катании (Италия) и ГУАП, подписанного 15 марта 2001 года. Профессор Mirabella — известный специалист в области компьютерных сетей, систем управления реального времени, нейронных сетей, лауреат награды The Don W. Thompson Award (ISA). Более 10 лет он является научным руководителем студенческой секции ISA университета Катании. Торжественное вручение мантии почётного доктора ГУАП состоится весной 2012 года.

3—4 ноября 2011 года в городе Энна (Италия) в университете Kore Enna (UKE) президент ISA 2009 года, профессор университета штата Индиана (ISU) Gerald Cockrell и вице-президент ISA 2007-2008 годов А.В. Бобович приняли участие в церемонии официального открытия новой



Участники пленарного заседания конференции в университете Kore Enna

студенческой секции ISA на базе UKE и в двухдневной программе конференции по технологиям автоматизации и информатизации (Information and Automation Technologies Meeting). В течение двух дней студенты, аспиранты, профессора UKE и специалисты ряда компаний выступали с докладами по современным проблемам автоматизации. Также были обсуждены вопросы международного сотрудничества между университетами ГУАП, UKE, ISU. Стороны договорились о проведении круглого стола по сотрудничеству между университетами в рамках XIII Международного форума «Формирование современного информационного общества: проблемы, перспективы, инновационные подходы». Форум пройдет с 5 по 10 сентября 2012 года в Санкт-Петербурге.

22 ноября 2011 года состоялось первое занятие Интернет-семинара по управлению проектами (Practical project management: learning to manage the professional), который уже в седьмой раз проводит для студентов ГУАП профессор ISU Gerald Cockrell. За последние шесть лет более ста студентов и преподавателей ГУАП, успешно прослушавших семинар, получили сертификаты ISU.

24—27 сентября 2012 года в городе Орландо (Флорида, США) пройдёт ISA Automation Week 2012: Technology and Solutions Event.

●



Серверные технологии XXI века для решения специализированных задач

Модули-лезвия и сетевые платформы для оборонных и аэрокосмических применений

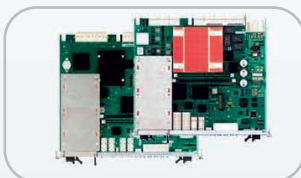


Конвергентные системы связи
Серверы шифрования-дешифрования
Виртуальная реальность для тренажеров
Моделирование развития тактической ситуации
Многопоточный тактический видеомониторинг
Расчет преобразований Фурье данных для радаров
Системы помощи в принятии решений в режиме реального времени

Advanced TCA®



Серверные платы
с Intel Xeon (6–12 ядер)



Коммутаторы
10/40 Gigabit Ethernet



Процессорные платы
Texas Instruments DSP



Процессорные платы
Cavium Octeon



Преконфигурированные платформы

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ EMERSON EMBEDDED COMPUTING

#139

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) 310-0106 • 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

© СТА-ПРЕСС



Александр Буравлёв

AdvancedTCA для построения систем в оборонной и аэрокосмической отраслях

Многие задачи обороны и безопасности требуют использования высокопроизводительных встраиваемых процессоров серверной архитектуры. Обсчёт данных радаров, сервер шифрования/дешифрования, системы помощи в принятии решений на основе анализа графической информации в режиме реального времени, автоматизация ситуационного центра – вот неполный перечень задач, которые можно успешно решать с помощью систем, построенных на базе модульных платформ стандарта ATCA.

Современная тенденция – открытые платформы

В основе производства того или иного сложного электронного оборудования лежит так называемая технологическая платформа, представляющая собой набор технологий для создания аппаратной и программной частей изделий. Около десяти лет назад в производстве телекоммуникационного оборудования произошёл структурный сдвиг. Производители перешли от разработки систем на базе собственных платформ, уникальных для каждого из них, к разработке систем на базе открытых платформ, основанных на открытых стандартах и применении универсальных модулей, доступных на рынке в виде коммерческого продукта.

Открытый стандарт, который телекоммуникационная промышленность выбрала для своих высокопроизводительных вычислительных платформ, называется AdvancedTCA® (обычно сокращается до ATCA®). В основе ATCA-архитектуры лежит модульный принцип построения системы, в которой каждый модуль нагрузки является «лезвием» с установленными теми или иными процессорами, соединёнными друг с другом пассивной кросс-платой с поддержкой скоростей межмодульного обмена данными вплоть до 40 Гбит/с.

В аэрокосмической и оборонной отраслях подобный структурный сдвиг происходит сейчас. Как и в телекоммуникационной промышленности, использование коммерчески доступных модулей в оборонных отраслях позволяет производителям снизить себестоимость и разрабатывать системы значительно быстрее, используя самые современные технологии.

Выбирая открытые стандарты и модульный принцип построения, разработчики систем также получают повышенную коммерческую безопасность собственных проектов, так как они имеют доступ к нескольким источникам поставок модулей, совместимых друг с другом, например, экосистема ATCA насчитывает более 50 поставщиков в мире.

Компьютеры широко используются в оборонной, аэрокосмической промышленности и в системах безопасности как составные элементы электронных систем управления. Условия, в которых данные системы эксплуатируются, существенно разнятся. Так, для операторов тактического вооружения на поле боя необходимы компьютерные системы с высокой стойкостью к неблагоприятным условиям эксплуатации, которая, как правило, не должна уступать стойкости самого вооружения.

С другой стороны, все высокопроизводительные компьютеры, выпускаемые для применения в дата-центрах, банковских и корпоративных IT-центрах, работают в специально подготовленных для этих целей кондиционируемых помещениях. Промышленные и телекоммуникационные серверы, монтируемые в стойки, предлагают огромную вычислительную и коммуникационную мощность, однако они тоже не выдерживают эксплуатации вне подготовленных помещений. Кроме того, часто они требуют существенно больше места для установки, столь ценного в оборонных и аэрокосмических приложениях (например, для установки сервера глубиной 800 мм в стойку нужно обеспечить, как минимум, в полтора раза большее пространство перед ним).

Целый ряд открытых промышленных стандартов для систем на базе встраиваемых компьютеров предназначен для условий эксплуатации, находящихся посередине между этими двумя крайностями. Например, такие стандарты, как VME (www.vita.com) или CompactPCI (www.picmg.org), предлагают решения, достаточно хорошо себя зарекомендовавшие с точки зрения устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды. Однако максимально допустимые тепловые нагрузки на мо-

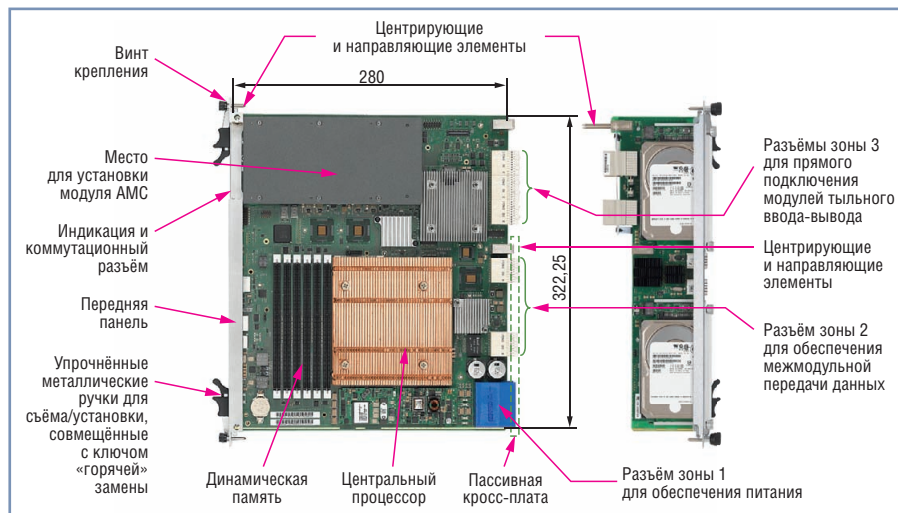


Рис. 1. Габаритные размеры и расположение общих конструктивных элементов на модуле-«лезвии» ATCA и модуле тыльного ввода-вывода

дуль и физические размеры плат не позволяют разместить на них мощные процессорные ядра, используемые в современных серверных приложениях.

Решения на базе ATCA имеют преимущества относительно VME и CompactPCI, так как предоставляют возможность использования серверных процессоров, и относительно стоечных серверов, так как предлагают высокую модульность и конфигурируемость с двукратным преимуществом по компактности исполнения.

Покажем природу этих преимуществ, а прежде всего более детально рассмотрим основные особенности ATCA.

Основные особенности платформы ATCA

Advanced Telecommunication Computing Architecture (ATCA) — это открытая аппаратная платформа, разработанная для создания на её основе оборудования для систем высокой работоспособности и чётко документированная соответствующей серией спецификаций международного консорциума компаний PICMG®.

Спецификации ATCA определяют:

- механическую конструкцию и размеры как системы, так и модулей;
- электрические интерфейсы, включая коммутируемую инфраструктуру обмена данными между модулями системы и транспортные протоколы;
- систему управления как элементами шасси (вентиляторы, блоки питания), так и модулями полезной нагрузки, включающую удалённый контроль и перезагрузку системного ПО.

Ключевым элементом технологии ATCA является высокая пропускная

способность интерконнектов обмена данными между модулями системы, обеспечивающая в настоящее время пересылку информации на скорости до 40 Гбит/с. При этом архитектура межмодульного интерконнекта позволяет установить полную сеть с одновременным взаимодействием любых модулей друг с другом без потери скорости внутри шасси либо использовать встроенные коммутаторы. Спецификация ATCA поддерживает различные типы интерконнектов, однако на практике распространение получил только один — Ethernet, который реализован в виде 1-, 10- и 40-гигабитных каналов обмена информацией между модулями и соответствующими встраиваемыми коммутаторами.

Обязательным условием стандарта ATCA является наличие, как минимум, двух дублированных интерконнектов: базового, предназначенного для обмена данными в процессе выполнения задачи, и общего пользования, предназначенного для постановки задачи и получения результата. На практике это представлено в виде двух каналов 10/40 Gigabit Ethernet и двух каналов 1 Gigabit Ethernet, реализованных на каждом модуле ATCA.

ATCA-шасси и компоновка системы

ATCA-шасси в основе своей используют те же принципы компоновки, что VME и CompactPCI: жёсткое металлическое основание, пассивная кросс-панель, объединяющая модули между собой, основные модули-«лезвия», устанавливаемые спереди, и модули расширения для тыльного ввода-вывода, устанавливаемые сзади (рис. 1).

ATCA-шасси выпускаются для установки в стандартную 19" или 600 мм стойку и подразделяются на горизонтальные (для горизонтального расположения модулей-«лезвий») и вертикальные. Ёмкости шасси при горизонтальном исполнении, как правило, лежат в пределах от 2 до 6 модулей полезной нагрузки, в то время как вертикальные шасси высотой 13U способны вместить от 14 до 16 модулей-«лезвий» полезной нагрузки (рис. 2).

Высокая работоспособность является ключевой характеристикой ATCA и означает гарантированное обеспечение «горячей» замены охлаждающих вентиляторов, блоков питания, блоков интеллектуального управления шасси и модулей-«лезвий» полезной нагрузки в зависимости от конфигурации системы.

ATCA-модули полезной нагрузки

С точки зрения процессорной мощности платформа ATCA ограничена 350 Вт максимальной тепловой нагрузкой на модуль-«лезвие» при воздушном охлаждении шасси в полной компоновке. Это в 5 раз больше, чем для систем 6U CompactPCI или VME, типовые значения мощности которых не превышают 70 Вт при воздушном охлаждении. В то же время размер платы ATCA 280×322,25 мм позволяет разместить несколько многоядерных процессоров с большим объёмом высокоскоростной динамической памяти и необходимой периферии. Например, на модулях ATCA-7365 (рис. 3), производимых компанией Emerson, могут быть установлены два 6-ядерных про-

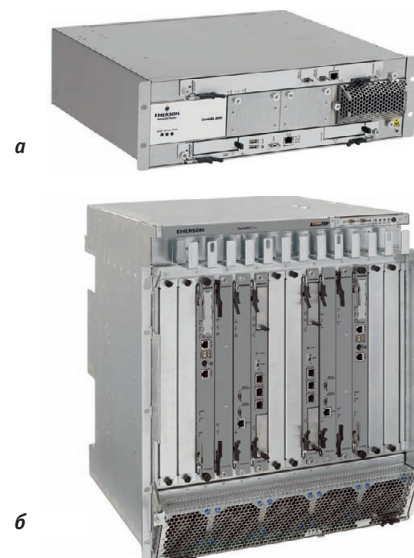


Рис. 2. Шасси ATCA компании Emerson на 2 горизонтальных (а) и 14 вертикальных (б) модулей-«лезвий» полезной нагрузки



Рис. 3. Модуль-«лезвие» ATCA-7365 компании Emerson с двумя 6-ядерными процессорами Intel Xeon 5645 2,4 ГГц (микроархитектура Westmere) и 12 слотами для установки памяти DDR3

цессора Intel Xeon 5645 2,4 ГГц и 96 Гбайт оперативной памяти DDR3.

Высокая вычислительная мощность модулей-«лезвий» ATCA открывает новые возможности по использованию их не только для работы в «тяжёлых» приложениях, но и для решения традиционных прикладных задач в оборонной промышленности. Новая серия процессоров Intel на базе архитектуры Sandy Bridge поддерживает расширенный набор инструкций AVX. Данные процессоры имеют удвоенную мощность по сравнению с предыдущей серией по выполнению задач с плавающей запятой двойной точности, за каждый такт одно процессорное ядро способно выполнять 8 таких операций. Таким образом, мощность одного модуля-«лезвия» может составлять около 250 GFLOPS, а мощность 19" шасси при полной набивке — порядка 3 TFLOPS, что вполне достаточно для решения задач Фурье-преобразований сигналов современных радарных комплексов в режиме реального времени.

Современные серверные платформы также обладают необходимыми характеристиками для использования в коммуникационных системах. В процессе работы с пакетами процессорному ядру приходится тратить, в зависимости от приложения, от нескольких сотен до нескольких тысяч тактов для обработки пакетов. Высокая скорость подсистемы динамической памяти, обеспеченная многоканальным интерфейсом и высокими тактовыми частотами, позволяет на сегодняшний день добиться значений скорости обмена процессор—память порядка 50 Гбайт/с. Такая высокая пропускная способность — залог успеха во многих задачах с высокой коммуникационной нагрузкой, например таких, как обработка тактического видео в реальном времени, шифрование/дешифрование потока и другие приложения.

При конфигурировании аппаратной части в современных системах ATCA можно использовать возможности, предоставляемые стандартными мезонинными модулями расширения AMC (Advanced Mezzanine Card) и модулями тыльного ввода. Мезонинные модули AMC описываются соответствующей спецификацией PICMG, что обеспечивает совместимость модулей различных производителей и позволяет быстро добавить необходимую функциональность модулю ATCA. Наиболее широко модули AMC используются для организации:

- графической подсистемы при использовании модулей AMC с графическими сопроцессорами;
- выделенного сопроцессинга данных при использовании модулей AMC с процессорами архитектуры x86 или RISK;
- ввода-вывода в телекоммуникационных голосовых каналах (TDM) при организации конвергентных сетей;
- подсистем локального хранения (Direct Attached Storage — DAS) при использовании модулей носителей жёстких дисков 2,5", а также для множества других приложений.

Модули AMC производятся широким кругом компаний, например компанией Performance Technologies (рис. 4).

Современные ATCA-платформы поддерживают множественные варианты организации подсистемы хранения. Как уже описывалось, локальное хранение может быть организовано с помощью дисков, располагаемых на самом модуле-«лезвии» ATCA, на модуле расширения AMC или на плате тыльного ввода-вывода. Так как в системах ATCA используются серверные чипсеты, технология RAID для организации локального хранения доступна практически всегда (в отличие от VME и CompactPCI, где поддержка RAID — это редкое исключение). Если же разрабатываемое приложение требует хранения данных большого объёма, то для систем ATCA, как правило, применяют внешние системы хранения NAS (Network Attached Storage), используя интерконнекты 1/10 Gigabit Ethernet, присутствующие в достаточном количестве в модулях ATCA, или Fiber Channel, часто доступный с модулей тыльного ввода-вывода.

Существует большое многообразие ATCA-модулей по типам. Модули-«лезвия» ATCA подразделяются на процессорные, содержащие те или

ные процессоры архитектур x86 (Intel, AMD), DSP, RISK (Cavium Network и другие) и предназначенные для решения основной задачи либо для сопроцессинга, коммутаторы Ethernet, ATCA-носители модулей расширения AMC и модули ATCA для ввода-вывода специализированных сигналов, если таковые требуются.

Условия эксплуатации

По аналогии с CompactPCI, изначально стандарт ATCA был разработан с учётом положений NEBS Level 3 (Network Equipment-Building System), которые представляют собой широкий комплекс требований к условиям эксплуатации телекоммуникационного оборудования операторского класса, включающий требования сохранения работоспособности при повышенных температурах и устойчивости к землетрясениям. Поэтому, в отличие от стоечных серверов, предназначенных для эксплуатации при температурах до +35...+40°C, модули ATCA работоспособны вплоть до +55°C.

Стойкость решений на базе стандарта ATCA к вибрации была проверена на практике одним из американских подрядчиков министерства обороны США, который провёл стандартный военный тест, известный под названием теста на устойчивость к детонации "Class A barge testing". В рамках этих испытаний заряд взрывчатого вещества детонировал под днищем плавающей платформы с установленными системами ATCA компании Emerson и стоечными серверами корпоративного класса. Результатом испытаний явилось заключение о том, что системы ATCA-платформы работают устойчиво при воздействиях такого рода, в то время как стоечные серверы вышли из строя. Данные испытания подтвердили явные преимущества ATCA-платформы при решении задач военно-морского флота и дали основание для внедрения этой платформы в другие сегменты национальной обороны тактического и стратегического назначения.

На земле, в небесах и на море...

Таким образом, ATCA как платформа обладает уникальным набором технических качеств, требуемых в современных оборонных и аэрокосмических отраслях, и имеет четыре ключевых преимущества перед традиционными стоечными серверами:

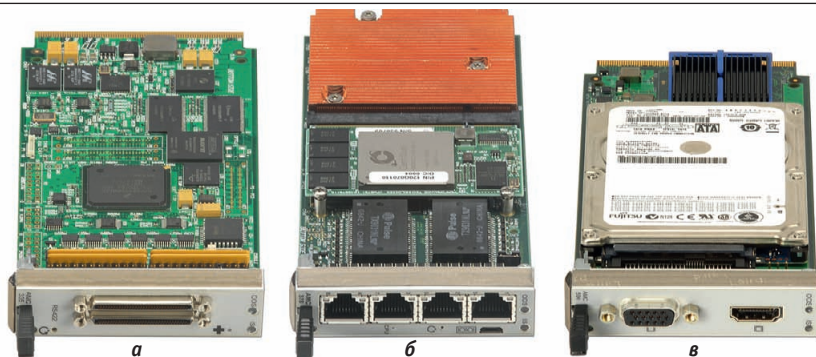


Рис. 4. Мезонины AMC для расширения функциональных возможностей модулей-«лезвий» ATCA:
а – PT-AMC335 – контроллер 4-портовых конфигурируемых последовательных интерфейсов;
б – PT-AMC328 – 8-портовый контроллер T1/E1/J1; в – PT-AMC590 – графический контроллер на базе AMD/ATI Radeon E2400 с поддержкой VGA, HDMI и DVI-D, совмещённый с носителем диска SAS/SATA 2,5"

- 1) высокие вычислительные и коммуникационные способности (эквивалентные стоечным серверам);
- 2) высокую работоспособность (до «пяти девяток» – недостижимый уровень при использовании стоечных серверов);
- 3) повышенную стойкость к факторам внешней среды (выше, чем у стоечных серверов);
- 4) более высокую компактность и меньший вес по сравнению со стоечными серверами.

Однако помимо технических преимуществ платформы ATCA обладают неоспоримыми достоинствами, относящимися к так называемой бизнес-модели.

Это выражается в том, что на ATCA, которые являются классом платформ, относящихся к встраиваемым системам, таким, например, как VME или CompactPCI, распространяются типичные правила ведения бизнеса, как-то: долгосрочный цикл поставки (обычно это 5–7 лет), глубокая пред- и послепродажная поддержка разработчиков систем, включающая помощь в выборе и конфигурировании аппаратной и программной частей, а также возможность введения заказных изменений.

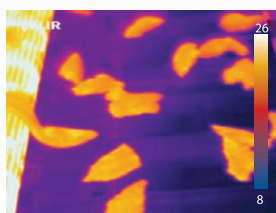
Разработку и производство ATCA-платформ и модулей-«лезвий» ATCA ведут, как правило, крупные интерна-

циональные компании с большим техническим и производственным опытом. Так, например, компания Emerson, чьи изделия использованы в данной статье для иллюстрации, не только была одним из инициаторов изначального зарождения стандарта ATCA, но и вносит в настоящий момент основной вклад в развитие спецификации ATCA и расширение её возможностей как ключевой модульной платформы не только для телекоммуникационных приложений.

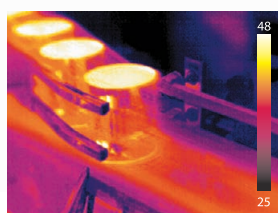
В целом платформы на базе ATCA – это хороший выбор для построения высокопроизводительных систем, работающих в суровых условиях. И какие бы задачи ни были поставлены перед системами ATCA как в вычислительной, так и в коммуникационной сферах, соответствующие шасси, программные и аппаратные компоненты от специализированных производителей и, прежде всего, от одного из инициаторов стандарта ATCA – компании Emerson – помогут справиться с ними.

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

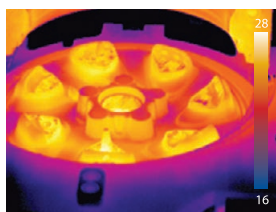
Повышение производительности Контроль качества продукции



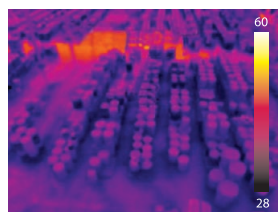
Контроль качества продуктов питания



Производственная линия



Мониторинг производства алюминия



Дистанционный мониторинг



Тепловизоры FLIR A315/A615

- Высокая чувствительность < 50 мК
- Автоматическая или ручная фокусировка
- Диапазоны измерения: от –20 до +150°C, от 0 до +650°C, от +300 до +2000°C
- Gigabit Ethernet
- Вес 700 г

GiGE
VISION

GEN*i*CAM

FLIR Systems
www.flir.com



#349

Реклама



Иван Лопухов

Концепция параллельного и кольцевого резервирования

В статье рассматриваются новые принципы резервирования промышленных сетей Ethernet, их особенности, преимущества перед существующими технологиями и перспективы применения в реальных сетевых устройствах.

ВВЕДЕНИЕ

Идея резервирования каналов и резервных линий связи так же стара, как и сама технология Ethernet в промышленных коммуникациях. Проблема в том, что эта идея противоречит «природе» Ethernet, которая не предполагает замкнутых контуров в сети, тем самым запрещая резервные каналы передачи сетевого трафика. Однако надёжность, которая обеспечивается дублированием каналов передачи данных, была и остаётся базовым требованием во многих системах автоматизации. Поэтому для использования сетей Ethernet в промышленной автоматизации необходимы специальные протоколы, нивелирующие противоречие между стандартными протоколами Ethernet и резервными каналами передачи трафика.

Первым таким протоколом, применявшимся ещё в офисных сетях, был STP (Spanning Tree Protocol), разработанный институтом IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) и опубликованный в стандарте 802.1D в 1990 году. Резервирование линий связи стало возможно на базе практически любого управляемого коммутатора, но время восстановления связи по алгоритму, заложенному в STP, составляет десятки секунд. Последующие протоколы резервирования, развивающие принципы и механизмы, описанные в стандарте IEEE 802.1D, работают гораздо быстрее и лучше отвечают специфическим требованиям промышлен-

ной среды. Текущее состояние технологий резервирования и специфику их применения описывает данная статья.

СМЫСЛ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Дублирование каналов передачи данных осуществляется с целью исключения таких узлов, отказ которых способен вывести из строя всю систему. Так, например, если производственный участок подключён к общей системе передачи данных через единственный коммутатор, то отказ этого коммутатора приведёт к остановке всего участка и повлечёт, соответственно, серьёзные, в том числе финансовые последствия. Если же данный коммутатор дублирован другим коммутатором, то отказ первого приведёт к фактическому возвращению сети к первоначальному состоянию без резервирования. Резервирование позволяет системе оставаться работоспособной на период ремонта узла, вышедшего из строя.

Резервированные сетевые структуры используются для двух целей:

- регулирование нагрузки на сеть — добавление резервного канала связи увеличивает суммарную пропускную способность изначального соединения, для этой цели используется протокол агрегирования каналов LACP [1];
- повышение устойчивости к сбоям — резервные каналы связи между узлами сети позволяют системе переключаться

на запасные линии связи в случае отказа основной.

Несмотря на то что вторая цель может быть достигнута в рамках первой, приоритет зачастую отдаётся повышению устойчивости к сбоям. В промышленных сетях объёмы передаваемой информации меньше, чем, например, в офисных сетях, зато требования к надёжности их доставки выше. На гарантированную доставку данных в заданный промежуток времени ориентированы промышленные протоколы связи и сетевые технологии. Аппаратные сбои, конечно, исключить нельзя, но можно сделать их последствия наименее болезненными [2].

БАЗОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

Одно из ключевых требований для промышленных сетей Ethernet — отсутствие петель или замкнутых маршрутов в топологии, то есть между получателем и отправителем кадра данных должен быть единственный путь его доставки. Появление замкнутого маршрута в сети вызовет лавинообразное возрастание трафика и, следовательно, перегрузку сети, поэтому в традиционных сетях Ethernet избегают возникновения таких петель. В промышленных сетях задача протоколов резервирования — это мониторинг дублированных каналов связи с целью недопущения коллизий и перераспределение трафика в аварийных ситуациях. Протокол резервирования должен гарантировать

логическое существование только одного пути доставки сообщения в конкретный момент времени при физическом наличии нескольких. Из существующих физических каналов связи один выбирается основным, остальные ждут в резерве.

Такой принцип был впервые применён в протоколе STP, который отслеживал состояние каналов связи и при обнаружении обрывов направлял трафик с отказавшего канала на резервный. Это означает, что связь теряется на некоторое время, пока обрыв обнаружится, а новый канал передачи данных будет активирован. В зависимости от размеров сети и сложности её топологии время восстановления связи может быть разным и заранее его определить нельзя.

На основе протокола STP можно сформулировать основные требования к протоколам резервирования Ethernet в промышленной среде.

1. Определённое время восстановления сети: период времени от момента разрыва основного соединения до восстановления связи по резервному соединению должен быть меньше некой допустимой величины.
2. Требования к сети: для протокола должны быть определены допустимая топология сети, максимальное количество узлов (коммутаторов), типы соединений и пр.
3. Протокол должен базироваться на стандартизированном методе или алгоритме. Только так можно гарантировать совместимость с сетевым оборудованием и другими сетевыми протоколами.

Первое требование традиционно для промышленных сетей, работающих в реальном времени. Протокол резервирования может быть задействован, если максимально возможное время восстановления удовлетворяет требованиям процесса или приложения, для которого сеть передачи данных используется.

ТЕХНОЛОГИИ И РЕШЕНИЯ: ПРОТОКОЛЫ RSTP/MSTP

В последние годы упомянутый протокол STP был вытеснен своим более быстрым последователем — протоколом RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol), описанным в стандарте IEEE 802.1D-2004 [3]. Данный протокол поддерживает множество различных топологий и базируется на том, что из всех сетевых соединений выделяется древо-

видная структура, так что между любыми двумя узлами сети в каждый момент времени существует единственный маршрут передачи данных. Все соединения, не вошедшие в активное «дерево», считаются резервными и не активны до изменения топологии. Протокол базируется на мостовых соединениях (BPDU — Bridge Protocol Data Units), среди которых выбирается корневой мост (соединение коммутатор-коммутатор). Всё остальное «дерево» строится от него. Любое изменение в активном «дереве» означает изменение в составе BPDU с рассылкой специального BPDU-кадра по узлам сети, после чего те активируют резервные маршруты для трафика. В протокол встроена защита от перегрузки сети данными кадрами, которая может привести к увеличению времени восстановления.

Протокол RSTP поддерживает большое количество узлов и обеспечивает время восстановления связи порядка 1 секунды. Это время во многом зависит от места возникновения обрыва связи в сети, поэтому не может быть чётко определено заранее.

Данный существенный недостаток можно обойти, если ограничить топологию сети кольцевой структурой. Тем самым можно добиться соблюдения времени восстановления сети порядка 100 мс и меньше.

MSTP — новая итерация описанного протокола резервированных «деревьев», и работает она по тому же принципу [4]. Если RSTP работает вне зависимости от виртуальных сетей VLAN, то структуры MSTP, наоборот, существуют в составе виртуальной сети и таким образом обеспечивают больше удобств и свобод в плане возможных топологий и распределения нагрузки. Оба протокола совместимы между собой и могут быть реализованы внутри одной сети.

РЕЗЕРВИРОВАННЫЕ КОЛЬЦА

Кольцевая топология удобна прежде всего тем, что с ней достигается определённое и гарантированное время восстановления связи после сбоя, учитывая количество коммутаторов в кольце. Стандарт IEC 62439-1 описывает пример расчёта времени восстановления для кольца, а также дополнительные ограничения (например, RSTP не может быть сконфигурирован на портах коммутатора, не задействованных в кольце). Однако RSTP не был разработан для кольцевого резервиро-

вания, поэтому уступает специализированным протоколам типа MRP. В коммутаторах Hirschmann реализована поддержка обоих протоколов, и, хотя предписаний по их совместному применению нет, использовать в этом случае лучше MRP.

MRP — СТАНДАРТИЗИРОВАННОЕ РЕЗЕРВИРОВАННОЕ КОЛЬЦО

Протокол MRP был специально разработан для промышленных приложений. Он описан в стандарте IEC 62439-2 для промышленных сетей Ethernet с высокой степенью доступности. MRP поддерживает только кольцевую топологию сети с количеством коммутаторов не более 50, гарантируя заранее определённое время восстановления связи в случае возникновения сбоя. Время восстановления зависит от выбранных параметров протокола MRP и может составлять от 10 до 500 мс, причём максимальное время можно установить заранее. Например, при максимальном времени восстановления, равном 200 мс, типовое значение составит 50–60 мс при средней загрузке сети.

Протокол подразумевает объединение в кольцо группы коммутаторов, один из которых берёт на себя роль ведущего (MRM — Media Redundancy Manager). Он контролирует целостность кольца, передавая по кольцу тестовые кадры данных в одну сторону и получая их по цепочке с другой стороны. Для предотвращения коллизий все данные, кроме тестовых кадров, блокируются на одном из двух кольцевых портов MRM-коммутатора, образуя фактически линейную топологию сети. Если ведущий коммутатор не получает тестовые кадры, это означает разрыв кольца, в таком случае он разблокирует второе соединение, восстановив передачу данных.

Остальные коммутаторы в кольце играют роль ведомых (MRC — Media Redundancy Clients) и передают тестовые кадры по цепочке с одного кольцевого порта в другой. Также ведомые коммутаторы передают ведущему информацию об изменении состояния их портов. Если MRM-коммутатор получил сообщение от MRC-коммутатора об отказе его кольцевого порта раньше, чем недосчитался тестовых кадров, то он руководствуется этим предупреждением и активирует заблокированное соединение. Такой подход

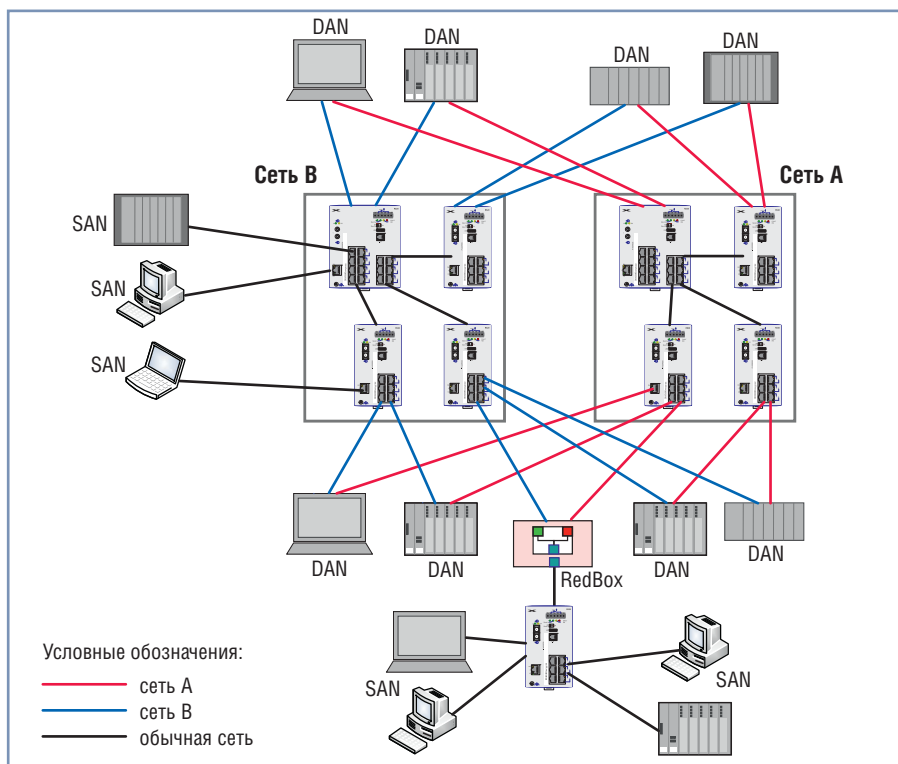


Рис. 1. Резервированная сеть Ethernet с протоколом PRP

обеспечивает наименьшее возможное время восстановления сети.

PRP – ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ

Несмотря на быстроту работы MRP и его универсальность для широкого круга задач, существуют приложения, где недопустимо даже минимальное время восстановления сети. Для таких приложений необходим совершенно новый подход к вопросу высокой доступности сети. В основе этого подхода – существование минимум двух одновременно активных соединений между двумя узлами сети таким образом, что отправитель информации посылает кадры данных синхронно по двум Ethernet-каналам. Получатель же с помощью протокола резервирования принимает первый кадр данных и отклоняет второй. Если второй кадр данных не получен, адресат делает вывод об обрыве связи в соответствующем канале.

Данный механизм резервирования реализован в протоколе PRP (Parallel

Redundancy Protocol), описанном в стандарте IEC 62439-3. PRP использует две параллельных сети передачи данных с произвольной топологией, не ограниченной ни кольцами, ни другими структурами. Более того, в двух параллельных сетях может не быть резервирования вовсе, а могут применяться протоколы MRP и RSTP. Таким образом, принципиальное преимущество PRP состоит в его «бесшовном» резервировании с отсутствием даже малого времени переключения с основного на резервный канал связи. Высокий уровень доступности сети с параллельным резервированием соблюдается при условии, что обе подсети, объединённые PRP, не могут отказать одновременно.

Протокол PRP реализуется на конечных устройствах (рис. 1). Коммутаторы сети работают независимо от данного протокола и, соответственно, не должны обладать никакой специальной аппаратной или программной поддержкой. Конечные устройства с поддерж-

кой PRP (DANP – Double Attached Node for PRP) имеют два сетевых интерфейса и подключаются к двум независимым сетям. При этом сети могут иметь различную топологию, среду и скорость передачи. К сети могут подключаться и обычные конечные устройства с одним сетевым интерфейсом (SAN – Single Attached Node). Также могут использоваться конечные устройства типа DANP в роли прокси-серверов (так называемые RedBox – сокращение от Redundancy Box), к которым подключены несколько SAN-устройств. От SAN-устройств не требуется никакой специальной поддержки PRP. Эту возможность удобно применять на практике, пользуясь тем, что в сетях с высокой доступностью наличие параллельного резервирования критично не для всех устройств, поэтому конечные устройства по степени важности можно разделить на типы DANP и SAN и соединить, используя дублированный или единственный канал связи соответственно.

Конечные устройства с возможностью параллельного резервирования типа DANP должны контролировать дублированные кадры Ethernet. Получив данные для передачи в сеть, устройство, реализующее протокол PRP, посылает их по двум сетевым интерфейсам одновременно. Таким образом, два кадра Ethernet отправляются по независимым сетям к одному получателю и, учитывая разную топологию и пропускную способность обеих сетей, доходят до адресата с разной задержкой. Первый пришедший получателю кадр принимается и передаётся на верхний уровень, второй – удаляется. В итоге сетевое приложение, использующее полученные данные, не «ощущает» разницы между резервированным с PRP и обычным Ethernet-интерфейсом.

Идентификация дублирующих кадров осуществляется по специальному контрольному маркеру – RCT (Redundancy Control Trailer), помещённому в Ethernet-кадр PRP-устройством (рис. 2). В дополнение к идентификатору подсети и

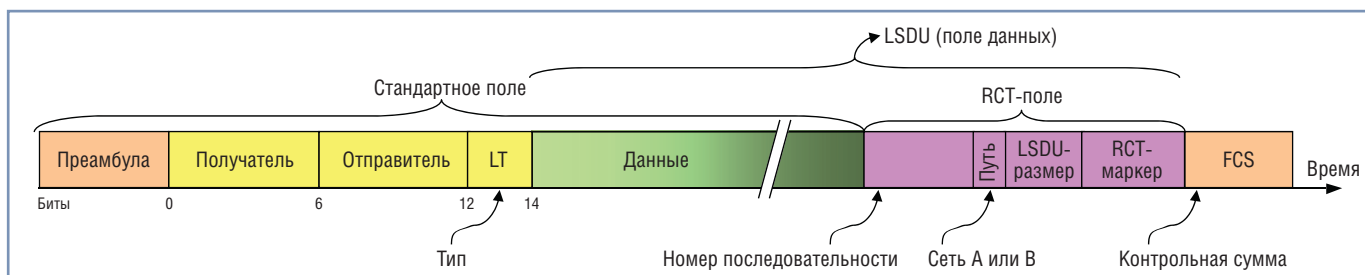


Рис. 2. Ethernet-кадр с протоколом PRP

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

- Скорость до 50 Мбит/с, симметричный VDSL
- Дальность до 1,9 км по витой паре, телефонному кабелю
- Прозрачен для протоколов верхнего уровня

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN

#277

ProSoft®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

© СТА-ИПЕКС

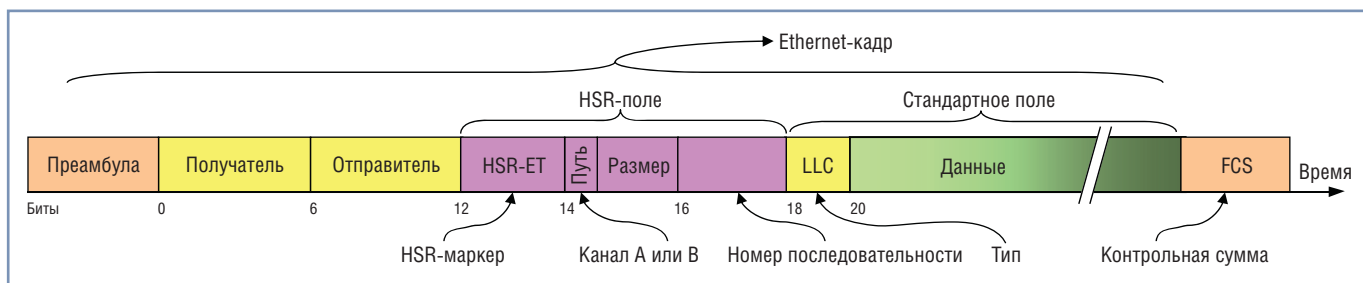


Рис. 3. Ethernet-кадр с протоколом HSR

пользовательским данным в кадр помещается 32-битовое поле, включающее номер последовательности PRP. По этому номеру конечное устройство идентифицирует кадр и либо передаёт его на верхний уровень, либо удаляет. RCT-маркер находится в конце блока данных, поэтому такой формат Ethernet-данных считывается как DANP-, так и SAN-устройствами. Это свойство позволяет сетевым устройствам обмениваться информацией в отсутствие резервирования.

В целом протокол PRP позволяет создать сеть с высокой степенью доступности, произвольной топологией, но требует значительно больших затрат на оборудование, инфраструктуру и сетевые компоненты.

HSR – БЕСШОВНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ

Протокол HSR (High-availability Seamless Redundancy) – дальнейшее развитие идеи параллельного резервирования. Однако если в случае с PRP речь шла о резервировании сети, то

HSR – это протокол резервирования соединений. HSR, как и PRP, описан в стандарте IEC 62439-3. Но в отличие от PRP протокол HSR разработан для кольцевой топологии сети. Как и PRP, он использует два сетевых порта у конечного устройства для подключения к сети, но цепочкой, замкнутой в кольцо.

Формат кадра данных у протокола HSR аналогичен PRP (рис. 3). Идентификатор HSR похож на поле RCT: включает размер пользовательских данных, тип порта отправителя (1-й или 2-й порт) и номер последовательности. Однако если идентификатор протокола PRP идёт внутри стандартного Ethernet-кадра, то в случае с HSR идентификатор протокола идёт в начале. Поэтому HSR-устройства распознают данные на лету и быстрее их обрабатывают, передавая с первого на второй интерфейс по цепочке. При этом каждое конечное устройство пропускает через себя все кадры данных, читает заголовки и отбирает себе кадры со своим адресом получателя, а также широковещательные сообщения. Для предотвращения циркуляции по кругу

широковещательных сообщений устройство-отправитель удаляет сообщения, прошедшие полный круг по сети (рис. 4).

В отличие от сети с параллельным резервированием, в HSR-кольцо нельзя включить стандартное устройство с одним сетевым интерфейсом – кольцо не будет замкнуто и формат данных с HSR-заголовком не будет распознан. Анализ кадра данных на втором уровне OSI с идентификатором PRP (он находится в поле дополнительной информации) возможен и обычным устройством – оно попросту пропустит поле с RCT. Формат данных с HSR-заголовком получается нестандартный, и конечное устройство без поддержки HSR-протокола его не распознает. Тем не менее, в этом случае можно использовать посредника RedBox, который включается в HSR-кольцо и имеет дополнительные подключения к конечным устройствам вне кольца.

Как мы выяснили, стандартные устройства «не понимают» HSR-данные, однако сами HSR-устройства «понимают» стандартный формат данных. Это необходимо для конфигури-

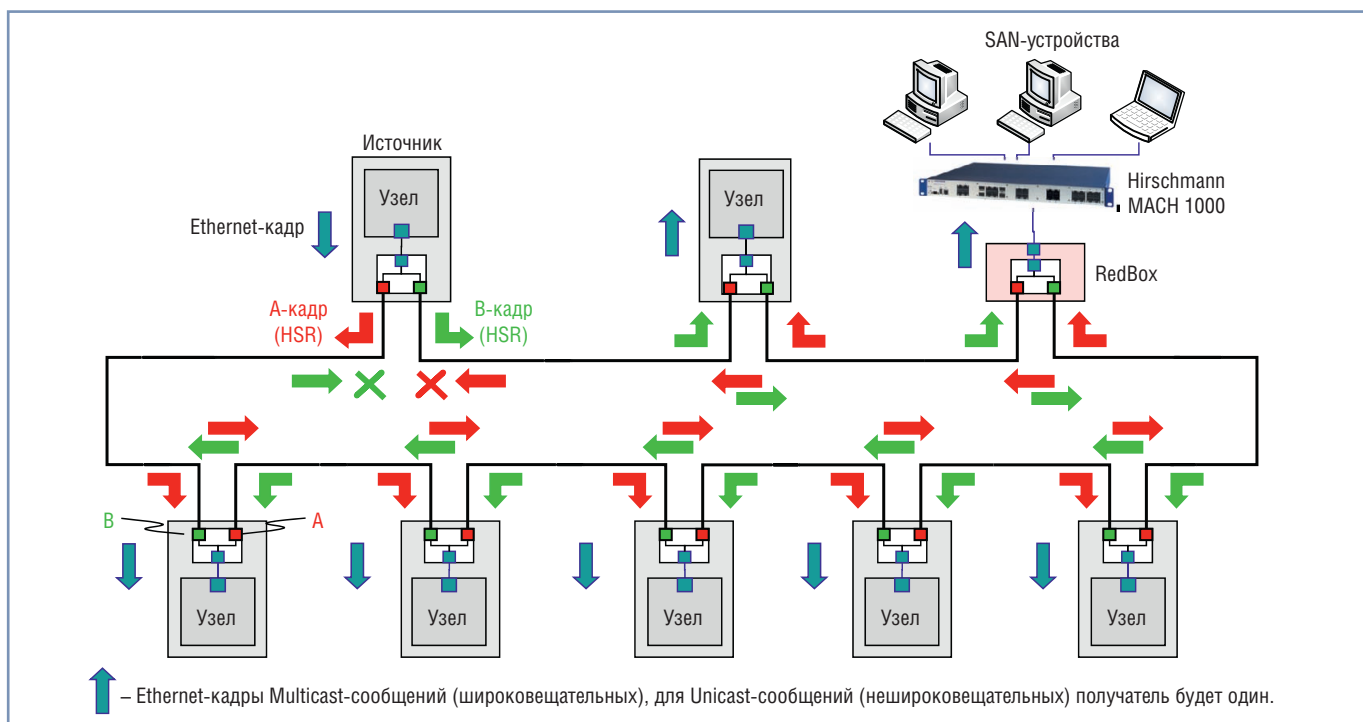


Рис. 4. Схема резервированной сети с протоколом HSR

Связь без проводов — это праздник!

Экономия на сигнальных кабелях

Мобильность, простота развёртывания

Большая зона покрытия, роуминг

Высокая надёжность и безопасность



Беспроводное оборудование для промышленных сетей

Точки доступа. Антенны. Аксессуары

- Стандарты WLAN IEEE 802.11a/b/g/h и IEEE 802.11n
- Скорость передачи до 300 Мбит/с, дальность до 25 км
- Диапазон рабочих температур $-30...+70^{\circ}\text{C}$, защита до IP67
- Встроенные функции роутера, маршрутизатора, контроля доступа
- Поддержка быстрого роуминга (регистрация несколько мс)


EtherWAN

 **HIRSCHMANN**
A Belden Company

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ HIRSCHMANN И ETHERWAN

#278

ProSOFT®

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

© СТА-ПРЕСС

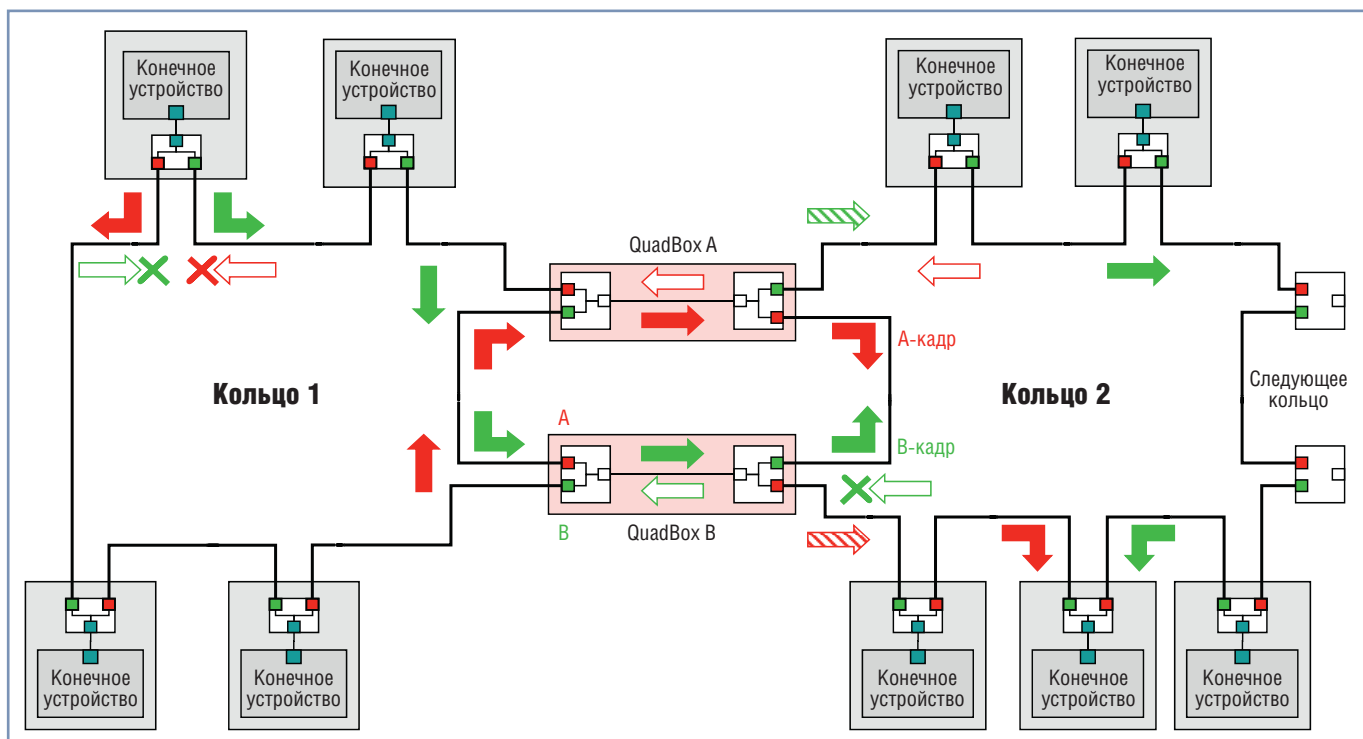


Рис. 5. Схема дублированного соединения HSR-колец

рования и диагностики узлов кольца. При этом стандартные кадры данных не проходят по кругу, как HSR-данные, а пересылаются напрямую между станцией управления и устройством. HSR-кольцо начинает работу в штатном режиме только после отключения станции управления и замыкания цепи.

HSR-кольца можно соединять между собой двумя 4-портовыми устройствами, называемыми QuadBox. Устройства дублируют друг друга, поэтому общая сеть также остаётся резервированной (рис. 5).

Что касается времени восстановления, то тут HSR-протокол ведёт себя аналогично PRP: кадры данных одновременно рассылаются по двум портам в обоих направлениях по кольцу, в случае сбоя одна из очередей данных достигнет получателя. Такой подход гарантирует резервирование с нулевым временем восстановления и в то же

время не требует дополнительной сетевой структуры.

Из недостатков HSR можно отметить ограниченную гибкость (только кольцевая топология), двукратный объём трафика, передаваемого по сети с дублированием кадров данных, сложность реализации (специальный FPGA-чип в каждом устройстве, синхронизация по протоколу IEEE 1588).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На практике не существует ни идеальной сетевой топологии, ни идеального протокола резервирования, удовлетворяющего всем требованиям промышленных сетей. Правильный выбор топологии сети и протокола резервирования зависит от многих факторов, таких как физические требования к расположению сетевых компонентов [5].

В качестве резюме табл. 1 отражает основные свойства протоколов резер-

вирования, описанных в данной статье.

Протокол HSR является новым (стандарт IEC 62439-3 принят в феврале 2010 года) и перспективным. Среди основных сфер его применения следует отметить АСУ в энергетике. Он даже будет включён во вторую версию стандарта для электрических подстанций IEC 61850. Протокол HSR будет обеспечивать функционирование сети Ethernet в реальном времени вместе с протоколом синхронизации часов IEEE 1588.

Для повышения надёжности и гибкости сети протоколы резервирования можно комбинировать между собой. Например, на рис. 6 показан пример сети со смешанной топологией, с применением параллельного и кольцевого резервирования. Можно сделать прогноз, что в будущем протоколы PRP и HSR (их последующие итерации) вытеснят существующие протоколы

Основные свойства протоколов последовательного и параллельного резервирования

Таблица 1

Протокол	Топология сети	Количество устройств	Максимальное время восстановления сети	Типовое время восстановления сети
RSTP (IEEE 802.1D-2004)	Кольцо	40	Около 2 с при сбое в двух и более мостах	100...200 мс для кольца из 40 узлов
RSTP (IEEE 802.1D-2004)	Любая	Любое	Более 2 с при сбое в двух и более мостах	Можно определить применительно к конкретной сети с простой топологией
MRP (IEC 62439-2)	Кольцо	50	500/200/30/10 мс (в зависимости от настроек)	200/60/15/<10 мс (в зависимости от настроек)
PRP (IEC 62439-3)	Любая сдвоенная	Любое	0 мс	0 мс
HSR (IEC 62439-3)	Кольца	512	0 мс	0 мс

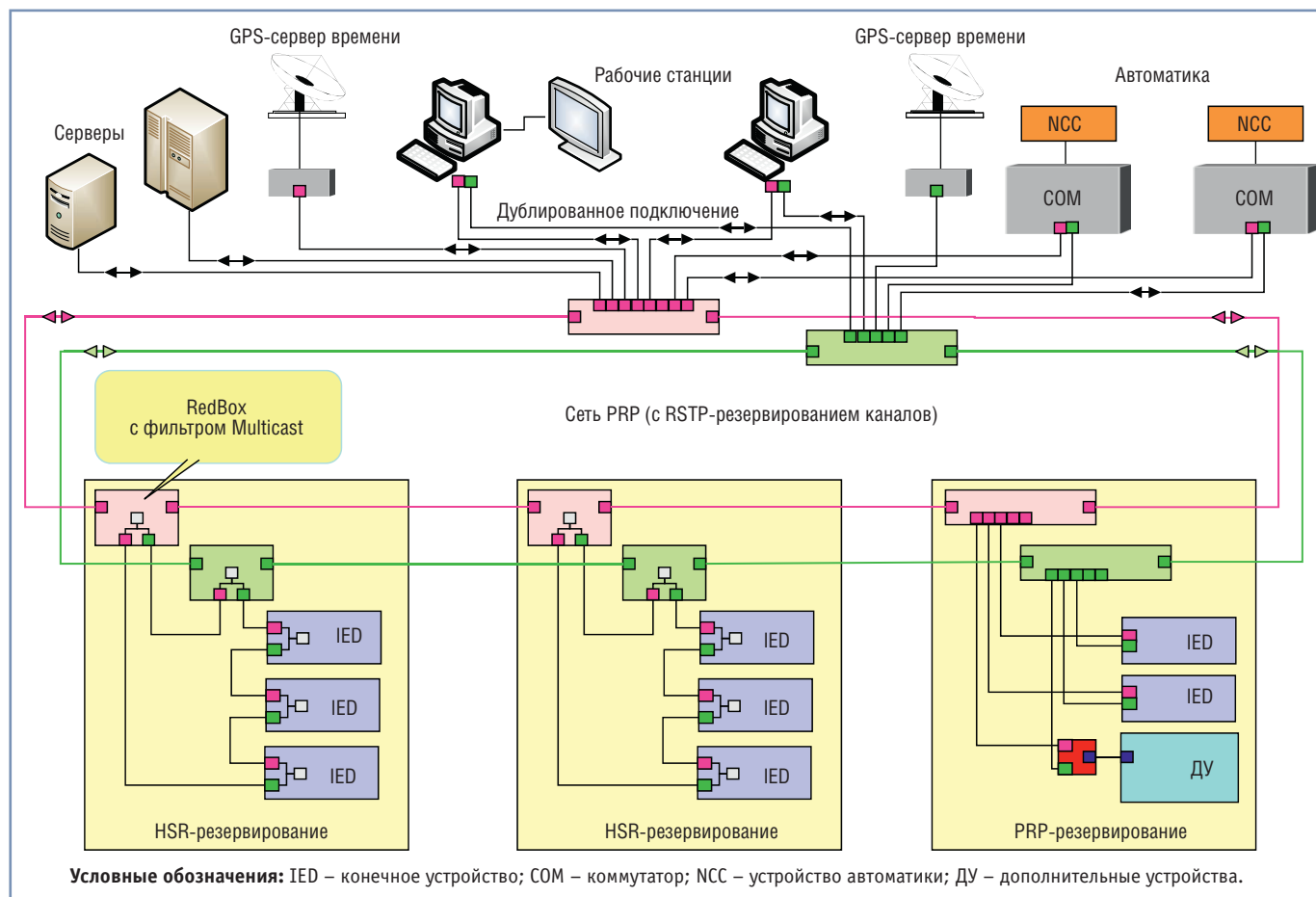


Рис. 6. Схема сети со смешанным резервированием

кольцевого и параллельного резервирования.

Внедрением протоколов PRP и HSR в реальные решения занимаются ведущие мировые разработчики сетевого оборудования, такие как Siemens, Hirschmann (Belden), ZHAW. Также над идеями параллельного резервирования работают компании CISCO, RuggedCom. Первые микросхемы FPGA производства компаний Altera и Xilinx с реализацией этих протоколов существуют с середины 2010 года. Механизмы протоколов HSR и PRP были успешно протестированы с эмуляцией на программном уровне. О функционировании в реальном времени с программной реализацией, конечно, речи не идёт, зато можно положительно оценить их работоспособность в больших сетях, взаимодействие с другими протоколами резервирования второго уровня OSI,

GOOSE-сообщениями протокола IEC/МЭК 61850.

На данном этапе развития промышленного сетевого оборудования одним из самых «продвинутых» коммутаторов второго и третьего уровней OSI является Hirschmann MACH 1000 (торговая марка компании Belden). Коммутаторы данной серии (рис. 7) отвечают самым жёстким промышленным требованиям: функционирование в реальном времени (протокол IEEE 1588), поддержка технологий резервирования RSTP, MRP, LACP, а также наиболее быстрого варианта кольцевого резервирования – Fast HIPER-Ring с дублированным соединением колец. Кроме того, MACH 1000 соответствует стандарту МЭК 61850-3, может функционировать в широком температурном диапазоне $-40...+85^{\circ}\text{C}$ и в условиях сильных электромагнитных помех. Серия MACH 1000 является пер-

спективной и будет в новом году служить базой для интеграции протоколов резервирования PRP и HSR. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарт IEEE 802.1AX-2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1AX-2008.pdf>.
2. Kirrmann H. Fault tolerant computing in industrial automation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://lamspeople.epfl.ch/kirrmann/Pubs/FT_Tutorial_HK_050418.pdf.
3. Стандарт IEEE 802.1D-2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1D-2004.pdf>.
4. Стандарт IEEE 802.1Q-2005/cor1-2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1Q-2005_Cor1-2008.pdf.
5. Лопухов И. Резервирование промышленных сетей Ethernet на втором уровне OSI: стандарты и технологии // Современные технологии автоматизации. – 2009. – № 3. – С. 16–20.

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



Рис. 7. Коммутатор Hirschmann MACH 1000



Виктор Жданкин

Радиационно-стойкие гибридно-плёночные DC/DC-преобразователи – стандартные компоненты систем электропитания КА

В статье рассматриваются особенности конструирования гибридно-плёночных DC/DC-преобразователей, предлагаемых компанией International Rectifier (США), различные способы создания систем электропитания космических аппаратов (КА) и влияние требований системы на технические параметры модулей питания. Особое внимание уделяется требованиям к радиационной стойкости и контролю качества при производстве таких модулей. Представлены некоторые популярные модели DC/DC-преобразователей и перспективные изделия этого класса.

ВВЕДЕНИЕ

Производство гибридно-плёночных DC/DC-преобразователей с диапазоном выходных мощностей до 120 Вт стало возможным с появлением технологии поверхностного монтажа. Несмотря на то что требования ко многим преобразователям могут быть удовлетворены только при индивидуальном заказе и решениями собственной разработки, спрос на стандартные DC/DC-преобразователи продолжает расти. Гибридно-плёночные DC/DC-преобразователи отличаются значительно меньшими габаритными размерами и массой по сравнению с любыми другими современными компоновочными узлами, выполненными с применением технологии монтажа на поверхность.

Обеспечение надёжности гибридных компоновочных узлов является сложной задачей, но процесс их сборки постоянно совершенствуется. Благодаря разработке и принятию типовых технических условий MIL-PRF-38534 “Hybrid Microcircuits, General Specification For” и приобретённому со временем опыту гибридные устройства, выпускаемые в

настоящее время, уже в полной мере отвечают требованиям космических применений с наивысшим уровнем безотказности при сроках активного существования до 18 лет.

За последние годы гибридно-плёночные DC/DC-преобразователи были внедрены в состав бортовых комплексов многих космических аппаратов (КА), что явилось результатом поиска разработчиками КА способов минимизации габаритов и массы бортовой аппаратуры. Опыт такого применения сформировал у производителей гибридных DC/DC-преобразователей более чёткое представление о требованиях со стороны функционального интерфейса КА, следствием чего стало расширение функциональных возможностей новых гибридных преобразователей напряжения.

Дополнительную привлекательность гибридным DC/DC-преобразователям, особенно если предполагается их использование в условиях воздействия многочисленных дестабилизирующих факторов, может придать полнота предоставляемой производителем доку-

ментации. Так, новое поколение гибридных модулей серий S, LS, M3G, SBB, GH компании International Rectifier (IR) [1] (здесь и далее используются материалы, предоставленные IR, и в качестве примеров приводятся изделия именно этой компании, являющейся одним из наиболее заметных и интересных представителей сообщества производителей рассматриваемых компонентов) снабжается полным комплектом отчётов об анализе конструкции и отчётами о проверках на соответствие техническим условиям. Это в значительной степени сокращает затраты разработчиков не только на проектирование, но также на выпуск собственной технической документации и отборочные испытания и, в конечном счёте, обеспечивает сокращение времени выполнения заказа.

В целом же ожидается, что использование новых стандартных гибридных DC/DC-преобразователей будет продолжать расширяться, так как заложенные в них принципы, особенности конструкции и технологии позволяют и далее улучшать их характеристики.

ТРЕБОВАНИЯ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Электрическая энергия является одной из важнейших составляющих комплекса обеспечения рабочего состояния КА на орбите. На рис. 1 представлена упрощённая система электроснабжения спутника. Солнечные панели преобразуют солнечную энергию в электрическую. Электрическая энергия преобразуется, накапливается, стабилизируется и распределяется по электронным нагрузкам, которые представлены, главным образом, аналоговыми и цифровыми полупроводниковыми приборами, широкополосными радиоэлектронными схемами, оптико-электронными и электромеханическими устройствами, датчиками и лазерами. Обычно DC/DC-преобразователи получают энергию от шины питания КА, которая для большинства систем хорошо стабилизирована. Диапазон напряжения шины составляет от 20 до 120 В постоянного тока. Несмотря на то что тенденцией является движение в направлении к более высокому напряжению, уровень напряжения зависит от целевого назначения и конструкции спутника.

Радиоэлектронная аппаратура как полезной нагрузки, так и системной шины обычно требует напряжений от 3,3 до 28 (или 27) В постоянного тока, однако требование к номинальному значению напряжения уменьшается до 1 В и ниже для цифровых нагрузок. Необходимые номиналы напряжения формируются соответствующими преобразователями. Основными требованиями, предъявляемыми к преобразователям, являются надёжность, эффективность преобразования напряжения, стабилизация выходного напряжения, обеспечение определённого уровня пульсаций/шумов на выходе, а также наличие защиты от короткого замыкания и перенапряжения, синхронизации, команды включения/выключения, дистанционного определения состояния, гальванической развязки между входными и выходными цепями. Для применений с повышенными токами нагрузки (обычно 10 А и более) для компенсации падения напряжения на соединительных линиях между источниками питания и нагрузками зачастую необходима возможность подключения внешней обратной связи. Для высокочастотных отсеков спутника крайне важным является низкий уровень шума на выходе. Во всех случаях преобразователи должны быть сконструированы

таким образом, чтобы соответствовать требованиям по кондуктивным помехам, генерируемым преобразователем, и по устойчивости к кондуктивным импульсным помехам, наводимым системой; большинство военных программ США в подобных вопросах руководствуется стандартом MIL-STD-461. Новое поколение гибридных DC/DC-преобразователей компании International Rectifier разработано таким образом, чтобы соответствовать большей части перечисленных требований.

В данной статье не рассматривается применение модулей EPC (Electronic Power Conditioner) – электронных формирователей напряжения (стабилизаторов) для твердотельных усилителей мощности, и обсуждение ограничено DC/DC-преобразователями, которые обеспечивают стабилизированным напряжением электронную аппаратуру в полезной нагрузке и системной шине спутника. Электронные формирователи напряжения представляют собой специализированные источники питания для твердотельных передатчиков и приёмников. Они имеют варьированный в зависимости от назначения набор дополнительных функций и специфических свойств (определённая последовательность подачи напряжений питания, чрезвычайно высокий КПД, усиленное помехоподавление, сверхнизкий, порядка микровольт, уровень шумов и пульсаций выходного напряжения). Их типичными представителями в номенклатуре International Rectifier являются изделия семейства E (серии EA, EB, EC) для питания передатчиков и семейства M (серии MA и MB) для питания приёмников.

ТРЕБОВАНИЯ К РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ

Как правило, преобразователи должны длительное время работать в условиях воздействия полей ионизирующих излучений космического пространства без отказов и сбоев или без ухудшения технических характеристик при поглощённой дозе в диапазоне от 2...3 до 100 крад и более. Значение поглощённой дозы зависит от условий полёта. Единица её измерения *rad*, названная по сокращению от *Radiation Absorbed Dose* (поглощённая доза радиации), служит для описания процесса взаимодействия ионизирующих излучений со средой и передачи энергии облучаемому веществу: поглощённая доза излучения $D = \Delta E_D / \Delta m$, где ΔE_D – энергия любого вида излучения, переданная некоторой массе Δm облучаемого вещества. Также требуется, чтобы преобразователь сохранял работоспособность и восстанавливался при воздействии протонов и ионов, так как вызванные ими одиночные эффекты являются одной из главных причин, нарушающих устойчивое функционирование бортовой радиоэлектронной аппаратуры КА. На их долю приходится до 35% квалифицированных отказов [2]. Наблюдаются следующие основные виды одиночных эффектов:

- Single Event Upset (SEU), проявляющийся в инвертировании логического состояния бистабильных полупроводниковых структур (имеется возможность исправления программными методами без отключения питания аппаратуры);
- Single Event Latchup (SEL), при котором возбуждаются паразитные тиристорные полупроводниковые струк-

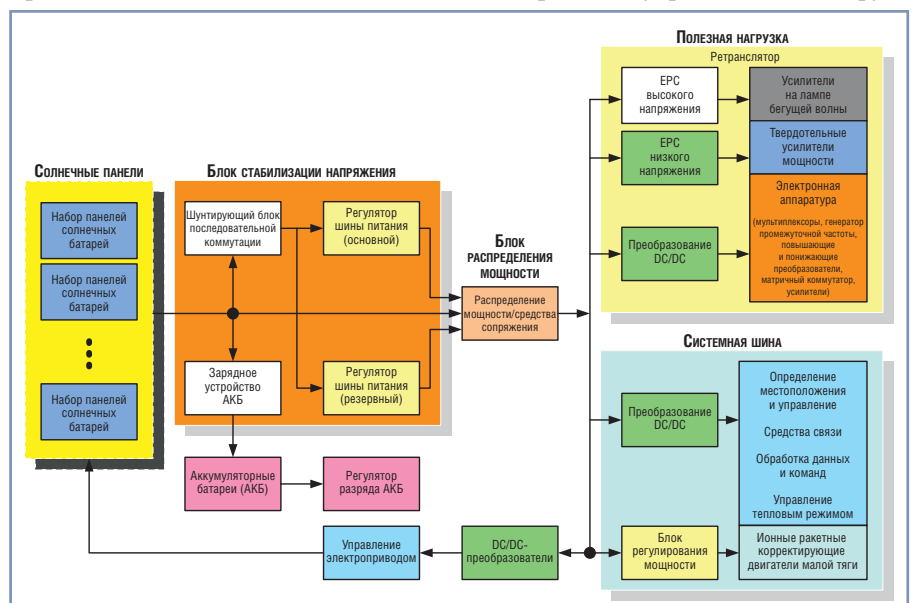


Рис. 1. Упрощённая система электроснабжения спутника

туры и происходит резкое возрастание тока потребления (катастрофический отказ);

- Single Event Burnout (SEB) — пробой истоковой области мощных транзисторов MOSFET.

Типовое пороговое значение линейных потерь энергии (ЛПЭ) заряженных частиц в материале, при которых наблюдаются одиночные эффекты, составляет от 37 до 83 МэВ·см²/мг. Одиночные эффекты зависят от условий пребывания КА в космосе (параметры орбиты, время функционирования). Например, радиоэлектронное оборудование космического аппарата, предназначенного для пребывания на низких круговых, средневисотных орбитах и на поверхности Луны или Марса, должно быть разработано таким образом, чтобы оно отвечало минимальному требованию — не допустить возбуждения паразитных тиристорных полупроводниковых структур при ЛПЭ > 37 МэВ·см²/мг. На орбитах выше 1500 км, где располагается первый пояс Ван Аллена, длительная работа бортовой электронной аппаратуры практически невозможна, если не использовать специальные методы защиты от радиационного излучения, что ведёт к существенному усложнению бортовой аппаратуры и увеличению массы КА. Для самых жёстких условий на геостационарных орбитах, где проявляется влияние поясов Ван Аллена, или для экспедиций по исследованию дальнего космоса, где возможна встреча с протонами и ионами космических лучей, интегральные микросхемы должны соответствовать следующим требованиям: допустимое значение поглощённой дозы более 100 крад (Si); сохранение работоспособности при ЛПЭ > 37 МэВ·см²/мг.

Более детально с классификацией одиночных эффектов и сложившейся терминологией по радиационной стойкости можно ознакомиться в [2–6]. Другие требования к радиационной стойкости могут включать эксплуатационные показатели при воздействии потоков нейтронов, протонов и ионизирующих излучений с большой мощностью дозы. Однако эти требования являются исключительными и применяются в основном в отношении оружия стратегического назначения.

В табл. 1 представлены типичные требования к параметрам DC/DC-преобразователей, предназначенных для применения в бортовой радиоэлектронной аппаратуре КА.

СТРУКТУРА, КОМПОНОВКА И СХЕМОТЕХНИКА

Эффективность является одним из важнейших технических показателей для преобразователя. В равной степени важными являются способность преобразователя функционировать без ухудшения технических параметров в условиях радиационных воздействий в течение всего своего срока службы и его способность работать безотказно при воздействии тяжёлых заряженных частиц и протонов. Выбор структуры преобразователя является первым шагом в процессе разработки. Обычно его предопределяет уровень выходной мощности. Однотактная обратноточная структура наиболее подходит для маломощных устройств с мощностями от нескольких ватт до 10 Вт. Однотактная прямоходовая структура обычно применяется в моделях с мощностями до 40 Вт или более. Другие структуры, такие как прямоходовая с двумя ключами, двухтактная полумостовая и двухтактная мостовая, применяются, как правило, в более мощных преобразователях. В последние годы значительно изменилась элементная база DC/DC-преобразователей, появились новые материалы. Поэтому однотактные преобразователи стали занимать нишу, традиционно отводившуюся для двухтактных преобразователей мощностью от единиц Вт до единиц кВт, а прямоходовые преобразователи стали успешно использоваться на малых мощностях в единицы Вт [7].

Стабильные технические характеристики и надёжность являются основными целями разработки. Для удовлетворения этим требованиям в новых разработках часто используются существующие схемы с известными техническими характеристиками, с предсказуемой реакцией на радиационные воздействия.

Выбор компонентов является другим существенным фактором в обеспечении соответствия требованиям к надёжности и техническим характеристикам. Для всех разрабатываемых моделей выбираются только компоненты с известными показателями радиационной стойкости, обычно с коэффициентом запаса не ниже 2. Кроме того, для всех компонентов обычно предусматривается запас по ухудшению параметров в соответствии с руководящими материалами MIL-STD-1547B (USAF) “Electronic Parts, Materials, and Processes for Space and Launch Vehicles” и NASA PPL-21

(“Goddard Space Flight Center Preferred Parts List PPL-21”). Вышедший из употребления стандарт MIL-STD-975 “NASA Standard Electrical, Electronic, and Electromechanical (EEE) Parts List” также приводится в качестве ссылки для некоторых программ, несмотря на то что он уже отменён.

Установившейся практикой в компании International Rectifier является то, что разработку любого DC/DC-преобразователя начинают с моделирования схемы. Компьютерное моделирование экономит время и сокращает длительность цикла разработки, уменьшая, в конечном счёте, время вывода изделия на рынок. Кроме того, точное моделирование упрощает задачу разработки и снижает проектные риски. Для анализа и моделирования схем используется программный модуль PSPICE A/D, входящий в пакет OrCAD. Одним из интереснейших применений программы PSPICE является моделирование импульсных силовых каскадов, построенных на транзисторах MOSFET и IGBT. Для того чтобы схемы, использующие мощные транзисторы MOSFET, можно было моделировать с помощью этой программы, специалисты International Rectifier предложили макромодель, максимально приближающую характеристики моделей к параметрам реальных транзисторов. Появление корректных моделей транзисторов MOSFET сделало возможным разработку достоверной макромодели транзистора IGBT. Эта работа также была проделана специалистами International Rectifier [8].

Применение большинства изделий в космической аппаратуре должно быть обосновано не только эксплуатационными испытаниями, но также анализом полученных параметров и характеристик. Анализ воздействия напряжения на компоненты, анализ воздействия температуры, расчёт среднего времени наработки на отказ, анализ механических свойств, анализ аварийных режимов и влияния отказов компонентов на функционирование, анализ изменения эксплуатационных характеристик при наихудшем сочетании внешних факторов и старении компонентов — всё это зачастую составляет значительную часть работ, результаты которой должны быть получены и утверждены до окончания разработки и начала производства лётных образцов. Такой порядок является стандартной процедурой в технологическом процессе разработки нового изделия в компании International Rectifier.

Таблица 1

Типичные требования к параметрам DC/DC-преобразователей, предназначенных для применения в бортовой радиоэлектронной аппаратуре КА

Параметр	Типичное требование
Требования к электрическим параметрам	
Входное напряжение	28 В нестабилизированное; 50, 70 и 100 В стабилизированное
Входной пусковой ток	Обеспечивается на системном уровне
Выход	Один, два или три канала
Выход 1 (основной канал)	От +1 до +15 В
Выход 2	От +5 до +15 В, от 5 до 15% общей выходной мощности
Выход 3	От –5 до –15 В, от 5 до 15% общей выходной мощности
Выходная мощность	От нескольких ватт до 40 Вт
Гальваническая развязка вход–выход	Требуется
Пульсации выходного напряжения	От 20 до 50 мВ (от пика до пика) тип., от 1 до 5 мВ (от пика до пика) для некоторых радиочастотных схем
КПД	50...70% для 5...15 Вт; 70...90% для 15...40 Вт
Электромагнитные помехи	Стойкость к воздействию кондуктивных помех (CS) и уровень генерируемых кондуктивных помех (CE) согласно требованиям различных изданий стандарта MIL-STD-461C/D/E
Защита от перенапряжения	Требуется выключение устройства, предельное значение на 10...20% выше номинального значения (как правило, требуется для применений с резервированием)
Отклонение от установленного значения при включении	Менее 5% от номинального значения выходного напряжения (выходное напряжение повышается монотонно)
Время задержки при включении	0,5...10 мс
Телеметрия тока в шине питания	На системном уровне
Реакция на ступенчатое изменение нагрузки	Менее 2...5% при переходе с половинной нагрузки на полную за время менее 200...500 мкс
Телеметрия выхода	Да
Телеметрия температуры	Требуется в некоторых программах
Подключение внешней обратной связи	Требуется для основного канала
Синхронизация	Да
Защита от пониженного входного напряжения (Undervoltage Lockout – UVLO)	Да
Плавное включение	Да
Командный вход дистанционного включения/выключения	Да (двухуровневая или импульсная команда)
Телеметрия статуса состояния (включено/выключено)	Да
Регулировка выходного напряжения	Да
Параметры компонентов	NASA PPL-21/MIL-STD-1547/MIL-STD-975/ESA PSS-01-301
Требования к эксплуатационным параметрам	
Диапазон рабочих температур	–34...+71°C (зависит от программы; часто имеет более широкий диапазон температур для квалификационного уровня, чем другая бортовая аппаратура)
Диапазон температур хранения	–40...+85°C (тип.), зависит от программы
Случайная вибрация	Зависит от стартовой платформы
Пиротехнический удар	Зависит от стартовой платформы
Ускорение	Зависит от стартовой платформы
Влажность	60...95% (относительная)
Взрывоопасность атмосферы	Не должна вызывать воспламенения
Габаритные размеры	Основное требование к конструкции
Масса	Основное требование к конструкции
Квалификация	MIL-PRF-38534, Class K
Конструкция	Герметизированный корпус, толстопленочная гибридная технология
Требования к параметрам радиационной стойкости	
Допустимое значение поглощенной дозы	25...100 крад (Si), может быть обеспечена экранированием (дополнительной защитой)
Одиночные эффекты	ЛПЭ 37...83 МэВ·см ² /мг; не допускаются необратимые отказы от воздействия космических лучей или деградация технических характеристик, вызванная одиночными эффектами SEU, SEB, SEGR, SEL, SET
Защита от нейтронов	Если требуется, преобразователи должны быть разработаны таким образом, чтобы выдерживать без необратимой деградации технических характеристик облучение нейтронами, эквивалентное потоку до 5×10 ¹² нейтронов/см ²
Мощность дозы, вызывающая сбой с автоматическим восстановлением	Классифицируется от x* до y* рад (Si)/с, восстановление автоматическое
Мощность дозы импульсного излучения	В случае, когда требуется, не должны происходить необратимые отказы или деградация параметров после воздействия ионизирующего излучения с мощностью дозы ≤ X* рад (Si)/с, длительность импульса (полная ширина при половинном максимуме) 18...100 нс
Предельная рабочая мощность дозы	В случае, когда требуется, должна сохраняться работоспособность после воздействия ионизирующего излучения с мощностью дозы ≤ X* рад (Si)/с
Электромагнитный импульс	Если необходимо, разрабатываются преобразователи с защитой от электромагнитного импульса на основе применения методов усиления аппаратуры
Генерируемый системой электромагнитный импульс пробоя	Если необходимо, разрабатываются преобразователи с защитой от электромагнитного импульса, генерируемого системой, на основе применения методов усиления аппаратуры
Воздействие низкой мощности дозы (Enhanced Low Dose Rate Sensitivity – ELDRS)	От 5 до 10 мрад/с (становится стандартным требованием согласно Method 1019.9 MIL-STD-883H)

* Значения параметров, задаваемые техническими условиями конкретного проекта.

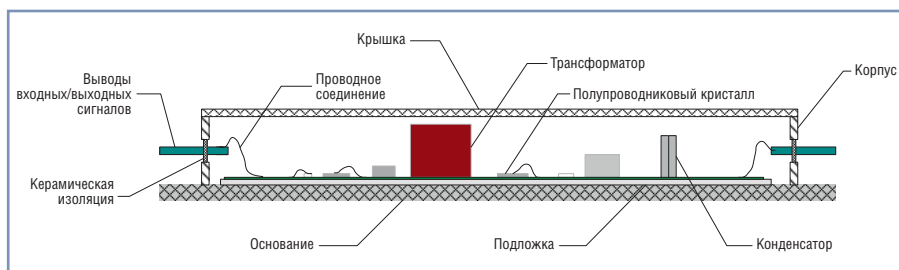


Рис. 2. Основные элементы типовой толстоплёночной гибридной сборки

Конструкция гибридно-плёночного DC/DC-преобразователя

Сборки, созданные с применением толстоплёночной гибридной технологии, использовались в электронной промышленности с 60-х годов прошлого века. Преимущества таких сборок вполне очевидны при рассмотрении их конструкции. Типовая конструкция толстоплёночной гибридной сборки представлена на рис. 2.

Толстоплёночная гибридная сборка является герметизированным устройством. Прямоугольный или квадратный в сечении трубчатый корпус обычно выполняется из ковара или холоднокатаной стали. Он приварен к основанию из аналогичного материала или из материала с соизмеримым коэффициентом теплового расширения для обеспечения минимальных нагрузок в местах соединений. Аналогичным образом крышка из такого же материала или материала с близким по значению коэффициентом теплового расширения приварена к корпусу для формирования воздухонепроницаемой герметичной конструкции.

Сборка толстоплёночной гибридной конструкции обычно начинается с процесса присоединения электронных компонентов (полупроводниковых кристаллов, конденсаторов, диодов и т.д.) пайкой или эпоксидным клеем к неизолированной толстоплёночной подложке, которая содержит резисторы, нанесённые методом трафаретной печати. Обычно подложка выполнена из оксидированного алюминия (Al_2O_3), часто используется также бериллиевая керамика (BeO). Проводники на подложке изготавливаются методом вакуумно-термического нанесения плёнки; для применений с большими значениями тока применяется метод электрохимического наращивания меди. Трансформаторы и другие детали из магнитных материалов обычно присоединяются к подложке или основанию сборки теплопроводящим эпоксидным материа-

лом с сертифицированными для космических применений показателями по газовыделению. Затем подложка сборки припаивается или присоединяется эпоксидным клеем к основанию. Сборка конструкции завершается присоединением рамки с выводами от подложки к внешним штыревым контактам ввода/вывода. Перед тем как установить крышку и принять необходимые меры по экранированию, осуществляется тестирование электрических параметров и производится проверка с целью убедиться в обеспечении требуемой функциональности и надлежащего качества изделия.

На рис. 3 показаны примеры конструкций современных DC/DC-преобразователей, выполненных с применением толстоплёночной гибридной технологии.

Преимущества эксплуатационных показателей

Гибридно-плёночная конструкция и структура обеспечивают много преимуществ по части как электрических, так и механических показателей. Отдельные полупроводниковые кристаллы в корпусах преобразователей представлены в исполнении с наименьшими габаритами. Это обеспечивает гибридной сборке минимально возможные размеры, что также приводит к минимально возмож-

ной массе. Кроме того, полупроводниковый кристалл имеет очень низкий профиль, который наименее критичен к воздействию вибрации и механическим ударам. С другой стороны, такие пассивные компоненты, как конденсаторы, особенно многослойные, и магнитные компоненты обычно имеют высокий профиль. Поэтому должно уделяться внимание обеспечению их прочного сцепления с подложкой или установочным основанием, к которому они присоединены, для обеспечения устойчивости к воздействиям механических факторов внешней среды. Компоненты с высоким профилем обычно прикрепляются эпоксидным материалом, сертифицированным для применения в космических условиях, для обеспечения прочного соединения, выдерживающего требуемые ударные и вибрационные воздействия во время запуска космического корабля.

Закрытый и герметизированный корпус гибридного модуля обеспечивает практически безвлажную среду, которая способствует долговременной работоспособности изделия. При производстве преобразователей периодически проводится анализ остаточного газа по нескольким герметизированным образцам для измерения влажности среды внутри корпуса. Согласно стандарту MIL-STD-883, Test Method 1018, содержание воды не должно превышать предельное значение 5000 промилле. Сама по себе влажность не вызывает электрический отказ или коррозию, но она становится основой для запуска и работы механизма коррозии при наличии загрязняющих веществ и электрического тока в схеме, а это может привести к электрохимической реакции, которая способна ухудшить качество функционирования схемы или даже привести к отказу компонента.

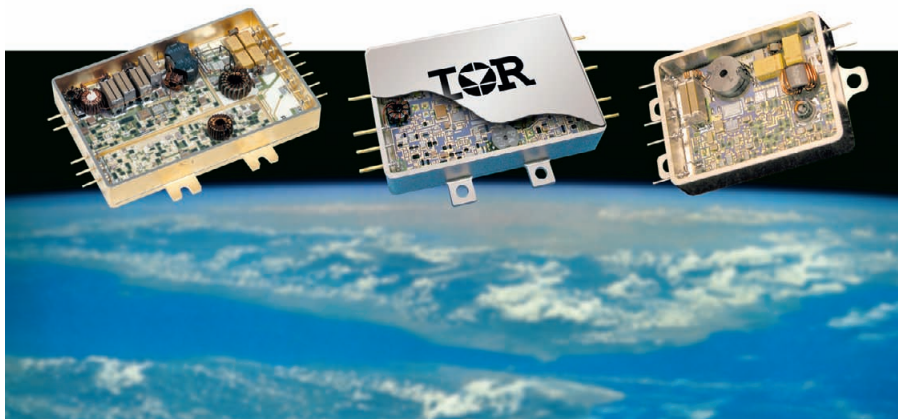


Рис. 3. Примеры конструкций DC/DC-преобразователей, выполненных по толстоплёночной гибридной технологии

Корпус преобразователя также обеспечивает эффективное экранирование от большей части излучаемых от внешних источников электромагнитных помех, которые могут нарушить работу или повлиять на технические характеристики электрических схем внутри корпуса. Корпус также экранирует генерируемые внутри него электромагнитные помехи, уберегая от излучения и отрицательного воздействия другие электрические схемы или расположенное вблизи оборудование. Свойственные гибридной сборке короткие электрические соединения минимизируют паразитные импедансы, что приводит в результате к чистым формам сигналов и уменьшению числа компонентов демпфирующей цепи.

С точки зрения обеспечения температурного режима гибридная сборка имеет очень короткие пути для отвода тепла от переходов полупроводниковых кристаллов на основание, что уменьшает температурные сопротивления и, как следствие, минимизирует повышение температуры переход–основание. При использовании гибридной технологии можно выполнить модуль в объёме, который полностью определяется необходимой поверхностью охлаждения. Низкопрофильное исполнение модулей с увеличенной площадью основания значительно улучшает условия рассеивания тепла и снижает внутреннюю температуру устройства, что положительно сказывается на его надёжности.

Все эти преимущества делают гибридную конструкцию наиболее приемлемым выбором для космических применений, где главными критериями выступают технические характеристики, размер, масса и надёжность.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА, ОТБОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ И СЕРТИФИКАЦИЯ

На рис. 4 представлены типовые этапы производства и процедуры отбора гибридного модуля. Технические требования к микросхемам, которые могут применяться в гибридных DC/DC-преобразователях, формируются на основе стандарта MIL-PRF-38534F. В этом документе предусмотрены пять уровней отбора по качеству: D, E, G, H и K. Class K отличает наиболее высокие требования, и он обеспечивает наивысший уровень качества из всех уровней, представленных в этом документе. Class D соответствует самому низкому из уровней допустимого качества. Class H и Class K – уровни, востребованные большинством применений, прежде всего космическими и военными. Контроль подтверждения соответствия (QCI – Qualification Conformance Inspection) по группам A, B, C и D – это дополнительные испытания и проверки, которым подвергаются образцы партий изделий. Они разработаны и проводятся с целью подтвердить достоверность и гарантировать наивысший уровень качества гибридной конструкции в соответствии с требованиями MIL-PRF-38534. Общее представление о требованиях QCI даёт табл. 2.

Для квалификации проектируемых устройств как радиационно-стойких преобразователи должны производиться и контролироваться в соответствии с программой подтверждения радиационной стойкости (RHA – Radiation Hardness Assurance), которая должна быть утверждена DLA (Defense Logistics Agency – Агентство материально-тех-

нического снабжения МО США, ранее DSCC). Полные и официальные требования к классам качества и QCI, а также квалификационные требования RHA представлены в MIL-PRF-38534.

Модули DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ГИБРИДНОЙ ТОЛСТОПЛЁНОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Укрупнённо рассматриваемые гибридно-плёночные модули DC/DC-преобразователей могут быть разделены по степени устойчивости к радиационным воздействиям на две основные категории: радиационно-устойчивые и радиационно-стойкие. Радиационно-устойчивые модули разработаны для космических миссий с длительностями (сроками активного существования) до 3–4 лет, которые предполагают относительно низкое значение поглощённой дозы в диапазоне от 5 до 25 крад. Одиночные эффекты здесь тоже характеризуются более низкими пороговыми значениями ЛПЭ в диапазоне от 37 до 40 МэВ·см²/мг. В конструкциях этих модулей могут применяться как компоненты со специфицированными показателями радиационной стойкости, так и обычные компоненты. Для многих модулей, ориентированных на военные и аэрокосмические применения, определяются параметры радиационной стойкости, и модули дорабатываются для использования в условиях слабых радиационных воздействий. Такие модули могут применяться в аппаратуре низкоорбитальных КА, в КА и космических зондах для исследования дальнего космоса, в научных экспериментах и других подобных применениях.



Рис. 4. Производственный технологический процесс и последовательность отборочных испытаний гибридных модулей

Таблица 2

Основные этапы контроля подтверждения соответствия стандарту MIL-PRF-38534 по разным группам

Группа A (Group A)	Группа B (Group B)	Группа C (Group C)	Группа D (Group D)
Статические испытания при +25°C	Физические размеры	Внешний вид	Относится к корпусу
Статические испытания при максимальной номинальной температуре	PIND (контроль за наличием внутри корпуса изделия посторонних частиц) ¹	PIND	
Статические испытания при минимальной номинальной температуре		Термоциклирование ¹	
Динамические испытания при +25°C	Стойкость к растворителям	Термоциклирование или тепловой удар ²	Тепловой удар
Динамические испытания при максимальной номинальной температуре	Осмотр внутренней конструкции/ механика	Механический удар или постоянное ускорение	Стабилизирующий прогрев
Динамические испытания при минимальной номинальной температуре		Герметичность (тонкие и грубые течи)	
Функциональный тест при +25°C	Неразрушающий контроль качества соединений проводников	PIND	
Функциональный тест при максимальной и минимальной номинальных температурах		Визуальный контроль	Целостность электрических соединений
Коммутационные испытания при +25°C	Усилие сдвига кристаллов	Завершающие электрические испытания	
Коммутационные испытания при максимальной номинальной температуре	Пригодность к пайке	Ресурсные испытания на устойчивость	
Коммутационные испытания при минимальной номинальной температуре	Герметичность (тонкие и грубые течи) ¹	Завершающие электрические испытания	Герметичность (тонкие и грубые течи)
	Электростатический разряд	Содержание водяного пара внутри корпуса	
		Визуальный осмотр внутренней конструкции	
		Контроль качества соединений проводников	
		Испытание на сдвиг компонентов	

¹ Только для устройств Class K.
² Для устройств Class H, не требуется для Class K.

Для применений с более длительными сроками активного существования (как правило, до 18 лет) на геосинхронных орбитах наиболее подходящими устройствами являются радиационно-стойкие гибридные модули с допустимым значением поглощённой дозы в диапазоне от 50 до 100 крад или выше.

У всех устройств космического класса компании International Rectifier соответствие требованиям по радиационной стойкости закладывается ещё на этапе разработки.

В качестве примера на X Международной научно-технической конференции «Электронная компонентная база космических систем» были представлены результаты испытаний стандартного DC/DC-преобразователя AFL2828S, для которого были получены следующие параметры радиационной стойкости: поглощённая доза > 25 крад (Si), пороговое значение ЛПЭ > 32 МэВ·см²/мг при нагрузке 60% и 80% от номинальной. При испытаниях на циклотроне, способном генерировать пучок тяжёлых частиц с энергией 15 МэВ, использовались ионы ⁸⁴Kr (эффективное значение ЛПЭ

25 МэВ·см²/мг) и ионы ¹²⁹Xe (эффективное значение ЛПЭ 47 МэВ·см²/мг) [9]. На рис. 5 показан внешний вид модуля AFL2828S со снятой крышкой. Окружности на рисунке ограничивают области воздействия ионами и гамма-излучением; воздействию радиации подвергались критичные полупроводниковые компоненты: драйвер затворов MOSFET TC4420, операционный усилитель KM22, микросхемы ON 431B и

33074A, силовые транзисторы MOSFET HEXFET.

Некоторые модели устройств International Rectifier, предназначенные для применения в аппаратуре ракетно-космической техники, обладают стойкостью к отказам, вызываемым воздействием потоков нейтронов, некоторые сохраняют работоспособность при высокой мощности дозы ионизирующего излучения.

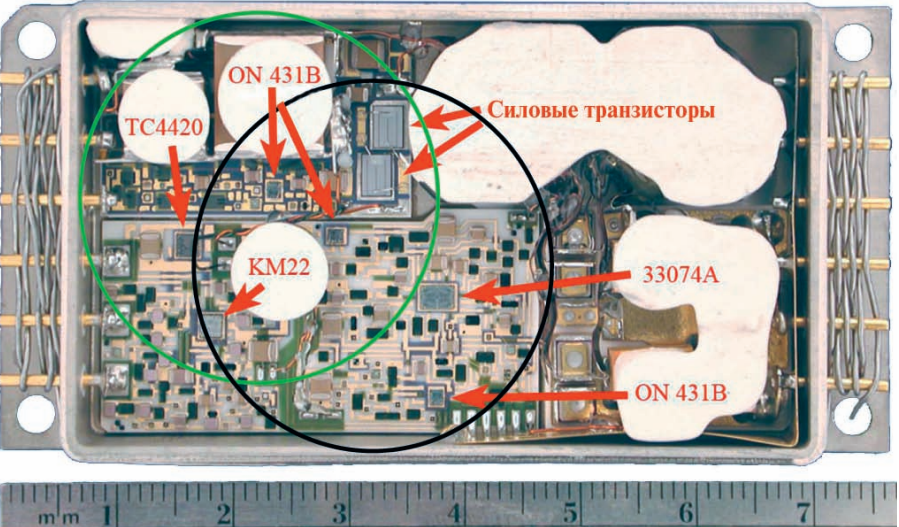


Рис. 5. Модуль стандартного DC/DC-преобразователя AFL2828S с открытой крышкой (окружности показывают зоны, которые подвергались воздействию ионизирующим излучением гамма-установки и потоками тяжёлых частиц)

Сегодня на рынке представлен богатый выбор стандартных DC/DC-преобразователей, выполненных по гибридной технологии, соответствующих классам Н или К и предназначенных для применения в аппаратуре КА. Некоторые модули разработаны, испытаны и сертифицированы в соответствии с требованиями RHA DLA, однако в настоящее время International Rectifier не имеет плана RHA, сертифицированного DLA. Различные модели преобразователей характеризуются выходной мощностью от чуть менее 5 до 40 Вт. Распространёнными вариантами исполнения являются одно-, двух- и трёхканальные модели. Номиналы выходных напряжений соответствуют наиболее популярным значениям напряжения питания в диапазоне от 1 до 15 В. Форм-фактор модулей определяется их размерами от примерно 25,4×25,4 мм при высоте менее чем 12,7 мм до 76,2×50,8×12,7 мм. Модули могут иметь исполнения с различным расположением внешних выводов: вертикальным для монтажа на печатную плату или горизонтальным для объёмного монтажа. Некоторые новейшие разработки компании отличаются набором таких сервисных функций и возможностей, как дистанционное вклю-

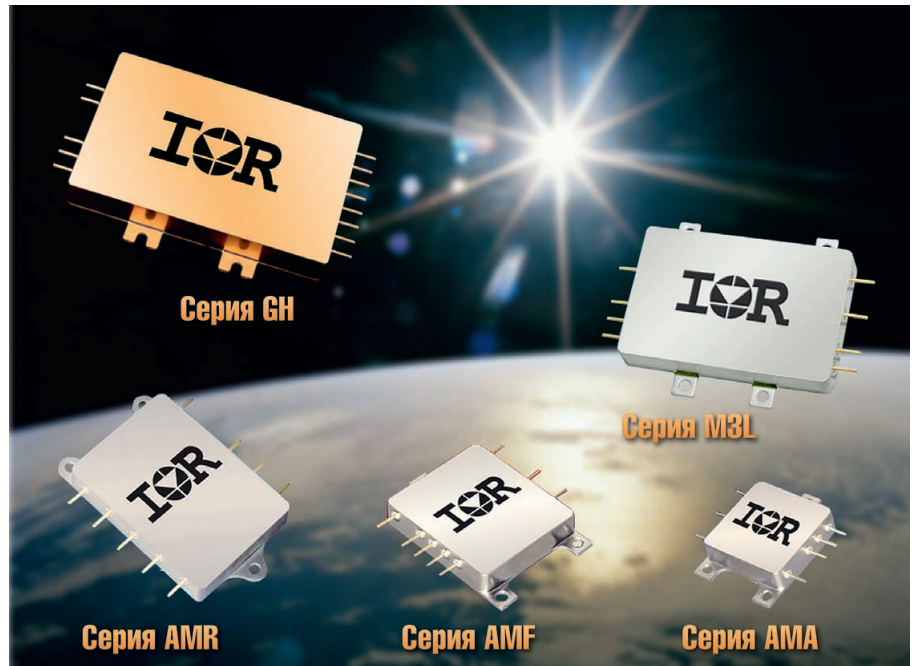
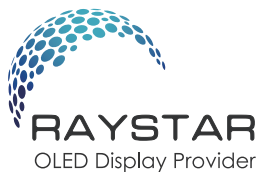


Рис. 6. Внешний вид гибридных DC/DC-преобразователей серий, выпущенных компанией International Rectifier в последние годы

чение/выключение, возможность подключения внешней обратной связи, внешняя синхронизация, защита от пониженного напряжения, регулировка выходного напряжения, встроенный помехоподавляющий фильтр на входе. Внешний вид отдельных образцов таких

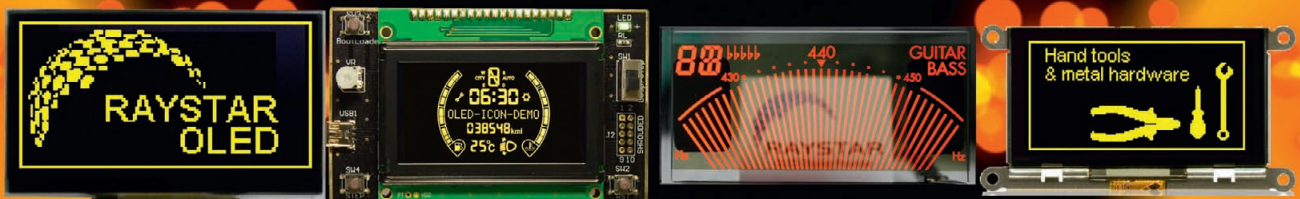
гибридных преобразователей показан на рис. 6.

Новые радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи отгружаются вместе с обширной документацией и отчётами испытаний, включая отчёты с результатами испытаний на радиационную



Лучшая замена ЖК-панелям

OLED-дисплеи Raystar



Специализированные по ТЗ заказчика

Прозрачные модели

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА • СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ • ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ • БЫТОВАЯ ТЕХНИКА • МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ

Характеристики

- Яркость экрана от 500 до 2000 кд/м², обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокий контраст 2000:1
- Широкий угол обзора до ±175°
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения: 122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки

- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления — токовые)
- Светоэмиссионная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от -40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RAYSTAR OPTRONICS

#344

ProSoft®

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

Реклама

Стандартные гибридные DC/DC-преобразователи со специфицированными показателями радиационной стойкости

Серия		Выходная мощность P_0 , Вт	Поглощённая доза, крад (Si)	ЛПЭ, МэВ·см ² /мг	Поток нейтронов, частиц/см ²	Мощность дозы, рад (Si)/с	Габариты (Д×Ш×В), мм	Масса, г
Радиационно-устойчивые	AMA	5	25	60	10 ¹²	4×10 ⁴	28,7×28,7×8,38	32
	AMF	12	25	60	10 ¹²	4×10 ⁴	40,64×35,05×8,38	36
	AMR	30	25	60	3×10 ¹²	4×10 ⁴	54,36×38,86×8,38	68
	M3L	25	25	37	3×10 ¹²	10 ¹⁰	58,42×38,1×10,8	85
	M3H	40	25	37	3×10 ¹²	10 ¹⁰	76,2×50,8×11,3	125
Радиационно-стойкие	ARH	30	100	83	3×10 ¹²	10 ¹¹	68,58×42,55×12,7	120
	ART	30	100	83	3×10 ¹²	10 ¹¹	68,58×42,55×12,7	120
	D	10	100	82	—	—	38,1×38,1×10,16	50
	S	10	100	83	—	—	43,43×33,27×10,8	50
	SBA	10	100	82	—	—	44,45×31,75×10,16	36
	SBB	30	100	82	—	—	48,26×50,8×8,51	60
	LS	30	100	83	—	—	58,42×50,8×10,8	85
	LSO	30	100	82	—	—	77,6×63,5×12,07	125
	M3G	40	200	83	8×10 ¹²	4×10 ¹⁰	76,2×50,8×12,07	100
	ARM	30	1000	83	3×10 ¹²	10 ¹¹	68,58×42,55×12,7	120
	GH	50	100	82	—	—	77,6×52,2×12,07	110

стойкость. Данное обстоятельство является существенным преимуществом этих изделий, так как заказчики получают несомненный выигрыш из-за отсутствия необходимости финансировать собственные конструкторские и сертификационные испытания модулей. Параметры радиационной стойкости стандартных радиационно-устойчивых и радиационно-стойких преобразователей, предлагаемых компанией International Rectifier в настоящее время, и перспективных моделей приведены в табл. 3.

В табл. 4 дан неполный перечень космических программ, в которых применялись и применяются радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи компании IR, причём указаны конкретные модели, используемые в конкретных программах. International Rectifier активно участвует в проектах космической отрасли и на текущее вре-

мя поставила свыше 4000 модулей с уровнем качества Class K многим производителям КА во всём мире.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Стандартные гибридные модули IR по своим характеристикам в полной мере отвечают требованиям многих космических применений и при этом обеспечивают определённые преимущества в габаритных размерах, массе и стоимости.

На рис. 7 показан пример построения на них системы электропитания. Проектирование такой системы на основе набора готовых модулей предоставляет разработчикам гибкость в её компоновке и существенно упрощает сам процесс разработки. В целях оптимизации электрических показателей модули могут

быть расположены в непосредственной близости от запитываемого функционального узла. В рассматриваемом решении применяются модули серии LS с низковольтными выходными каналами для обеспечения питанием цифровых нагрузок и модули серии M3G для питания аналоговых нагрузок; общее число выходов системы — 6, суммарная мощность — 117 Вт. Преобразователи серий LS и M3G оснащены встроенной функцией плавного запуска. Это позволяет увеличивать выходное напряжение в управляемом режиме и, следовательно, минимизировать пиковый пусковой ток. В том случае, если шина входного напряжения хорошо контролируется, внешний модуль ограничителя пускового тока может и не потребоваться.

Модули серий LS и M3G способны функционировать длительное время на геостационарных орбитах при радиа-

Таблица 4

Неполный перечень программ, в которых применяются гибридно-плёночные DC/DC-преобразователи компании International Rectifier

Серия	Выходная мощность, поглощённая доза, ЛПЭ	Программа
AMA	5 Вт, 25 крад, 60 МэВ·см ² /мг	MER
AMF	12 Вт, 25 крад, 60 МэВ·см ² /мг	STEREO, MESSENGER, MER, LISA Pathfinder
AMR	30 Вт, 25 крад, 60 МэВ·см ² /мг	MBXX (коммерческая ракета-носитель), STEREO, MESSENGER
ARH	30 Вт, 100 крад, 83 МэВ·см ² /мг	LPE, Solar B, DAWN
ART	30 Вт, 100 крад, 83 МэВ·см ² /мг	SORCE, GALEX, Bsat-2a, Bsat-2c, N-STARC, PanAmSat-1, Indostar-1, INSAT, H2A (вторая ступень), Radarsat, MINU, Beam Link, ASCAT, ACE, ADEOS, Arabsat, Asiasat, AXAF, Chinasat, CRRES, EOS, Eurostar, Eutelsat, FUSE, Geolite, GPS II, Helios, Hipasat, HST, Indostar, Intelsat, ISS, Mars Surveyors, Meteosat, NEAR, NPOESS, Orbcomm, Orbview, Planet B, Quickbird, Sirius, SIRTf, Spacebus, Stardust, Turksat, STAR GEO
LS	30 Вт, 100 крад, 83 МэВ·см ² /мг	SDO (Solar Dynamics Observatory), JWST (James Webb Space Telescope), LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter), GPM (Global Precipitation Measurement), ST8 (Space Technology 8), HST (Hubble Space Telescope), ODML (Ocean Data Telemetry Microsat Link), Mini RF, SmartSAT, DRP, JEM (ISS), Go-SAT, NPOESS, P-734, P-741, MMS, RBSP
M3G	40 Вт, 200 крад, 83 МэВ·см ² /мг	"Living with a Star", HIFES, INSAT, Solar B, GPS IIF, B2, Skynet 5, RRGU, FOG (fiber optic gyro), SSTING, NPOESS, TerreStar, ICO, P-734, P-741, JWST, Planet C, QZSS, Chandrayaan, Astrosat, MUOS, H2A, EarthLink, MEOSAR, MMS, RBSP, Yahsat
M3H	40 Вт, 25 крад, 37 МэВ·см ² /мг	H2A, IRS, RRGU, FTINU, CASSIOPE
M3L	25 Вт, 25 крад, 37 МэВ·см ² /мг	SERVIS, STEREO
S	10 Вт, 100 крад, 83 МэВ·см ² /мг	GPS IIF, STEREO, JWST, SSTING, NPOESS, P-741, P-734, ELC (Express Logistics Carrier)

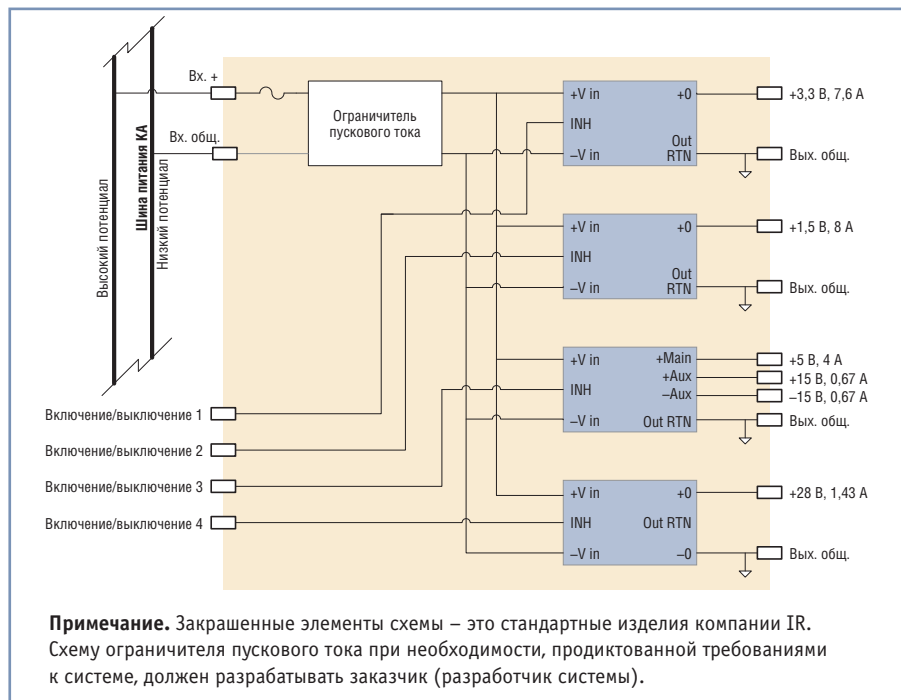


Рис. 7. Пример системы питания с шестью выходными каналами и суммарной мощностью 117 Вт

ционном воздействии космического пространства с минимальной поглощённой дозой до 100 крад и при гарантированном отсутствии одиночных эффектов при ЛПЭ до 83 МэВ·см²/мг. Технические параметры одно- и двухканальных преобразователей серии LS,

особенности их применения и результаты испытаний на стойкость к радиационным воздействиям представлены в [10].

Приведённое решение было одним из первых решений при построении систем распределённого электропитания с

использованием многоканальных модулей DC/DC-преобразователей с гальванической развязкой выходных цепей от шин источника входной электроэнергии. Однако вследствие низкой эффективности и невозможности поддержания стабильного напряжения на всех каналах при импульсном изменении тока нагрузки с большой частотой от этого решения отказываются.

РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С ДВУКРАТНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ НАПЯЖЕНИЯ

В связи с тем, что стали доступными такие радиационно-стойкие цифровые устройства, как ПЛИС FPGA, память, DSP-процессоры, заказные интегральные схемы (ASIC) и др., которые предъявляют особые требования к источникам питания, в бортовой аппаратуре КА получают распространение распределённые системы электропитания с двукратным преобразованием напряжения. В таких системах для приведения напряжения шины космического аппарата к требуемым значениям промежуточного напряжения от 5 до 8 В используются высокоэффективные пони-



SPECTRUM
SYSTEMENTWICKLUNG MICROELECTRONIC GMBH

Высокоскоростные инструментальные платы Spectrum



Платы PCI/PCI-X и PCI Express

- Около 200 моделей
- До 16 синхронных каналов
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Частота опроса до 1 ГГц
- Встроенная память до 4 Гбайт
- Тактирование и многомодульная синхронизация

Платы 6U CompactPCI

- 79 моделей
- До 16 каналов
- Разрешение до 16 бит
- Частота опроса до 500 МГц

Платы 3U PXI

- 43 модели
- Соответствие стандарту PXI
- Межмодульная синхронизация
- Тактирование 10 МГц
- Память до 512 Мбайт

Программное обеспечение, системы сбора данных

- Собственное ПО SBench 6
- Поддержка ОС Windows, Linux
- Разработка систем сбора и записи данных по ТЗ заказчика
- Индивидуальное консультирование по выбору оборудования для конкретных применений



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SPECTRUM

#469

ProSOFT®

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

Реклама

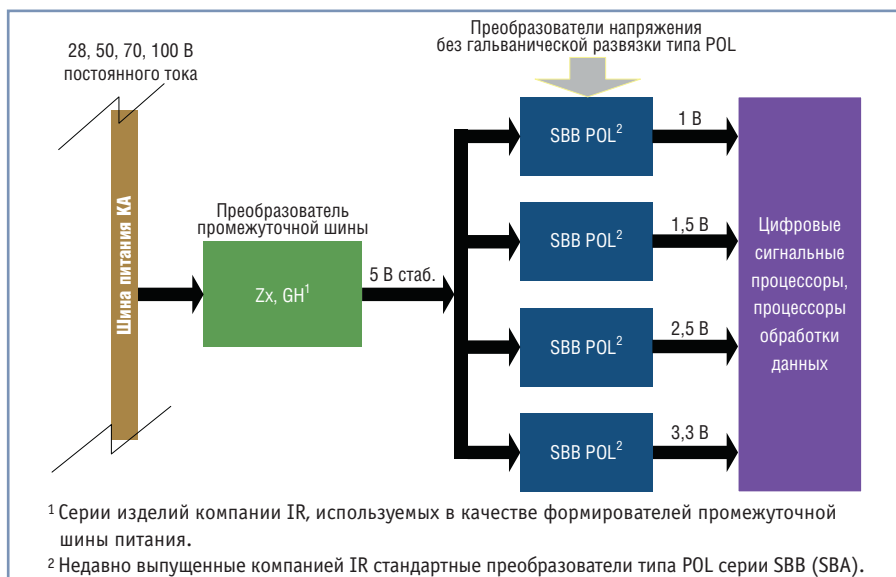


Рис. 8. Упрощённая структурная схема распределённой системы электропитания с формирователем промежуточной шины напряжения

жающие преобразователи. Затем в соответствии с требованиями цифровых нагрузок промежуточное напряжение преобразуется в более низкие уровни стабилизированного напряжения от 3,3 до 0,8 В. На рис. 8 представлена упрощённая структурная схема распределённой системы электропитания с формирователем промежуточной шины напряжения. Стабилизация напряжения выполняется понижающим стабилизатором с синхронным выпрямлением, для каждого номинального напряжения используется один стабилизатор (преобразователь типа POL – point-of-load – преобразователь, устанавливаемый в непосредственной близости от запитываемой нагрузки). Обычно требуется два или более номинала выходного напряжения (для питания ядра FPGA, ячеек ввода/вывода, вспомогательных схем). Резервирование и другие необходимые функции усложняют систему, поэтому может возникнуть необходимость в применении дополнительных преобразователей DC/DC и POL для реализации этих функций.

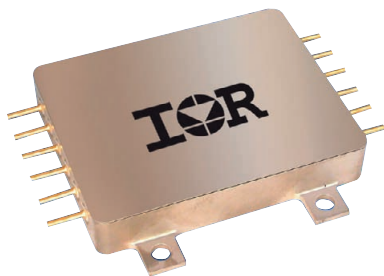


Рис. 9. Внешний вид POL-преобразователя серии SBB (габаритные размеры корпуса с учётом выводов и монтажных проушин – 60,96×50,8×8,51 мм)

В каждой из ступеней преобразования напряжения происходит потеря энергии. Кроме того, существенные потери могут быть связаны с передачей энергии, поэтому не практикуется передача на значительные расстояния самых низких уровней напряжения, для которых характерны большие токи, а следовательно, возможны большие резистивные потери энергии в длинных проводниках.

Надо оценивать все преимущества и недостатки многократного преобразования напряжения, возможные расстояния и необходимость в промежуточном напряжении для питания различных элементов схемы – всё это определяет общую архитектуру системы. Выбор уровня напряжения промежуточной шины из значений 3,3; 5 или 12 В зависит от нескольких факторов: наличие изделий (оборудования) с определённым напряжением, расстояние от преобразователя напряжения шины до точки применения, востребованность выбираемого номинала промежуточного напряжения в разных местах системы. Использование промежуточных шин с напряжениями 5 и 3,3 В цифровыми устройствами является одной из причин того, что эти шины обычно являются стабилизированными. Промежуточная шина с напряжением 12 В стабилизирована в меньшей степени, так как она обычно используется для питания менее чувствительных аналоговых нагрузок.

Важно отметить, что при оценке технических параметров на системном уровне КПД отдельного POL-преобразователя нет особого смысла учитывать.

Различные POL-преобразователи требуют разной стабилизации напряжения промежуточной шины, и чем более строги будут требования ко входу POL-преобразователя, тем менее эффективным будет преобразование на этой промежуточной ступени. Поэтому при расчёте эффективности всей системы в совокупности с потерями на внутренних соединениях следует учитывать общие потери на всём каскаде преобразований.

Понижающие стабилизаторы типа POL используются с начала 60-х годов прошлого века. Они выполнены на основе структуры без гальванической развязки между входными и выходными цепями и характеризуются отличными статическими и динамическими параметрами при установке в непосредственной близости от цифровых нагрузок. Новое поколение модулей, предлагаемых компанией IR, имеет в своём составе собственно понижающие преобразователи и преобразователи типа POL. Новейшие 50-ваттные высокоэффективные радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии GH, предназначенные для формирования низковольтной промежуточной шины, к которой подключаются внешние понижающие POL-преобразователи, обеспечивающие стабилизированным электропитанием (от 3,3 до 0,8 В) цифровую нагрузку, подробно представлены в [11]. Необходимо заметить, что преобразователи серии GH фактически являются первыми радиационно-стойкими DC/DC-преобразователями с гальванической развязкой, в состав которых входит синхронный выпрямитель, что обеспечивает повышение КПД. Размещаемые в непосредственной близости от нагрузки радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи типа POL серий SBA и SBB с выходными мощностями 10 и 30 Вт подробно представлены в [12]. На рис. 9 показан внешний вид преобразователя серии SBB.

Распределённая система электропитания с двукратным преобразованием напряжения, содержащая ведущие (генераторы) и ведомые (потребители электроэнергии) импульсные источники питания, может возбуждаться, даже если используемые источники устойчиво работают в автономном режиме на резистивную нагрузку. Причиной возбуждения импульсного преобразователя напряжения в распределённой системе питания является комплексный характер входного сопротивления ведомых

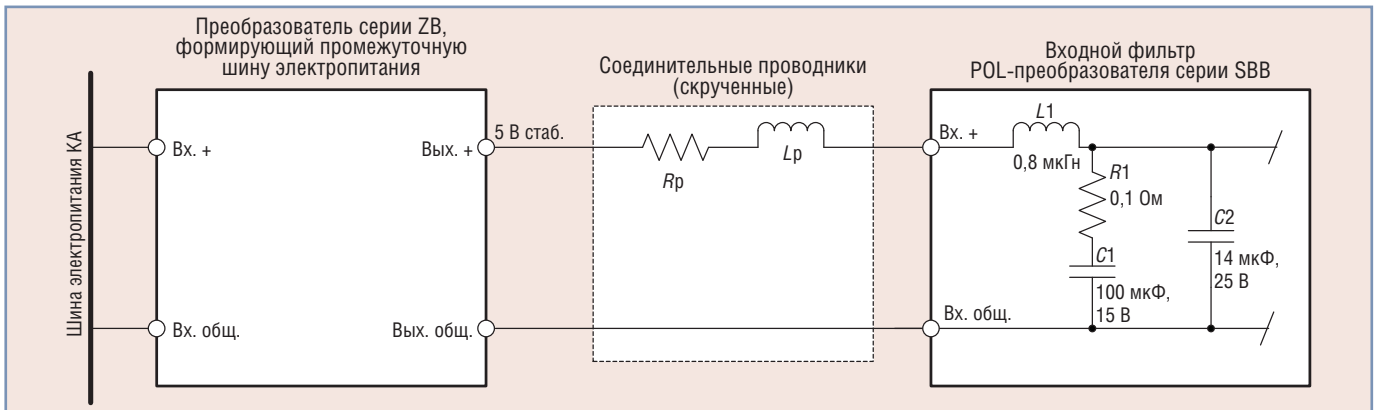


Рис. 10. Упрощённая структурная схема системы питания с преобразователем напряжения шины и преобразователем типа POL

источников с отрицательной резистивной составляющей по переменному току [13]; подобные факты известны и описаны в литературе [14]. Поэтому модули электропитания должны обладать высокой стабильностью выходного напряжения при действии возмущающих факторов, низкой величиной пульсаций (десятки — единицы мВ), большими запасами устойчивости по амплитуде (не менее 6 дБ) и фазе (не менее 45°). При проектировании систем распределённого электропитания с применением модулей преобразователей напряжения типа POL серий SBA и SBB в качестве ведущих источников рекомендуется использовать модули гибридно-плёночных DC/DC-преобразователей серии GH или DC/DC-преобразователи серий ZA, ZB, ZC с высокими уровнями выходного тока и следовать рекомендациям по применению, которые подробно представлены в [15]. При разработке модулей электропитания, предназначенных для применения в частично централизованных системах электропитания с промежуточной шиной или распределённых системах электропитания,

специалисты компании IR учли эти обстоятельства.

Далее рассмотрим пример распределённой системы электропитания, в которой в качестве ведомых преобразователей используются преобразователи напряжения серии SBB типа POL. Упрощённая структурная схема такой системы представлена на рис. 10 [15].

Каждый POL-преобразователь требует, чтобы полное внутреннее сопротивление источника питания было обеспечено на частоте коммутации силового ключа и выше. Это достигается включением соответствующего фильтра на входе преобразователя. Сначала рассмотрим, к каким результатам приводит применение во входном фильтре только развязывающего керамического конденсатора. При использовании такого конденсатора C2 (14 мкФ, 25 В) график результирующего импеданса источника имеет вид, представленный на рис. 11. Резонансный пик на частоте 50 кГц приводит к недопустимой переходной характеристике при импульсном изменении тока нагрузки, так как

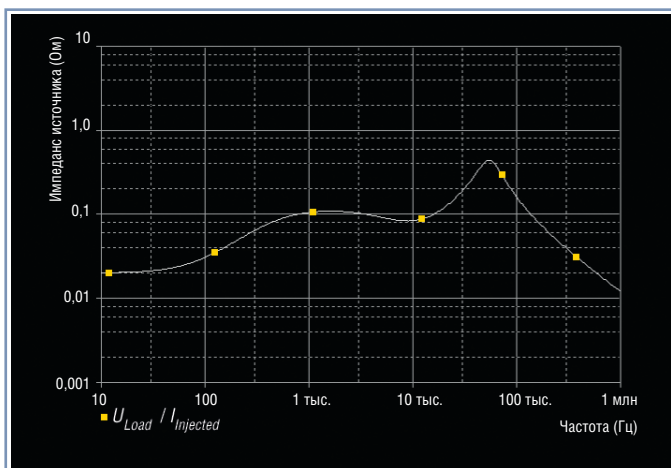


Рис. 11. Импеданс источника на входе POL-преобразователя серии SBB при использовании только развязывающего керамического конденсатора C2

входное напряжение при этом может упасть ниже порога срабатывания схемы защиты от пониженного напряжения ($4 \pm 0,3$ В), что вызовет отключение преобразователя.

Теперь рассмотрим результаты применения во входном фильтре демпфирующей цепи R1C1. Для оценки импеданса источника на входе POL-преобразователя на рис. 12 приведены характеристики результирующего пульсирующего тока $I_{L\text{ware}}$ и пульсирующего напряжения $U_{ZB\text{out}}$ на выходе ZB при подключении развязывающего конденсатора C2 и демпфирующей цепочки R1C1 (танталовый конденсатор с последовательно включённым резистором). Входное напряжение при этом будет выше порога срабатывания схемы защиты от пониженного напряжения, что позволит преобразователю функционировать без прерывания.

Для обеспечения низких пульсаций тока между преобразователем, формирующим промежуточную шину электропитания, и POL-преобразователем серии SBB установлен дроссель. При проектировании системы также необходимо учитывать требования к длине и

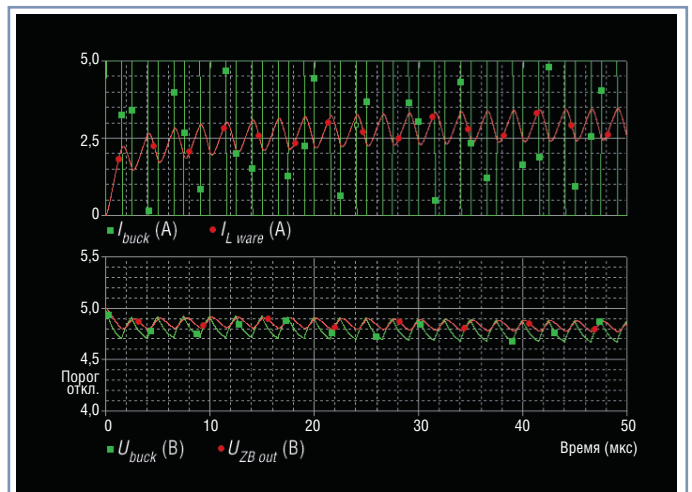
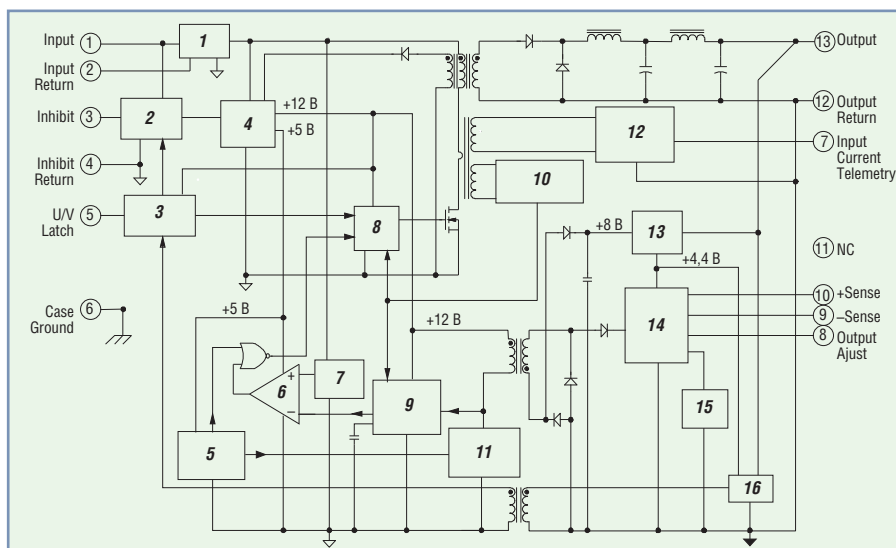


Рис. 12. Частотная характеристика импеданса источника при использовании развязывающего конденсатора и демпфирующей цепи R1C1 на входе преобразователя типа POL серии SBB (с учётом сопротивления соединительных проводников)

**Условные обозначения:**

1 – помехоподавляющий фильтр; 2 – вход защиты от пониженного входного напряжения и дистанционного управления; 3 – формирователь сигнала о выключении; 4 – внутренний источник напряжения; 5 – тактовый генератор; 6 – ШИМ-контроллер; 7 – генератор пилообразного сигнала; 8 – драйвер затвора MOSFET; 9 – устройство выборки/хранения и плавного запуска; 10 – защита от перегрузки; 11 – триггер обратной связи; 12 – телеметрия входного тока; 13 – стабилизатор напряжения; 14 – усилитель сигнала ошибки; 15 – источник опорного напряжения; 16 – защита от превышения выходного напряжения.

Примечание. Назначение основных выводов преобразователя:

Input – вход;
Inhibit – включение/выключение;
U/V Latch – защёлка, срабатывающая при пониженном уровне напряжения;
Case Ground – корпус;
Output – выход;
Input Current Telemetry – выход телеметрии тока;
+Sense/-Sense – внешняя обратная связь (+/-);
Output Adjust – регулировка выходного напряжения.

Рис. 13. Структурная схема одноканального DC/DC-преобразователя серии LSO

диаметру соединительных проводов, которые определяют индуктивность и сопротивление соединительных линий, так как низкий импеданс формирователя промежуточной шины напряжения сам по себе не может гарантировать приемлемого уровня отрицательного выброса выходного напряжения при импульсном изменении тока нагрузки.

Задачи на будущее

Габариты, надёжность, стоимость и эффективность всегда были и остаются основными движущими факторами для большинства проектов в области создания космических аппаратов. Эти движущие факторы, как ожидается, сохраняют свою значимость и впредь. Следовательно, требованиями для следующего поколения гибридных модулей будут уменьшение размеров посредством интеграции и повышение эффективности за счёт включения в свой состав новых и лучше выполненных устройств. Для того чтобы эти требования были реализованы, нужны новые достижения в области разработки ин-

тегральных микросхем и силовых MOSFET, соответствующих космическим приложениям. Должны стать доступными радиационно-стойкие микросхемы ШИМ-контроллеров, микросхемы драйверов синхронных выпрямителей и интегральные схемы понижающих стабилизаторов с синхронным выпрямлением, работающих с более высокими частотами. Для повышения эффективности преобразователей нужны радиационно-стойкие транзисторы MOSFET с низким значением заряда затвора (Q_g) и более низким значением сопротивления открытого канала ($R_{DS(ON)}$), так как показателем качества управляющего ключа синхронного выпрямителя DC/DC-преобразователя является произведение сопротивления открытого канала на заряд переключения — $R_{DS(ON)} \cdot Q_g$. Основная доля потерь мощности прямо пропорциональна именно этой величине.

Поскольку далеко не все разработки требуют совершенно одинаковых функциональных возможностей и уровней мощности, миниатюризация и модуль-

ность элементов системы, отвечающих за преобразование напряжения и реализацию соответствующих функций, должны привести к уменьшению размеров и стоимости системы в целом, так как пользователь будет применять и оплачивать только требуемые ему элементы системы и необходимую выходную мощность. Модульный принцип построения систем также сможет обеспечить более низкую стоимость самих отдельных модулей, так как они будут разрабатываться, производиться в больших количествах и тестироваться большими партиями, что в итоге приводит к меньшим затратам.

Перспективные изделия

Достоинства гибридной технологии — высокая плотность упаковки компонентов в бескорпусном исполнении, максимальная согласованность температурных коэффициентов расширения всех узлов сборки, минимальное сопротивление теплопередачи от всех теплонагруженных элементов конструкции к поверхности теплоотвода, минимальное количество внутрисхемных электрических соединений, наивысшая степень герметичности изделия. Эти достоинства определяют широкие эксплуатационные возможности гибридных преобразователей напряжения в различных областях применения, а растущая потребность в устройствах электропитания с расширенной функциональностью стимулирует разработку новых, более совершенных моделей преобразователей.

Далее будут рассмотрены DC/DC-преобразователи, планируемые к выпуску компанией International Rectifier в первом квартале 2013 года.

Серия LSO

DC/DC-преобразователи серии LSO во многом наследуют наиболее удачные решения, воплощённые в устройствах серии LS. Они тоже отличаются расширенной функциональностью, но сверх того, чем оснащены преобразователи LS, имеют дополнительную функцию защиты от превышения напряжения на выходе. Преобразователи серии LSO обеспечивают выходную мощность до 30 Вт, характеризуются небольшими размерами и массой, наличием на входе встроенного помехоподавляющего фильтра и высокой стойкостью к таким дестабилизирующим факторам внешней среды, как радиация, предельные температуры, механический удар и вибрация. На рис. 13

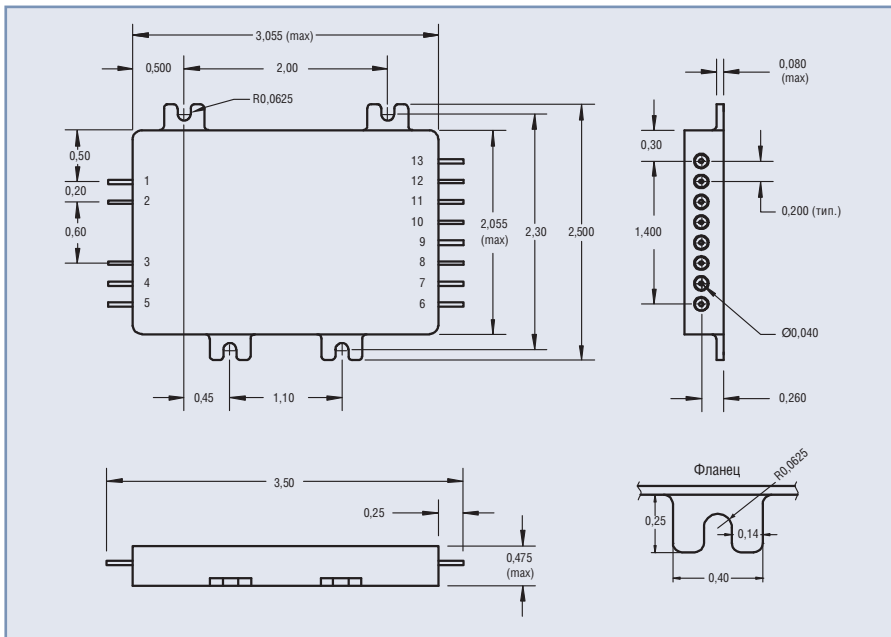


Рис. 14. Чертёж корпуса DC/DC-преобразователя серии LSO (размеры указаны в дюймах)

показана структурная схема DC/DC-преобразователя серии LSO.

В однотактной прямоходовой структуре с постоянной частотой преобразования используется трансформаторная развязка в контуре обратной связи, а на входе встроен помехоподавляющий фильтр. Патентованная схема контура обратной связи с трансформаторной развязкой обеспечивает также передачу напряжения для электронных схем вторичной части. Для обеспечения оптимальной стабилизации при скачках входного напряжения, импульсном изменении тока нагрузки, а также плавного запуска осуществляется выборка выходного напряжения на входе широко-импульсного модулятора.

В схеме применяется резонансное размагничивание магнитопровода силового трансформатора. Номинальная частота преобразования составляет 500 кГц. Для ограничения напряжения на выходе при отказе контура обратной связи применяется внутренний источник напряжения с ограничением коэффициента заполнения импульсов.

Модули серии LSO соответствуют требованиям стандарта MIL-STD-461C к уровню кондуктивных помех без использования внешних компонентов. Модули оснащены командным входом дистанционного включения/выключения и функцией регулировки выходного напряжения, а также имеют комплект защит от перегрузки, короткого замыкания и превышения выходного напряжения.

На рис. 14 приведён чертёж корпуса преобразователя серии LSO.

Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серии LSO:

- диапазон входного напряжения от 18 до 40 В;
- предельно допустимая поглощённая доза ионизирующего излучения > 100 крад (Si);
- отсутствие сбоев и катастрофических отказов от воздействия протонов и ионов при минимальных ЛПЭ до $82 \text{ МэВ} \cdot \text{см}^2/\text{мг}$ (без ухудшения технических параметров);
- диапазон рабочих температур от -55 до $+125^\circ\text{C}$;
- масса менее 125 г;
- выходная мощность до 30 Вт;
- одно- и двухканальные модели с номиналами выходных напряжений 1,5; 1,8; 2,5; 3,3; 5; 12; 15; ± 5 ; ± 12 и ± 15 В;
- возможность подключения внешней обратной связи у одноканальных моделей;
- фиксирование выходного напряжения при превышении номинального значения;
- возможность телеметрии входного тока у одноканальных моделей;
- блокировка при пониженном входном напряжении с возможностью фиксации блокировки;
- высокий КПД до 83%;
- среднее время безотказной работы (MTBF) $4,0 \times 10^6$ ч (рассчитано по стандарту надёжности электронного оборудования MIL-HDBK-217F2 для условий применения в аппаратуре КА на орбитальном участке полёта SF при $+35^\circ\text{C}$).

Применения

Среди основных применений DC/DC-преобразователей серии LSO следует указать следующие:

- спутники для геостационарных орбит;
- низкоорбитальные спутники;
- научно-исследовательские станции для дальнего космоса.

Комментарии по сервисным функциям

Дистанционное измерение входного тока. Одноканальные модели оснащены выходом для телеметрии входного тока с изменением напряжения ($U_{in \text{ TLM}}$) в диапазоне от 0 до 3,3 В. Сигнал напряжения на этом выходе (вывод 7) относительно вывода 12 эквивалентен полуторакратному значению входного тока (I_{in}): $U_{in \text{ TLM}} [\text{В}] \sim 1,5 \times I_{in} [\text{А}] \pm 0,1 [\text{В}]$.

Защита от короткого замыкания и перегрузки по току. Выходной ток ограничивается при какой-либо неисправности в нагрузке на уровне примерно 125% от номинального значения. Перегрузка вызывает падение выходного напряжения ниже номинального значения. При уменьшении тока нагрузки ниже предельного значения преобразователь автоматически восстанавливает работоспособность. Предельное значение тока характеризуется небольшим отрицательным температурным коэффициентом для снижения вероятности возникновения температурной дестабилизации.

Блокировка при пониженном входном напряжении и разблокировка. В преобразователях серии LSO предусмотрена защита от пониженного входного напряжения. Преобразователь выключится, как только входное напряжение снизится до значения примерно 16,5 В или меньше. Если входное напряжение повысится до значений от 16,5 до 17,9 В, определяемых как порог разблокировки UVR, преобразователь включится и будет обеспечивать стабилизированное выходное напряжение, как только входное напряжение достигнет 18 В.

Если входное напряжение опустится ниже значений в диапазоне от 17 до 16 В, определяемых как порог блокировки при пониженном входном напряжении UVLO, преобразователь выключится и останется в этом состоянии до тех пор, пока значение входного напряжения будет пребывать ниже порога UVLO. Преобразователь возобновит нормальную работу, как только входное напряжение повысится выше порога UVR. Однако при необходимости преобразователь может быть сконфигури-

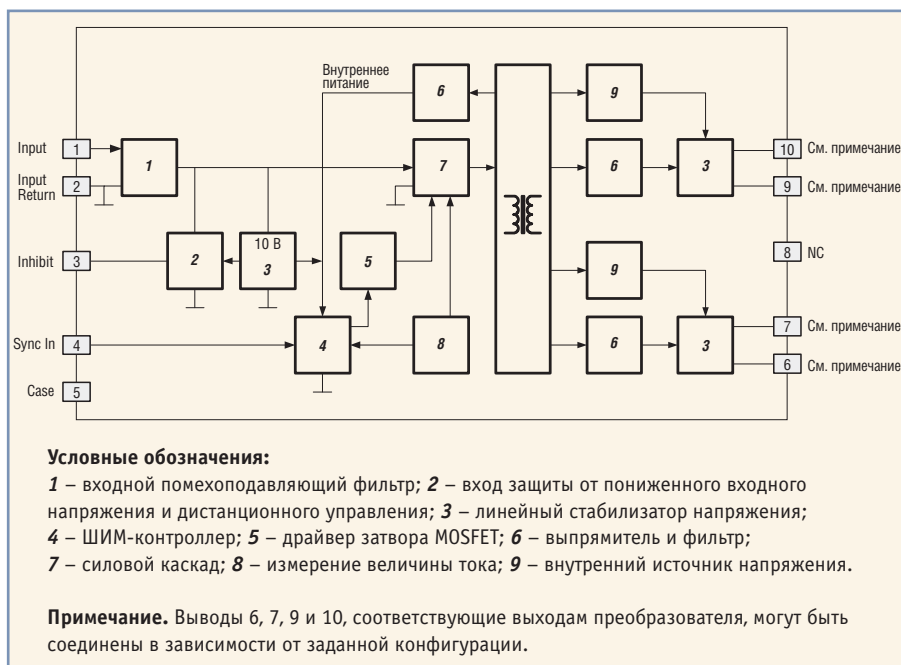


Рис. 15. Структурная схема DC/DC-преобразователя серии D

рован так, чтобы продолжать оставаться в заблокированном режиме. Чтобы воспользоваться этим свойством, вывод U/V Latch (вывод 5) должен быть соединён с выводом Inhibit Return (вывод 4) через сопротивление менее 100 Ом. Нужно отметить, что в данном режиме преобразователь будет заблокирован только в том случае, если состояние входного напряжения ниже порога будет сохраняться в течение более чем 1 мс. Преобразователь восстанавливается короткой командой на вход дистанционного управления.

Защита от превышения напряжения на выходе. Преобразователь оснащён функцией защиты от превышения напряжения на выходе. Для защиты каждого выхода в двухканальных моделях предусмотрена отдельная схема. В случае когда выходное напряжение превысит предустановленный порог порядка $120 \pm 5\%$ от номинального выходного напряжения, преобразователь выключится. Чтобы включить преобразователь, надо повторно подать напряжение на его вход или сигнал на вход Inhibit (подключить/отключить вывод Inhibit к выводу Inhibit Return). Эта процедура возможна только в том случае, когда преобразователь выключился вследствие срабатывания защиты.

Дистанционное управление. Для управления преобразователем предусмотрена схема его дистанционного включения/выключения. Работа преобразователя запрещается, когда к выводу Inhibit приложен низкий уровень напряжения. Он предназначен для управле-

ния схемой с открытым коллектором. Для нормальной работы преобразователя этот вывод может быть оставлен открытым. В разомкнутом состоянии он имеет номинальное напряжение 4 В относительно вывода 2 (Input Return).

Регулировка выходного напряжения. Выходное напряжение преобразователей всех моделей может регулироваться посредством использования одного внешнего резистора. Формула для вычисления номинала резистора и схема его подключения приводятся в справочном листке с техническими данными конкретной модели преобразователя.

Серия D

Маломощные радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии D имеют два выхода, напряжение на каждом из которых регулируется независимо. Выходы могут быть сконфигурированы следующим образом: каждый имеет положительную полярность выходного напряжения; один выход с положительным напряжением, а другой — с отрицательным; выходы соединяются параллельно для увеличения мощности в 2 раза. Структурная схема DC/DC-преобразователя серии D показана на рис. 15.

В преобразователях серии D применяется двухкаскадная стабилизация напряжения на основе однотактной прямоходовой структуры с резонансным размагничиванием в первом каскаде стабилизации. Номинальная частота преобразования 500 кГц. Электричес-

кая изоляция и надёжная стабилизация достигаются путём применения трансформаторной развязки в контуре обратной связи и дополнительной стабилизации компенсационными стабилизаторами во вторичном каскаде по каждому каналу. В случае неисправности нагрузки выходная мощность ограничивается на уровне примерно 145% от номинального значения. При перегрузке выход преобразователя работает в режиме генератора тока, в этом случае выходное напряжение снижается до уровня ниже номинального. Преобразователь восстанавливает свою нормальную работу при снижении тока нагрузки до значения ниже предельного. Эта функция защищает преобразователь от перегрузки по току и короткого замыкания. В схеме нет устройств защёлкивания для устранения возможности ложного запуска защитных цепей при воздействии одиночных заряженных частиц.

Схема защиты от пониженного входного напряжения блокирует преобразователь, когда входное напряжение становится слишком низким для его безопасной работы. Преобразователь не запустится до тех пор, пока напряжение источника входной электроэнергии не повысится до приблизительно 35 В.

Вход синхронизации обеспечивает работу нескольких преобразователей на одной частоте. Этот вход может быть использован для исключения частоты биений шумов или для предотвращения генерирования помех на определённой частоте для систем, чувствительных к помехам.

Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серии D:

- предельно допустимая поглощённая доза ионизирующего излучения > 100 крад (Si);
- отсутствие сбоев и катастрофических отказов от воздействия протонов и ионов при минимальных ЛПЭ до $82 \text{ МэВ} \cdot \text{см}^2/\text{мг}$ (без ухудшения технических параметров);
- диапазон рабочих температур от -55 до $+85^\circ\text{C}$;
- масса менее 50 г;
- выходная мощность до 10 Вт;
- независимо стабилизируемые выходные каналы;
- диапазон входного напряжения от 38 до 60 В;
- стандартные номиналы выходных напряжений 1; 1,5; 1,8; 2,5; 3,3; 5; 12 и 15 В;
- защита от пониженного входного напряжения;

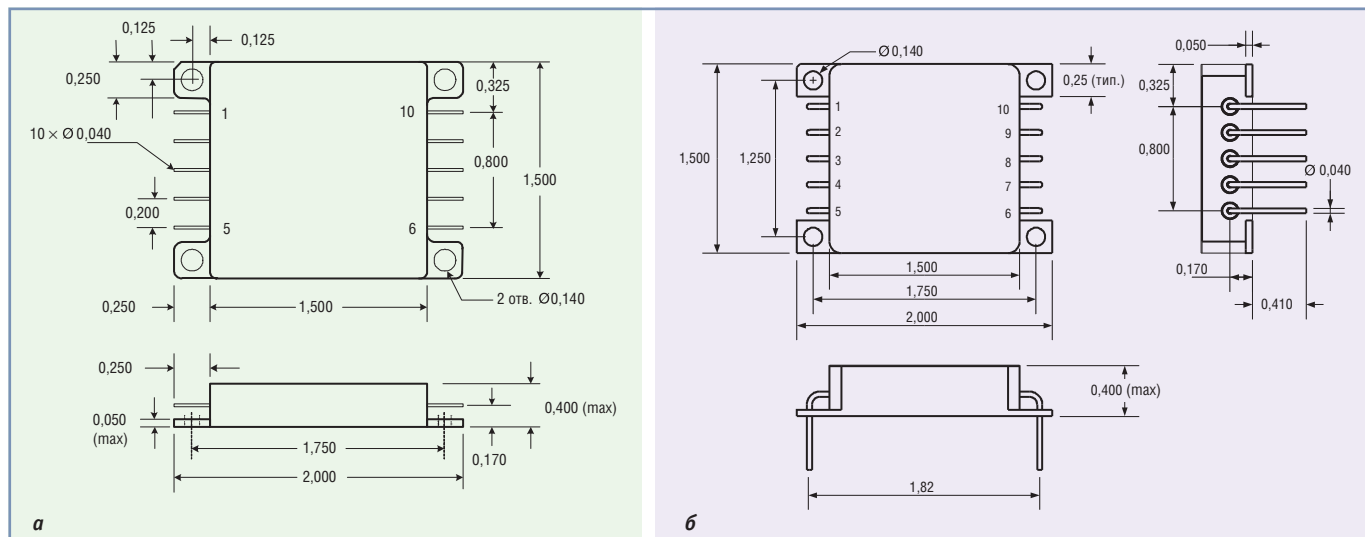


Рис. 16. Чертежи корпусов DC/DC-преобразователей серии D в различных исполнениях (размеры указаны в дюймах):

а – вариант с выводами для объёмного монтажа; **б** – вариант для монтажа на печатную плату

- соответствие требованиям к уровню кондуктивных помех согласно MIL-STD-461C при использовании помехоподавляющего фильтра AFH461;
- защита от короткого замыкания и перегрузки по току;
- ограничитель превышения выходного напряжения;
- наличие входа внешней синхронизации, обеспечивающей электромагнитную совместимость;
- функция дистанционного включения/выключения.

На рис. 16 приведён чертёж корпуса DC/DC-преобразователя серии D.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стандартизация гибридных модулей DC/DC-преобразователей для космических применений была и остаётся сложной задачей, так как каждый производитель КА имеет свои собственные требования. Некоторые попытки стандартизации были сделаны с толстоплёночными гибридными преобразователями. Готовые к применению гибридные модули нового поколения становятся более привлекательными и приобретают популярность благодаря тому, что сопровождаются подробной конструкторской документацией и имеют необходимую сертификацию, а это, в конечном счёте, влечёт уменьшение затрат как на этапе приобретения, так и в стадии владения. Дальнейшее уменьшение размеров гибридных модулей связано с применением в них интегральных схем или ASIC, а повышение эффективности преобразования энергии — с улучшением рабочих параметров радиационно-стойких транзисторов MOSFET. В целом же реализация

модульного принципа построения систем электропитания приводит к значительному уменьшению их габаритов, придаёт им гибкость в отношении конструкции, набора номиналов и функций, а также влечёт за собой сокращение затрат, так как разработчики получают возможность приобретать и применять только необходимые модули, не допуская тем самым аппаратной избыточности. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Bussarakons T. Thick-film Hybrid DC-DC Converters are Standard "Bricks" for Satellite Power Systems // RF Design, June 2006. — Рр. 9–15.
2. Анашин В.С. Средства контроля воздействия ионизирующих излучений космического пространства на РЭА космических аппаратов в области одиночных эффектов // Датчики и системы. — 2009. — № 9.
3. Попович А. Топологическая норма и радиационная стойкость // Компоненты и технологии. — 2010. — № 9.
4. Полесский С., Жаднов В., Артюхова М., Прохоров В. Обеспечение радиационной стойкости аппаратуры космических аппаратов при проектировании // Компоненты и технологии. — 2010. — № 9.
5. Котельников Е. Actel FAQ // Компоненты и технологии. — 2010. — № 6.
6. Жданкин В.К. Устойчивость гибридных DC/DC-преобразователей к воздействию ионизирующих излучений космического пространства // Современные технологии автоматизации. — 2005. — № 3.
7. Гончаров А.Ю. Начальная школа построения импульсных DC/DC-преобразователей (первый класс) // Электронные компоненты. — 2002. — № 6.
8. Колпаков А.И. Полезные возможности программы PSPICE A/D // Компоненты и технологии. — 2002. — № 7.
9. Vlahu S. High Performances and High Reliability Components for Russian Space Designs // Электронная компонентная база космических систем: тез. докл. X Международной научно-тех. конф. 26 сентября — 1 октября 2011 г.
10. Жданкин В.К. Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии LS обеспечивают надёжность космического уровня // Современная электроника. — 2011. — № 8.
11. Жданкин В.К. Высокоэффективные радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи с низковольтными выходами — оптимальное решение для современных цифровых нагрузок // Компоненты и технологии. — 2011. — № 10.
12. Жданкин В.К. Радиационно-стойкие низковольтные DC/DC-преобразователи для распределённых систем электропитания ракетно-космической техники // Компоненты и технологии. — 2011. — № 7.
13. Дмитриков В., Шушпанов Д., Кобелянский А. Устойчивость работы распределённой системы электропитания при двукратном преобразовании энергии // Электронные компоненты. — 2007. — № 9.
14. Тимерзянов Р.М. Сравнительный анализ системы электропитания приёмо-передающих модулей полуактивной фазированной антенной решётки S-диапазона // Электропитание. — 2009. — № 4.
15. Soderberg B., Bussarakons T. Compatibility Analysis of Space Qualified Intermediate Bus Converter and Point of Load Regulators for Digital Loads // Proc. 8th European Space Power Conference, 14–19 September 2008.

Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 232-2522
E-mail: info@prochip.ru



Сергей Дронов

В огне не горят, в воде не тонут. Дорогие полевые товарищи

Часть 2

В статье речь идёт о технологиях защиты от влаги, пыли и вибраций конструктивных элементов ноутбука в промышленном исполнении. Также поясняется, когда имеет смысл замена коммерческого ноутбука на промышленный аналог. Приводятся примеры применения защищённых ноутбуков на железнодорожном транспорте и на поле боевых действий.

Переносной компьютер необходим современному специалисту: инженеру-диагносту, геологу, особенно если работа подразумевает выезды «в поля». Когда деятельность сотрудника связана с частыми перемещениями за пределы офиса, вероятность вывести из строя переносной компьютер, не рассчитанный на частые поездки, намного увеличивается. Во что может вылиться простой из-за поломки ноутбука в поле, нетрудно представить. Вот пример: геологическая экспедиция на вертолете. Для её осуществления арендуется летательный аппарат, командируются специалисты и обслуживающий персонал. Если в полете, в процессе транспортировки или на местности ноутбук инженера выйдет из строя и потребует замены — это означает, что потребуются новое снаряжение экспедиции и дополнительные затраты. Аналогично, если ноутбук используется инженером-диагностом на удалённом от цивилизации объекте, случайно падает и разбивается, подготовку к работе нужно начинать с нуля. И всё это из-за одного, не самого дорогостоящего элемента — компьютера. Для страховки от выхода из строя

можно брать с собой подменную машину. Но в таком случае будут утеряны пользовательские данные с вышедшего из строя ПК, что также доставляет определённые неудобства.

Как они защищаются

Чтобы устройство не выходило из строя в результате случайных поломок, если условия работы ноутбука предполагают использование его на местности, необходимо применять защищённые ноутбуки, предназначенные для промышленного применения. Производством защищённых ноутбуков в мире занимаются несколько компаний. В частности, это Panasonic и Getac. Компания Panasonic производит свои модели в Японии в городе Кобэ, а Getac в континентальном Китае. Защита ноутбуков заключается в том, чтобы вычислитель был работоспособен при воздействии влаги и вибраций, а также при случайных падениях. Также необходимо, чтобы дис-

плей ноутбука не «слеп» под прямыми солнечными лучами.

Защищённый переносной компьютер выполняет те же задачи, что и офисный аналог. Но если провести аналогию с легковым автомобилем и внедорожником, можно сказать, что защищённый ноутбук спроектирован, чтобы выдерживать работу в условиях открытого пространства и иметь минимальный риск случайной поломки. Это достигается путём внесения существенных изменений в конструкцию мобильного компьютера. Рассмотрим способы защиты конструктивных элементов ноутбука, спроектированного для работы в жёстких условиях эксплуатации.

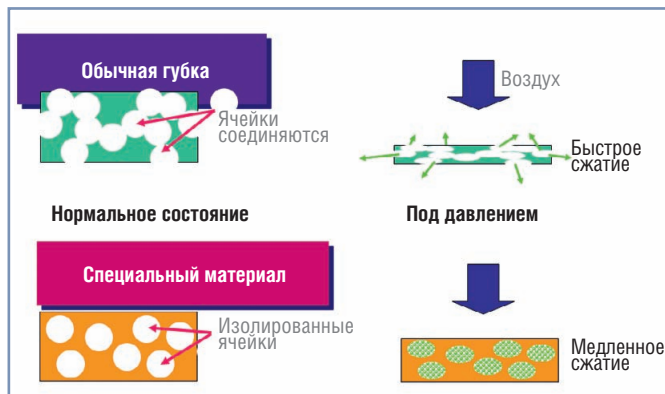


Рис. 1. Технология защиты жёсткого диска

Первая часть статьи опубликована в «СТА» 1/2011.

Жёсткий диск ноутбука помещается в специальный контейнер с ячеистым наполнителем. Ячейки заполнены воздухом и при этом не соединяются между собой (рис. 1). По сравнению с материалом, в котором поры соединяются между собой, первый наполнитель более упруг. Это значит, что такая прокладка лучше гасит ударные и вибрационные воздействия, более эффективно защищая жёсткий диск ноутбука.

От ударов и вибраций нужно защищать не только корпус жёсткого диска, но и места **соединения диска с контейнером**. Стандартом подразумевается жёсткое соединение SATA- и IDE-разъёмов, которое может потрескаться и разрушиться в процессе эксплуатации ноутбука под воздействием вибрационных нагрузок. Чтобы соединить разъём жёсткого диска промышленного ноутбука, находящийся внутри контейнера с гелевым наполнителем и являющийся подвижным относительно корпуса контейнера, с интерфейсным разъёмом на контейнере, применяется не жёсткое соединение двух пластмассовых разъёмов, а соединение через гибкий шлейф (рис. 2). Такое гибкое соединение допускает взаимные перемещения жёсткого диска и корпуса контейнера, в котором он находится, без разрушения пластиковых коннекторов. Это решение позволяет жёсткому диску продолжать выполнение операций чтения и записи в момент воздействия ударов и вибраций.

Корпус ноутбука для промышленного применения должен, с одной стороны, иметь достаточную механическую прочность для сопротивления падениям с высоты до 90 сантиметров, а с другой — быть достаточно лёгким для переноски в руках в течение рабочего дня. Сочетание лёгкости и прочности корпуса промышленного ноутбука достигается за счёт нескольких конструктивных особенностей. Корпус



Рис. 2. Контейнер для жёсткого диска. Внутренний вид контейнера, показывающий гибкий шлейф, соединяющий SATA-разъём контейнера и находящегося внутри него жёсткого диска



Рис. 3. Корпус защищённого ноутбука Panasonic — основа безопасности электронной «начинки»

ноутбука изготовлен из магниевого сплава по технологии тонкостенного литья и обладает высокой прочностью. При незначительной толщине стенки корпус из магниевого сплава имеет малый вес и большую прочность. В корпусе есть отверстия для снижения веса и рёбра жёсткости для придания дополнительной прочности корпусу (рис. 3).

Металлический корпус ноутбука не только отличается повышенной механической прочностью, но и является хорошим проводником тепла. Такая особенность позволяет легко создавать пассивную систему охлаждения, когда тепло от процессора, северного моста и видеокарты отводится на корпус через тепловые трубки.

Дисплей ноутбука, предназначенного для работы на улице, должен иметь достаточную яркость, чтобы не терять яркость и контрастность под прямыми солнечными лучами. Для этого необходимо увеличить яркость собственной подсветки экрана компьютера и уменьшить отражение падающего солнечного света. Современные промышленные ноутбуки имеют яркость 1600 кд/м², что позволяет без помех считывать информацию с дисплея даже при прямом солнечном свете.

Чтобы ноутбук был нечувствителен к воздействию влаги, места соединения узлов его корпуса изолируются **специальными силиконовыми прокладками**. Таким образом влага и пыль не могут попасть внутрь ноутбука, сохраняя его электронную «начинку» в безопасности. Для изоляции портов ввода-вывода и отсеков для периферийного оборудования применяются специальные

защитные крышки портов. На них имеются защёлки (рис. 4), которые для отпирания необходимо сдвигать в двух плоскостях, за счёт этого крышки не открываются при воздействии вибрации. По периметру всех крышек проложен резиновый уплотнитель, который защищает порты ввода-вывода в закрытом состоянии от влаги и пыли. Применение специальных прокладок и резиновых накладок на крышки делает промышленные ноутбуки соответствующими классу защиты IP65.

Если ноутбук планируется использовать в полевых условиях, то подразумевается, что он должен быть работоспособен при отрицательных температурах. На морозе жидкокристаллический дисплей отображает информацию со значительными задержками, смазка жёсткого диска густеет и мешает вращению шпинделя, а ёмкость аккумуляторной батареи сокращается. Эти ограничения можно обойти установкой в ноутбук **температурного сенсора**, а в контейнер жёсткого диска и за панель дисплея — **подогревателей**. Когда ноутбук включается при отрицательной температуре, сенсор определяет это, и электроника включает систему подогрева жёсткого диска и дисплея, которые в это время находятся в выключенном состоянии. Когда температура этих устройств доходит до плюсовой отметки, система подаёт команду на их включение. Эта система имеет один недостаток: если питание подается не от внешнего источника, процедура подогрева сокращает срок автономной работы от батарей, так как запасённая в них энергия расходуется на создание рабочей температуры внутри ноутбука.

Все описанные методы защиты позволяют создать устройство, не уступающее по своим вычислительным характеристикам коммерческим (незащищённым) аналогам, но при этом способное работать в полевых усло-



Рис. 4. Крышка отсека промышленного ноутбука



Рис. 5. Дефектоскоп «АВИКОН-14»

виях, под воздействием ударов, воды, грязи и пыли без потери потребительских качеств. При этом цена за одно изделие превышает коммерческий аналог в несколько раз, но разница с лихвой окупается безотказной работой и отсутствием поломок ноутбуков, эксплуатирующихся в жёстких условиях.

Где они применяются?

На транспорте и не только...

На железной дороге

Компьютерные технологии получают всё большее распространение на железнодорожном транспорте. Для выполнения задач модернизации инфраструктурного комплекса и повышения эффективности перевозок автоматизация работы становится необходимой.

Работа на транспорте зачастую связана с неблагоприятными условиями окружающей среды (высокие и низкие температуры, пыль и влага, вибрации и т.д.), которые могут стать преградой для функционирования компьютерной техники.

В России и за рубежом промышленные ноутбуки хорошо себя зарекомендовали для обеспечения стабильной работы в неблагоприятных условиях. Они активно применяются для автоматизации полевых работ на железнодорожном транспорте, в частности, для диагностики и обслуживания путей и других объектов инфраструктуры. Наличие проблемных участков на путях



Рис. 6. Защищённый ноутбук Panasonic CF-19 – составная часть диагностической аппаратуры

снижает пропускную способность сети, приводит к задержкам поездов, в результате снижается скорость на участке, ухудшаются показатели эксплуатационной работы. Защищённые компьютерные решения помогают повысить оперативность выявления и устранения дефектов железнодорожных путей.

На российском рынке решений для диагностики рельсов применяются в первую очередь отечественные разработки. Компания «Радиоавионика» (Санкт-Петербург) внедрила компьютерные технологии в дефектоскопах нового поколения, отображающих информацию о выявленных дефектах путей на экране в режиме реального времени.

Для сплошного контроля разработан дефектоскоп «АВИКОН-14» (рис. 5). Он позволяет обнаруживать дефекты и регистрировать сигналы от них в обеих нитях железнодорожного пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы, колесными ультразвуковыми преобразователями

при контроле со скоростью движения до 4 км/ч, а также проводить выборочный ручной контроль отдельных сечений рельсов ручными ультразвуковыми преобразователями и определять координаты обнаруженных дефектов и амплитуды сигналов от них.

Эффективно работающие ультразвуковые датчики колёсного типа в сочетании с наглядным представлением информации на цветном дисплее существенно повышают эксплуатационные характеристики данного дефектоскопа. Для уточнения реальных размеров обнаруженных дефектов в головке рельса и регистрации сигналов от них предлагается использовать принципиально новый ультразвуковой дефектоскоп «АВИКОН-17».

Данный прибор позволяет производить:

- мониторинг развития внутренних дефектов головки рельса с целью определения динамики развития дефектов при заданных условиях эксплуатации рельсов;
- выборочный контроль отдельных сечений головки рельса с расслоением металла на поверхности с целью выявления под ним поперечных трещин;
- мониторинг сечений, усиленных накладками (код 21.2Н);
- экспертный контроль сечений головки рельса с формированием документа контроля при неоднозначных результатах контроля.

В диагностической аппаратуре ОАО «Радиоавионика» для отображения визуальной информации о характере дефектов в режиме реального времени используется промышленный ноутбук Panasonic CF-19 (рис. 6). Это позволяет при оценке реальных размеров дефектов в полуавтоматическом режиме определять геометрические параметры дефекта, осуществлять построение трёхмерного изображения головки рельса с дефектом и формировать протокол контроля сечения головки рельса. Полученная информация о реальном размере дефекта позволяет оценить степень его опасности и создаёт предпосылки для продления ресурса рельса на отдельных незагруженных участках пути.

На поле боя

Защищённые ноутбуки создаются с расчётом на то, чтобы противостоять агрессивным воздействиям окружающей среды. Они оснащаются пассив-



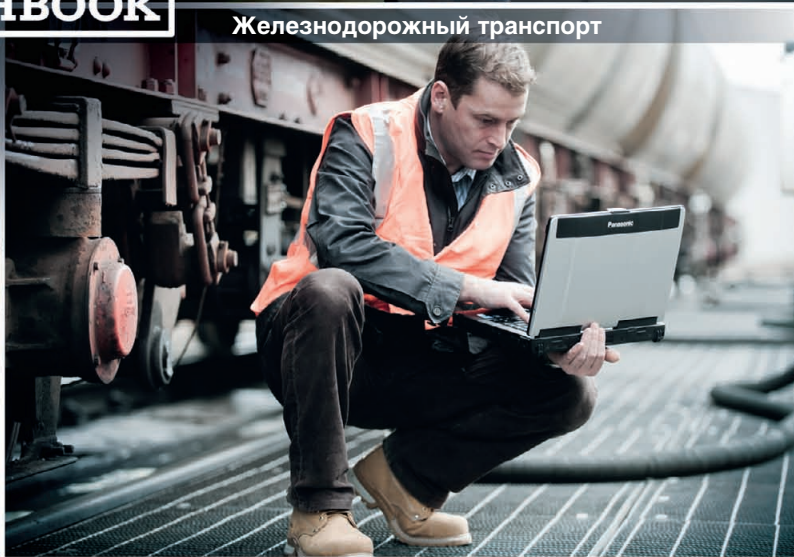
Обрабатывающая промышленность



Нефтегазовая отрасль



Авиация



Железнодорожный транспорт

TOUGHBOOK

ЗАЩИЩЁННЫЕ НОУТБУКИ PANASONIC

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



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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ PANASONIC

#342

ProSOFT®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



Рис. 7. Патрульный автомобиль вооруженных сил Дании в Афганистане

ной системой охлаждения, снабжаются специальными заглушками отсеков и портов ввода-вывода, чтобы исключить попадание влаги и пыли из окружающей среды внутрь корпуса устройства. Кроме этих защитных мер, корпус ноутбука изготавливается из прочного магниевого сплава, чтобы избежать поломки устройства при случайных падениях и сохранить его целостность при вибрации. Но, как показала практика, прочный корпус ноутбука Getac может служить и своеобразным бронезиловым, защищающим военнослужащих от осколков и последствий



Рис. 8. Крышка ноутбука после попадания камня, отброшенного взрывной волной

взрывов. Так, недавний инцидент в Афганистане стал свидетельством того,

что корпус ноутбука защищает не только его электронную начинку.

Во время обычного патрулирования территории солдатами вооруженных сил Дании их внедорожник (рис. 7) был поврежден самодельным взрывным устройством. Взрыв произошел в нескольких метрах перед внедорожником, в котором находились военные.

Взрывной волной в лобовое стекло автомобиля был выброшен камень. Он попал в ноутбук Getac (рис. 8), который находился на приборной панели автомобиля, пробил его магниевый корпус и оставил в нем отверстие длиной около пяти сантиметров. Ноутбук, таким образом, принял на себя основную силу удара и предотвратил ранение военнослужащего, находящегося на переднем сиденье патрульного автомобиля. На рисунке видно, какие повреждения получил прочный корпус ноутбука. Нужно отметить, что, несмотря на полученные повреждения корпуса, защищенный мобильный компьютер остался работоспособен.

Подводя итог, нужно отметить, что, инвестируя в технику, предназначенную для полевых применений, заказчик страхует себя от многократно больших затрат, связанных с возможным простоем другой дорогостоящей техники и высокооплачиваемых специалистов из-за поломки такой сравнительно простой, но необходимой вещи, как ноутбук. ●

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

Комплексное предложение для промышленных сетей

BELDEN
SENDING ALL THE RIGHT SIGNALS

EtherWAN

HIRSCHMANN
A Belden Company

hilscher
COMPETENCE IN COMMUNICATION

Промышленные
сетевые кабели



Коммуникационное оборудование
для сетей Ethernet



Контроллеры и шлюзы
для полевых шин



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ BELDEN, ETHERWAN, HILSCHER

#333

ProSOFT®

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
ЕКАТЕРИНБУРГ

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

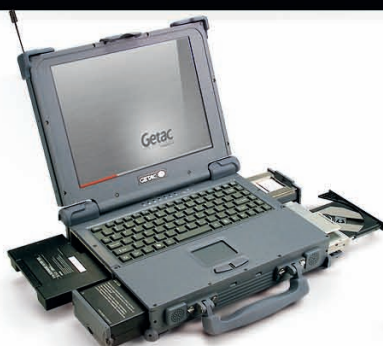
Только в ПРОСОФТ:

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

Getac



БРОНЯ КРЕПКА ЗАЩИЩЁННЫЕ 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

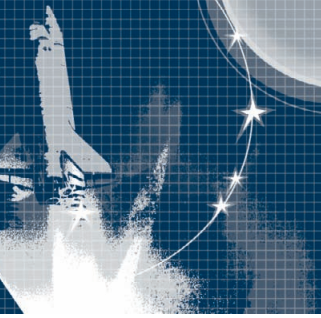
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ GETAC

PROSOFT®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

#173



Опыт использования конструктивов фирмы Schroff платформы Varistar при разработке АИС

Валерий Наумкин, Игорь Сурженко, Сергей Шляхтин, Владимир Будяков

В данной статье рассмотрены принципы построения и опыт разработки автоматизированных испытательных систем контроля сложных высокотехнологичных объектов на базе конструктивов фирмы Schroff платформы Varistar. Показано, что использование этих конструктивов оправданно с точки зрения надёжности и безотказности.

ВВЕДЕНИЕ

Космическое приборостроение — достаточно консервативная отрасль промышленности, не прощающая ошибок и непродуманных решений. Аппараты для космоса и системы предстартовой подготовки оперируют тысячами параметров контроля и управляющих воздействий. На рис. 1 показана только часть соединительных кабелей, подключаемых к тестируемому объекту.

Обеспечить проверку в приемлемые сроки и с высоким качеством позволяют только автоматизированные испытательные системы (АИС), предоставляя человеку возможность принимать решения по её результатам на разных стадиях работы.



Рис. 1. Соединительные кабели, подключаемые к тестируемому объекту

В процессе создания многоцелевого исследовательского модуля (МИМ) для МКС (международной космической станции) возникла необходимость в разработке системы, предназначенной для телеуправления, телесигнализации, телеизмерения, организации связи с бортовыми вычислительными системами и контроля системы электропитания. Предписывалось, что АИС должна быть универсальной и при подключении дополнительных модулей позволять использовать её для контроля сложных объектов, например в авиастроении, атомной энергетике и т.п.

Представленная далее система была разработана специалистами РКК «Энергия» и НКБ «МИУС» ЮФУ (г. Таганрог).

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

Укрупнённая структурная схема изделия представлена на рис. 2.

Как видно из схемы, АИС может состоять из нескольких стоек. Их количество определяется количеством контролируемых параметров на объекте. Все устройства системы объединены в локальную сеть, построенную по классическим принципам. Управление объектом может осуществляться либо со стойки оператора, либо со стойки пульта управления.

В качестве аппаратуры обработки данных, устанавливаемой на стойках оператора (СО), использованы промышленные персональные компьюте-

ры (как один из реализованных вариантов — промышленные компьютеры фирмы Advantech), объединённые в локальную сеть. В качестве операционной системы используется Windows. Программное обеспечение для работы с объектом оригинальное.

Аппаратура сопряжения с объектом контроля представлена множеством разнообразных функционально и конструктивно законченных модулей сопряжения, оснащённых микроконтроллерным управлением.

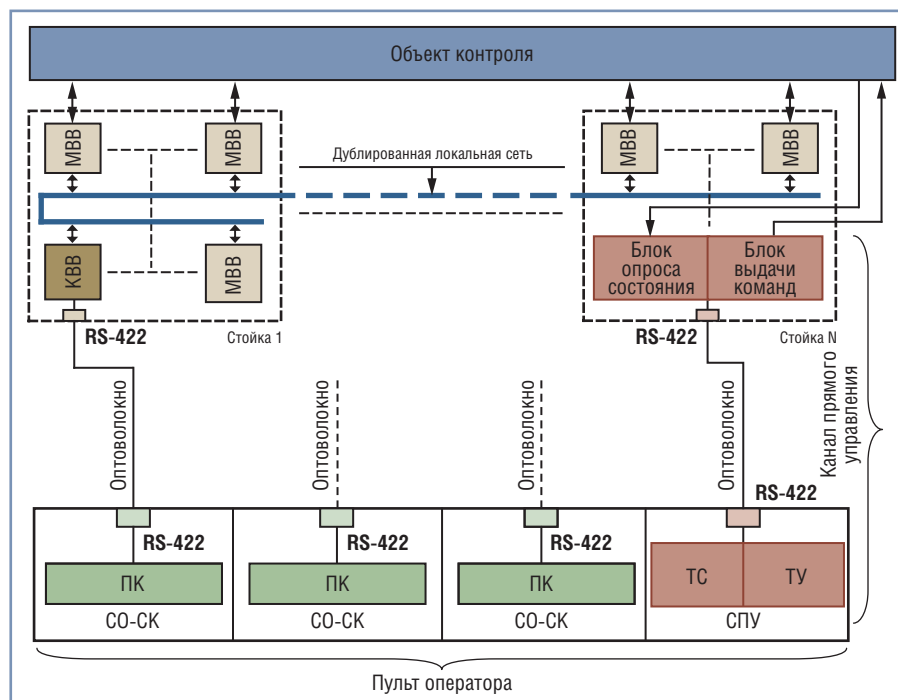
ВЫБОР И РЕАЛИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Требования к универсальности и открытости архитектуры, сжатые сроки проектирования и изготовления, а также большая загруженность производства потребовали использовать стандартные покупные конструктивы, что обеспечило:

- модульность на функциональном и конструктивном уровнях;
- стандартизацию узлов, блоков и решений по компоновке;
- резервирование отдельных функционально законченных частей;
- открытость для модульного наращивания аппаратных средств и возможность оперативного конфигурирования.

По перечисляемым далее причинам выбор был сделан в пользу стоек Varistar фирмы Schroff.

1. Это одна из немногих платформ, имеющая в своём составе усилен-

**Условные обозначения:**

СО-СК – стойка оператора/стойка контроля; ПК – персональный компьютер; MBV – модуль ввода-вывода; KBB – контроль ввода-вывода; СПУ – стойка пульта управления; ТС – телесигнализация; ТУ – телеуправление.

Рис. 2. Укрупнённая структурная схема АИС

ный каркас шкафов, обеспечивающий высокую устойчивость при нагрузке до 800 кг на уровне 19-дюймовых монтажных профилей. Благодаря высокой жёсткости конструктивы этой платформы соответствуют самым высоким требованиям по ударо- и вибропрочности (<http://www.prosoft.ru/cms/f/435772.pdf>).

2. Платформа Varistar – по сути, конструктор-трансформер. Возможность реализации различных вариантов изделия ограничивается только фанта-

зией конструктора. При изготовлении любой конструкции можно обойтись без деталей собственного производства или свести их к минимуму. Практически любое решение можно найти в каталоге и заказать необходимые элементы конструкции, например:

- **двери** – экранированные, с защитой от внешних воздействий (IP), остеклённые, алюминиевые, стальные, двустворчатые, с ограничителем хода 120°, с электронной системой запирания;

- **комплект крепёжных деталей** – зажимы, планки крепления кабелей, кабельные хомуты, застёжки-липучки, зажимы из стали с пластмассовыми вставками, предохраняющими кабель от деформации, монтажные рельсы, метрические монтажные профили, направляющие рельсы, полки стационарные, полки выдвижные (до 70 кг), рым-болты, комплект заземления, крепёжные детали для монтажа оборудования, мерная лента и т.п.;

- **цоколь** – мобильный, с вентиляцией, с выдвижным упором для исключения опрокидывания, регулируемые ножки, поворотными роликами с регулируемыми ножками, поворотными роликами с фиксаторами и т.п.;

- **панель основания** – цельная, с кабельным вводом с открытым задним участком (участок может быть оснащён фильтрующим элементом, щётчным пыльником для кабельного ввода, заглушкой), с боковым кабельным вводом;

- **плоские крыши** – с щётчным пыльником, потолочным вентиляторным узлом (до 6 вентиляторов), регулятором частоты вращения вентиляторов, термостатом, перфорированной панелью;

- **стенки** – сплошные, с перфорацией, с креплением на винтах, на фиксаторах, на фиксаторах с возможностью установки замка, с 3-точечной системой запирания со встречными засовами.

3. В профиле каркасов шкафов предусмотрена системная перфорация во

**Рис. 3. Стойки АИС в процессе настройки и испытаний****Рис. 4. Вычислительный комплекс АИС**

всех измерениях, что обеспечивает возможность различных способов крепления элементов конструкции и принадлежностей. Профиль каркаса позволяет использовать преимущества геометрического замыкания, при этом кабельные органайзеры устанавливаются и фиксируются на стойке без использования крепежных деталей.

4. Отвод тепла: для теплоотвода могут использоваться вентиляторные крышки или перфорированные двери с пропускной способностью воздуха до 78%.

5. Продуманная организация укладки кабелей. Большое разнообразие принадлежностей для всех зон укладки кабелей: кабельные органайзеры, органайзер укладки оптических кабелей, боковые фальшь-панели и т.п.

На рис. 3, где показана АИС в собранном виде без вычислительного комплекса, видны описанные конструктивы.

На рис. 4 показан управляющий вычислительный комплекс АИС. Как указывалось ранее, в его состав входят три промышленных персональных компьютера, объединённых в общую сеть. При необходимости имеется возможность дополнительно подключать несколько ноутбуков. Управление АИС, контролем параметров и анализом телеметрии объекта осуществляют специально разработанные на языках высокого уровня программы. Информация о состоянии объекта и его составных частей выводится на пульта операторов в виде таблиц, графиков и текстовых сообщений. Выводимая информация различается цветовой гаммой, позволяющей опера-

тору быстро реагировать на возникающие события. Результаты проверок отображаются на мониторах тоже с использованием цветовой гаммы, что позволяет оперативно оценивать ситуацию. Контроль параметров может осуществляться как автономно, так и в пошаговом режиме с возможностью возврата в заданную точку.

На рис. 5 показано крепление блоков (корзин) и модулей в стойке.

На рис. 6 представлены варианты различных узлов и блоков, размещённых в стойках АИС.

Итоги

Конструкция АИС получилась открытой. Путём замены ряда блоков и узлов она используется при отладке и других космических объектов (кораблей «Союз», «Прогресс» и т.п.).

Надёжность конструкции подтверждена различными видами испытаний у производителя и у заказчика, а также перевозками АИС из г. Таганрога Ростовской области в Подмоскowie (автомобилем), из Подмоскowie в США (самолётом) и обратно. После распаковки и подключения изделия к МИМ система начинала функционировать без замечаний. Это позволило отправить многоцелевой исследовательский модуль на орбиту в срок и с надлежащим качеством, подтвердило правильность выбранных решений.

Полученный опыт используется предприятием и для других разработок. В настоящее время выпущено около 10 АИС подобного назначения. В производстве находятся ещё несколько. ●

E-mail: gorodovoy@inbox.ru



Рис. 5. Крепление блоков и модулей в стойке



Рис. 6. Узлы и блоки АИС



В СООТВЕТСТВИИ С НОВЕЙШИМИ СТАНДАРТАМИ



CompactPCI 2.30 и CompactPCI Serial



Системные контроллеры x86



CPC506

Intel Core 2 Duo
с установленным
мезонином ввода/вывода



CPC506

Intel Core 2 Duo
с двумя 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



Периферийные модули



MIC550

модуль хранения, диск 2,5"



VIM552

модуль графического
сопроцессора



SATA, Gigabit Ethernet, XMC, miniPCIe



- Поддержка операционных систем Windows, Linux, QNX, VxWorks
- Диапазон рабочих температур 0...+70°C и -40...+85°C
- Высокая вибростойкость и ударопрочность
- Влагозащитное покрытие

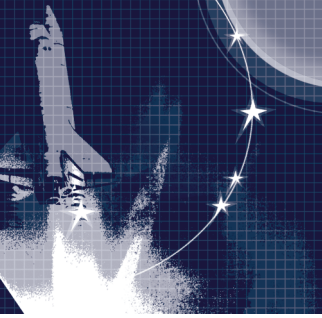
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL И MEN

#235



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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



Распределённая система управления антенным комплексом

Елена Петрушкова, Сергей Чадов, Алексей Морозов, Марат Мусин

Представлена распределённая система управления многоканальным радиотехническим комплексом в реальном масштабе времени. Описаны аппаратная и программная архитектура, особенности реализации.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на высокую степень автоматизации создаваемых радиотехнических комплексов, в эксплуатируемых на сегодняшний день антенных системах продолжают использоваться методы управления, основанные на ручной настройке, наведении на источник излучения и диагностике оборудования, входящего в антенную систему составными частями.

Представленный в данной статье масштабируемый аппаратно-программный комплекс (МАПК) «Союз» обеспечивает управление многоканальным радиотехническим комплексом. Комплекс разработан специалистами ЗАО «КИА Системы».

Под каналом радиотехнического комплекса разработчики понимают антенную систему с автономной системой наведения. Каждый канал управляется единой системой управления и использует общие ресурсы МАПК: систему технического анализа, систему планирования работ, систему долговременно-

го хранения и статистической обработки данных, систему управления контрольно-измерительным оборудованием.

Структура МАПК представлена на рис. 1. Из структурной схемы видно, что МАПК объединяет в одно целое контрольно-измерительную аппаратуру, систему управления исполнительными устройствами, интеллектуальное технологическое оборудование, операторские пункты и другие компьютерные системы, функционирующие в рамках радиотехнического комплекса.

МАПК решает следующие задачи:

- настройка режима работы отдельной антенной системы;
- настройка высокочастотного тракта каждой антенны на оптимальный приём/передачу сигнала в нескольких частотных диапазонах;
- отображение спектра принимаемого сигнала от каждой антенны в любом из диапазонов;
- наведение антенны в заданную точку пространства в автоматическом и ручном режимах управления;

- хранение параметров настройки и наведения по каждой антенне в базе данных АПК;

- контроль параметров антенной системы в целом и каждой входящей в радиотехнический комплекс антенны в реальном масштабе времени.

Разработанный аппаратно-программный комплекс обеспечивает возможность управления целым семейством антенных систем в автоматическом режиме без вмешательства оператора.

ОБОБЩЁННАЯ СТРУКТУРА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Комплекс имеет трёхуровневую иерархическую структуру (см. рис. 1).

Первый уровень представлен системой планирования работ МАПК и системой статистической обработки и долговременного хранения данных.

Второй уровень — это система управления каналами МАПК и системы, реализующие алгоритмы анализа сигналов, контроля и диагностики аппаратуры, а также система управления контрольно-измерительным оборудованием, входящим в состав радиотехнического комплекса. При необходимости расширения круга задач, решаемых радиотехническим комплексом, второй уровень может быть дополнен и другими вычислительными системами.

Третий уровень МАПК образован распределённой системой управления, построенной на базе одноплатных компьютеров CPC303 (компания FASTWEL) формата PC/104, и контрольно-измерительной аппаратурой. Распределённая система управления



Антенны космической связи

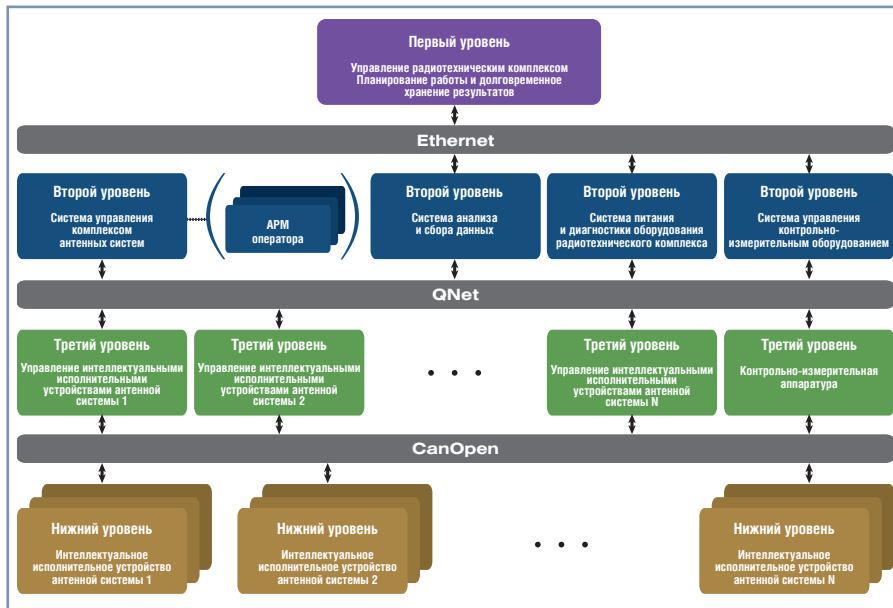


Рис. 1. Структурная схема МАПК

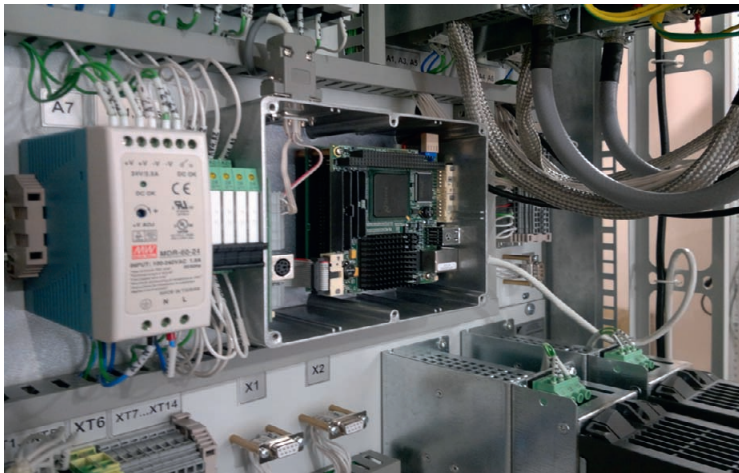


Рис. 2. Управляющий контроллер

имеет классическую для таких систем структуру, объединяющую несколько управляющих контроллеров, в роли которых выступают одноплатные компьютеры CPC303. Внешний вид управляющего контроллера представлен на рис. 2. Контроллеры осуществляют управление интеллектуальными исполнительными устройствами антенных систем в среде встроенной операционной системы реального времени QNX 6 Neutrino. Каждый контроллер управляет работой одного канала, а также осуществляет связь с другими конт-



Рис. 3. Аппаратура системы управления для двух каналов комплекса

роллерами и обмен с системами верхнего уровня. Внешний вид исполнения аппаратуры системы управления для двух каналов показан на рис. 3.

Основу нижнего уровня составляют интеллектуальные исполнительные устройства: преобразователи частоты Siemens MICROMASTER 440, энкодеры Kübler, двигатели постоянного и переменного тока, преобразователи и др. В качестве транспортного протокола связи с исполнительными устройствами используется протокол интерфейса CAN, обеспечивающий безопасную передачу данных и команд в реальном масштабе времени.

УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Функционирование третьего уровня системы основано на межпроцессном взаимодействии посредством передачи сообще-

ний. Процессы могут быть разделены на три группы:

- процессы, реализующие обмен с верхним уровнем системы;
- процессы, реализующие основные задачи управляющих контроллеров;
- процессы, реализующие транспортный протокол с исполнительным интеллектуальным уровнем системы.

Разделение и взаимодействие процессов, которые обеспечивают основную работу по управлению устройствами, обладающими CAN-интерфейсом и имеющими возможность взаимодействовать по нему с другими устройствами, иллюстрирует рис. 4.

Все процессы взаимодействуют через программу управляющего контроллера Coordinator. Обмен со вторым уровнем системы осуществляется по

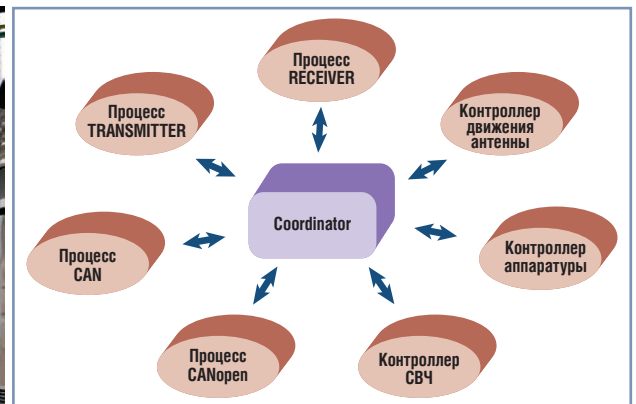


Рис. 4. Взаимодействие процессов

роллерами и обмен с системами верхнего уровня. Внешний вид исполнения аппаратуры системы

протоколу QNet с использованием сокетов и реализуется посредством двух процессов: процесса приёма данных (RECEIVER) и процесса передачи данных (TRANSMITTER). Они обеспечивают непосредственную приёмопередачу данных от систем второго управляющего уровня и передачу их потребителям. Это позволяет организовать асинхронный режим обмена, что не приводит к блокировке систем второго уровня в то время, пока осуществляется передача или приём данных.

QNet позволяет связать компьютеры в однородную сеть, функционирующую на базе собственного одноимённого протокола, основанного на обмене сообщениями микроядра.

Построение сети QNet по сути своей уникально: вместо передачи условных данных, определённых протоколом, по сети передаются системные сообщения, которые после «сборки» менеджером сети поступают непосредственно в ядро. Передача сообщения по сети происходит с использованием механизма, в точности аналогичного тому,

который используется при выполнении запросов системного API, например open(), на локальном компьютере. QNet обеспечивает обмен сообщениями между процессами на удалённых узлах прозрачно, как если бы они находились на одном узле сети, — в результате вся сеть превращается в единый компьютер с общими ресурсами и задачами.

Каждый процесс, реализуемый в контроллере, представляет собой цикл, в котором происходит приём и обработка сообщений от процессов уровнем выше. Построение цикла видно из листинга 1. Все процессы являются потомками абстрактного класса Active, в котором представлены все основные функции: создание канала, по которому идёт приём сообщений, приём сообщений по каналу, обработка сообщений, ответ на сообщения (листинг 2).

Функция MsgReceive является блокирующей. На ней процесс ждёт сообщения, которое предназначено для него. Как только такое сообщение поступает, выполняются анализ сообщения и дальнейшая обработка. Функция MsgReply производит ответ на присы-

лаемые сообщения. Ответ может как содержать сообщение с полезными данными, запрашиваемыми клиентом, так и быть пустым.

Процесс уровнем выше посылает сообщения с помощью функции MsgSend. Но для удобства создан класс IActive (листинг 3). В этом классе реализованы функции для отправки сообщений классу Active. Построение процессов с использованием классов Active и IActive позволяет упростить и ускорить разработку процессов, так как в этих классах уже реализованы основные наборы функций, а разработка каждого процесса (написание соответствующего программного кода) может вестись различными людьми.

Процессы, реализующие основные задачи управляющих контроллеров и обеспечивающие формирование управляющих воздействий для исполнительных устройств нижнего уровня, взаимодействуют между собой через программу Coordinator, которая распределяет ресурсы контроллера между процессами и синхронизирует их работу. Такая орга-

низация позволяет нижнему уровню системы функционировать независимо от второго управляющего уровня и не блокировать задачи, выполняемые системами второго уровня.

СИСТЕМНЫЙ КООРДИНАТОР

На втором уровне системы управления МАПК находятся:

- система управления комплексом антенных систем;
- система анализа и сбора данных;
- система питания и диагностики оборудования;
- система управления контрольно-измерительным оборудованием.

Каждая система, кроме первой из перечисленных, решает свой круг задач и может работать независимо от других. Система управления комплексом антенных систем фактически является системным координатором, менеджером программно-аппаратных средств описываемого радиотехнического комплекса.

ЛИСТИНГ 1

```
while (is_srr_running) {
    rcvid = MsgReceive (chid, r_msg, rsize, &info);
    if (rcvid == -1) {
        warn ("MsgReceive error");
        continue;
    }

    if (rcvid != 0) {
        ProcessMsg (rcvid, r_msg, &info, &status, p_msg, &psize);
        if (status != -1) {
            rc = MsgReply (rcvid, status, p_msg, psize);
            if (rc == -1)
                warn ("MsgReply error");
        }
    } else
        ProcessPulse (r_msg, &info);
}
```

ЛИСТИНГ 2

```
class Active {
public:
    Active ();
    virtual ~Active ();
    void Run (int argc, char** argv);

protected:
    virtual void ProcessMsg (int rcvid, void* r_msg,
        struct _msg_info* info, int* status, void* p_msg, int* psize);
    virtual void ProcessPulse (void* r_msg, struct _msg_info* info);

    void MsgEmpty (int rcvid, void* r_msg, struct _msg_info* info,
        int* status, void* p_msg, int* psize);
    void PulseEmpty (void* r_msg, struct _msg_info* info);

private:
    void MainLoop (void* r_msg, void* p_msg, int chid, int rsize);
    void MsgQuit (int rcvid, void* r_msg, struct _msg_info* info,
        int* status, void* p_msg, int* psize);

    void PulseDisconnect (void* r_msg, struct _msg_info* info);
    void PulseQuit (void* r_msg, struct _msg_info* info);
};
```

ЛИСТИНГ 3

```
class IActive {
public:
    IActive (int ssize, int lsize);
    ~IActive ();

    int Open (const char* name, int flags);
    int Close ();
    int Completing ();
    int PulseCompleting ();
};
```

ЛИСТИНГ 4

```
class Device
{
public:
    Device();
    Device(<список параметров>);

    //Выбор частоты опроса устройства
    unsigned int requestInterval() const;
    void setrequestInterval (unsigned int interval);

    //Установка и запрос сетевого адреса устройства
    string hostAddress() const;
    void setHostAddress (const string &address);

    //Установка и запрос порта устройства
    unsigned int port();
    void setPort (unsigned int port);

    /*Здесь описываются методы для установки специфичных
    для устройств параметров
    */

private:
    string          hostAddress;    //Сетевой адрес устройства
    unsigned int    port;           //Порт устройства
    int             socket;         //Дескриптор сокета

    /*Описание остальных параметров устройства
    */

    void initialize();              //Инициализировать устройство
    void sendCommand(const char *) //Отправить команду устройству
    char *response();              //Прочитать ответ от устройства
    void getData();                //Считать данные (значение)
    void start();                  //Запустить цикл опроса
    void stop();                   //Завершить цикл опроса
};
```



Рис. 5. Главный экран системы управления комплексом

Основной задачей этой системы является планирование ресурсов МАПК и обеспечение взаимодействия систем различного назначения, входящих в него, а также реализация наглядного и детального представления всех частей МАПК, обеспечение ясной обратной связи и соблюдение эргономических требований к графическому интерфейсу. В процессе решения данных задач удалось спроектировать интерфейс, который позволяет максимально точно управлять комплексом, своевременно сообщает оператору обо всех неисправностях и учитывает специфику предметной области для создания комфортных условий использования. Копия основного экрана системы управления комплексом приведена на рис. 5.

Поскольку система управления МАПК позиционируется как многоканальная унифицируемая система с возможностями расширения, целесообразно было предусмотреть механизм, позволяющий наращивать её независимо от уже существующей и функционирующей структуры. Поэтому был разработан механизм, который обеспечивает возможность быстрой доработки системы при условии появления дополнительного оборудования, включаемого в контур управления. С этой целью разработан объект типа «класс», позволяющий описывать поведение объекта управления. В листинге 4 приведён каркас программного кода класса Device. Представленный класс предназначен для работы с оборудованием по протоколу TCP/IP, поэтому для установления соединения необходимо задать адрес и порт устройства. Метод sendCommand() выполняет работу по формированию сообщения, проверке

его корректности и отправке сообщения устройству — иными словами, обеспечивает требуемый протокол. Этот метод используется как основа для более специфичных методов класса, например таких как getData(), который предназначен для считывания контролируемых параметров с устройства.

Вся работа с устройством осуществляется в цикле опроса, который описывается индивидуально для разных устройств. Внутри него мы считываем данные и осуществляем их обработку. Стандартный цикл предполагает опрос с выбранным временным интервалом. Если же требуется настроить цикл опроса более детально, то можно переопределить метод start().

Для добавления нового оборудования в контур управления комплексом достаточно внести в представленный

класс лишь специфичные для данного типа оборудования изменения. Такой подход позволяет значительно сократить время на интеграцию нового оборудования и делает доработку программного обеспечения независимым процессом, допуская привлечение программистов разной квалификации, что в конечном итоге может значительно удешевить процесс разработки программного обеспечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный в данной статье аппаратно-программный комплекс со своей системой управления введён в эксплуатацию в составе многолучевого антенного комплекса и успешно функционирует.

Поскольку разработчики данной системы ставили своей основной целью получить динамически развивающийся инструмент, позволяющий быстро адаптировать программное обеспечение к различным объектам, на его основе может быть выстроена система управления реальным временем, позволяющая управлять различными объектами промышленного и специального назначения.

В качестве примеров возможного применения описанной в статье системы управления можно привести различные гексаподы, используемые в гиростабилизированных платформах (электронный гиростабилизатор), робототехнике (управление сложными движениями), шлюзах и других приложениях. ●

E-mail: e-pet@yandex.ru

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Компания Pepperl+Fuchs получила Reader's Choice Award в четырёх категориях продукции

Журнал Control Design учредил награду Reader's Choice Award («Выбор читателей») в 2001 году. Компания Pepperl+Fuchs получила этот замечательный знак отличия десять лет подряд в разных товарных категориях. В 2011 году компания Pepperl+Fuchs была выбрана заказчиками за отличное качество продукции в четырёх категориях.



Компания получила оценку заказчиков 4,3 балла (при максимальной оценке 5) в категориях искробезопасных систем и оборудования с видом взрывозащиты «заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением защитным газом» и 4,1 балла в категории компонентов для сетевой безопасности. Клиентские оценки работы Pepperl+Fuchs располагаются между «очень хорошо» (4) и «отлично» (5).

Категории, в которых Pepperl+Fuchs получила награды, приведены в таблице. ●

Место в категории	Название категории	Количество голосов, %
1	Промышленные системы с заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением	39
1	Искробезопасные компоненты	20
7	Датчики присутствия	6
3	Компоненты для сетевой безопасности	11

Автоматические системы управления технологическими процессами газовой цементации

Болеслав Виленчиц, Вячеслав Попов

Рассмотрены процессы химико-термической обработки металлов, в частности газовой цементации. Применительно к задаче создания автоматической системы управления технологическими процессами газовой цементации описаны методы и средства измерения углеродного потенциала печной атмосферы. Представлены технические средства автоматической системы управления и основные элементы её программного обеспечения. Приведены примеры практической реализации автоматической системы управления технологическими процессами газовой цементации.

ВВЕДЕНИЕ

Химико-термическая обработка в контролируемых атмосферах деталей машин и механизмов из углеродистых и легированных сталей с целью поверхностного упрочнения получила широкое распространение в промышленности. Она является важнейшей частью технологического процесса изготовления деталей, в результате которого сталь приобретает необходимую твёрдость, прочность и пластичность.

При нагреве деталей в печах металл взаимодействует с атмосферой. Результатами такого взаимодействия являются окисление, ведущее к образованию окалины на поверхности нагреваемого металла, и обезуглероживание — частичное или полное выгорание углерода в поверхностных слоях стали. Окисление приводит к потерям металла в объёмах до 3% массы обрабатываемых деталей, усложняет их обработку, затрудняет получение высокой и равномерной твёрдости. В обезуглероженном слое появляются мягкие пятна и возникают растягивающие напряжения, что снижает прочность, износостойкость и предел выносливости.

При химико-термической обработке поверхность деталей не окисляется, в поверхностных слоях сохраняется заданная концентрация углерода и легирующих элементов, а в изделиях из специальных сплавов в несколько раз

сокращается глубина изменённого слоя.

Кроме повышения качества деталей, химико-термическая обработка в контролируемых атмосферах резко изменяет технико-экономические показатели производства в целом. Отсутствие окалины и обезуглероживания на поверхности деталей во время термической обработки способствует получению более точного проката, точных штамповок, точного литья. Это позволяет увеличить производительность труда, снизить трудоёмкость и себестоимость изготовления деталей, сократить расход металла и режущего инструмента.

Технологические процессы химико-термической обработки характеризуются высокой энергоёмкостью и чувствительностью к отклонениям от оптимальных параметров процесса. Поэтому для реализации в полной мере их преимуществ специализированное термическое оборудование должно быть оснащено системой контроля и управления технологическим процессом.

В настоящее время все более или менее крупные производители термического оборудования в России, Западной Европе и США оснащают свои печи автоматическими системами управления. Это могут быть системы, охватывающие весь технологический процесс, начиная от управления загруз-

кой изделий, контроля всех стадий термообработки и выгрузки обработанных деталей, или более простые системы, контролирующие только параметры печной атмосферы, такие как температура, углеродный или азотный потенциалы.

На большинстве машиностроительных предприятий Белоруссии до сих пор широко используется термическое оборудование времён СССР, которое работает без каких-либо средств автоматического контроля состава печной атмосферы. Это сказывается как на качестве изделий, так и на энергопотреблении оборудования. Для решения данной проблемы в 2000 году в рамках государственной научно-технической программы «Техническая диагностика» было принято задание на разработку информационно-измерительной системы (ИИС) для контроля и управления процессами химико-термической обработки стали. Ставилась задача создания современного, относительно недорогого в мелкосерийном производстве и высокотехнологичного изделия, которое могло бы быть адаптировано к большинству типов термического оборудования машиностроительных предприятий Белоруссии.

Однако практика внедрения ИИС, созданной по заданию программы, показала, что многообразие задач по автоматизации технологических процессов

термообработки, возникающих на производствах, очень трудно охватить одним аппаратным комплексом, а адаптация ИИС реально приводила к необходимости создания практически новой разработки.

Таким образом, практика потребовала иного подхода, а именно — создания автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) химико-термической обработки, то есть специализированного комплекса программных и технических средств. Принцип построения АСУ должен позволять гибко настраивать систему применительно к условиям решаемой задачи путём незначительного изменения или дополнения состава оборудования и корректировки программного обеспечения. АСУ ТП должна обладать такой важной в данном случае характеристикой, как масштабируемость, то есть она должна одинаково хорошо подходить для автоматизации как одной установки, так и целого участка или всего цеха, причём расширение системы должно происходить без остановки уже работающих под её управлением мощностей. Это не только удешевляет проект в расчёте на единицу оборудования, но и позволяет подобрать современные технические средства и стандартное программное обеспечение для решения практически всех встречающихся на производстве задач по автоматизации технологических процессов химико-термической обработки.

ПРОЦЕССЫ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Технологические процессы химико-термической обработки весьма разнообразны, поэтому целесообразно ограничиться описанием только тех из них, с которыми пришлось столкнуться при решении практических задач создания автоматических систем управления:

- цементация природным газом в качестве карбюризатора,
- генерирование эндотермической атмосферы,
- газовая цементация с газообразными карбюризаторами,
- газовая цементация с жидкими карбюризаторами.

Химико-термическая обработка вызывает изменение химического состава, структуры и свойств поверхностных слоёв металла. Цель химико-термической обработки — повышение поверх-

ностной твёрдости, износостойкости, предела выносливости, коррозионной стойкости, жаростойкости.

При химико-термической обработке происходит обогащение поверхностных слоёв одним или несколькими элементами-металлами. При этом одновременно протекают следующие физико-химические процессы:

- разложение молекул с образованием активных атомов диффундирующего элемента (диссоциация);
- поглощение активных атомов поверхностью металла (адсорбция);
- проникновение атомов, адсорбированных поверхностью, вглубь металла (диффузия).

Диффузия может осуществляться только в том случае, если диффундирующий элемент образует с основным металлом твёрдый раствор или химическое соединение. Скорость диффузии зависит от типа насыщающего элемента, его концентрации на поверхности и температуры процесса. На практике детали нагревают до определённой температуры и выдерживают в среде, содержащей достаточное количество того элемента, которым производится насыщение. В результате образуется диффузионный слой, содержание диффундирующего элемента в котором понижается по мере удаления от поверхности. Глубина диффузионного слоя и концентрация диффундирующего элемента в слое зависят от температуры насыщения, длительности выдержки и концентрации диффундирующего элемента во внешней среде.

К химико-термической обработке относятся процессы насыщения поверхностных слоёв стали углеродом (цементация), азотом (азотирование), углеродом и азотом (цианирование, нитроцементация) и др.

Цементацией называется процесс поверхностного насыщения углеродом для получения требуемого распределения углерода по сечению детали, высокой твёрдости поверхностного слоя при большой прочности сердцевины детали. Толщина цементированного слоя определяется условиями работы деталей и составляет 0,5–1,5 мм. Различают следующие виды цементации:

- в твёрдом карбюризаторе,
- газовую (с подачей в печь газового или жидкого карбюризатора),
- жидкостную (при нагреве в соляной ванне).

Газовая цементация является в настоящее время основным процессом

упрочнения поверхности при массовом производстве деталей. При газовой цементации углеводороды являются основными науглероживающими газами, причём главную роль среди них играет метан. Природный газ содержит большое количество метана (77–97%) и является наиболее распространённым карбюризатором для газовой цементации. Для управления величиной углеродного потенциала в печной атмосфере при подаче природного газа в печь необходимо поддерживать определённую концентрацию цементирующего элемента, что ранее достигалось изменением расхода газа. Но этот метод регулирования довольно инерционен и не устраняет риска образования сажи на поверхности деталей. Поэтому основным методом управления при таком способе ввода карбюризатора в настоящее время является подача в печь наряду с природным газом небольшой доли атмосферного воздуха, что позволяет достаточно эффективно управлять уровнем углеродного потенциала.

Природный газ нельзя считать оптимальной цементирующей средой, так как при цементации природным газом всё-таки трудно обеспечить получение высокого качества цементированных деталей в связи с интенсивным саже- и коксообразованием. Поэтому в современном машиностроении в качестве цементирующего газа широко применяют эндотермическую атмосферу (эндогаз). Эндотермическая атмосфера может быть использована почти для всех термических и химико-термических операций, причём состав атмосферы удобно регулировать по точке росы или содержанию CO_2 . Контролируемая эндотермическая атмосфера образуется в специальных аппаратах (эндогенераторах) при частичном сжигании метана при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 0,25$ и распаде значительной части метана без доступа воздуха. Путём изменения коэффициента избытка воздуха можно получать атмосферу с требуемым углеродным потенциалом.

Химизм выделения атомарного углерода при цементации в эндогазовой атмосфере сводится к распаду метана и окиси углерода:



Процесс цементации протекает в несколько этапов:

- диффузия молекул цементирующего газа к поверхности стальных деталей;



Рис. 1. Инфракрасный газовый сенсор Gascard II

- адсорбирование аустенитом углеродсодержащих молекул;
- диссоциация молекул CO и CH₄ при температурах выше верхней критической точки с образованием атомарного углерода;
- диффузия атомарного углерода в глубинные слои стали.

Среднюю скорость цементации при температуре 920...950°C обычно принимают в пределах 0,10–0,12 мм/ч.

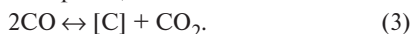
При газовой цементации используют и жидкий карбюризатор, который подают в рабочее пространство печи. При высокой температуре происходит разложение жидкого карбюризатора, в результате чего образуется цементирующий газ. В качестве жидкого карбюризатора применяют бензол, пиробензол, керосин, синтин и другие углеводороды. Качество карбюризатора характеризуется количеством газа, сажи и кокса, образующихся при цементации, и цементирующей способностью карбюризатора. Сажа и кокс засоряют газопроводы, снижают срок службы нагревательных элементов печей и препятствуют процессу насыщения. Наибольшее количество газа (0,8 л газа из куб. см жидкости) образуется при разложении синтина, затем керосина (0,7 л газа из куб. см жидкости), пиробензола (0,6 л газа из куб. см жидкости) и бензола (0,4 л газа из куб. см жидкости).

Газовая цементация жидкими карбюризаторами производится в шахтных и методических печах. В шахтных печах жидкий карбюризатор подается каплеуловителем, а имеющийся вентилятор создаст движение газового потока, и цементация протекает равномерно. Для уменьшения сажеобразования карбюризатор подают топливным насосом через форсунки в распыленном состоянии. Оптимальный расход синтина составляет 1,6–1,8 л/ч, керосина 1–2 л/ч, пиробензола 1,8–2 л/ч.

Методы и средства измерения уровня углерода при газовой цементации

Управление процессом газовой цементации предполагает измерение процентного содержания углерода в печной атмосфере. Это может быть осуществлено непосредственным или косвенным способом. При непосредственном измерении уровня углерода в печной атмосфере используется метод фольги. Он основан на том, что содержание углерода в тонкой стальной фольге, помещенной в печь, через некоторое время достигает уровня углерода в печной атмосфере. Метод непригоден для автоматизации, но в силу простоты реализации и достаточной для практических целей точности широко используется для контроля измерений, проводимых косвенным способом.

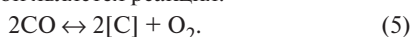
Современные косвенные методы базируются на измерении в печной атмосфере концентрации какой-либо из пары газов: оксида и диоксида углерода или оксида углерода и кислорода. В первом случае основополагающей является реакция:



Из условия термодинамического равновесия между содержанием CO₂ в печной атмосфере, температурой и содержанием углерода можно получить зависимость активности углерода a_{C} от парциальных давлений оксида углерода P_{CO} , диоксида углерода P_{CO_2} и температуры печной атмосферы T :

$$\lg a_{\text{C}} = \lg[P_{\text{CO}}/P_{\text{CO}_2}] + 8817/T - 9,071. \quad (4)$$

Для метода определения углеродного потенциала по содержанию кислорода в науглероживающей атмосфере основной является реакция:



Соответствующее выражение для активности углерода в этом случае имеет вид:

$$\lg a_{\text{C}} = \lg[P_{\text{CO}}/(P_{\text{O}_2})^{0.5}] - 5927/T - 4,545. \quad (6)$$

Активность углерода a_{C} связана с парциальным давлением P_{C} соотношением $a_{\text{C}} = \sqrt{P_{\text{C}}}$, а парциальное давление газа при нормальных условиях совпадает с его концентрацией. Из приведенных соотношений следует, что для определения содержания углерода необходимо измерять в первом случае концентрации оксида углерода и диоксида углерода в печной атмосфере и её температуру, а во втором случае — концентрации кислорода и

оксида углерода и температуру печной атмосферы.

Для определения концентраций оксида и диоксида углерода в печной атмосфере средства газового анализа предоставляют широкий выбор сенсоров. В нашем случае был выбран инфракрасный газовый сенсор Gascard II производства компании Edinburgh Instruments Ltd, общий вид которого представлен на рис. 1. Сенсор выпускается в вариантах для измерения концентраций оксида, диоксида углерода и метана в широком диапазоне значений, обладает высокими метрологическими и эксплуатационными характеристиками, снабжен интерфейсом RS-232.

Возможность реализации метода определения углеродного потенциала по содержанию оксида углерода и кислорода появилась относительно недавно. Это связано с тем, что концентрация кислорода в управляемой атмосфере чрезвычайно мала и составляет 10⁻¹⁹...10⁻²⁰%. Измерения таких незначительных величин концентрации стали возможными с появлением датчиков кислорода на основе твердого электролита. Электролитом может являться, например, стабилизированный оксидом кальция диоксид циркония. При добавлении CaO двухвалентные ионы Ca²⁺ внедряются в узлы кристаллической решетки, где обычно находятся четырехвалентные ионы Zr⁴⁺. Из-за этого получается недостаток положительных зарядов, который компенсируется ионами кислорода (недостающими в кристаллической решетке ионами O²⁻). С помощью вакансий кислород перемещается в кристаллической решетке, в результате чего возникает ионная проводимость. Измерительные преобразователи из твердого электролита могут быть выполнены в виде мембран, фольги, шайб или цилиндров из оксидов циркония, церия и т.д. Внешняя поверхность датчика сообщается с печной атмосферой, а внутренняя — с контрольной газовой средой с известным содержанием кислорода (обычно для этого используется атмосферный воздух). Для измерения температуры к внутренней поверхности датчика подведена термopара. Полезный сигнал снимается с помощью платиновых электродов, нанесенных на внутреннюю и внешнюю поверхности датчика.

Зависимость величины электрического потенциала датчика от величин парциальных давлений кислорода в

печи P_{O_2} и в контрольной атмосфере $P_{O_2}^*$ определяется формулой Нернста (температура — в К):

$$E = 0,0496 T \lg [P_{O_2}/P_{O_2}^*] \text{ [мВ]}. \quad (7)$$

В отличие от метода определения углеродного потенциала по диоксиду и оксиду углерода, где печной газ необходимо отбирать и транспортировать к газоанализаторам, кислородный датчик вводится в печной объём и может располагаться в непосредственной близости от обрабатываемых деталей, что даёт возможность получать в реальном масштабе времени достоверную информацию об уровне углерода на поверхности деталей. К недостаткам датчика можно отнести его чувствительность к перепадам температуры, необходимость периодической очистки от сажи, вертикальное рабочее положение и относительно небольшой срок работы (один-два года).

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Выбор технических средств АСУ ТП в нашем случае обусловлен, прежде всего, разнообразием и особенностью технологических процессов, техническими характеристиками средств контроля и управления технологическими процессами, необходимостью унификации оборудования и оптимизации его стоимости.

Составными частями автоматической системы управления могут быть как отдельные системы, так и автоматизированные устройства, связанные в единый комплекс. То есть выбранные

технические средства должны одинаково хорошо подходить для автоматизации как одной установки, так и нескольких, причём, возможно, довольно далеко отстоящих друг от друга. При этом автоматическая система управления должна легко расширяться, образуя пространственно-распределённую структуру, в которой для информационной связи должны использоваться стандартные промышленные сети.

Существенным при выборе технических средств АСУ ТП является выбор фирмы-производителя. Сравнительный анализ рынка продукции электронных средств автоматизации показал, что в наибольшей степени требованиям построения автоматической системы управления процессами химико-термической обработки металлов отвечает продукция фирмы Advantech, которая предоставляет широкий ассортимент соответствующего электронного оборудования. При выборе промышленного контроллера этой фирмы обращалось внимание на такие его свойства, как надёжность работы и высокие эксплуатационные характеристики (оборудование должно работать в цеховых условиях), а также удобство программного конфигурирования. С учётом сказанного в качестве основного технического средства для построения унифицированной системы АСУ ТП был выбран свободно программируемый IBM PC совместимый промышленный контроллер ADAM-5510M. Он состоит из двух основных частей: базового блока и модулей вво-

Таблица 1

Состав сенсорного и исполнительного оборудования нижнего уровня системы

Устройство	Тип/производитель	Основные характеристики
Термопара	ТХА (хромель-алюмель)	Диапазон температур –270...+1372°C
Датчик кислорода	AOP 700/ Elterma	ЭДС 0–1250 мВ Диапазон рабочих температур 700...1100°C Габаритные размеры Ø22×700 мм
Инфракрасный газовый сенсор	Gascard II/ Edinburgh Instruments Ltd	Диапазон по CO/CO ₂ : 0–30/0–5% Точность: 2% от диапазона Диапазон рабочих температур: 0...45°C Время отклика: 3 с Потребляемая мощность: 6 Вт Габаритные размеры: 160×100×40 мм
Газовый электроклапан	ВН1/2Н-0,2/ СП «ТЕРМОБРЕСТ»	Ду 15 мм Напряжение питания 24 В Потребляемая мощность 25 Вт
Газовый электроклапан коммутирующий	W 106NV 40/ ACL	Ду 4 мм Напряжение питания 24 В Потребляемая мощность 10 Вт
Газовый контроллер	Mass Flow D-6230 (D-6231)/ M+W Instruments GmbH	Диапазон измерения и регулирования расхода газа 0–3 м ³ /ч Точность измерения расхода газа 3% от диапазона Диапазон управления расходом газа 5–100% Диапазон рабочих температур 0...70°C Потребляемая мощность 10 Вт Габаритные размеры 250×70×150 мм

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

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

Реклама

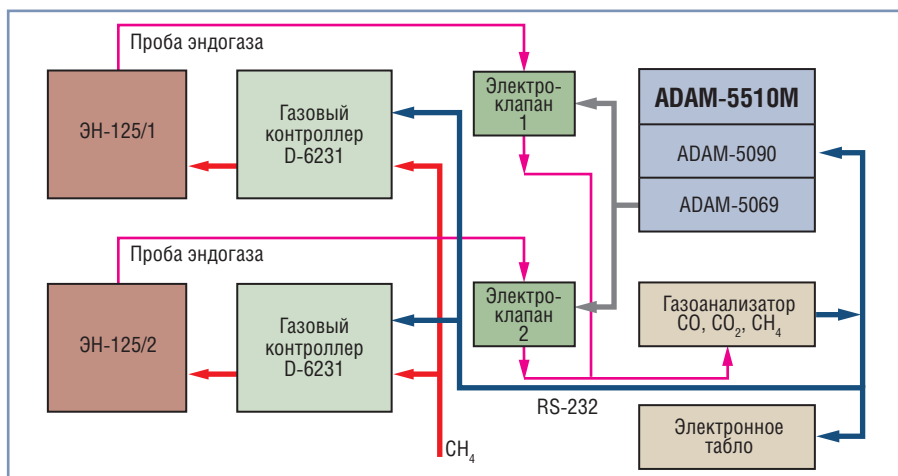


Рис. 2. Блок-схема автоматической системы управления эндогенераторами

да-вывода. Базовый блок имеет в своём составе процессорный модуль, преобразователь напряжения, 4-слотовую пассивную объединительную панель, два последовательных коммуникационных порта и порт программирования. Контроллер выполнен на базе микропроцессора 80188 и имеет встроенную операционную систему ROM-DOS, которая совместима с MS-DOS на уровне базовых функций (за исключением BIOS), что обеспечивает возможность исполнения стандартного для IBM PC программного обеспечения или прикладных программ, написанных на языках высокого уровня. Устройство имеет в своём составе флэш-ПЗУ и статическое ОЗУ для хранения прикладной программы, её исполнения и хранения данных. Для хранения прикладных программ отведено 170 кбайт флэш-ПЗУ. Кроме того, для исполнения прикладной программы и пересылки файлов доступно 192 кбайт оперативной памяти. Контроллер допускает подключение до четырёх модулей расширения, варьируемый набор которых из двух десятков единиц обеспечивает гибкость конфигурирования контроллера в зависимости от количества и вида измеряемых или управляемых параметров. Контроллер поддерживает четыре последовательных интерфейса типа RS-232/485, причём один из них гальванически изолирован от цепей питания контроллера.

В основной набор необходимых функций контроллера входит:

- ввод-вывод аналоговых параметров,
- ввод-вывод дискретных параметров,
- первичная обработка информации,
- связь с удалённым компьютером по интерфейсу RS-485.

Промышленные контроллеры ADAM-5510M при необходимости объеди-

няются в многоточечную сеть RS-485 за счёт применения шин передачи данных, например промышленной шины PROFIBUS или шин с протоколом Modbus RTU, что позволяет объединить разнесённые контроллеры в единую систему контроля и управления.

В нашем случае, как и в большинстве других, АСУ ТП имеет трёхуровневую модель построения. На нижнем уровне расположена подсистема ввода-вывода, состоящая из аппаратных модулей ввода-вывода. К модулям ввода-вывода могут быть подключены датчики температуры, датчики кислорода, газовые сенсоры. Сигналы от них в цифровой форме по специальной шине передаются в контроллер. Подсистема ввода-вывода работает и в другом направлении. Получив от контроллера по той же шине управляющую команду, подсистема ввода-вывода подаёт сигналы на соответствующие исполнительные механизмы — газовые электроклапаны или газовые контроллеры, которые подключены к подсистеме полевого ввода-вывода.



Рис. 3. Электронное табло на панели шкафа управления

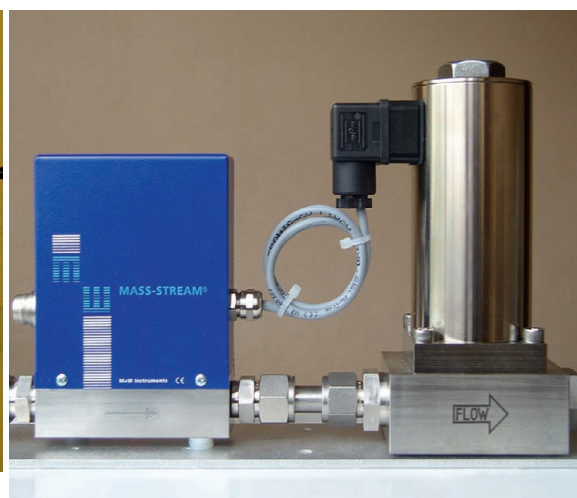


Рис. 4. Газовый контроллер D-6231

Состав сенсорного и исполнительного оборудования нижнего уровня системы показывает табл. 1.

На среднем уровне — уровне сбора, обработки данных, формирования сигналов управления и связи с нижним и верхним уровнями, находятся промышленные контроллеры. Их задача — обрабатывать поступающую из подсистемы ввода-вывода информацию и выдавать управляющее воздействие на исполнительные устройства. Этот процесс осуществляется в соответствии с заложенными алгоритмами управления и происходит циклически несколько раз в секунду.

Средний уровень включает в себя промышленные контроллеры ADAM-5510M с набором многоканальных модулей ввода-вывода для связи с датчиками и исполнительными устройствами нижнего уровня:

- ADAM-5090 — модуль интерфейсов, 4 порта RS-232;
- ADAM-5069 — модуль релейного вывода, 8 мощных реле 250 В/ 5 А (НПК);
- ADAM-5018 — модуль аналогового ввода, 7 каналов для термпар типа J, K, T, E с компенсацией холодного спая;
- ADAM-5017 — модуль аналогового ввода, 8 каналов для сигналов ± 150 , ± 500 мВ, ± 1 , ± 5 , ± 10 В;
- ADAM-5024 — модуль аналогового вывода, 4 канала, выходной диапазон 0...20, 4...20 мА, 0—10 В.

Кроме этого, для обеспечения работы контроллера и модулей ввода-вывода средний уровень включает в себя источник питания фирмы XP Power серии DNR напряжением 24 В и мощностью от 30 до 240 Вт в зависимости от состава оборудования.

Верхний уровень — уровень диспетчерского управления, состоит из персо-

Ethernet-модули ввода/вывода с управлением в режиме реального времени и возможностью гирляндного подключения



ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

Возможности гибкого расширения систем управления при помощи модулей распределенного ввода/вывода ADAM-6100

- Поддержка протоколов Ethernet/IP (серия ADAM-6100EI) и PROFINET (серия ADAM-6100PN)
- Гирляндная топология для гибкого подключения
- Широкий спектр модулей ввода/вывода с различными свойствами и функциями
- Сетевая настройка и управление модулями через Ethernet
- Различные варианты монтажа: настенный, на DIN-рейку или ярусами

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



ADAM-6117EI

8-канальный изолированный аналоговый модуль ввода (Ethernet/IP)

ADAM-6118EI

8-канальный термоэлектрический модуль ввода (Ethernet/IP)

ADAM-6150EI

15-канальный цифровой модуль ввода (Ethernet/IP)

ADAM-6151EI

16-канальный цифровой модуль ввода (Ethernet/IP)

ADAM-6156EI

16-канальный цифровой модуль вывода (Ethernet/IP)

ADAM-6160EI

6-канальный релейный модуль вывода (Ethernet/IP)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

#114

ProSOFT®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

нального компьютера в офисном исполнении. Для связи с объектами среднего уровня по интерфейсу RS-485 компьютер снабжается платой преобразования интерфейсов PCI-1602UP-A2E (Advantech). Как правило, компьютер дублируется панелью оператора фирмы Maple Systems типа BLU300M-002, расположенной на лицевой панели монтажного шкафа, в котором находится промышленный контроллер. Поскольку обычно монтажный шкаф расположен в непосредственной близости от технологического оборудования, такое решение позволяет обслуживающему персоналу оперативно отслеживать текущие показатели технологического процесса и своевременно его корректировать.

Программное обеспечение должно решать задачи сбора данных с датчиков, их обработки по заданному алгоритму и формирования сигналов управления исполнительными устройствами. Помимо этого на него ложится задача формирования пользовательского интерфейса верхнего уровня, который должен включать в себя функции представления получаемой информации в табличной и графической формах, а также архивирования данных. Для решения этих задач были выбраны две системы программирования: ADAMVIEW32 и SCADA-система GeniDAQ. На основе первой системы были разработаны программы работы оборудования среднего уровня, то есть промышленного контроллера ADAM-5510M и его модулей ввода-вывода, а GeniDAQ позволила создать наглядный пользовательский интерфейс, оперативно отражающий ход технологического процесса в графической и табличной формах. Для обеспечения

работы панели оператора использовалась фирменная программа BlueLeaf.

ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ АСУ ТП

Описанный набор оборудования для создания АСУ ТП универсален и является базовым для решения целого ряда задач, связанных с химико-термической обработкой металлов. Рассмотрим несколько примеров практической реализации АСУ ТП на этой основе.

Наиболее распространённый в термообработке процесс цементации происходит в печах с контролируемой атмосферой. Контролируемые атмосферы представляют собой искусственные газовые атмосферы, получаемые в газоприготовительных установках — эндогенераторах путём сжигания природного газа. Основной состав реальной эндотермической атмосферы, полученной из городского газа, может в зависимости от состава газа и технического состояния оборудования изменяться в некоторых пределах: 17,5–25% оксида углерода, 36,5–44% водорода, 0–2% метана, 0–1,5% диоксида углерода, 0,1–2,3% водяных паров. В то же время именно от качества получаемого эндогаза в решающей мере зависит весь последующий технологический процесс термообработки, и поэтому весьма важно поддерживать оптимальный для этого процесса состав эндогаза. Газовым компонентом, к содержанию которого в составе эндогаза технологический процесс термообработки наиболее чувствителен, является диоксид углерода: для того чтобы состав эндогаза был оптимальным, уровень диоксида углерода следует поддерживать в пределах 0,2–0,4%.

На рис. 2 представлена блок-схема автоматической системы управления эндогенераторами ЭН-125. Система управления охватывает два эндогенератора ЭН-125 и состоит из промышленного контроллера ADAM-5510M с модулями ввода-вывода ADAM-5090 (4 интерфейса RS-232) и ADAM-5069 (8 реле), а также из модуля газоанализатора CO, CO₂, CH₄ с двумя газовыми электроклапанами, предназначенными для коммутации проб эндогазовой атмосферы. Текущие значения оксида, диоксида углерода и метана отображаются на электронном табло панели шкафа управления (рис. 3). В качестве исполнительных устройств управления расходом природного газа, поступающего в эндогенераторы, используются газовые контроллеры D-6230/6231 (рис. 4).

Система работает следующим образом. Пробы эндогаза от эндогенераторов поочередно поступают через газовые электроклапаны, управляемые реле-ными сигналами с ADAM-5069, на модуль газоанализатора. По интерфейсу RS-232 значения содержания оксида, диоксида углерода и метана в соответствующем эндогенераторе через модуль ввода-вывода ADAM-5090 поступают на процессор промышленного контроллера, где текущее значение диоксида углерода сравнивается с заданной величиной, а другие два компонента (содержание CO и CH₄) рассматриваются как информационные величины, характеризующие качество эндогаза и состояние катализатора эндогенератора соответственно. Программа в промышленном контроллере формирует сигнал управления, который поступает по цифровому каналу на соответствующий газовый контроллер, изменяющий в ту или иную сторону расход природного газа, поступающего на эндогенератор. Система управления позволяет поддерживать заданный уровень диоксида углерода с точностью до $\pm 0,025\%$.

Рассмотрим автоматическую систему управления газовой цементацией в камерных печах.

Как правило, при цементации в печь подаются эндо- и природный газы с соотношением расходов 10:1. Управление углеродным потенциалом печной атмосферы возможно путём увеличения расхода природного газа, что приводит к увеличению углеродного потенциала, или путём уменьшения расхода природного газа с одновременной подачей воз-

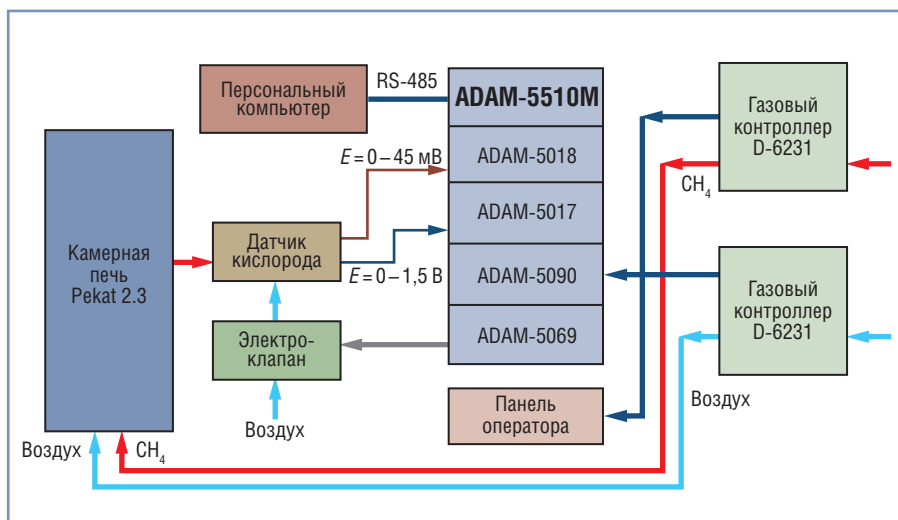
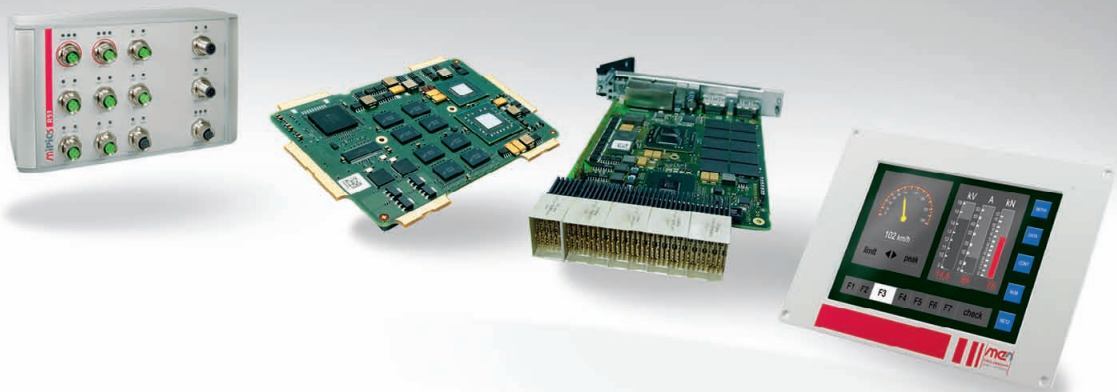


Рис. 5. Блок-схема автоматической системы управления газовой цементацией



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 9001/14001, AN/AS 9100, IRIS

Высокая надёжность в соответствии с EN 50155, DO-254, E1

Обеспечение уровней безопасности до SIL 4, DAL-A

Компьютерные модули ESMexpress[®] и ESMini[™]

Платы в форматах CompactPCI[®]/PlusIO/Serial и VME

Мезонинные модули PMC, XMC, M-Module[™] I/O

Защищённые коммутаторы Ethernet

Встраиваемые и панельные компьютеры

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MEN MIKRO ELEKTRONIK

#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) 310-0106 • 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

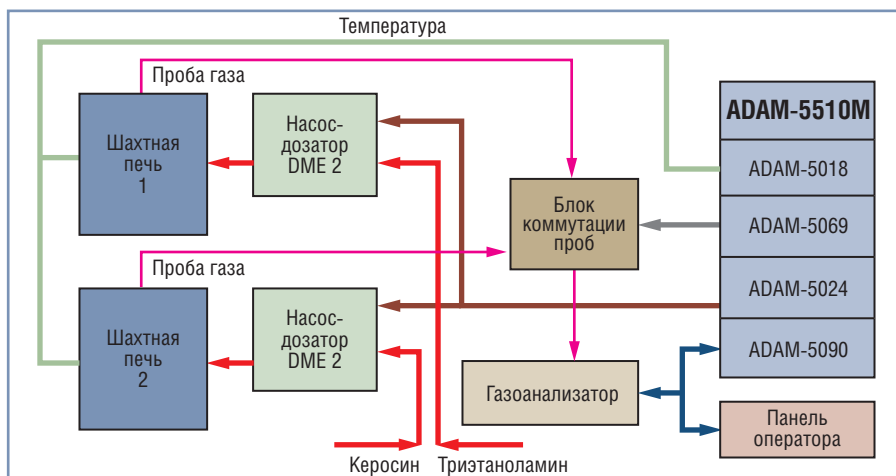


Рис. 6. Блок-схема системы управления газовой цементацией с жидкими карбюризаторами

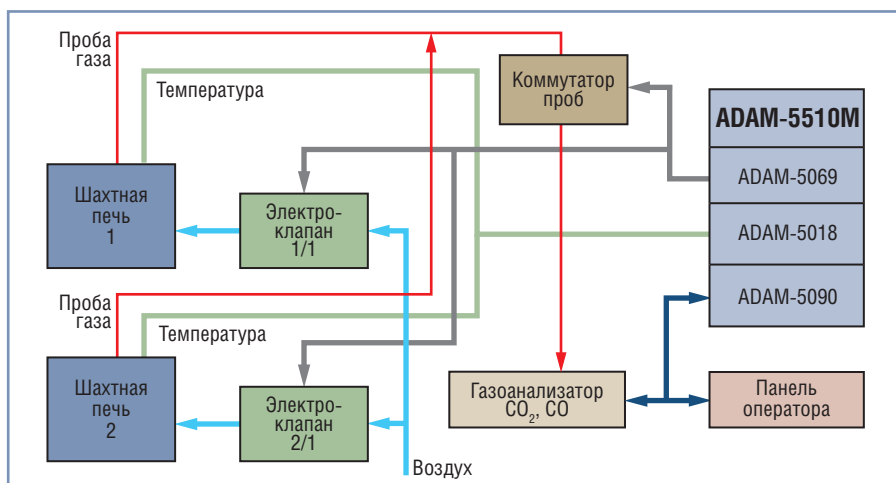


Рис. 7. Блок-схема системы управления газовой цементацией природным газом

духа, что приводит к уменьшению углеродного потенциала.

Блок-схема автоматической системы управления газовой цементацией в камерной печи типа PeKat 2.3 приведена на рис. 5. Система состоит из промышленного контроллера ADAM-5510M с модулями ввода-вывода ADAM-5018 (для подключения термопары датчика кислорода типа K), ADAM-5017 (для ввода аналогового сигнала датчика кислорода), ADAM-5090 (для обмена информацией по интерфейсу RS-232), ADAM-5069 (для релейного управления воздушным электроклапаном). Кроме этого, автоматическая система содержит два газовых контроллера D-6230/6231 для управления расходом природного газа и воздуха, датчик кислорода, снабженный электроклапаном для периодической подачи воздуха с целью очистки от сажи, панель оператора для отображения текущей информации о процессе и удаленный компьютер. Удаленный компьютер снабжен платой PCI-1602UP преобразования интерфейсов RS-485/RS-232. Реализованная на практике система позволяет эффек-

тивно управлять уровнем углерода в печной атмосфере с точностью до 0,1% в диапазоне концентраций углерода 0,4–1,5%.

Еще одна разновидность газовой цементации — цементация с жидким карбюризатором. Для этого процесса используют шахтные печи, в которые подают жидкие углеводороды: керосин, синтин, триэтанолламин и т.д. На рис. 6 приводится блок-схема автоматической системы управления двумя шахт-

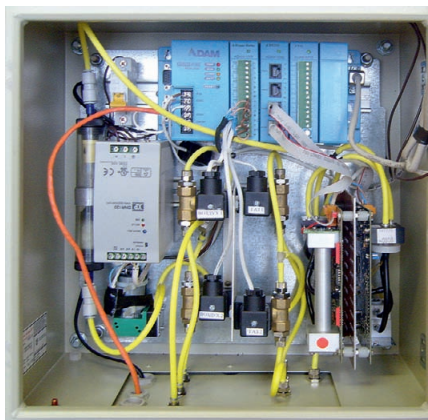


Рис. 8. Шкаф системы управления газовой цементацией природным газом

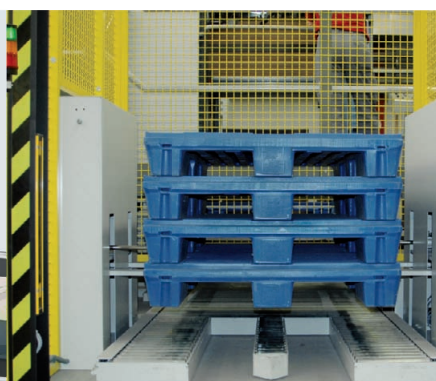
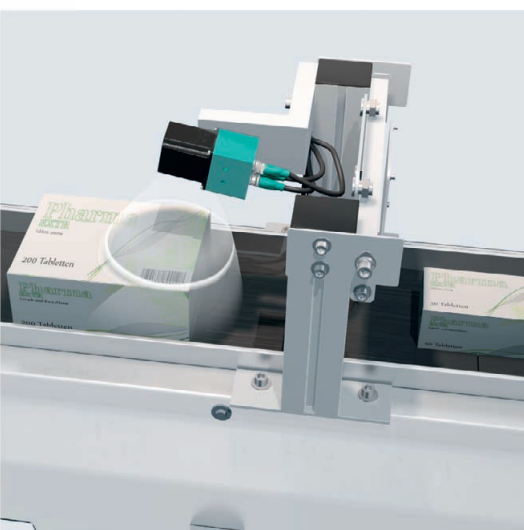
ными печами для цементации с подачей двух разных жидких карбюризаторов — керосина и триэтанолламина. Для точной подачи жидких углеводородов в печи использовались насосы-дозаторы фирмы Grundfos типа DME 2, позволяющие регулировать расход углеводородов в диапазоне 0–2,5 л/ч с точностью $\pm 1\%$. Высокое давление жидкости на выходе насоса (18 атм) позволяет использовать для впрыска карбюризатора в печь форсунку. В этой конфигурации промышленный контроллер ADAM-5510M используется с уже описанным ранее набором модулей ввода-вывода, за исключением одного: для управления насосами-дозаторами используется модуль ADAM-5024, поскольку насосы имеют только токовое управление.

На рис. 7 приведена блок-схема системы управления довольно распространенным технологическим процессом газовой цементации, когда в шахтную печь подается только природный газ. На рис. 8 представлен вид шкафа управления такой системой с открытой передней панелью. Уровень углеродного потенциала изменяется путем подачи атмосферного воздуха в печи через электроклапаны, управляемые через модуль ADAM-5069 промышленного контроллера.

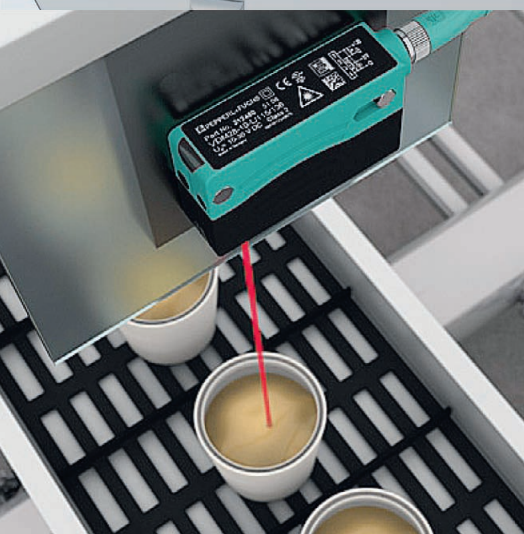
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбранный подход и технические средства автоматизации оказались достаточно эффективными. Разработанные и внедренные на предприятиях машиностроительного комплекса Республики Беларусь (Минский завод колёсных тягачей, Минский тракторный завод и др.) автоматические системы управления технологическими процессами химико-термической обработки металлов позволили модернизировать существующее оборудование и значительно повысить качество продукции, а также снизить её энергоёмкость и себестоимость. Опыт эксплуатации таких систем показал, что при относительно небольшой стоимости описанный в статье базовый комплект измерительных, исполнительных устройств и средств автоматизации позволяет создавать весьма надёжные для работы в цеховых условиях системы управления, охватывающие достаточно большой спектр технологий химико-термической обработки металлов. ●

E-mail: vkp@bk.ru



Безупречное выполнение промышленных задач!



Автоматизация

- конвейеров
- линий розлива
- кран-балок
- строительной техники
- складских комплексов
- спецавтотехники
- лифтов
- эскалаторов
- дверей

Датчики и системы для промышленных применений

■ контроль

уровня
положения
точного местоположения
транспорта
крана
конвейерных линий

■ идентификация, подсчет

этикеток
объектов
штрих-кодов
Data Matrix

■ охрана

труда

125

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ PEPPERL+FUCHS

ProSoft®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru



Автоматизированная система диспетчеризации и управления процессом очистки промышленных стоков

Григорий Рудой

В статье рассмотрены вопросы создания системы диспетчеризации и автоматизированного управления станцией биологической очистки Сегежского ЦБК. Описан практический опыт внедрения оборудования фирмы Advantech и построения на базе SCADA GenIDAQ системы сбора данных на 1600 точек. Представлены особенности реализации проекта и применённые аппаратно-программные решения для достижения требуемой точности и надёжности функционирования системы.

ВВЕДЕНИЕ

Каждое промышленное предприятие в соответствии с действующими федеральными и международными требованиями должно вести экологическую деятельность, уделять большое внимание экологической обстановке в зоне своего влияния на окружающую природную среду, внедрять новые природо- и энергосберегающие технологии и оборудование, а также стремиться обеспечить экологическую безопасность производства.

ООО «АТМ» (г. Петрозаводск) реализовало на Сегежском целлюлозно-бумажном комбинате (г. Сегежа, Республика Карелия) проект, направленный на повышение эффективности работы очистных сооружений, а следовательно, на улучшение экологической обстановки в районе расположения комбината.

Актуальность задачи

Одной из самых важных проблем, требующих безотлагательного решения, является защита водных ресурсов от истощения и загрязнения, а также их рациональное использование для нужд народного хозяйства. Вопрос качества воды актуален не только для мегаполисов и крупных городов, но и для сельской местности. Основными источниками загрязнения и засорения водоёмов являются недостаточно очищенные

сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов и различные отходы производства. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоёмы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении её физических свойств, например, в появлении неприятных запахов, привкусов, посторонних взвешенных компонентов.

Чтобы решить задачи очистки промышленных стоков, промышленные предприятия имеют на своей территории специальные станции биологической очистки (СБО), где ведётся постоянный контроль со стороны экологических организаций. Зачастую состояние оборудования и технических средств промышленных предприятий оставляет желать лучшего. Устаревшее оборудование, низкий уровень автоматизации, высокая аварийность, отсутствие оперативного управления и низкая квалификация обслуживающего персонала создают серьёзные проблемы для качественной очистки промышленных стоков предприятия. Не нужно говорить о том, что в такой ситуации штрафы экологической инспекции иногда достигают огромных сумм. Поэтому всё большее внимание промышленные предприятия уделяют переоснащению своих мощностей новым современным оборудованием и созданию условий для опе-

ративного и безаварийного управления технологическим процессом своего производства во всех аспектах, в том числе и в экологическом.

АСУ ТП очистки сточных вод целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК), реализованная в описываемом проекте, предназначена для управления запорно-регулирующей арматурой, насосными агрегатами и другими устройствами в автоматизированном и наладочном режимах, управления подачей и расходом химических реагентов, а также осуществления общего мониторинга и диспетчеризации СБО Сегежского ЦБК.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБО

Промышленные стоки с комбината поступают на СБО, где они распределяются по первичным отстойникам. В этих отстойниках стоки разделяются на воду без осадка и сам осадок, который илоскрёбом стягивается к отсасывающей трубе. Вода после отстойников попадает в усреднители. Поступающие стоки имеют щелочной состав, поэтому в усреднителях в эту воду добавляют различные химические реагенты (серную кислоту, аммофос и т.д.) и флокулянт, чтобы получить нейтральный pH и обеспечить условия для жизни бактерий. Протекание химических реакций и перемешивание реагентов обеспечива-



Рис. 1. Общий вид территории станции биологической очистки

ется подачей кислорода от воздухоподогревателей. После этого промышленные стоки попадают в аэротенки, где происходит очистка стоков особыми бактериями, которые питаются остатками целлюлозы и другими отходами производства в промышленных стоках. Жизнедеятельность бактерий в аэротенках поддерживается непрерывным взбалтыванием стоков воздушным потоком. В течение промежутка времени, установленного технологическим процессом очистки, стоки очищаются бактериями, после чего попадают во вторичные отстойники, где опять отделяются от осадка и остатков флокулянта, которые оседают на дно отстойников. Осевший осадок соскребается со дна илоскрёбами к отсасывающей трубе и отводится вместе с осадком с первичных отстойников в цех обезвоживания. В этом цехе с помощью специальных сеточных барабанов производится сушка ила (осадка), который потом вывозится грузовиками в специальные карьеры. А очищенные промышленные стоки (практически экологически чистые) после вторичных отстойников сливаются в искусственный пруд-аэрактор, откуда они попадают в природу и близлежащие озера, проходя дополнительную очистку при просачивании через грунт.

Общий вид территории СБО показан на рис. 1.

До реализации проекта по созданию АСУ ТП очистки промышленных стоков Сегежского ЦБК все работы по регулированию количества добавляемых химических реагентов выполняли люди, практически на глазок, поэтому результаты очистки сильно зависели от человеческого фактора. Кроме того, реализация обратной связи с предостав-

лением данных о качестве очистки занимала относительно большой промежуток времени, так как была возможна только после получения результатов химических анализов из лаборатории. При этом включение всех насосов, открытие/закрытие задвижек, управление работой отстойников осуществлялись персоналом станции, что усиливало влияние человеческого фактора на технологию очистки и аварийность оборудования, уменьшало оперативность управления и делало малоэффективным диспетчерский контроль. Для обеспечения такого технологического процесса приходилось содержать на СБО большой штат сотрудников.

Постановка задачи

В процессе составления технического задания и выполнения проектных работ перед нашей компанией были поставлены следующие основные задачи:

- заменить устаревшие контрольно-измерительные приборы на современные и более точные устройства (датчики, преобразователи, устройства связи с объектом), а также установить дополнительные устройства в местах, требующих дополнительного контроля общей системы диспетчеризации и автоматизированного управления технологическим оборудованием;
- поменять устаревшее оборудование сбора данных с контрольно-измерительных приборов (Ш711, «Реми-конт») на новую микропроцессорную технику;
- модернизировать верхний уровень системы сбора данных на базе современной SCADA, обеспечивающей удобный человеко-машинный интерфейс и возможность совместной

работы нового и старого оборудования;

- расширить функциональные возможности системы контроля до управления технологическим процессом как в ручном, так и в автоматическом режимах;
- создать удобные формы отчетности по соблюдению норм технологии очистки при работе станции, совместимые с современными средствами документооборота;
- создать удобные и понятные формы графического представления сигналов, полученных с контрольно-измерительных приборов (архивирование и отслеживание трендов измеренных значений параметров);
- разработать средства сигнализации для обеспечения оперативной реакции дежурного персонала на возникновение аварийных и нештатных ситуаций;
- организовать ведение архива событий и действий персонала по обеспечению работы оборудования станции очистки.

Выбор аппаратно-программных средств

Выбор аппаратно-программных средств основывался на возможности интеграции оборудования в существующие информационные сети предприятия стандарта Ethernet и на соответствии его требованиям современных сетевых технологий (поддержка протокола TCP/IP) для удаленной работы и через Интернет. Требовалось, чтобы используемое оборудование позволяло создать многоуровневую систему мониторинга и управления с возможностью постоянного расширения.

В качестве основного оборудования нижнего уровня были выбраны контроллеры сбора данных серии ADAM-5000 фирмы Advantech. Использованы контроллеры ADAM-5000/TCP в качестве устройств сбора данных и контроллеры с возможностью локального управления ADAM-5511 и ADAM-5000/EKW. Для интеграции контроллеров ADAM-5511 с интерфейсом RS-485 в единую информационную среду решено было применить преобразователи интерфейса ADAM-4572. Указанное оборудование позволяет создавать гибкую модульную структуру с возможностью оперативного изменения конфигурации любой точки сбора данных и быстрого реагирования на изменение пожеланий заказчика относительно

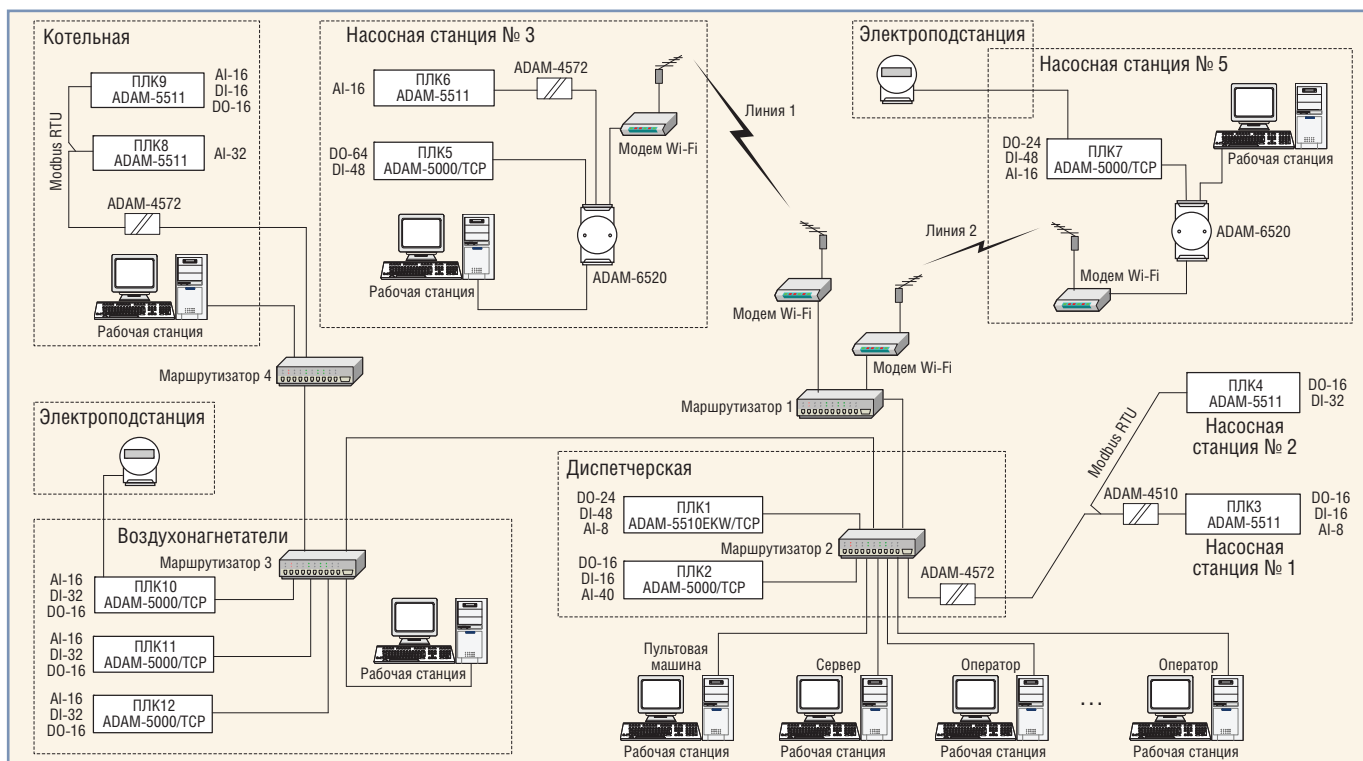


Рис. 2. Общая структурная схема автоматизированной системы диспетчеризации и управления СБО

количества сигналов ввода-вывода. Устройства серии ADAM-5000 хорошо зарекомендовали себя за годы эксплуатации на других предприятиях, знакомы специалистам нашей компании и освоены ими при реализации предшествующих проектов.

Контроллеры, установленные на различных объектах СБО, связаны в единую информационную сеть, при этом получить данные с каждого из них можно на любом компьютере локальной сети предприятия. Удалённые объекты станции включены в сеть с помощью оборудования Wi-Fi (антенны и модемы Wi-Fi фирмы D-Link).

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Система реализована по классической трёхуровневой схеме.

Нижний уровень осуществляет сбор первичной информации и преобразование её в унифицированные значения для дальнейшей передачи в систему диспетчеризации, а также реализует местное управление агрегатами, осуществляемое приборами автоматики в локальных насосных станциях в непосредственной близости от исполнительных механизмов.

Средний уровень осуществляет централизованное управление несколькими агрегатами на удалённых объектах, входящими в один или несколько технологических участков либо имеющими одно функциональное назначение. Вы-

полнение технологических операций на разных участках проводится после согласования действий между собой и проверки состояния технологической линии. Отдельные независимые алгоритмы управления и контроля связаны в единую информационную систему и сохраняют работоспособность даже при пропадании связи с операторским уровнем. Этот уровень — наиболее важное звено в системе централизованного сбора и обработки данных, поскольку отвечает за локальное автоматическое управление узлами системы и служит источником информации для её верхнего уровня.

Верхний уровень отвечает за визуализацию всей технологической информации для оператора и даёт возможность управления с диспетчерского пункта всеми технологическими линиями очистительного производства.

Функциональная привязка контроллеров к производственному процессу очистки сточных вод и технологическим линиям носит территориально-распределённый характер с учётом относительной удалённости большинства объектов. Общая структурная схема реализованной системы диспетчеризации и управления приведена на рис. 2.

Реализация проекта проходила в несколько взаимосвязанных этапов. Согласно пожеланиям заказчика проект был разбит на фазы, выполнение которых позволило не останавливать про-

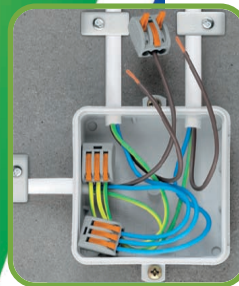
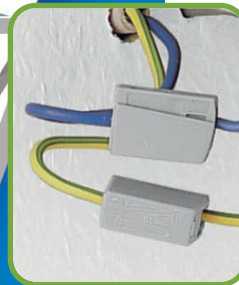
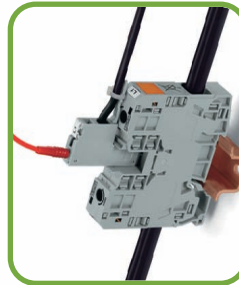
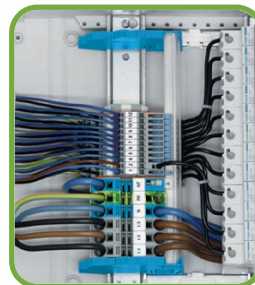
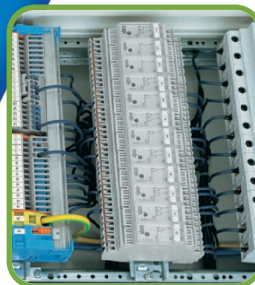
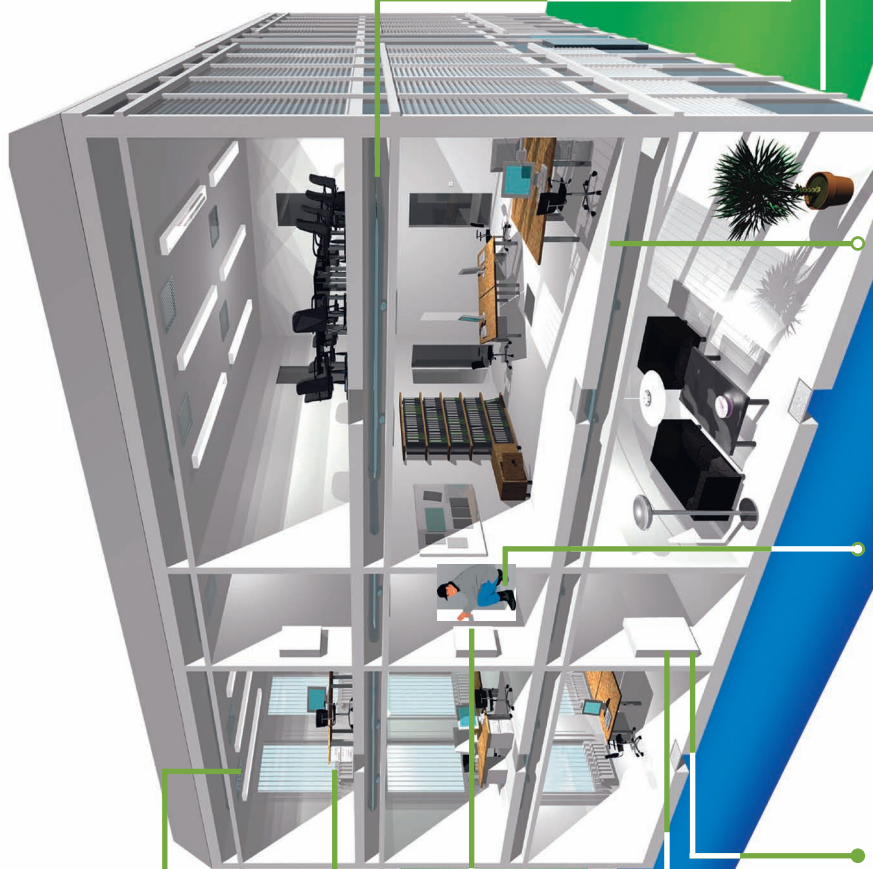
изводство и обеспечило требуемую надёжность и согласованность частей системы при переходе на современную систему управления и диспетчеризации.

Первым этапом стало обновление старого оборудования в помещении главной диспетчерской (по терминологии работников предприятия — пульт управления станцией). Замена подлежали старые отечественные приборы Ш711 и «Ремиконт», собирающие сигналы со всех цехов станции. Работы начались с установки в диспетчерской панели с современными сетевыми программируемыми логическими контроллерами (ПЛК) фирмы Advantech для сбора, обработки, передачи информации и выдачи сигналов управления (ADAM-5000/EKW), а также с размещения сетевого оборудования фирм Moxa, D-Link и Advantech (ADAM-6520) для создания единого информационного пространства. Как видно из общей схемы системы, ПЛК и персональные компьютеры технических специалистов образовали единую TCP/IP-сеть. После настройки и отладки средств коммуникации между устройствами сети начались работы по постепенному переключению технологических входных сигналов от старых устройств ввода-вывода на современные приборы. Постепенное переключение цифровых и аналоговых сигналов (DI и AI) позволило избежать ошибок переключения и дало возможность не слишком вмешиваться в работу персонала станции. Одновременно с переключением сигнала-

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) 310-0106 • 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 • Факс: (383) 202-0960 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: (+380-44) 206-2343 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft.ua.com • Web: www.prosoft.ua
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) 291-7555 • 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

ProSOFT[®]

#403



Рис. 3. Диспетчерский пульт СБО

лов проводились юстировка и настройка приборов, проверялась точность первичных преобразователей и датчиков.

После полного переключения сигналов от Ш711 и «Ремиконт» в помещении диспетчерской на рабочем месте оператора-диспетчера и дежурного мастера-технолога было создано временное рабочее место для отображения всей необходимой информации, что обеспечило выполнение персоналом рабочего процесса практически в штатном режиме. Обмен информацией между контроллерами (устройствами ввода-вывода) и персональными компьютерами осуществлялся по технологии OPC. На ПК были установлены OPC-серверы фирмы Kerware, которые собирали данные с требуемых регистров контроллеров. В качестве программы отображения информации выступила SCADA-система GeniDAQ фирмы Advantech. Применённые программные средства в данной конфигурации показали стабильную работу без загрузки сети большим объёмом данных. Внешний вид диспетчерской, куда поступает вся информация системы, показан на рис. 3.

Обеспечив стабильный канал передачи информации оперативному (дежурному) персоналу станции, а именно приём входных сигналов DI и AI от комплекса первичных преобразователей, сотрудники компании начали работы по подключению цифровых сигналов

управления DO. Внешние сигналы управления позволили автоматизировать включение/выключение насосных агрегатов и моторов, а также регулирование положения запорной арматуры в реагентно-складском хозяйстве и в цехе обезвреживания, находящемся в здании центральной диспетчерской. Основной шкаф автоматики (рис. 4) укомплектован в основном контроллерами ADAM-5000/EKW, поскольку они имеют возможность прошивки локальной программы управления.

Однако после завершения первого этапа работ в течение определённого промежутка времени управление технологическим процессом осуществлялось вручную дежурными мастерами и операторами смен. Это создало условия для проведения обкатки установленного оборудования, отработки взаимодействия микропроцессорного оборудования в управлении технологическим процессом очистки вод, а также для привыкания персонала станции к новому режиму работы, корректировки штатного расписания, разработки новых инструкций. Кроме того, в течение этого промежутка времени сотрудникам предприятия было предложено вести журнал пожеланий и замечаний, куда записывались все наблюдения, сделанные персоналом относительно функционирования системы, и пожелания по корректировке работы управляющего оборудования с учётом технологических особенностей станции очистки.



Рис. 4. Часть основного шкафа автоматики, укомплектованная контроллерами ADAM-5000/EKW, отвечающими за реализацию централизованного управления

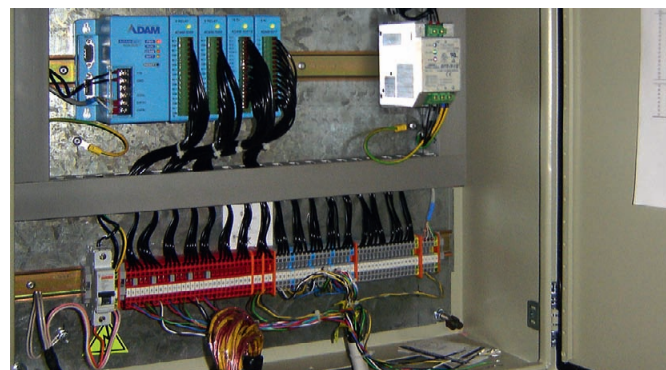


Рис. 5. Шкаф автоматики сбора данных с удалённых локальных объектов на базе контроллера ADAM-5511

Второй этап работ заключался в замене на объекте большей части первичных преобразователей, не отвечающих требованиям точности и надёжности создаваемой системы, а именно — уровнемеров и расходомеров. Практически на каждом объекте были дополнительно установлены датчики измерения температуры воздуха и температуры стоков, а в контрольных точках технологического процесса были размещены измерители pH (уровень щёлочности стоков).

В частности, в накопительных резервуарах сбора вод после отстойников были установлены радарные уровнемеры взамен поплавковых. Раньше персонал насосных станций сообщал об уровне воды в резервуарах по телефону, ориентируясь визуально по положению флажка, привязанного к поплавкам. Пришедшие им на замену радарные уровнемеры SITRANS LR 200 (фирма Siemens) хорошо зарекомендовали себя при использовании на указанном объекте, обеспечив стабильную и точную работу в сложных условиях постоянных брызг, густой пены, ложных эхо-сигналов от стен резервуаров.

На этом же этапе была проведена работа по подключению удалённых объектов СБО в единую АСУ ТП. На каждой насосной станции были установлены шкафы автоматики, выполняющие функции сбора данных с датчиков и передачи информации на центральный диспетчерский пост. Проектировщики нашей компании постарались сделать шкафы автоматики типовыми для разных объектов с учётом, конечно, их специфики и особых требований. Основу оборудования шкафов, установленных на удалённых объектах и подключённых полевой шине RS-485, составили контроллеры ADAM-5511. Пример такого шкафа приведён на рис. 5. Для защиты линий интерфейса RS-485 и обеспечения надёжности связи был применён повторитель интер-

Оборудование для автоматизации зданий



thanos®
всегда под рукой...

Новая линия панелей управления класса Hi-End

- управление HVAC-системами
- 3,5" TFT высокого разрешения с сенсорным экраном
- встроенные датчики температуры и влажности
- радиопульт ДУ
- двухсторонний шлюз EnOcean



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ THERMOKON

#298

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) 310-0106 • 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. Шкаф автоматики сбора данных с удалённых локальных объектов на базе контроллера ADAM-5000/TCP

фейса ADAM-4510. Преобразование сигнала последовательного интерфейса RS-485 в Ethernet осуществляется шлюзами ADAM-4572. На объектах, которые удалось подключить в сеть Ethernet путём установки дополнительного оборудования Wi-Fi, основу оборудования шкафов автоматики составили коммуникационные контроллеры ADAM-5000/TCP (рис. 6). В ряде случаев установку и монтаж оборудования, а также подключение сигналов приходилось производить в существующие на объектах электротехнические шкафы, закрывая панелью с микропроцессорным оборудованием места прежнего крепления заменённых приборов Ш711.

В результате работ на этом этапе информационно-измерительной сетью были охвачены все объекты СБО Сеgezского ЦБК. Была проведена большая работа по программному подключению этих объектов в общую систему диспетчеризации и управления. Практически для каждого объекта были разработаны визуальные схемы, отображающие текущее состояние объектов и технологические особенности. Общее количество аналоговых и дискретных сигналов после этого этапа выросло до 1500. При этом стоит отметить, что возросшая нагрузка на информационную сеть предприятия потребовала дополнительной настройки сетевого оборудования, чёткого планирования и временного регулирования сетевых информационных потоков, присвоения каждому прибору однозначных идентификаторов. Указанная настройка сетевого и микропроцессорного оборудования для обеспечения стабильного функционирования АСУ ТП потребовала достаточно длительного наблюдения за работой

системы в разных режимах и условиях, носит индивидуальный характер для данного объекта и получена эмпирическим путём. Благодаря этому операторский персонал станции смог увидеть показания приборов удалённых объектов в удобной для себя форме и получить графики интересующих параметров с архивированием.

Однако стоит отметить, что, хотя верхний уровень и справился с поставленной задачей отображения такого количества информации, но GeniDAQ для этого достаточно «легковесна». Как указано в описании, это SCADA для автоматизации небольших производств и машин. Пришлось очень долго настраивать её взаимодействие с OPC-сервером, чтобы получить стабильно работающую систему, поэтому на таких сложных и объёмных объектах, как описываемый, рекомендуем всё же использовать более профессиональную SCADA – GENESIS.

В ходе реализации данного этапа на локальных объектах к каналам информационных сигналов были добавлены каналы сигналов управления путём установки в контроллеры слотов релейного вывода. Иногда применяли и слоты DO с транзисторным выходом, использование которых диктовалось технологическими особенностями и необходимостью увеличить количество выводимых сигналов при ограниченном количестве слотов в контроллерах. На каждом объекте с помощью комбинации входных и выходных сигналов на соответствующих контроллерах удалось

организовать подсистемы управления исполнительными механизмами с обратной связью и реализовать схемы локальных защитных блокировок, аварийной сигнализации и т.п.

Таким образом, второй этап позволил создать единую систему АСУ ТП СБО. Все информационные данные стали выводиться на диспетчерский компьютер в помещении пульта управления, обеспечив оперативный контроль и управление процессом очистки. Пример одного из основных графических экранов диспетчерской станции приведён на рис. 7. Кроме того, были добавлены операторские ПК в кабинетах заинтересованных лиц: начальника службы КИПиА, главного технолога, начальника станции и т.п. На двух насосных станциях также были добавлены операторские ПК для локальной диспетчеризации состояния объекта персоналом станции. При этом на каждом рабочем месте SCADA была настроена таким образом, что конкретный оператор мог получить только соответствующую его сфере ответственности информацию с ограничением прав доступа к другим экранам.

На третьем этапе были реализованы программные алгоритмы управления в контроллерах для управления технологическим процессом очистки сточных вод без участия человека. Благодаря оперативной обратной связи (датчик – контроллер – исполнительный механизм) удалось добиться хороших характеристик саморегулирования системы и достичь требуемых нормативными до-

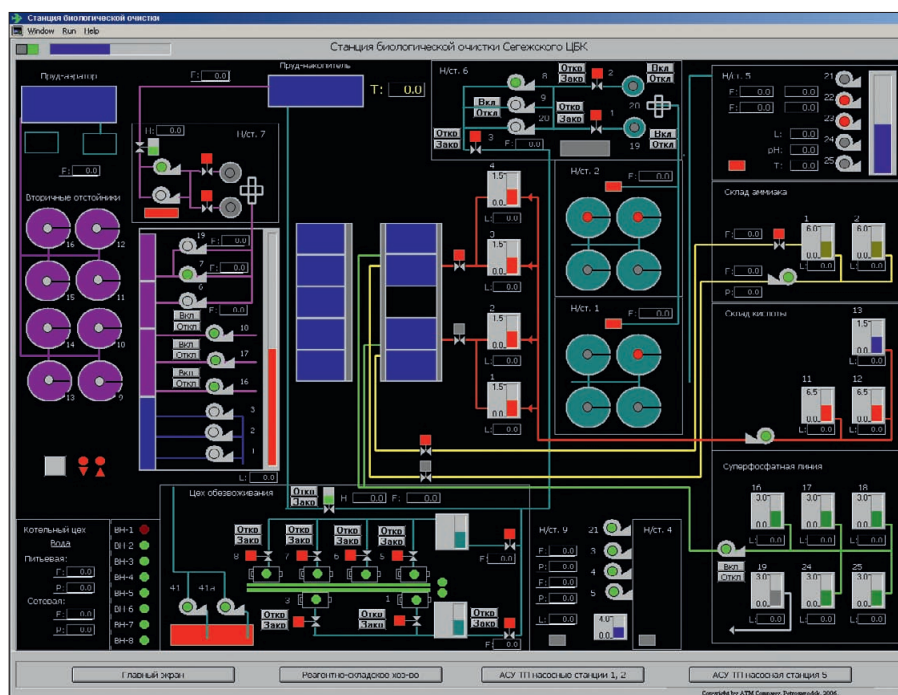


Рис. 7. Один из основных графических экранов системы диспетчеризации и управления

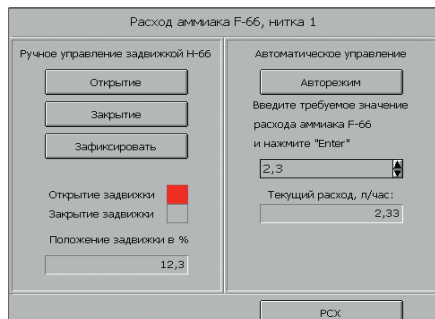


Рис. 8. Пример графического экрана регулирования параметров очистки сточных вод

кументами показателей очистки стоков. Теперь оператору достаточно ввести желаемое значение параметра на выходе, и заложенная программа постоянно поддерживает требуемое значение, регулируя режим подачи реагентов, время и период включения насосов. Кроме того, согласно технологии процесса очистки были реализованы автоматические алгоритмы смены рабочих насосов и илоскрёбов, в результате вмешательство человека в работу последних стало минимальным, заключааясь только в общем контроле. Графические экраны для регулирования параметров были сделаны максимально простыми для понимания и удобными для использования (рис. 8).

Помимо всего этого на третьем этапе, исходя из пожеланий довольно-таки заказчика, были добавлены в общую АСУ ТП станции новые объекты – котельная и система технологического учёта электрической энергии на объектах, чтобы фиксировать появившуюся экономию в потреблении электроэнергии после замены устаревшего оборудования и обеспечения определённой точности и оперативности в управлении процессом очистки. Система энергоучёта была построена путём установки современных счётчиков электрической энергии с число-импульсными выходами и добавления в контроллеры сбора данных серии ADAM модулей ввода число-импульсных сигналов. Соответствующие графические экраны также появились в основной стратегии SCADA с архивированием измеренных данных и построением графиков потребления.

Несмотря на большие объёмы монтажа, связанного с подключением сигнальных и интерфейсных линий, благодаря использованию пружинных клемм фирмы WAGO удалось сократить трудозатраты и сэкономить время (рис. 9).

ПРЕИМУЩЕСТВА, ПОЛУЧЕННЫЕ ОТ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ

В результате реализации проекта были зафиксированы следующие «плюсы»:

- получен экономический эффект вследствие уменьшения штрафов от экологической инспекции (улучшились показатели качества очистки промышленных стоков) и отсутствия перерасхода химических реагентов;
- повышена точность в дозировании химических реагентов, что благотворно сказывается на жизненных условиях бактерий и повышает качественные показатели их деятельности;
- уменьшена аварийность оборудования из-за отсутствия случайных и ошибочных включений персоналом станции;
- уменьшено энергопотребление станции вследствие замены части оборудования управления и контроля на современное и более энергоэффективное, а также более рационального использования технологического оборудования в рамках автоматических режимов;
- повышена точность в определении важных показателей протекания технологического процесса благодаря замене части контрольно-измерительной техники станции, тем самым созданы условия для улучшения технологии очистки и внедрения инноваций;
- получен экономический эффект от сокращения числа сотрудников станции и уменьшения затрат на его обучение;
- увеличена оперативность работы персонала вследствие внедрения

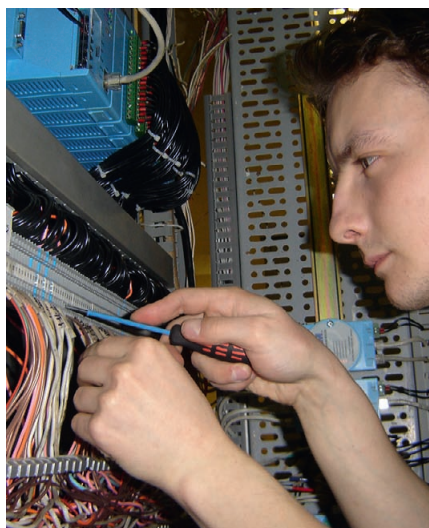


Рис. 9. С пружинными клеммами WAGO серии 280 подключение большого количества сигналов стало лёгким, быстрым и надёжным

системы диспетчеризации и мониторинга оборудования и технологических параметров очистки промышленных стоков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение хотелось бы сказать, что поставленные заказчиком задачи были успешно решены: станция биологической очистки получила современную автоматизированную систему диспетчеризации и управления технологическим процессом очистки промышленных стоков. Получен значительный экономический эффект как от применения современных энергосберегающих технологий и снижения аварийности, так и от существенного уменьшения экологических штрафов. В результате автоматизации технологического процесса удалось увеличить эффективность процесса очистки, снизить загрязнённость сбрасываемых в окружающую среду вод и усовершенствовать процесс расхода применяемых для этого химических реагентов и кислот.

Достоинством внедрённой АСУ ТП является информационная открытость и доступность системы благодаря использованию механизмов сетевого протокола Ethernet TCP/IP для диспетчеризации. Несмотря на наложенные ограничения в правах доступа к графическим экранам и схемам для отдельных групп сотрудников, реализованная система посредством простого и удобного пользовательского интерфейса позволяет контролировать рабочий процесс ответственного персонала. Внедрённые решения позволяют производить непрерывные измерения, регулирование и управление большим количеством параметров. При этом обеспечиваются визуализация результатов измерения и управления, комплексная обработка и хранение информации.

Стоит отметить, что реализация проекта позволила в очередной раз убедиться в надёжности оборудования тайваньской фирмы Advantech. Несмотря на доступную стоимость этого оборудования, оно вполне может соперничать с техникой западноевропейских производителей по качеству и удобству практического использования. Особенно хорошо зарекомендовали себя контроллеры ADAM серии 5000 благодаря широким возможностям по конфигурированию и определяемой модульной структурой гибкости. ●

E-mail: atm@onego.ru



Малогабаритная система бортовых измерений для лётных испытаний воздушных судов малой размерности

Александр Брагин, Артём Лукьянов

С целью устранения недостатков и эксплуатационных ограничений ранее применяемых систем бортовых измерений, а также для повышения качества, безопасности и информативности испытаний специалистами СибНИА был разработан действующий образец автоматизированной малогабаритной системы бортовых измерений для воздушных судов малой размерности. Система позволяет сократить сроки на подготовку, проведение и обработку результатов лётных испытаний, а также проводить анализ полётных данных в темпе эксперимента и выдавать текущую информацию непосредственно при выполнении испытательных режимов.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из источников получения исходных данных, необходимых для оценки результатов лётных испытаний самолётов и вертолётов, является бортовая информационно-измерительная система, включающая комплекс технических средств измерений (первичных преобразователей параметров полёта), а также аппаратные и программные средства сбора и обработки информации.

До последнего времени в России применялись системы бортовых измерений (СБИ) и сбора полётной информации «Тестер», «ГАММА», «Регата», «БУР» и др. в комплексе с твердотельными накопителями полётной информации и первичными преобразователями параметров полёта. Данные системы по своим возможностям имели ряд существенных недостатков, связанных с их эксплуатацией: большие габаритные размеры и вес (измерительные комплексы имели блочную конструкцию с количеством блоков до 10 единиц в зависимости от количества измеряемых параметров и массу комплекса от 20 до 40 кг без монтажных деталей), большая протяжённость соединительных межблочных проводов, напряжение питания одного номинала (+27 В), ограниченная частота регистрации полётной

информации, значительные затраты времени на предварительную наземную подготовку комплекса и последующий монтаж на борту. Кроме того, для выдачи лётчику полётных данных (высота, скорость, курс и др.) требовалась установка дорогостоящих многофункциональных индикаторов и пультов управления. Для выполнения работ, связанных с проведением тензометрии, использованием спутниковых навигационных систем, вводом видеоинформации, а также необходимостью последующей синхронизации по времени, требовалась установка дополнительных устройств сопряжения. Это вело к дальнейшему увеличению габаритов и массы СБИ. Применение таких систем возможно только на самолётах и вертолётах, имеющих достаточно большой свободный объём для монтажа соответствующего оборудования. Помимо всего этого использование подобных СБИ допускало выполнение математического анализа собранных данных только при наземной обработке, что существенно увеличивало период времени от проведения лётного эксперимента до получения окончательного результата.

Для обеспечения работ, связанных с выполнением испытательных полётов

малых воздушных судов, перед специалистами лётной базы ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» была поставлена задача по разработке действующего образца автоматизированной малогабаритной системы бортовых измерений (далее МСБИ) и программно-математического обеспечения с эффективным распределением задач между процессорным и интерфейсными модулями. Целью работы было сокращение сроков на подготовку, проведение и обработку результатов лётных испытаний авиационной техники, а также повышение качества, безопасности и информативности проводимых испытаний.

На момент разработки целесообразным выбором базы для создания МСБИ являлись IBM PC совместимые промышленные компьютеры для встраиваемых систем. Их применение позволяло проводить разработку и отладку специализированного программного обеспечения на основе стандартных инструментальных средств на обычных офисных компьютерах параллельно с разработкой аппаратной части системы. По таким критериям, как эксплуатационные характеристики, высокая надёжность, малое энергопотребление, широкая номенклатура представ-



Рис. 1. Первый образец малогабаритной системы бортовых измерений

ленных на российском рынке плат, в качестве основного промышленного стандарта был выбран MicroPC. Платы этого стандарта по своим физическим и электрическим параметрам имеют полную совместимость с шиной ISA. В качестве поставщика была выбрана российская компания FASTWEL, предлагающая широкий выбор промышленных средств измерений по конкурентоспособным ценам.

Выбранная аппаратная платформа позволила специалистам СибНИА в кратчайшие сроки достигнуть поставленной цели и в 2006 году завершить разработку первого образца малогабаритной системы бортовых измерений (рис. 1).

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

МСБИ предназначена для измерения параметров исследуемых объектов, преобразованных в электрические аналоговые, цифровые, аналого-цифровые и дискретные сигналы, и записи результатов в виде данных бинарного, текстового и др. типов на флэш-диск, жёсткий диск или внешний твердотельный накопитель.

Основная область применения — лёгкие испытания самолётов и вертолётов (лёгких на первом этапе и более тяжёлых на следующих этапах). В зависимости от типов используемых объектов и видов испытаний система может быть представлена в нескольких вариантах, отличающихся количеством и типами блоков, оптимизированных для каждого определённого случая.

МСБИ позволяет осуществлять следующие виды преобразования сигналов, поступающих от первичных преобразователей параметров полёта, спутниковой навигационной системы (СНС), инерциальной навигационной системы (ИНС) и согласующих устройств:

- аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования напряжения и силы постоянного тока в различных диапазонах;
- преобразование сигналов разовых команд;
- преобразование частотных сигналов до 12,5 МГц.

В скомпонованной конфигурации конструкция системы имеет размеры до 310×190×170 мм и массу до 3 кг (в зависимости от количества подключаемых плат). Питание может осуществляться от сети постоянного тока с напряжением от 10 до 36 В или от сети переменного тока с напряжением 220 В. Встроенные аналого-цифровые преобразователи позволяют производить подключение различных типов первичных преобразователей параметров полёта, как однопроводных, так и двухпроводных источников аналоговых сигналов. Диапазон входных напряжений и токов аналоговых сигналов может изменяться аппаратно или программно. Количество подключаемых первичных преобразователей параметров полёта может изменяться от 1 до 32 для одной платы и кратно возрастать при установке дополнительной платы расширения, масса которой составляет 200 граммов. Частота аналого-цифрового преобразования может достигать 100 кГц в зависимости от числа подключаемых первичных преобразо-

вателей. Платы ввода сигналов имеют также встроенный цифро-аналоговый преобразователь, что позволяет комплексу формировать управляющие сигналы. По своим эксплуатационным характеристикам комплекс соответствует техническим условиям авиационного применения: диапазон рабочих температур от –40 до +85°C, эксплуатационная перегрузка до 40g.

В ходе доработок была расширена номенклатура применяемых аппаратных средств в составе системы с целью увеличения гибкости её структуры и, как следствие, расширения области применения.

АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ

В настоящий момент аппаратная часть представлена в двух вариантах исполнения на базе промышленных стандартов MicroPC и PC/104. Главным архитектурным отличием первого варианта является его модульность, что увеличивает габаритные размеры системы и повышает её структурную гибкость. Во втором варианте исполнения МСБИ имеет меньшие габаритные размеры (225×150×115 мм) благодаря тому, что на одну плату интегрирован процессорный модуль с системой аналогового и дискретного ввода-вывода и таймерной подсистемой.

В варианте MicroPC (структурная схема представлена на рис. 2) система

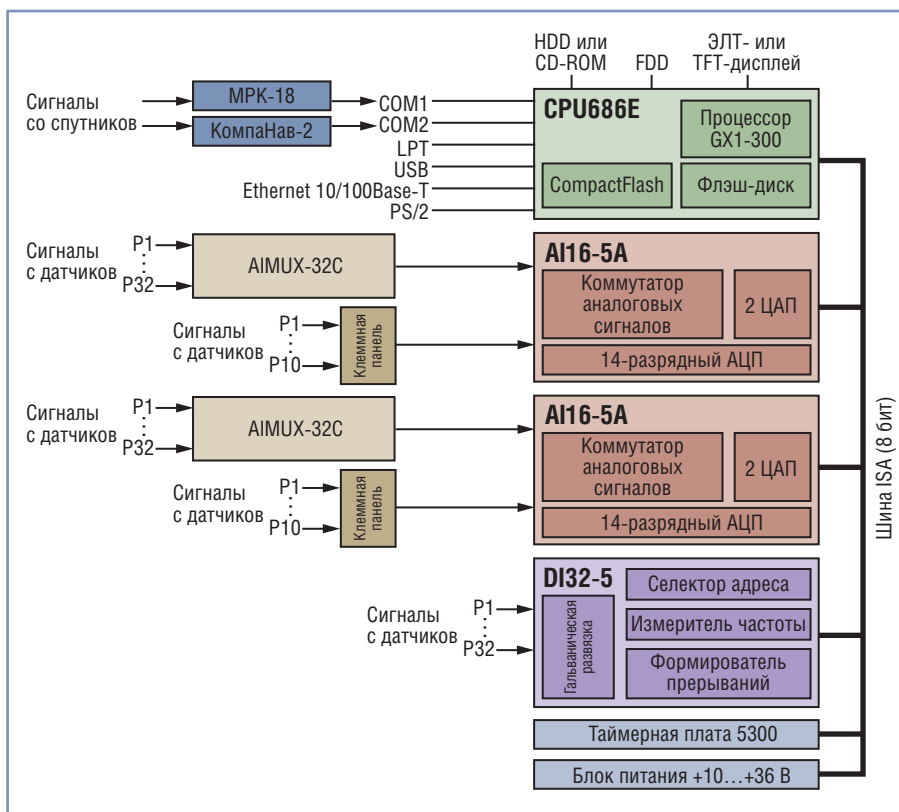


Рис. 2. Структурная схема МСБИ в формате MicroPC

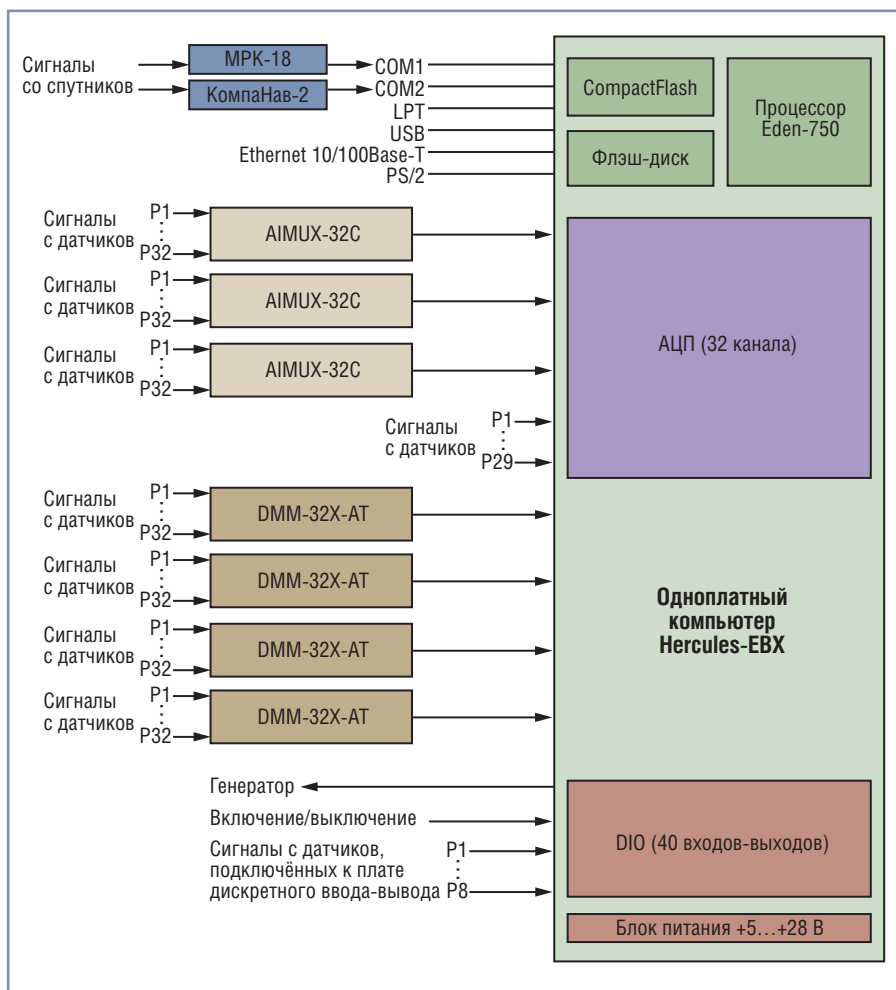


Рис. 3. Структурная схема МСБИ в формате PC/104

комплектуется следующими модулями фирмы FASTWEL с привлечением отдельных изделий компании Octagon Systems:

- модуль центрального процессора CPU686E;
- модуль аналогового ввода-вывода с гальванической развязкой AI16-5A;
- модуль дискретного ввода с гальванической развязкой DI32-5;
- коммутатор аналоговых сигналов AIMUX-32C;
- модуль 7112/24 источника питания постоянного тока +10...+36 В;
- таймерная плата 5300.

Все платы объединены в едином монтажном каркасе 5278-RM (Octagon Systems), имеющем общую информационную шину ISA. Система в таком исполнении имеет модульную структуру с программируемым распределением частоты опросов, адресным обращением к многоканальным преобразователям информации (АЦП и ЦАП) и общей (магистральной) линией связи ISA. Связь между модулем центрального процессора и другими модулями производится через порты ввода-вывода ISA-шины. Смена распределения

частоты опросов осуществляется программно. Временная синхронизация при работе МСБИ осуществляется с частотой 1...10 Гц (настраивается программно) с помощью таймерной платы 5300.

В варианте PC/104 (структурная схема представлена на рис. 3) система представляет собой одноплатный компьютер Hercules-EBX (Diamond Systems) на базе процессора VIA Eden с интегрированным модулем устройства связи с объектом (УСО), который поддерживает:

- аналоговый ввод (32 канала, 16 бит, 250 кГц максимум, однополярный

- или дифференциальный способы подключения сигналов, диапазоны входного напряжения 0...10; 0...5; 0...2,5; 0...1,25; ± 10 ; ± 5 ; $\pm 2,5$; $\pm 1,25$ В);
- аналоговый вывод (4 канала, 12 бит);
- дискретный ввод-вывод (40 каналов, 5 В);
- счётчики/таймеры (2 канала).

В зависимости от задач МСБИ комплектуется платами АЦП DMM-32X-AT стандарта PC/104. За счёт разработки разъёмов-переходников (для аналоговых и цифровых сигналов) к Hercules-EBX также появилась возможность подключения плат коммутаторов аналоговых сигналов AIMUX-32C (до 32), что существенно расширило функциональные возможности МСБИ в данном варианте исполнения.

Количество каналов МСБИ зависит от варианта комплектации и соответствует данным табл. 1. Возможно увеличение числа и видов опрашиваемых каналов за счёт введения в бортовой комплекс дополнительных модулей аналогового ввода-вывода (например, AI16-5A, DMM-32X-AT) и коммутаторов аналоговых сигналов (AIMUX-32C).

Для решения задач навигации и организации внешнетраекторных измерений в разработанную систему бортовых измерений интегрированы модули угломерной спутниковой навигационной системы МРК-18 и инерциальной навигационной системы КомпаНав-2. Плата спутниковой системы выполнена в формате MicroPC и является функционально законченным модулем, позволяющим использовать его в общей схеме бортового комплекса. Кроме того, при подключении приёмника МРК-18 возможен обмен данными в бинарном формате VIN. Программное обеспечение (ПО) бортового измерительного комплекса выделяет значения необходимых параметров из общего потока данных в формате NMEA 0183 (или VIN) и производит первичную об-

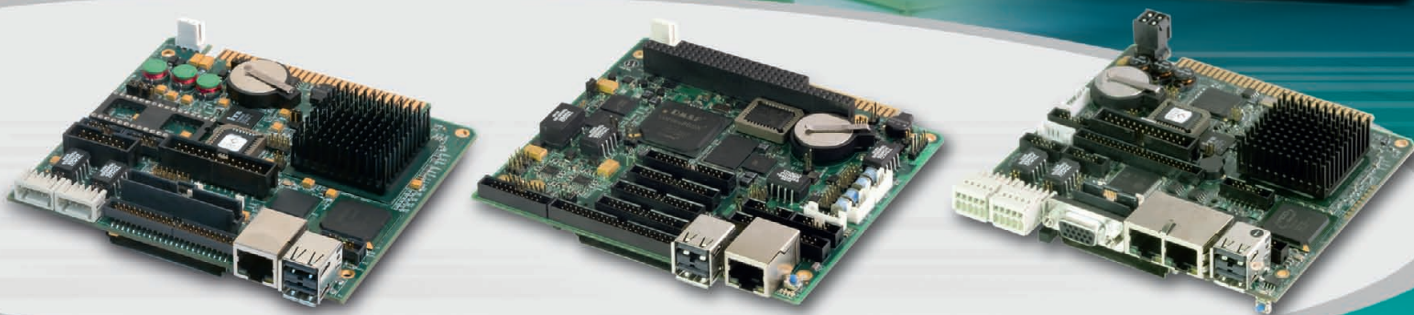
Таблица 1

Количество каналов в зависимости от вариантов комплектации МСБИ

Варианты комплектации		Виды каналов				
		Входные аналоговые сигналы		Выходные аналоговые сигналы, однопроводное подключение	Дискретные сигналы	Частотные сигналы
		однопроводное подключение	дифференциальное подключение			
MicroPC	2 модуля AI16-5A, DI32-5	32	16	4	32	32
	2 модуля AI16-5A, DI32-5, 3 модуля AIMUX-32C	125	62	4	32	32
PC/104	1 АЦП, 4 DMM-32X-AT	160	80	—	8	4
	1 АЦП, 4 DMM-32X-AT, 3 AIMUX-32C	253	126	—	8	4



**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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL

#236

PROSOFT®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

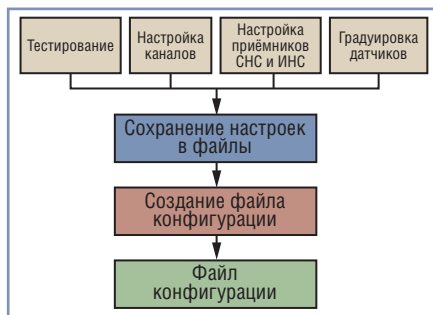


Рис. 4. Структурная схема программы подготовки и настройки МСБИ

работку этих значений и их передачу по каналу связи. Навигационный алгоритм, реализованный в системе Компанав-2, поддерживает определение координат при временных пропаданиях (до 5 минут) сигналов спутников, а высоты и вертикальной скорости — неограниченное время. Перечень необходимых для выдачи параметров задаётся с помощью конфигурационного ПО.

Программная часть

С целью сокращения сроков подготовки МСБИ на воздушных судах и обработки полётной информации разработано программное обеспечение, позволяющее провести весь комплекс работ от момента внутреннего тестирования и построения градуировочных зависимостей до получения окончательного результата обработки.

По своей структуре это программное обеспечение представляет собой три программы:

- 1) программа подготовки и настройки бортовой МСБИ;
- 2) программа сбора и первичной обработки информации;
- 3) программа вторичной обработки информации.

Программа подготовки и настройки бортовой МСБИ (рис. 4) разработана в среде C++ Builder 6.0 для операционной системы Windows 98, имеет интуитивно понятный оконный интерфейс и построена на основе диалогового взаимодействия с пользователем.

Программа подготовки и настройки МСБИ позволяет:

- производить системное тестирование всех внутренних модулей;
- настраивать каналы с указанием частоты опроса, коэффициентов усиления и типа сигнала;
- производить градуировку первичных преобразователей параметров и строить градуировочные зависимости;

- настраивать приёмник СНС и ИНС;
- задавать несколько режимов работы программы сбора и первичной обработки информации;
- задавать список имён параметров и их идентификационные номера;
- производить визуальную оценку работы первичных преобразователей и регистрирующей аппаратуры;
- настраивать параметры для передачи данных, полученных от первичных преобразователей полёта, в виртуальную доску приборов (ВДП).

Настройки сохраняются в файле конфигурации, который в дальнейшем передаётся программе сбора и первичной обработки информации.

Программа сбора и первичной обработки информации (рис. 5) разработана для операционной системы MS-DOS с целью обеспечения надёжности, сбережения ресурсов и ускорения процесса сбора и обработки информации. Программа также совместима с операционной системой Windows 98, что позволяет осуществлять проверку работоспособности файла конфигурации сразу после его создания. После получения файла конфигурации программа работает автономно.

Программа сбора и первичной обработки информации позволяет:

- осуществлять мониторинг сбора и первичной обработки информации;
- изменять режимы работы (задаются программой настройки);
- осуществлять сбор данных на накопителе;
- автоматически вносить регулярные поправки.

Программа вторичной обработки информации (рис. 6) разработана для операционной системы Windows 98/NT. В программе возможна эмуляция реального времени, что делает возможным просмотр динамики процессов выделенных участков.

Программа вторичной обработки информации позволяет:

- осуществлять доступ к данным по списку имён параметров или их идентификационным номерам (задаются в программе подготовки и настройки бортовой МСБИ);
- осуществлять вывод результатов обработки в текстовом или графическом виде;
- строить графики в режиме эмуляции реального времени;
- обеспечивать поиск заданных участков обработки;
- строить графики физических значений параметров по градуировочной зависимости;
- проводить частотный анализ данных;
- обеспечивать редактирование и документирование данных;
- формировать банк данных.

Для выдачи лётчику полётных данных разработана виртуальная доска приборов. Она предназначена для отображения в реальном масштабе времени на экране ноутбука или планшетного компьютера внешнетракторных параметров и информации об эксплуатационной нагруженности. На доске размещаются шесть видов индивидуально настраиваемых приборов и векторная навигационная карта формата RFM (рис. 7).

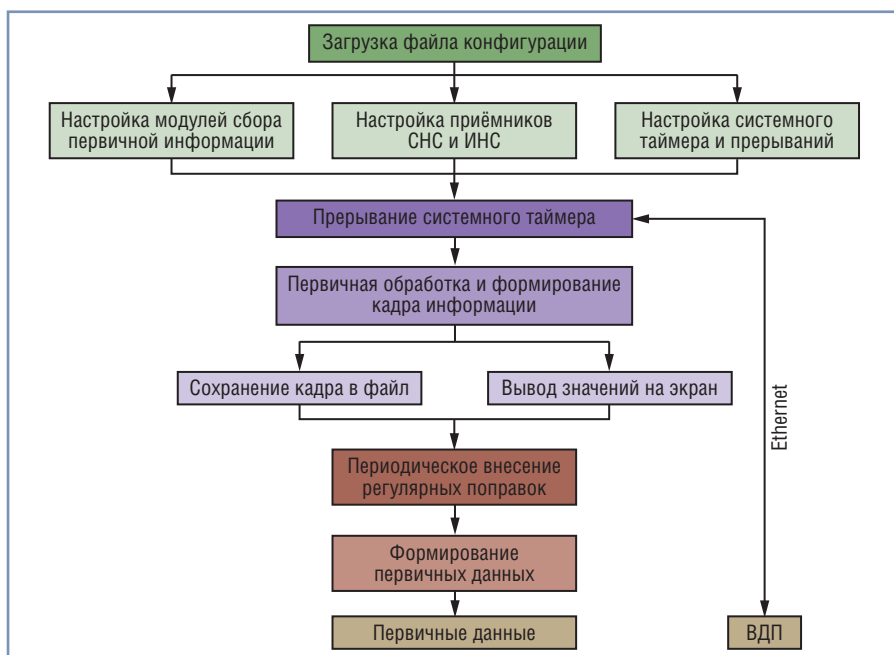


Рис. 5. Структурная схема программы сбора и первичной обработки информации

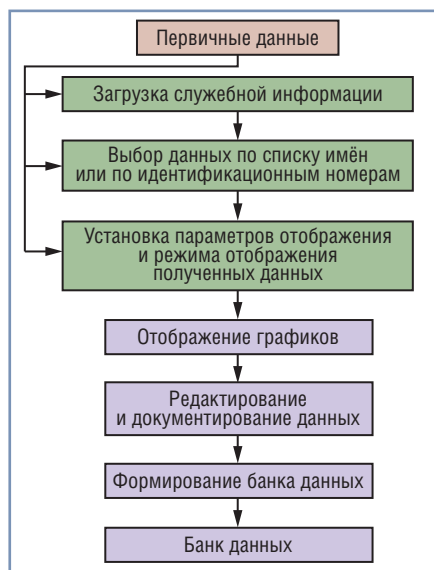


Рис. 6. Структурная схема программы вторичной обработки информации



Рис. 7. Внешний вид виртуальной доски приборов

Источником данных для ВДП служит программа сбора и первичной обработки информации, получающая информацию от первичных преобразователей параметров полета и навигационных систем. Эта программа производит первичную обработку и преобразование информации в служебные пакеты данных, которые одновременно записываются на дисковый накопи-

тель и по сети Ethernet передаются ВДП. Схема взаимодействия программы и ВДП представлена на рис. 8.

Взаимодействие производится по транспортному протоколу UDP при помощи программы-сервера (далее сервер). Сервер представляет собой отдельную программу, которая осуществляет передачу информационных пакетов и взаимодействует с модулем-клиентом,

встроенным в ВДП. Вследствие этого функционально разгружается программа сбора и первичной обработки, что позволяет избежать временных задержек и уменьшения частоты регистрации.

Взаимодействие ВДП и программы сбора и первичной обработки осуществляется по следующему алгоритму:

- из автозагрузки производится запуск сервера на персональном компьюте-



Доломант
ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

	Контрактное производство электронных изделий любой сложности по конструкторской документации заказчика
	Заказные разработки в соответствии с техническим заданием заказчика для изделий военного, двойного назначения и атомной энергетики
	Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации
	Поставка в качестве второго поставщика Лицензии и сертификаты в системе «Военный регистр»
Специальные проверки и исследования	
Контакты Россия, 117437, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108 Тел.: (495) 234-0639, факс: (495) 232-1654 E-mail: info@dolomant.ru Заказные разработки E-mail: cd@dolomant.ru	Контрактное производство электроники Россия, 117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 3 Тел.: (495) 739-0775, факс: (495) 739-0776 E-mail: product@dolomant.ru

#420

Реклама

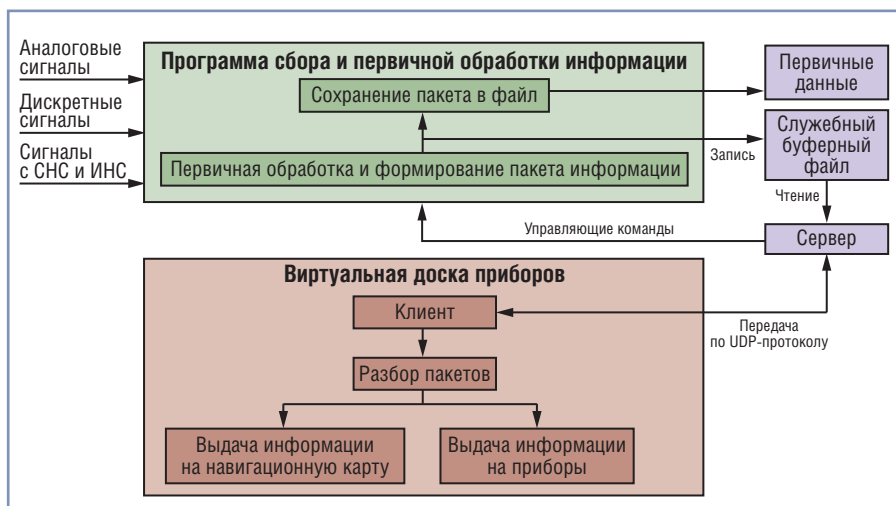


Рис. 8. Схема взаимодействия ВДП и программы сбора и первичной обработки информации

ре и ВДП на ноутбуке (или планшетном компьютере);

- сервер запускает программу сбора и первичной обработки;
- по известному IP-адресу ВДП сервер отправляет запрос на старт передачи и переходит в режим ожидания;
- после получения стартовой команды сервер передаёт клиенту ВДП пакет настроек;
- после передачи всего настроечного пакета сервер переводит ВДП в режим приёма информационных пакетов;
- программа сбора и первичной обработки создаёт служебный файл в режиме совместного доступа и с установленной частотой записывает в него пакеты для передачи в ВДП;
- сервер обращается к файлу и в случае наличия в нём информационного пакета передаёт его клиенту ВДП;
- принятый пакет разбирается на массив значений, которые по индексам распределяются на приборы и навигационную карту (НК).

Протокол UDP не гарантирует доставку пакета, поэтому после каждой передачи сервер ожидает от клиента ВДП уведомление о приеме и целостности пакета.

Панель приборов располагается в левой и верхней частях ВДП (рис. 7), на которых можно разместить шесть различных видов индивидуально настраиваемых приборов (не более трёх одного вида). Расположение приборов меняется при помощи мыши или в меню настроек программы.

Все приборы привязаны к своим параметрам через указатель-литеру. Литера — это индивидуальное символическое обозначение, которое однозначно связывает набор данных, передаваемых программой сбора и первичной обра-

ботки, с приборами на ВДП. Литера настраивается в окне настроек ВДП (рис. 9). Также для каждого прибора настраивается его расположение относительно левой и верхней границы окна. Настроечная информация сохраняется в соответствующих профилях.

При переходе ВДП в режим приёма информационных пакетов происходит автоматическая прорисовка НК с учётом принятой навигационной информации. При этом принята следующая цветовая схема прорисовки участков маршрута:

- зелёный — участок не пройден;
- синий — отображение циклического участка маршрута в случае прохождения его хотя бы один раз;
- красный — участок пройден.

Участок считается пройденным в случае прохождения точек, составляющих этот участок. Прохождение точки

регистрируется, если летательный аппарат (ЛА) попал в область регистрации. Область регистрации — это круг, центром которого является точка маршрута. Радиус круга задаётся в пункте меню «Опции—Настройки—Наст2».

Навигационная информация, поступающая от приёмников СНС и ИНС, отображается в разделе навигационной информации справа от НК (рис. 10). В этом разделе отображаются следующие параметры:

- «Точка по плану» — имя и номер следующей точки маршрута;
- «Расстояние до след. точки (м)» — расстояние в метрах до следующей точки маршрута;
- «Отклонение (м)» — отклонение ЛА от заданного маршрута в метрах;
- «Угол смены курса» — угол смены курса в градусах после прохождения следующей точки маршрута (отображается в случае, если маршрут состоит из трёх и более точек);
- «Ост. время до след. точки» — оставшееся время (часы, минуты и секунды) до прохождения ближайшей точки, учитывая текущую скорость полёта ЛА;
- «Позиция» — текущие координаты ЛА (широта и долгота);
- «Курс» — текущий курс ЛА.

Частота приёма навигационной информации задаётся в пункте меню «Опции—Настройки—Наст1—Интервал времени приёма координат» и выбирается с учётом требуемой скорости прорисовки карты.

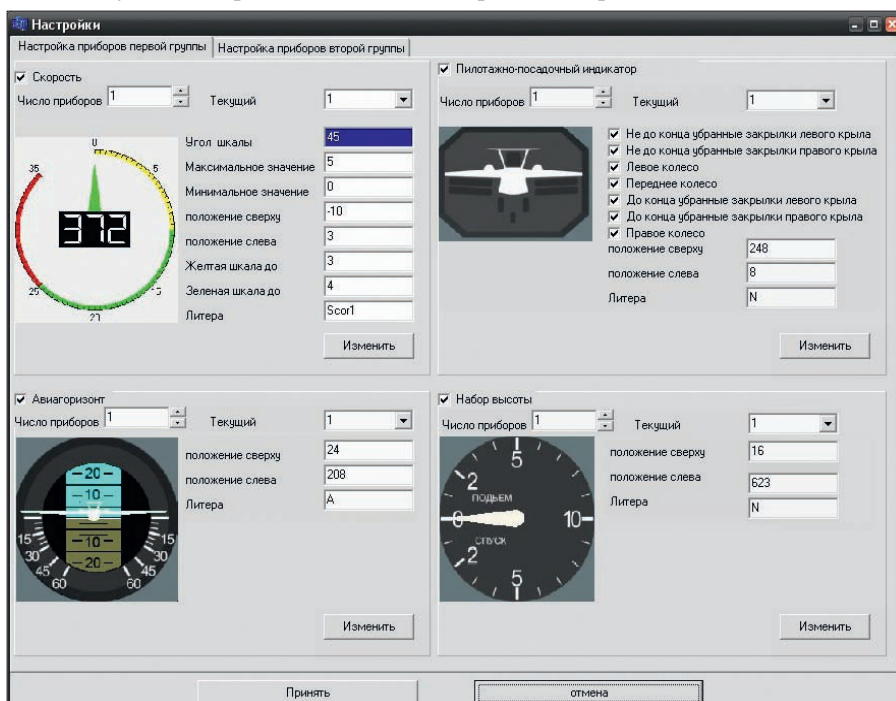


Рис. 9. Внешний вид экрана настроек программы ВДП

ТЕХНОЛОГИИ НАДЁЖНОСТИ ADVANTIX

- Процессоры Pentium 4/ Pentium D/ Core 2 Duo/ Core i3/ Core i5/ Core i7/ Xeon



- ATX-платы (до 7 карт расширения)
- Объединительные платы для 18 карт расширения



- Сменные вентиляторы и воздушные фильтры приточной системы охлаждения

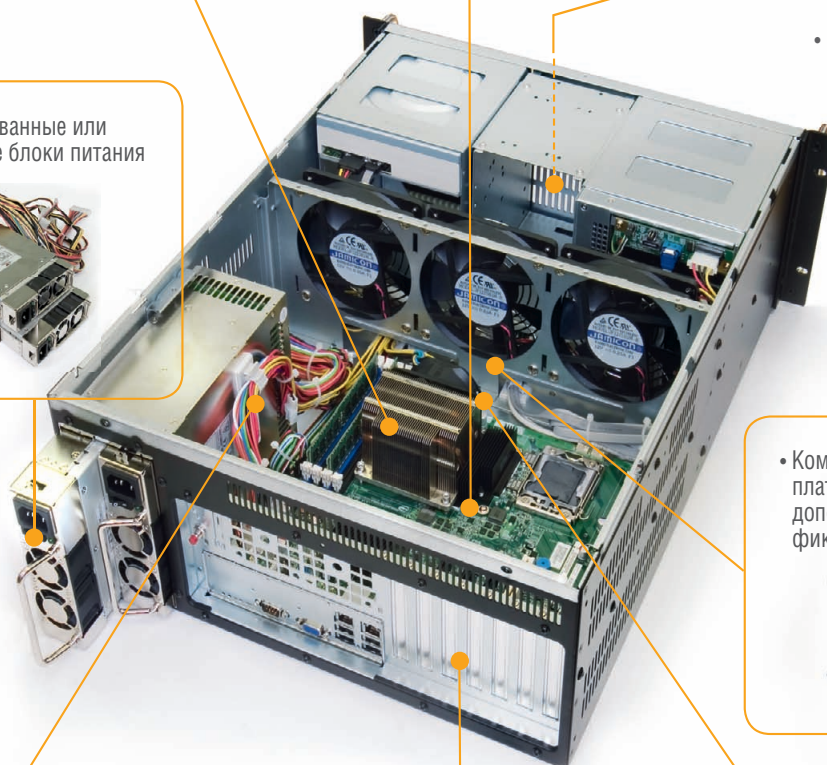


- Резервированные или одинарные блоки питания



- Вариант исполнения — настольный/ настенный/ стоечный (до 6U)

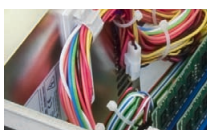
- Любые механические доработки корпуса по специфическим требованиям клиента



- Комплектация всех плат расширения дополнительными фиксаторами



- Продуманная трассировка и профессиональная укладка кабелей и шлейфов для улучшения терморежима



- Установка и конфигурирование любых ISA, PCI, PCI Express плат расширения по заявке заказчика



- Процессорные платы PICMG 1.0 и PICMG 1.3



Современные компьютеры российской сборки Advantix™ отвечают самым высоким требованиям заказчиков промышленного сектора. При производстве изделий используются технологии, уменьшающие вероятность отказов и повышающие общую надежность системы. Заказчик всегда может выбрать подходящий ему компьютер Advantix™ на московском складе готовой продукции

ADVANTIX™
WWW.ADVANTIX-PC.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTIX

#116

PROSOFT®

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

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Точка по плану(Nº, имя)	
2, Point2	
Расстояние до след. точки (м)	1269
Отклонение(м)	31
Угол смены курса	49
Ост. время до след. точки	0:1:1
Позиция	
104°11,11' E	
52°21,56' N	
Курс	319

Рис. 10. Внешний вид раздела навигационной информации



Рис. 11. Применение МСБИ при испытаниях самолёта-реплики МиГ-3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система МСБИ в различных вариантах исполнения применялась при проведении лётных испытаний единичных экземпляров воздушных судов малой размерности: автожиры А-002, А-002М и «Охотник», вертолёт «Орлёнок», самолёт-реплика МиГ-3 (рис. 11). При этом общий налёт составил 120 часов.

В результате проведения лётных исследований и испытаний выявлены основные особенности МСБИ.

1. Структурная гибкость. МСБИ состоит из отдельных конструктивно законченных устройств — блоков, из которых могут комплектоваться разные по назначению и техническим характеристикам комплексы. Изменение комплектации может осуществляться в процессе эксплуатации.
2. Информационная гибкость. Сжатие данных при измерении и записи на флэш-диск (жёсткий диск или твердотельный накопитель) обеспечивается выбором и установкой распределений частот опросов на основании априорных данных о спектральном составе измеряемых сигналов.
3. Централизованное управление и контроль. Управление работой всего бортового комплекса, установка программы распределения частот опроса и скорости записи, а также установка данных идентификации осуществляются программно. Сигнальные лампы контроля расположены на лицевой панели бортового комплекса.
4. Гибкость информационного кадра системы. Информационный кадр

системы состоит из кадров сигналов каждого канала. Сигналы каналов равномерно распределены в кадре файла записи. Распределение слов в кадре системы изменяется программой опроса. Длина кадра, то есть количество позиций в кадре системы, переменна.

5. Инвариантность адреса. При изменении программы распределения частот опросов адрес информации каждого канала остаётся неизменным и определяется его идентификационным номером.
6. Возможность развития бортового комплекса. Для изменения функциональных возможностей, технических характеристик, а также цели функционирования в бортовую систему могут включаться вновь разрабатываемые модули и заменяться старые.
7. Применение ВДП в процессе лётных исследований позволяет акцентировать внимание лётчика на ходе и правильности выполнения испытательного режима, выдавать информацию о приближении к критическим режимам полёта и, как следствие, повышает безопасность испытательных полётов.

Полученные с использованием МСБИ данные испытаний позволили специалистам лётной базы СибНИА выявить недостатки конструкций указанных летательных аппаратов и выработать рекомендации по их доработке.

В результате подтверждена возможность применения малогабаритной системы бортовых измерений в качестве

основного средства измерения при проведении лётных и лётно-прочностных испытаний авиационной техники малой размерности.

К сожалению, авторам не удалось найти информацию по аналогичным системам сбора данных, ориентированным на применение в лётных испытаниях судов малой размерности. Современные системы бортовых измерений, применяемые в России, имеют блочную конструкцию с распределённой архитектурой сбора данных («ГАММА-2110», «СИБК-2», «КАМ-500») и предназначены для испытаний воздушных судов средних и больших размерностей, в которых достаточно места для размещения многих блоков и монтажных кабелей и требуется большое количество каналов регистрации.

В настоящий момент специалистами СибНИА рассматривается возможность проведения модернизации МСБИ путём замены применяемых плат на более скоростные с целью увеличения количества одновременно опрашиваемых каналов и повышения частоты регистрации данных, а также расширения спектра применения МСБИ. В рамках модернизации для расширения функциональных возможностей системы и повышения удобства её применения планируется разработка нового программно-математического обеспечения на основе открытой ОС с использованием технологий параллельной обработки различных видов входных сигналов. ●

E-mail: abragin.nsk@gmail.com

ДАТЧИК ВИБРАЦИИ ИВД 4

Датчик ИВД 4 применяется в системах виброзащиты и вибромониторинга агрегатов нефтеперекачивающих и газокomppressorных станций и других промышленных объектов.

Датчик преобразует механические колебания в

- токовый сигнал 0–20 мА, пропорциональный мгновенному значению виброускорения,
- токовый сигнал 4–20 мА (0–20 мА), пропорциональный среднему квадратическому значению (СКЗ) виброскорости,
- цифровой сигнал СКЗ виброскорости (интерфейс RS-485, протокол Modbus RTU).

Датчик имеет маркировку взрывозащиты 0ExiaIIAT5 X (сертификат соответствия РОСС RU.МГ07.В00299) и может применяться во взрывоопасных зонах классов 0, 1, 2.

3 отв. М4,5

Ø30.6

000 «Прософт-Системы»
Тип ИВД 4
N 0001
0Ex Ia IIA T5 X

НОВИНКА!

Основные технические характеристики

Диапазон измерения виброскорости	до 70 мм/с
Диапазон измерения виброускорения	до 50 м/с ²
Частотный диапазон изменения вибропараметров	10÷1000 Гц
Относительная погрешность измерения СКЗ виброскорости по цифровому каналу	не более 5%
Относительная погрешность измерения виброускорения по токовому каналу	не более 5%
Относительная погрешность измерения СКЗ виброскорости по токовому каналу	не более 5%
Уровень собственных шумов	не более 0,03 мм/с
Напряжение питания датчика (на входе барьера искробезопасности)	15...26 В
Диапазон рабочих температур	–60...+60°C
Масса датчика	0,2 кг
Габаритные размеры	40×43×46 мм

ProSoft[®]
SYSTEMS

ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ ООО «ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ»
620102, г. Екатеринбург, ул. Волгоградская, 194а,
тел.: (343) 3-565-111, факс: (343) 3-100-106
info@prosoftsystems.ru www.prosoftsystems.ru





Автоматизированная система управления термовлажностной обработкой силикатного кирпича

Игорь Черняк

Рассматриваемая в данной статье АСУ предназначена для контроля, регулирования и управления процессом термовлажностной обработки силикатного кирпича в автоклавах. Аппаратная часть АСУ выполнена на базе контроллера SIMATIC S7-300 с применением станций распределённого ввода-вывода ET200S.

ВВЕДЕНИЕ

Термовлажностная обработка изделий при производстве стройматериалов, таких как силикатный кирпич или ячеистый бетон, является одной из основных составляющих технологического процесса и отличается высокой энергоёмкостью. В связи с этим остро стоит вопрос о её оптимизации и уменьшении потерь и, соответственно, затрат на производство указанных видов стройматериалов.

Процесс термовлажностной обработки силикатного кирпича состоит из трёх стадий: подъём давления, выдержка при заданном давлении и сброс давления (выпуск пара).

Сброс давления может происходить как в атмосферу, или на утилизацию, так и в другой автоклав. Последнее называется перепуском пара и позволяет существенно сэкономить на паре. Поэтому одним из путей оптимизации процесса термовлажностной обработки изделий является внедрение автоматизированных систем управления с применением перепуска.

Специалистами нашей компании ООО «ПрофСистемы» (г. Молодечно) совместно с РУП «Спецремонт» (г. Минск) разработано и внедрено несколько различных проектов АСУ автоклавами. В описываемом в данной статье проекте перед нами стояла задача разработать такую систему, которая позволила бы внедрить её без длитель-

ной остановки производства, с минимальными затратами на монтаж и пусконаладку и оставляла бы возможность для её наращивания в дальнейшем. Для реализации поставленной задачи было выбрано решение на базе контроллера SIMATIC S7-300 с применением станций распределённого ввода-вывода ET200S компании Siemens.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Система автоматизации термовлажностной обработки силикатного кирпича разработана для 13 проходных автоклавов АП 12-2х19У3 (общий вид автоклавов приведён на рис. 1). Каждый автоклав оборудован тремя запорно-регулирующими клапанами с электро-

приводом Regada (рис. 2), датчиками температуры среды и давления в автоклаве, датчиками температуры верха и низа образующей корпуса автоклава. В качестве аппаратуры управления механизмами открытия и закрытия крышек, а также сигнально-блокировочного устройства нулевого значения давления в автоклаве использовано ранее установленное оборудование.

Реализация функций системы осуществляется комплексом технических средств, состоящим из электроаппаратуры шкафа управления (рис. 3) с программируемым логическим контроллером (ПЛК), шкафов удалённого ввода-вывода (рис. 4), рабочего места оператора, оснащённого персональным ком-



Рис. 1. Автоклавы

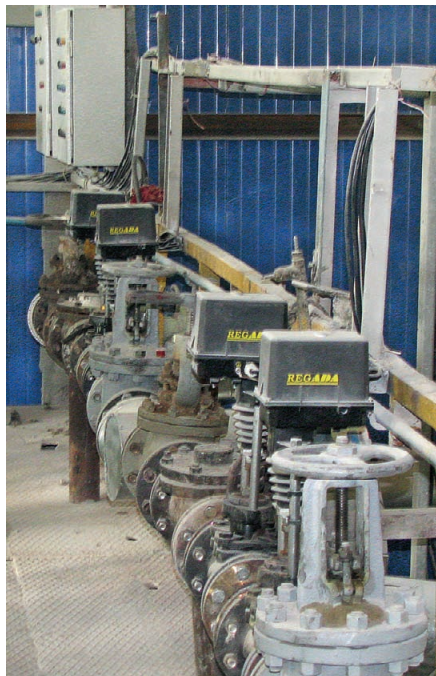


Рис. 2. Запорно-регулировочные клапаны с приводами Regada

пьютером (ПК), и периферийного оборудования. Шкаф управления с центральным контроллером и ПК установлены в операторской. Местные шкафы управления (шкафы удалённого ввода-вывода со станциями ET200S) размещены вблизи запорно-регулировочных клапанов по одному на каждые два автоклава. ПК, центральный контроллер и станции распределённого ввода-вывода ET200S соединены в сеть по шине PROFIBUS. Структурная схема АСУ термовлажностной обработкой представлена на рис. 5.

В качестве ПЛК использован контроллер SIMATIC S7-300 с центральным процессором CPU 315-2DP, обладающий следующими основными характеристиками:

- рабочая память (ОЗУ встроенное) — 128 кбайт;
- загрузочная память (устанавливаемая ММС) — до 8 Мбайт;
- время выполнения логических операций — 0,1 мкс;
- возможность гибкого расширения с подключением до 32 модулей.

Модуль CPU 315-2 DP имеет встроенный интерфейс PROFIBUS DP и способен выполнять программы среднего и большого объёма. Он находит применение в системах автоматизации, оснащённых развитыми системами локального и распределённого ввода-вывода.

На входной модуль SM 321 заведены кнопки управления и переключатели. Для управления световой и звуковой

сигнализацией в контроллере используется модуль SM 322.

В системе удалённого ввода-вывода в составе станций ET200S применены входные модули 6ES7131-4BD01-0AA0, на которые заведены дискретные сигналы с оконечных выключателей приводов запорно-регулировочных клапанов. Исполнительные механизмы (клапаны) управляются через модули дискретного вывода 6ES7132-4BD00-0AB0 посредством реле (24 В пост. тока) с двумя парами контактов. Для получения сигналов с датчиков положения клапанов, датчиков давления и температуры используются модули аналогового ввода 6ES7134-4GB11-0AB0.

Для контроля температуры верха/низа образующих автоклава применены приборы ОВЕН УКТ38-Щ4. Через адаптер AC2 они подключены к COM-порту ПК. Контроль и изменение параметров процесса, управление, протоколирование результатов ведутся с персонального компьютера (процессор Intel Pentium 4, ОЗУ 1 Гбайт, НЖМД 120 Гбайт, видеопамять 512 Мбайт, DVD-RW), на котором установлена операционная система Windows XP Professional. Компьютер через интерфейсную плату CP 5611, установленную в его системном блоке, соединён по шине PROFIBUS с контроллером. Для вывода протоколов процесса на печать к ПК подключён цветной струйный принтер.

Защиту компьютера и контроллера от сбоев электропитания обеспечивают источники бесперебойного питания фирмы APC мощностью 720 В·А. Напряжение 24 В формируют источники компаний Siemens, Mean Well и Weidmüller.

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программное обеспечение для ПЛК SIMATIC, используемых в АСУ термовлажностной обработкой силикатного кирпича, написано на языках STL и LAD с помощью пакета программирования STEP7. Программа визуализации разработана с помощью пакета WinCC v6.2. Программа контроллера состоит из организационных блоков (OB), функций (FC), функциональных блоков (FB), специальных функций (SFC), блоков данных (DB). Циклически выполняемая программа организована в блоке OB1, из которого вызываются функции управления, математического расчёта, регулирования. В блоках DB хранятся переменные

данные процесса, результаты преобразования аналоговых величин, данные о состоянии оборудования, данные управления процессом и т.д.

Программа составлена для ПЛК SIMATIC S7-300 с системой удалённого ввода-вывода, состоящей из восьми узлов и построенной на базе станций распределённого ввода-вывода ET200S (рис. 5). Эти станции соединяются по сети PROFIBUS с контроллером. Каждый узел сети имеет свой адрес, кодируемый с помощью DIP-переключателей на интерфейсных модулях IM 151.

Входной информацией программы являются данные о ходе процесса в автоклаве (давление среды, температура верха и низа образующих автоклава, температура среды), положении запорно-регулировочных клапанов и состоянии органов управления, которые поступают на входы программируемого контроллера S7-300 в виде входных аналоговых и дискретных сигналов, а также данные, поступающие с ПК и содержащие информацию о заданных параметрах процесса и режимах работы системы.

Выходной информацией программы являются данные, в соответствии с ко-

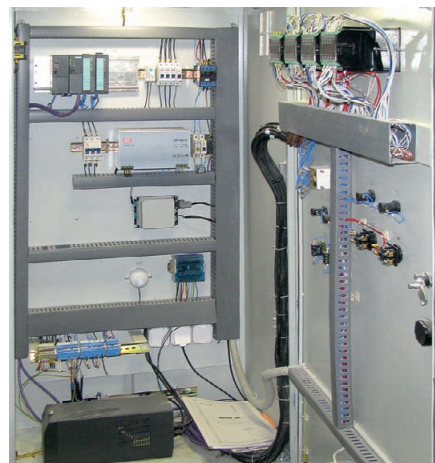


Рис. 3. Шкаф центрального контроллера (внутренняя конструкция)



Рис. 4. Шкаф удалённого ввода-вывода

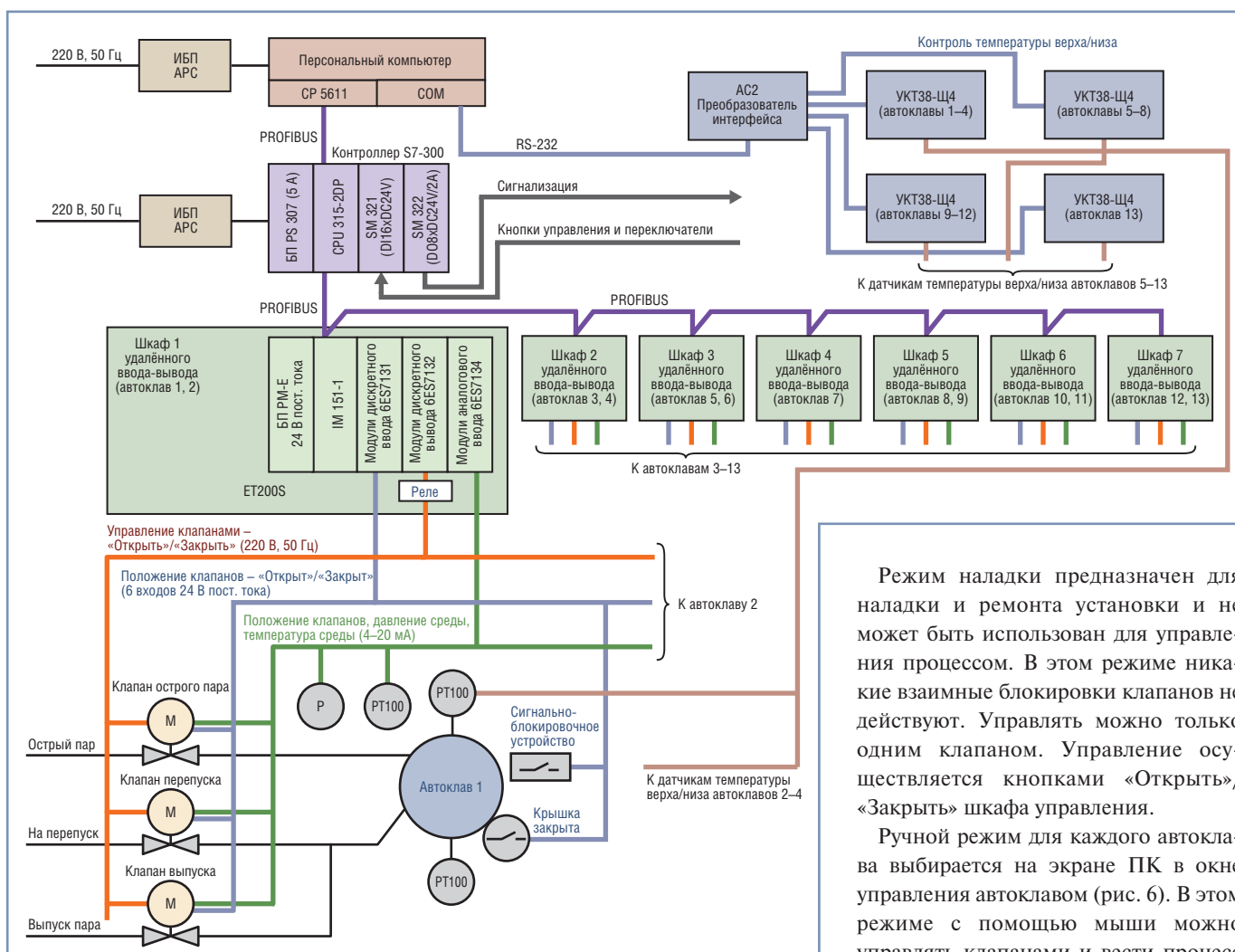


Рис. 5. Структурная схема АСУ термовлажностной обработкой

торами на выходах ПЛК S7-300 формируются дискретные сигналы управления клапанами, сигналы индикации и сигнализации, а также данные, передаваемые в ПК для отображения хода процесса.

В автоматическом режиме процесс полностью управляется контроллером, и оператору необходимо только следить за правильностью его хода. Процесс может начинаться с любой точки и прерываться в случае необходимости в любой момент.

На контроллер в аналоговой форме передаются данные о давлении в автоклаве, температуре верха, температуре низа, температуре среды. На цифровые входы контроллера поступают данные о состоянии органов управления и контроля, положении запорно-регулирующих клапанов. С ПК на контроллер приходят данные о заданных параметрах процесса и команды управления процессом (старт/стоп, переход в автоматический или в ручной режим, команды управления клапанами в ручном режиме и т.д.).

Основной параметр, по которому ведётся процесс, — градиент давления в автоклаве — это скорость изменения давления за 1 минуту. Контроллер получает данные о давлении в автоклаве, сравнивает их с предыдущими значениями, вычисляет текущий градиент, который отображается на экране ПК.

Текущий (или фактический) градиент вычисляется и показывается на экране ПК постоянно, независимо от режима работы. В автоматическом режиме текущий градиент сравнивается с заданным, и по результатам сравнения выносится решение о закрытии или открытии регулировочного клапана. В зависимости от процесса система выбирает, каким клапаном необходимо управлять. При этом одновременное открытие двух клапанов блокируется.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

В системе управления предусмотрены три режима работы: наладки, ручной, автоматический.

Режим наладки предназначен для наладки и ремонта установки и не может быть использован для управления процессом. В этом режиме никакие взаимные блокировки клапанов не действуют. Управлять можно только одним клапаном. Управление осуществляется кнопками «Открыть»/«Закрыть» шкафа управления.

Ручной режим для каждого автоклава выбирается на экране ПК в окне управления автоклавом (рис. 6). В этом режиме с помощью мыши можно управлять клапанами и вести процесс обработки изделий. При этом система только следит за параметрами процесса и не может управлять им.

Автоматический режим для каждого автоклава выбирается на экране ПК в окне управления автоклавом. Автоматический режим может стартовать из любой точки процесса, необходимо только перед стартом выбрать одну из стадий процесса, с которой будет стартовать система. Автоматический режим может проводиться как с перепуском, так и без него. Если процесс будет осуществляться с перепуском, то перед его началом нужно указать в окне параметров автоклава-источника номер автоклава, в который будет подаваться пар. После старта автоматического режима система доведёт процесс до конца и сообщит о его завершении.

Процесс термовлажностной обработки изделий ведётся по заданному градиенту с помощью запорно-регулирующих клапанов. Состояние клапанов, заданные и текущие параметры процесса отображаются на экране монитора. Система контролирует температуру верха и низа образующих автоклава и при разнице этих температур

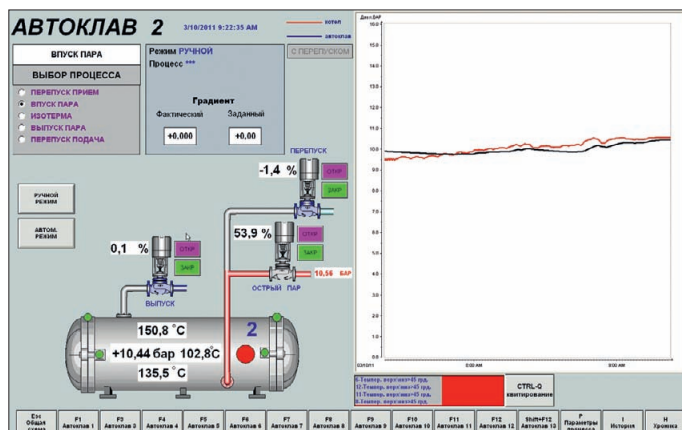


Рис. 6. Окно управления автоклавом



Рис. 8. Окно «Историческая диаграмма»

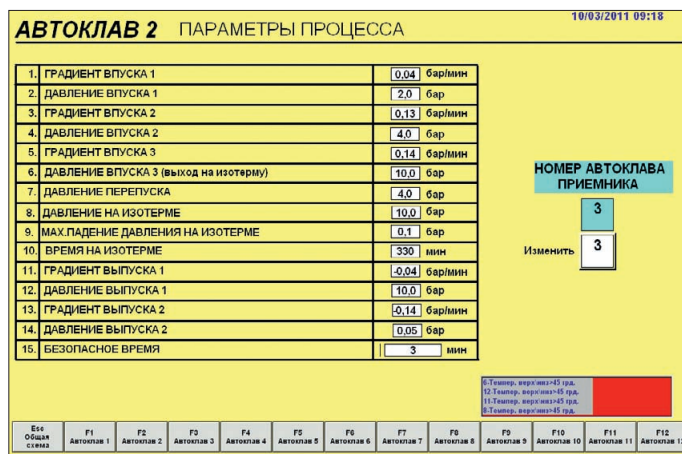


Рис. 7. Окно параметров процесса

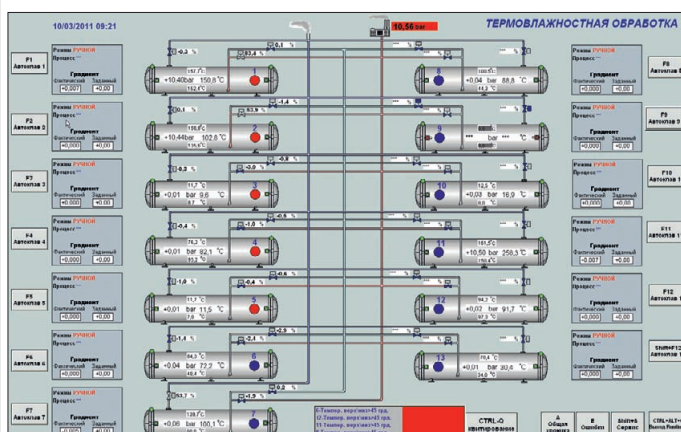


Рис. 9. Главное окно

более 45°C выдаёт предупреждение об аварийной ситуации. При этом дальнейшее открытие клапана острого пара становится невозможным.

Процесс перепуска ведётся по давлению в автоклаве-источнике. Он происходит в автоматическом режиме следующим образом: при завершении процесса выдержки под давлением автоклав-источник ожидает сигнала готовности автоклава-приёмника, номер которого задан в параметрах процесса, при этом сигналом готовности автоклава-приёмника является открытие клапана перепуска; при старте автоматического режима с перепуском автоклав-приёмник начинает процесс подъёма давления, принимая пар от автоклава-источника; процесс перепуска идёт до давления, установленного в параметрах процесса. Ожидание автоклава-приёмника автоклавом-источником длится не более 30 минут, по истечении этого времени, если автоклав-приёмник не готов, то в автоклаве-источнике начнётся процесс выпуска пара в атмосферу, то есть процесс продолжится без перепуска. Параметры процесса задаются для каждого автоклава в окне параметров

(рис. 7). Любое изменение параметров протоколируется, сохраняется, и его можно посмотреть в окне хроники изменения параметров. Также протоколируются и сохраняются все действия оператора с указанием состояния исполнительных органов и датчиков. Ход процесса сохраняется на исторической диаграмме (рис. 8) в виде графиков (трендов) технологических параметров. Историческую диаграмму можно просмотреть и распечатать за любой промежуток времени в течение месяца. Главное окно системы показано на рис. 9.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение системы удалённого ввода-вывода позволило сэкономить огромное количество кабеля, значительно уменьшить затраты на электромонтаж и провести пусконаладочные работы поэтапно. Фактический простой каждого автоклава составил не более суток, причём остальные автоклавы при этом оставались в работе. Применение перепуска позволяет сэкономить до 8% пара, и тут экономия определяется общим количеством проведённых перепусков. Проведение пе-

репусков становится рентабельным уже при 6 автоклавах. При меньшем количестве автоклавов время ожидания автоклавом-источником автоклава-приёмника будет более 30 мин, что ведёт к потере производительности, и эти потери не компенсируются экономией пара. Количество перепусков на 13 автоклавах может быть не менее 4 в смену (смена 12 часов) при непрерывной работе и определяется количеством моментов, когда один из автоклавов готов к выпуску пара, а другой готов к впуску; в свою очередь, количество этих моментов зависит от длительности цикла пропарки (от 10 до 16 часов), ритмичности работы производства, исправности оборудования.

Простота описанной системы позволила обслуживающему персоналу быстро освоить и качественно обслуживать её. Мы предоставляем обслуживающему персоналу резервные копии всех программ, проводим обучение, в том числе и по основам программирования, и даём полный доступ к разработанному нами программному обеспечению. ●

E-mail: profsystems@mail.by



Интеграция устройств с нестандартным протоколом в SCADA GENESIS32

Виктор Буц, Владислав Юрчаев

Рассматриваются общепринятые методы интеграции устройств в OPC совместимые SCADA и проблемы, возникающие при их реализации. Предлагается нетрадиционный вариант подключения к SCADA GENESIS32 устройств с нестандартным протоколом.

О ПРОБЛЕМАХ ИНТЕГРАЦИИ

Одной из основных задач системного интегратора при создании АСУ ТП является организация информационного взаимодействия системы с технологическими объектами. Устройствами сопряжения с объектами контроля и управления (УСО) являются чаще всего контроллеры, имеющие стандартный интерфейс связи с верхним уровнем. Как правило, разработчик системы старается выбрать в качестве УСО контроллеры со стандартным протоколом. Это особенно актуально в том случае, когда ядром проектируемой АСУ ТП является SCADA-система, базирующаяся на технологии OPC, которая позволяет каждому OPC совместимому клиентскому приложению получать доступ к любому устройству управления, у которого есть OPC совместимый сервер. В этом случае интеграция УСО в АСУ ТП сводится к применению OPC-сервера, поддерживающего используемый контроллером протокол.

Практически для всех широко распространённых протоколов, признан-

ных стандартными, имеются OPC-серверы различных производителей. Разработкой OPC-серверов для разнообразных устройств заняты несколько сотен фирм, входящих в состав организации OPC Foundation, а также немало количество компаний, не являющихся её членами.

В то же время продолжают разрабатываться устройства с уникальными протоколами, для которых нет OPC-серверов. Иногда создаётся впечатление, что некоторые разработчики приборов умышленно не используют стандартные протоколы в расчёте на самостоятельную разработку OPC-сервера для своих устройств с целью их опциональной поставки в комплекте со своими изделиями. К сожалению, далеко не всем из них удаётся создать качественный продукт, обеспечивающий все преимущества, которые даёт использование OPC-технологий. Более того, иногда такие OPC-серверы показывают неустойчивую работу и плохую совместимость с некоторыми широко распространёнными SCADA-системами известных компаний.

Это объясняется тем, что создание OPC-сервера не является тривиальной задачей. OPC-сервер — это достаточно сложный в реализации программный продукт, требующий от разработчиков высокого уровня квалификации. Поэтому самостоятельная разработка OPC-серверов — скорее удел организаций, специализирующихся на разработке такого рода продуктов и имеющих достаточный опыт в этом. Если же работы по созданию OPC-сервера — редкий эпизод в деятельности компании, то кажущаяся простота решения проблемы на деле оборачивается для неё дополнительными затратами и потерей репутации.

К сожалению, невозможно заполучить OPC-сервер с полностью открытыми исходными кодами. Полные спецификации с описанием интерфейсов доступны только членам организации OPC Foundation, а само членство стоит дорого (от нескольких тысяч долларов). Неудивительно поэтому стремительное насыщение рынка программных продуктов инструментальными пакетами, упрощающими про-

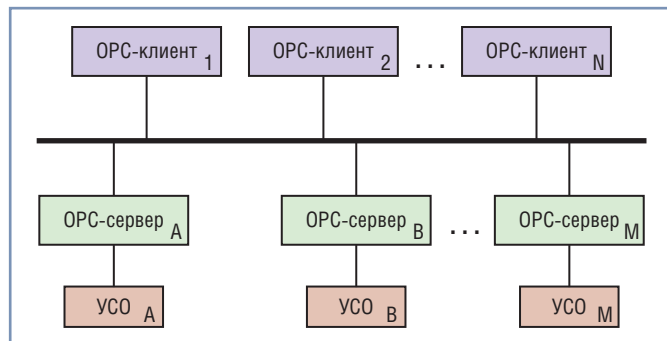


Рис. 1. Стандартный метод организации доступа к данным с помощью OPC-технологии

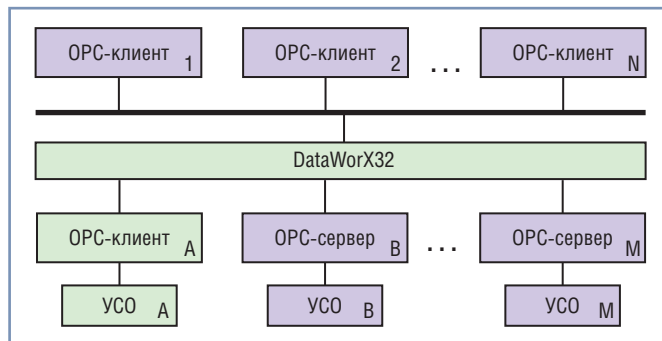


Рис. 2. Реализация доступа к данным УСО (А), для которого нет OPC-сервера

цесс создания OPC-сервера. На рынке достаточно широко представлены комплекты разработчика, так называемые конструкторы OPC, с помощью которых, как из кубиков, можно собрать нужный вам сервер, не прибегая к изучению OPC-технологии. Если вы готовы выложить от нескольких тысяч до десятков тысяч евро за один из таких инструментов и намерены создать, по крайней мере, несколько OPC-серверов для различных устройств, то этот путь, вероятно, оптимальный. Понятно, что и в этом случае, если конечной целью является создание единственного OPC-сервера, затраты могут оказаться неоправданно высокими.

Имеется также возможность создания OPC-сервера с помощью программ-заготовок, к числу которых относятся, например, UniOPC Server фирмы FASTWEL или MasterOPC Server (разработчик ЗАО «ИнСАТ»). В обоих случаях при сравнительно небольших затратах (около 500 у. е.) вы получаете продукт, реализующий функции OPC-сервера, совместимого со спецификацией OPC DA 2.0, к которому необходимо самостоятельно написать лишь драйвер конкретного протокола связи. Однако следует иметь в виду, что лицензионные соглашения на такого рода полуфабрикаты предусматривают создание только одного экземпляра конечного продукта. Так что, если требуется несколько экземпляров одного и того же OPC-сервера, общие расходы могут превысить стоимость конструктора, с помощью которого можно создавать неограниченное число OPC-серверов.

Все рассмотренные варианты имеют целью реализовать доступ к данным OPC стандартным способом, то есть добиться, чтобы для устройств всех типов (точнее, для всех разновидностей протоколов) имелись соответствующие OPC-серверы (рис. 1).

Между тем, у разработчиков АСУ ТП, сделавших выбор в пользу SCADA GENESIS32 компании ICONICS, имеется ещё один метод решения проблемы интеграции в систему нестандартных устройств, практически не требующий затрат.

DATAWORX32 В КАЧЕСТВЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО OPC-СЕРВЕРА

Благодаря наличию в составе семейства продуктов GENESIS32 компонента DataWorX32, представляющего со-

бой, по сути, универсальный OPC-сервер с открытым процедурным интерфейсом, имеется возможность подключения к системе внешних, независимо разработанных компонентов. Поставленная в своё время перед одним из авторов статьи задача создания такого внешнего компонента для связи с УСО опиралась на следующие предпосылки:

- OPC-сервер для устройства, в том числе встроенный, содержит скан-программу, осуществляющую непрерывно повторяющийся опрос (поллинг) текущего состояния элементов информационного поля, — необходимо выполнить сравнение очередных значений этих элементов с их предыдущими значениями и передать потребителям информации только те данные, которые изменились на заранее регламентированную величину;
- OPC-сервер DataWorX32 обеспечивает возможность свободного конфигурирования дерева тегов, каждый из которых может быть доступен для записи со стороны OPC-клиента.

Естественным решением, вытекающим из этих положений, было создание такого OPC-клиента, который, с одной стороны, должен выполнять функции, специфичные для интегрируемого устройства, то есть осуществлять считывание и запись данных в соответствии с протоколом (скан-программа), а с другой стороны, будучи клиентом DataWorX32, производить периодическое обновление массивов значений тегов сервера, который, в свою очередь, обеспечит публикацию этих тегов, открывая их для доступа со стороны остальных OPC-клиентов SCADA-системы (рис. 2).

Дополнительным требованием к созданию такого OPC-клиента являлось использование среды разработки, не поддерживающей OPC Custom-интерфейс.

Возможность применения таких инструментов для получения доступа к OPC-серверам с поддержкой спецификации OPC DA 2.0 предусмотрена разработчиками стандарта OPC с помощью так называемой «обёртки» (в виде

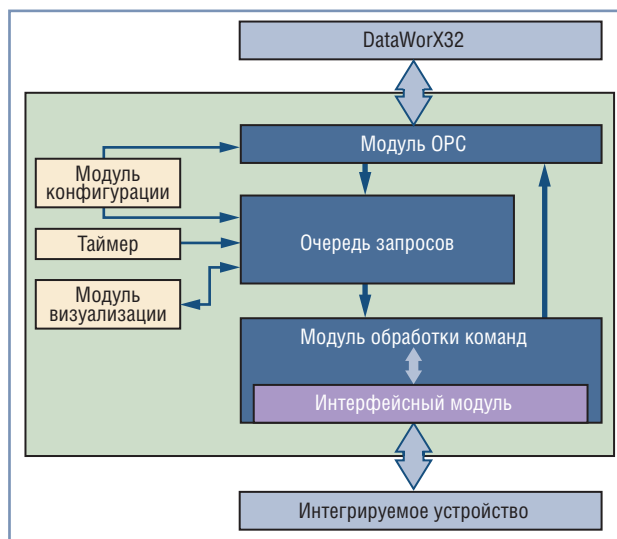


Рис. 3. Архитектура OPC-клиента, выполняющего функции взаимодействия с УСО

библиотеки DLL), преобразующей OPC Custom-интерфейс в интерфейс OLE-автоматизации (последняя версия — OPC DA Auto Wrapper 2.05a; версия 2.02 доступна для бесплатного скачивания с Интернет-ресурсов Graybox без каких-либо ограничений на использование данного продукта). Использование «обёртки» позволило создать необходимый OPC-клиент средствами VB6. При этом от программиста требовался лишь опыт работ с OLE-автоматизацией, что существенно сократило сроки разработки проекта.

АРХИТЕКТУРА OPC-КЛИЕНТА

Архитектура OPC-клиента представлена на рис. 3.

Программа имеет модульную структуру и состоит из следующих основных узлов:

- 1)интерфейсный модуль;
- 2)модуль обработки команд;
- 3)очередь запросов;
- 4)таймер;
- 5)модуль визуализации;
- 6)модуль конфигурации;
- 7)модуль OPC.

Первые пять модулей реализованы в виде компонентов ActiveX Control, выполняемых в отдельных программных потоках. Таким образом, приложение в целом является многопоточным. Библиотека OPC-автоматизации («обёртка») импортирована в основной поток программы.

Модуль конфигурации представляет собой процедуру основного потока, считывающую конфигурационную информацию из внешнего файла при старте приложения. Основное содержание файла конфигурации — таблица

соответствия тегов DataWorX32 и данных, которыми приложение обменивается с интегрируемым устройством.

Интерфейсный модуль осуществляет низкоуровневую проверку на корректность входного потока данных, после чего передаёт их в модуль обработки команд и, наоборот, получая данные от модуля обработки команд, выдаёт их в линию связи в формате, определяемом настройками интерфейса. Модуль обработки команд является контейнером интерфейсного модуля, разгружая тем самым основной поток от необходимости выступать в качестве посредника «диалога» между этими компонентами.

Модуль обработки команд выполняет контроль протокольного уровня входных данных и формирование выходных пакетов в соответствии со спецификацией протокола. Принятые данные с помощью события, генерируемого модулем, передаются в виде массива основному потоку приложения, где в процедуре обработки события осуществляется асинхронная запись в соответствующую OPC-группу. Принятые данные предварительно округляются до значений, определяемых точностными характеристиками интегрируемого устройства, благодаря чему исключаются лишние обновления значений тегов OPC-сервера и, следовательно, рассылка OPC-сервером незначительных изменений другим OPC-клиентам.

Завершив обработку ответа на запрос, модуль обработки команд считывает очередную команду из очереди запросов.

Очередь запросов представляет собой кольцевую структуру, состоящую в общем случае из регулярных (непрерывно повторяющихся) команд, с помощью которых выполняется сканирование текущих данных. После удачного выполнения каждой команды (приёма или передачи данных) указатель перемещается на следующую команду. Особенностью очереди является возможность вставки в неё нерегулярных команд в произвольную позицию, определяемую приоритетом команды, с последующим её удалением после успешного завершения. Нерегулярные команды формируются в результате взаимодействия с пользователем SCADA посредством его воздействия на теги специальной OPC-группы, на которые данное приложение подписано как обычный OPC-клиент.

Таймер служит для добавления в очередь запросов, повторяющихся с неко-

торой периодичностью (раз в час, раз в смену, раз в сутки). Естественно, такие запросы удаляются из очереди после их завершения так же, как и нерегулярные.

Модуль визуализации не является обязательным, но чрезвычайно полезен в процессе эксплуатации для визуальной диагностики состояния как самого OPC-клиента, так и интегрируемого устройства, а также для возможности изменения на лету параметров настройки устройства, если это позволяет протокол. Основной поток приложения не имеет средств интерактивного взаимодействия.

Модуль OPC, строго говоря, модулем не является, а представляет собой набор интерфейсных функций, предоставляемых библиотекой OPC-автоматизации («обёрткой»), размещённых в основном потоке программы.

OPC-клиент, созданный в соответствии с описанной структурой для интеграции контроллеров SuperRTU-1 производства ЗАО «СовТИГаз», показал устойчивую работу в течение нескольких лет на одном из технологических объектов ООО «Газпром трансгаз Саратов», не требуя каких-либо доработок. Более того, разработанный для использования совместно с GENESIS32 v6.1, он благополучно продолжает функционировать в составе SCADA 9-й версии, а благодаря новой функциональности — OPC-туннелингу — может быть размещён на любом узле

сети. Скорость обновления данных, полученных таким способом, определяется в основном возможностями интегрируемого устройства и линии связи с ним.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К ограничению данного метода можно отнести проблему управления свойством «качество» OPC-тегов DataWorX32 со стороны OPC-клиента, так как в соответствии со спецификацией OPC DA 2.0 это свойство имеет статус read-only. Для преодоления этого ограничения потребовалось использование в паре с тегом, содержащим значение, дополнительного тега качества. Следует заметить, что одной из последних доступных спецификаций стандарта OPC DA является версия 3.0 (GENESIS32 v9.x её поддерживает), основным отличием которой от версии 2.0 является возможность записи в OPC-сервер не только значений параметров, но и признаков качества, однако авторы не располагают информацией о существовании «обёртки» для этой версии.

В заключение авторы выражают надежду, что описанная концепция окажется полезной разработчикам систем управления на базе SCADA GENESIS32, обеспечивая альтернативный метод интеграции устройств, не требующий лишних затрат и чрезмерных усилий. ●

E-mail: Yva23@mail.ru

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Конференция QNX-Россия-2012: события и тенденции мира QNX

19 апреля 2012 года в гостинице «Рэдиссон САС Славянская» (Москва) состоится одно из наиболее значимых мероприятий российского рынка встраиваемых систем и технологий автоматизации — XII Международная конференция QNX-Россия-2012. Мероприятие соберёт на одной площадке ведущих разработчиков, поставщиков и потребителей специализированных программных и аппаратных решений.

Конференция проводится компаниями SWD Software и «СВД Встраиваемые Системы» при поддержке QNX Software Systems и Research in Motion. Активное участие в подготовке QNX-Россия примут ведущие разработчики и поставщики аппаратного обеспечения, средств разработки отказоустойчивых встраиваемых систем, а также готовые к внедрению программно-аппаратных решений.

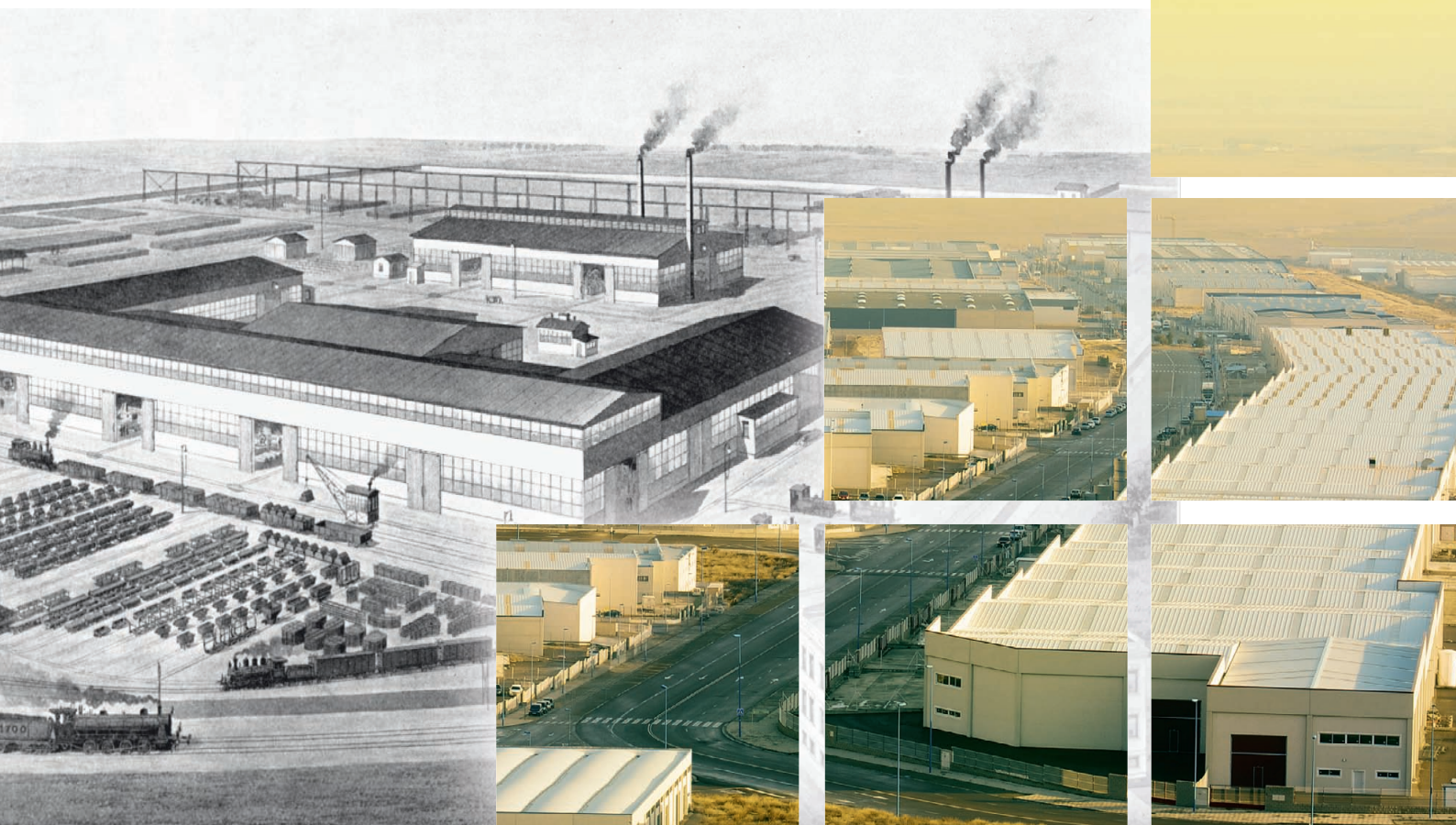
В рамках конференции QNX-Россия-2012 будут рассмотрены возможности операционной системы и средств разработки QNX, а также технологии партнёрской экосистемы QNX, позволяющие решать различные задачи проектирования, разработки и модернизации отказоустойчивых встраиваемых и распределённых систем управления, работающих в режиме жёсткого реального времени. Особое внимание будет уделено рассмотрению возможностей сертифицированных версий операционной системы QNX.

Конференция будет интересна всем участникам: опытным разработчикам систем на основе ОС QNX Neutrino, а также руководителям и инженерам, рассматривающим QNX в качестве платформы для своих решений.

Получить более подробную информацию о мероприятии, а также зарегистрироваться для участия можно на сайте www.qnx-russia.ru ●

АСКК «Предприятие»

Контроль
энергосистемы
промышленного
предприятия



ЧТО?

Система централизованного управления инженерной инфраструктурой промышленного предприятия.

ЗАЧЕМ?

Безопасное и надежное функционирование инженерных систем.
Снижение эксплуатационных расходов, эффективное расходование ресурсов.

КАК?

Анализ потребления и управление расходом энергоресурсов (воды, электроэнергии, газа и т.д.).

Предотвращение нештатных ситуаций и оперативное реагирование на аварийные ситуации.

Планирование предупредительных ремонтов и технического обслуживания.



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

Официальный партнер
компании ПРОСОФТ
www.norvix.ru

Реклама

Суммирование погрешностей измерений в системах автоматизации

Измерительные каналы систем автоматизации могут включать в себя несколько средств измерений различных типов, например датчики, измерительные преобразователи, модули аналогового и частотного ввода и вывода [1]. Погрешность такой системы желательно определять экспериментальным путём [2], однако это не всегда возможно или целесообразно. В таких случаях используют расчётный метод.

Исходные данные для расчёта

Исходными данными для расчёта погрешности измерительных каналов являются [3]:

- метрологические характеристики средств измерений;
- погрешность метода измерений (методическая погрешность);
- характеристики влияющих величин (например, окружающая температура, влажность);
- характеристики измеряемого сигнала.

ГОСТ 8.009-84 [4] для всех типов средств измерений устанавливает следующий комплекс метрологических характеристик, который указывается в эксплуатационной документации на средства измерений:

- систематическая составляющая основной погрешности;
- среднеквадратическое отклонение случайной составляющей основной погрешности;
- дополнительная погрешность для каждой из влияющих величин;
- динамическая погрешность.

Некоторые средства измерений обладают гистерезисом — для них, кроме перечисленных погрешностей, указывается случайная составляющая основной погрешности, вызванной гистерезисом.

Основная погрешность может быть указана без разделения её на части (на систематическую, случайную и погрешность от гистерезиса), и этот вариант является наиболее распространённым. Случайную составляющую указывают в случае, когда она больше 10% от систематической [4].

Дополнительная погрешность указывается в виде функции влияния внешнего фактора на основную погрешность или её составляющие: систематическую и случайную. Обычно эта функция представляет собой линейную зависимость, и тогда указывается только коэффициент влияния, например 0,05%/°C.

Динамическая погрешность указывается с помощью одной из следующих характеристик: импульсная, переходная, амплитудно-частотная и фазочастотная, амплитудно-фазовая характеристика, передаточная функция. Для минимально-фазовых цепей указывается только амплитудно-частотная характеристика, поскольку фазочастотная однозначно может быть получена из амплитудно-частотной характеристики.

Для расчёта методической погрешности могут быть указаны сопротивления проводов, среднеквадратическое значе-

ние или спектральная плотность помех в них, ёмкость, индуктивность и сопротивление источника сигнала, а также другие факторы, которые возникают при создании системы, включающей средства и объект измерений.

Характеристики измеряемого сигнала задаются в виде функции от времени или функции спектральной плотности. Для случайного входного сигнала задаётся спектральная плотность мощности или автокорреляционная функция. Во многих случаях для оценки погрешности бывает достаточно знания скорости нарастания входного сигнала.

Коэффициент корреляции

При расчёте погрешности измерительного канала возникает задача суммирования погрешностей средств измерений, которые являются случайными величинами. Способ суммирования будет различным в зависимости от того, являются ли случайные величины статистически зависимыми. Понятие статистической зависимости иллюстрирует рис. 1: если с ростом одной случайной величины X в среднем увеличивается (или уменьшается) и вторая (Y), то между этими величинами имеется статистическая зависимость. Для её количественного описания используются понятия ковариации или коэффициента корреляции.

Рассмотрим суммирование двух случайных погрешностей X и Y с нулевым математическим ожиданием (то есть центрированных случайных величин). Дисперсия суммы двух случайных величин по определению равна математическому ожиданию квадрата их суммы:

$$D[X \pm Y] = M[(X \pm Y)^2] = M[X^2 \pm 2XY + Y^2] = M[X^2] + M[Y^2] \pm 2M[XY] = \sigma_x^2 + \sigma_y^2 \pm 2K_{xy}, \quad (1)$$

где $D[\cdot]$ и $M[\cdot]$ — операторы дисперсии и математического ожидания; σ_x , σ_y — среднеквадратические отклонения случайных величин X и Y . Величина

$$K_{xy} = M[XY] \quad (2)$$

называется ковариацией («совместной вариацией») случайных величин X и Y .

Ковариацию дискретных случайных величин можно оценить по их дискретным значениям $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ и $Y = \{y_1, \dots, y_N\}$ с помощью формулы среднего арифметического:

$$K_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i y_j. \quad (3)$$

Коэффициентом корреляции R_{xy} называют отношение ковариации к произведению среднеквадратических отклонений σ_x и σ_y случайных величин X и Y :

$$R_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{1}{N \sigma_x \sigma_y} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i y_j. \quad (4)$$

Когда случайные величины независимы, их коэффициент корреляции равен нулю ($R_{xy} = 0$), и такие величины называются некоррелированными. Если коэффициент корреляции равен единице ($R_{xy} = 1$), то между величинами X и Y имеется не статистическая, а функциональная зависимость.

Используя понятие среднеквадратического отклонения $\sigma_x = \sqrt{D[X]}$, уравнение (1) можно записать в виде:

$$\sigma[X \pm Y] = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 \pm 2R_{xy}\sigma_x\sigma_y}. \quad (5)$$

Здесь знак минус используется, когда случайные величины вычитаются, например, если находится разность напряжений двух измерительных каналов. При этом наличие корреляции между каналами частично уменьшает погрешность разности.

В случае когда случайные величины статистически независимы ($R_{xy} = 0$), выражение (5) упрощается:

$$\sigma[X \pm Y] = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}. \quad (6)$$

Такое суммирование называют *геометрическим*, поскольку оно выполняется аналогично нахождению гипотенузы прямоугольного треугольника.

Если коэффициент корреляции $R_{xy} = +1$, то

$$\sigma[X \pm Y] = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 \pm 2\sigma_x\sigma_y} = \sqrt{(\sigma_x \pm \sigma_y)^2} = |\sigma_x \pm \sigma_y|. \quad (7)$$

Если коэффициент корреляции равен $R_{xy} = -1$, то

$$\sigma[X \pm Y] = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 \mp 2\sigma_x\sigma_y} = \sqrt{(\sigma_x \mp \sigma_y)^2} = |\sigma_x \mp \sigma_y|, \quad (8)$$

это означает, что при нахождении суммы случайных величин отрицательный коэффициент корреляции уменьшает итоговую погрешность, а при нахождении разности — увеличивает.

Если случайные величины не центрированы и имеют математические ожидания m_x и m_y , то коэффициент корреляции можно оценить как

$$R_{xy} = \frac{1}{N\sigma_x\sigma_y} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (x_i - m_x)(y_j - m_y). \quad (9)$$

На рис. 1 показаны примеры статистической зависимости между случайными величинами при сильной (а) и слабой (б) корреляции. Точки на графике (значения случайной величины) могут группироваться очень близко к прямой линии, которая аппроксимирует эту зависимость, и тогда статистическая зависимость приближается к детерминированной. Степень отличия статистической зависимости от детерминированной характеризуют коэффициентом корреляции R_{xy} .

Прямая линия, проведённая таким образом, что сумма квадратов отклонений значений случайной величины от этой линии минимальна, называется линией среднеквадратической регрессии. Тангенс угла наклона этой линии называется коэффициентом регрессии. Уравнение линии регрессии можно получить методом наименьших квадратов; оно имеет вид [1]:

$$y = A(x - m_x) + m_y,$$

где A — коэффициент регрессии. Коэффициент регрессии вычисляется через коэффициент корреляции R_{xy} и среднеквадратические отклонения σ_y и σ_x как

$$A = R_{xy} \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x}. \quad (10)$$

Коэффициент корреляции приобретает ясный физический смысл, если статистические переменные центрировать (вы-

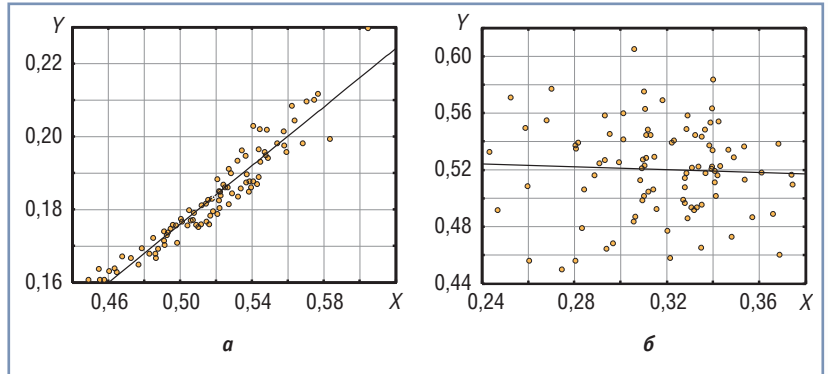


Рис. 1. Примеры сильной (а) и слабой (б) корреляции случайных величин X и Y ($R_{xy} = 0,954$ и $R_{xy} = -0,045$ соответственно); также показана прямая линия среднеквадратической регрессии

честь математическое ожидание) и нормировать на величину среднеквадратического отклонения. Поскольку среднеквадратические отклонения нормированных величин равны единице, то коэффициент корреляции (9) становится равен тангенсу наклона линии среднеквадратической регрессии.

Статистическая зависимость между погрешностями средств измерений в общем случае нелинейная, однако этой нелинейностью обычно пренебрегают.

ТОЧЕЧНЫЕ И ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ

Погрешности средств измерений и измерительных каналов средств автоматизации могут быть выражены двумя различными способами: с помощью точечных оценок и с помощью интервальных. К точечным оценкам относятся математическое ожидание погрешности и среднеквадратическое отклонение. В качестве интервальной оценки используют интервал погрешности, который охватывает все возможные значения погрешности измерений с вероятностью P . Она называется доверительной вероятностью, или надёжностью оценки погрешности.

Предел допускаемой погрешности можно рассматривать как точечную оценку или как интервальную для доверительной вероятности, равной единице.

Интервальная оценка является более гибкой, поскольку она позволяет указать погрешность измерений в зависимости от того, какая требуется вероятность реализации этой погрешности для конкретных условий эксплуатации средства измерений.

Смысл интервальной оценки погрешности иллюстрирует рис. 2. Здесь использованы следующие обозначения: Δ — погрешность измерения; $p(\Delta)$ — плотность распределения погрешностей; $\Phi(\Delta)$ — функция распределения погрешностей,

$$\Phi(\Delta) = \int_{-\infty}^{\Delta} p(x) dx.$$

Для нормального закона распределения погрешностей (закона Гаусса) плотность распределения центрированной случайной величины Δ описывается функцией

$$p(\Delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right)^2},$$

где σ — среднеквадратическая погрешность.

Если погрешность измерения Δ находится внутри интервала $\Delta_1 < \Delta < \Delta_2$, то вероятность этого события вычисляется как

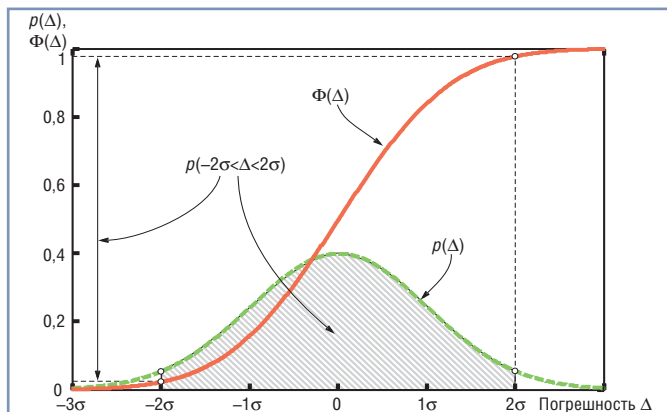


Рис. 2. Иллюстрация понятий доверительного интервала и доверительной вероятности

$$P(\Delta_1 < \Delta < \Delta_2) = \int_{\Delta_1}^{\Delta_2} p(x) dx = \Phi\left(\frac{\Delta_2}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\Delta_1}{\sigma}\right). \quad (11)$$

В наиболее типичном случае симметричных границ $(-\Delta_0 < \Delta < \Delta_0)$ получим

$$P(-\Delta_0 < \Delta < \Delta_0) = \Phi\left(\frac{\Delta_0}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{-\Delta_0}{\sigma}\right) = 2\Phi\left(\frac{\Delta_0}{\sigma}\right) - 1. \quad (12)$$

Здесь использовано свойство симметрии функции распределения для закона Гаусса.

Таким образом, если задан интервал $-\Delta_0 < \Delta < \Delta_0$, который содержит в себе погрешность измеряемого параметра Δ , то вероятность того, что погрешность Δ не выходит за границы интервала, можно найти по формуле (12) для нормального закона распределения. Вероятность $P(-\Delta_0 < \Delta < \Delta_0)$ называют также надёжностью оценки погрешности и обозначают символом γ :

$$\gamma = 2\Phi\left(\frac{\Delta_0}{\sigma}\right) - 1. \quad (13)$$

Для вычисления функции распределения удобно использовать пакеты Mathcad, MATLAB. С их помощью из формулы (13) несложно найти величину доверительного интервала $[-\Delta_0, +\Delta_0]$, если задана величина надёжности γ .

Для $\Delta_0 = \sigma$ доверительная вероятность равна $\gamma = 68,3\%$, для $\Delta_0 = 2\sigma$ она уже равна $\gamma = 95,3\%$, для $\Delta_0 = 3\sigma$ составляет $\gamma = 99,7\%$ и для $\Delta_0 = 4\sigma$ достигает $\gamma = 99,994\%$.

Для увеличения надёжности оценки погрешности измерений или для сужения доверительного интервала при заданной надёжности можно использовать усреднение результатов многократных измерений. Поскольку оценка среднеквадратической погрешности результата усреднения $\sigma_{\text{ср}}$ равна [1], где σ_x — среднеквадратическая погрешность средства измерений, N — количество однократных измерений, то, подставив в (13) вместо σ величину $\sigma_{\text{ср}}$, получим

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}. \quad (14)$$

Эта формула позволяет найти количество однократных измерений N , которое необходимо усреднить для получения требуемого доверительного интервала $[-\Delta_0, +\Delta_0]$ при заданной надёжности γ или требуемой надёжности γ при заданном доверительном интервале $[-\Delta_0, +\Delta_0]$. Поскольку формула (14) задана в неявном виде, для нахождения требуемых неизвестных следует воспользоваться математическими пакетами для компьютерных вычислений.

Следует иметь в виду, что повышение точности путём усреднения результатов многократных измерений имеет *много жестко ограничений* [1].

Проблемой использования интервального метода оценки погрешности является необходимость знания закона распределения погрешностей.

Отметим, что доверительные интервалы, полученные из рассеяния множества измерений, никак не учитывают систематическую погрешность измерений. Интересные примеры из истории определения расстояния до Солнца, заряда электрона и др. приводятся в книге [5]. Ученые, которые делали эти выдающиеся измерения, указывали доверительные вероятности для оценки точности своих измерений. Однако ни одна из этих оценок не выдержала испытания временем: каждое новое, более точное измерение не укладывается в предсказанный ранее доверительный интервал. Это связано с тем, что систематическую погрешность или наличие ошибки в постановке эксперимента, в учёте факторов, о существовании которых мы не знаем, оценить невозможно, не имея более точного измерительного прибора.

ПОГРЕШНОСТЬ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ

Для выполнения автоматизированных измерений используют датчики и измерительные преобразователи, измерительные модули ввода аналоговых сигналов, обработку результатов измерений на компьютере или в контроллере. При этом на погрешность результата измерений оказывают влияние следующие факторы:

- сопротивление кабелей;
- соотношение между входным импедансом средства измерений и выходным импедансом датчика;
- качество экранирования и заземления, мощность источников помех;
- погрешность метода косвенных, совместных или совокупных измерений;
- наличие внешних влияющих факторов, если они не учтены в дополнительной погрешности средства измерений;
- погрешность обработки результатов измерений программным обеспечением.

Все погрешности, которые не могут быть учтены в процессе сертификационных испытаний и внесены в паспорт средства измерений, а появляются в конкретных условиях применения, относятся к методическим. В отличие от них, инструментальные погрешности нормируются в процессе производства измерительного прибора и заносятся в его эксплуатационную документацию. Таким образом, если в состав смонтированной автоматизированной измерительной системы входят средства измерений с нормированными погрешностями, то погрешность, вызванная ранее перечисленными факторами, является методической. Если же выполняется сертификация всей измерительной системы, то методические погрешности могут быть учтены в погрешности всей системы, и тогда они переходят в разряд инструментальных.

Для расчёта или измерения методической погрешности трудно дать общие рекомендации. Каждый конкретный случай требует отдельного рассмотрения.

ПОГРЕШНОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Погрешность программного обеспечения (ПО) [6, 7] оценивается как разность между результатами измерений, полученными данным ПО и эталонным ПО. Под эталонным понимается программное обеспечение, высокая точность которого доказана многократными испытаниями и тестированием. Понятие эталонного ПО является условным и определя-

ется соглашением между заказчиком аттестации и исполнителем. В качестве эталонного может быть использовано ранее аттестованное ПО.

К основным источникам погрешностей ПО относятся:

- ошибки записи исходного текста программы и ошибки трансляции программы в объектный код;
- ошибки в алгоритме решения измерительной задачи;
- ошибки в таблицах для линеаризации нелинейных характеристик преобразования;
- применение неустойчивых или медленно сходящихся алгоритмов при решении плохо обусловленных измерительных задач;
- ошибки преобразования форматов данных;
- ошибки округления и др.

Надёжность (достоверность) ПО обеспечивается средствами защиты от несанкционированных изменений, которые могут явиться причиной появления не учтённых при аттестации погрешностей.

ДОСТОВЕРНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

В процессе выполнения измерений могут появиться грубые ошибки (промахи), которые делают измерения недостоверными, несмотря на применение очень точных измерительных приборов. Здесь под *достоверностью* понимается степень доверия к полученным результатам. Достоверность может быть низкой при наличии погрешностей, о существовании которых экспериментатор не догадывается. Достоверность при использовании автоматизированных измерительных систем снижается с ростом их сложности и существенно зависит от квалификации персонала проектирующей и монтажной организаций.

Главным методом обеспечения достоверности является сопоставление результатов измерения одной и той же величины разными, не связанными друг с другом способами. Например, после монтажа системы измерения температуры в силосе элеватора следует сравнить показания автоматизированной системы и автономного контрольного термометра, чтобы убедиться в правильности показаний автоматизированной системы.

Приведём несколько примеров, иллюстрирующих случаи, когда, несмотря на применение точных средств измерений, получаются совершенно ошибочные данные, вводящие человека в заблуждение.

Пример 1. Для измерения температуры *воздуха* в теплице использован датчик температуры с погрешностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Однако датчик установлен таким образом, что в некоторые часы на него падают прямые лучи солнца, которые нагревают датчик, но не изменяют температуру воздуха. При этом погрешность измерения температуры *воздуха* может составить $+5^\circ\text{C}$, что позволяет квалифицировать результат измерения как недостоверный.

Пример 2. Для измерения температуры в силосах элеватора установлены точные датчики и сделан тщательный монтаж, но расположенный на крыше элеватора ретранслятор сотовой связи оказался незамеченным, и не было принято достаточных мер для защиты от помех. При этом погрешность измерения температуры может составить $\pm 10^\circ\text{C}$ вследствие помех, наведённых передатчиком в сигнальных кабелях системы.

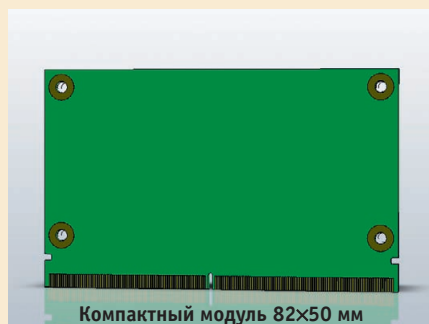
Пример 3. В автоматизированной системе для измерения параметров продукции использован модуль ввода с погрешностью $\pm 0,05\%$, однако при наладке системы программист по

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Компания ADLINK берётся за ARM-технологии и присоединяется к новому COM-стандарту

Компания ADLINK Technology объявила о намерении поддержать новый стандарт Computer-on-Module (COM) компании Kontron, разработанный для платформ с архитектурой сверхмалого энергопотребления для применения в новой линейке продукции. Это первая попытка ADLINK выйти за границы стандартно предлагаемых компанией решений в форм-факторе x86. Компания опирается на опыт разработки решений ARM/RISC для OEM-заказчиков и проектов с применением интеллектуальных дисплеев. Новый COM-стандарт делает возможным создание очень тонких и низкопрофильных систем ARM/RISC и SOC на базе процессоров со сверхнизким энергопотреблением.

Стандарт нацелен на новый быстрорастущий рынок портативных мобильных устройств, промышленных планшетных компьютеров. В ближайшем будущем ожидается его движение также и в сторону традиционных применений, таких как промышленная автоматизация и передача данных.



В основе конструкции лежит 314-контактный разъём MXM 3.0, допускающий общую высоту модуля и платы-носителя менее 5 мм. Стандарт определяет размеры двух вариантов модулей: сверхкомпактного «короткого» модуля 82x50 мм и полноразмерного модуля 82x80 мм. По назначению контактов на разъёме предусматривается поддержка как традиционных функций, например RGB 24 бит, так и поддержка в будущем более современных стандартов, например LVDS, HDMI и DisplayPort. Ожидается, что потребляемая данными устройствами ARM/RISC мощность будет порядка 3 Вт.

Поддержка модели, основанной на ARM/RISC, будет значительно отличаться от сопровождения традиционных платформ x86. Даже несмотря на то что драйверы для плат-

форм x86 являются универсальными и поставляются несколькими вендорами, нагрузка на поставщиков оборудования ARM/RISC будет намного выше. ADLINK вкладывает значительные средства в новую инфраструктуру, чтобы обеспечить разработку драйверов, поддержку различных настроек и приложений, которые специально направлены на решения ARM/RISC, и не только для COM-модулей, но и для всех продуктовых линеек. Присоединение ADLINK к новому форм-фактору — это только первый шаг в принятии платформ ARM/RISC, за ним вскоре последуют и другие, инициированные этим стандартом и направленные на развитие технологий ARM/RISC.

Отношение цена—производительность ARM и RISC позволит ADLINK предложить модульные решения по цене существенно ниже \$100. На рынке встраиваемых систем этот уровень цен требовался уже много лет, однако при использовании платформ x86 он был недостижим. Компания ADLINK надеется представить первые образцы продукции в новом стандарте в конце февраля 2012 года на международной выставке Embedded World в Нюрнберге. ●

ошибке установил частоту помехоподавляющего режекторного фильтра не 50, а 60 Гц. Проведённые приёмо-сдаточные испытания системы не позволили выявить эту ошибку. В результате погрешность измерений вследствие наведённой помехи с частотой 50 Гц может повыситься до $\pm 10\%$ вместо ожидаемых $\pm 0,05\%$.

Пример 4. Во время выполнения измерений ваш коллега разговаривал по сотовому телефону. Наводка сигнала от передатчика сотового телефона может повысить погрешность измерений в несколько раз.

Пример 5. При монтаже системы заземлили экран сигнального кабеля с двух сторон. Проведённые приёмо-сдаточные испытания не позволили выявить эту ошибку. Погрешность может увеличиться в несколько раз по сравнению с ожидаемой.

Пример 6. В процессе эксплуатации системы нарушился контакт в цепи заземления, что привело к эпизодическому повышению уровня помех в измерительной цепи. В статье [8] описан пример, когда плохо затянутый болт в цепи заземления приводил к сбоям системы автоматики, причину которых искали несколько лет.

Пример 7. При расчёте погрешности средств измерений была проигнорирована динамическая погрешность, поскольку исходные данные для её расчёта не были указаны в эксплуатационной документации на средство измерения и не были выявлены в процессе приёмо-сдаточных испытаний ввиду сложности постановки эксперимента, отсутствия времени и приборов для контроля величины погрешности. Во время эксплуатации системы фактическая погрешность в несколько раз превысила расчётную.

В приведённых примерах сложно обнаружить наличие погрешности в процессе сдачи системы в эксплуатацию, она может появляться в особых условиях эксплуатации. Это приводит к снижению достоверности измерений, несмотря на высокую инструментальную точность использованных технических средств.

Общий подход к решению проблемы заключается в применении второй, независимой системы или методики измерений для обнаружения ошибок. Можно использовать также целый комплекс мер, включая подбор персонала, соблюдение графика поверки, тщательность выполнения типовых и сертификационных испытаний системы, соблюдение методики измерений и обслуживания измерительной системы.

Термин «достоверность» иногда используется во втором его значении — для указания вероятности того, что измеренное значение находится в заданном доверительном интервале [9] при условии, что все промахи и ошибки измерительной системы и методики измерений исключены. Количественным выражением достоверности в данном случае является доверительная вероятность [1]. Следует различать эти два значения одного и того же термина.

Методы суммирования погрешностей

Перед суммированием все погрешности делятся на следующие группы:

- систематические и случайные;
- в группе случайных — на коррелированные и некоррелированные;
- аддитивные и мультипликативные;
- основные и дополнительные.

Такое деление необходимо потому, что систематические и случайные погрешности, а также коррелированные и некоррелированные суммируются по-разному, а аддитивные погрешности нельзя складывать с мультипликативными.

Если некоторые погрешности указаны в виде доверительных интервалов, то перед суммированием их нужно представить в виде среднеквадратических отклонений [1].

Дополнительные погрешности могут складываться с основными либо перед суммированием погрешностей, либо на заключительном этапе, в зависимости от поставленной задачи. Второй вариант часто предпочтительнее, поскольку он позволяет оценивать погрешность всего измерительного канала в зависимости от величины внешних влияющих факторов в конкретных условиях эксплуатации.

При последовательном соединении нескольких средств измерений погрешности, проходя через измерительный канал с передаточной функцией (функцией преобразования) $f(x)$, могут усиливаться или ослабляться. Для учёта этого эффекта используют коэффициенты влияния, которые определяются как $\frac{df(x)}{dx} \approx K_x$.

Все погрешности перед суммированием приводят к выходу (или входу) измерительного канала путём умножения (деления) на коэффициент влияния. В дальнейшем будем предполагать, что такое приведение уже выполнено.

Погрешности средств измерений являются случайными величинами, поэтому при их суммировании в общем случае необходимо учитывать соответствующие законы распределения. На практике пользуются более грубыми упрощёнными методами, разработанными математической статистикой.

Математическое ожидание погрешностей средств измерений, как правило, равно нулю. Если это не так, то его (в виде поправки) складывают с систематической составляющей погрешности. В средствах автоматизации введение поправки выполняется автоматически с помощью микроконтроллера, входящего в состав средств измерений. Математическое ожидание случайной составляющей всегда равно нулю, поскольку при нормировании метрологических характеристик его относят к систематической составляющей.

Наиболее полное определение итоговой погрешности измерительного канала состояло бы в нахождении функции распределения суммы нескольких погрешностей измерения. Однако функция распределения суммы случайных величин находится с помощью операции свёртки [10], что приводит к значительным практическим трудностям. Поэтому для оценки итоговой погрешности ограничиваются только суммированием дисперсий погрешностей.

Погрешности суммируют по однородным группам, затем находят общую погрешность, используя геометрическое суммирование для случайных погрешностей и алгебраическое для детерминированных.

Существует три способа суммирования погрешностей:

- алгебраический

$$\sigma_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \Delta_i, \quad (15)$$

где i — номер погрешности, N — их количество;

- геометрический

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}, \quad (16)$$

- где σ_i — среднеквадратическое значение i -й погрешности;
 • с учётом корреляции

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j < i} R_{ij} \sigma_i \sigma_j} \quad (17)$$

В этой формуле $j \neq i$ потому, что члены с $j = i$ уже учтены в сумме $\sum_{i=1}^N \sigma_i^2$, а граница $j < i$ установлена для того, чтобы сум-

мировать только члены, лежащие ниже диагонали корреляционной матрицы, поскольку вследствие её симметричности $R_{ij} \sigma_i \sigma_j + R_{ji} \sigma_j \sigma_i = 2R_{ij} \sigma_i \sigma_j$.

При $R_{ij} = +1$ выражение (17) переходит в формулу алгебраического суммирования:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j < i} \sigma_i \sigma_j} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^N \sigma_i \right)^2} = \sum_{i=1}^N \sigma_i, \quad (18)$$

где σ_i складываются со своими знаками, то есть коррелированные погрешности с противоположными знаками частично взаимно компенсируются, если их коэффициент корреляции равен единице.

При $R_{ij} = -1$ погрешности вычитают попарно в соответствии с (8):

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_j^2 - 2\sigma_i \sigma_j} = \sqrt{(\sigma_i - \sigma_j)^2} = |\sigma_i - \sigma_j|, \quad (19)$$

то есть при отрицательной корреляции погрешности частично компенсируются, если они имеют один и тот же знак.

Учитывая, что получить удовлетворительные оценки коэффициентов корреляции довольно трудно, используют следующий приём: при $|R_{ij}| \geq 0,7$ считают, что $|R_{ij}| = 1$, при $|R_{ij}| < 0,7$ полагают $|R_{ij}| = 0$ [9, 10].

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ

В наиболее типовом случае систематические составляющие основных погрешностей средств измерений суммируются геометрически по формуле (16), поскольку они являются случайными величинами.

Формулы геометрического суммирования были получены для среднеквадратических погрешностей [1]. Поэтому, если комплекс метрологических характеристик средств измерений включает предел допускаемых значений систематической составляющей основной погрешности Δ_{os} без указания среднеквадратического значения (по ГОСТ 8.009-84 [4]), то соответствующее ему среднеквадратическое значение находят в соответствии с рекомендациями РД 50-453-84 [11] по формуле

$$\sigma = \frac{\Delta_{os}}{\sqrt{3}}. \quad (20)$$

Эта формула справедлива, если нет оснований полагать, что функция распределения данной погрешности является несимметричной и имеет несколько максимумов.

Метрологическая инструкция МИ 2232-2000 [12] рекомендует иную формулу — половину предела допускаемой погрешности.

Выбор способа суммирования систематических составляющих основных погрешностей не является однозначным, и это связано с отсутствием полной информации о законе распределения. Дело в том, что причиной существования основной погрешности является как технологический разброс параметров электронных компонентов, так и некомпенсированная нелинейность. Технологический разброс обычно является случайным, и на этом основании систематическая составляющая погрешности может рассматриваться как случайная величина на множестве средств измерений одного и того же ти-

Новый взгляд на промышленные соединения

Соединители Han-Yellock® от компании HARTING



Pushing Performance

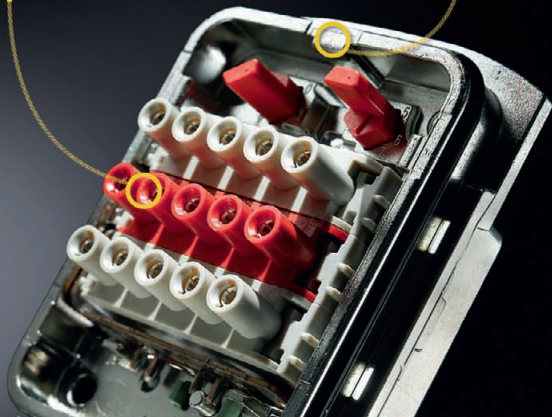


Составной корпус

Фиксирующий механизм внутри корпуса

Перемычки на контакты

Четкая фиксация



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ HARTING В РОССИИ

#137



АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Реклама

па. Поэтому в формулах для расчёта погрешностей она учитывается *геометрически*. Однако нелинейность передаточной характеристики средства измерений (нелинейность АЦП, нормирующих усилителей, термопар) у всех экземпляров приборов одного типа будет иметь примерно один и тот же вид, величину и знак. Например, погрешность, вызванная нелинейностью, в начале шкалы может быть положительной, в середине шкалы — отрицательной, у верхнего предела шкалы — опять положительной, и так для всех экземпляров приборов одного типа. Поэтому погрешности, обусловленные нелинейностью, должны суммироваться *алгебраически*.

В современных модулях аналогового ввода используется автоматическая калибровка, позволяющая уменьшить случайную компоненту систематической погрешности, и в этом случае преобладающей является детерминированная погрешность нелинейности.

Поскольку ГОСТ 8.009-84 [4] не предусматривает нормирование таких тонких нюансов поведения погрешностей, выбор способа суммирования начинает зависеть не от технических, а от политических факторов. Если фактическая погрешность окажется выше расчётной и это повлечёт за собой угрозу жизни людей, большой экономический ущерб, техногенную катастрофу и т. п. [12], то суммирование погрешностей выполняют алгебраически, причём используют не среднеквадратические отклонения, а пределы допустимых значений погрешности.

Если известен знак систематической погрешности, то его учитывают при суммировании.

Для наиболее ответственных применений следует использовать средства измерений, для которых указана погрешность без разделения на случайную и систематическую компоненты, поскольку в этом случае погрешность указана с доверительной вероятностью, равной единице. Если же используются средства измерений, для которых указана случайная составляющая, то для них рассчитывают величину погрешности при доверительной вероятности, равной единице. Это условие существенно завышает требования к точности средства измерений.

Алгебраическое суммирование часто даёт слишком завышенную оценку погрешности. Поэтому МИ 2232-2000 [12] предусматривает промежуточный вариант между формулами геометрического и алгебраического суммирования:

$$\sigma_{\Sigma} = K \sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}, \quad (21)$$

где K — поправочный коэффициент, равный 1,2 для наиболее важных параметров устройств аварийной защиты и блокировки, контроля за соблюдением требований техники безопасности и экологической безопасности, контроля характеристик готовой продукции [12].

Для конкретных экземпляров приборов могут быть указаны не номинальные характеристики (имеющие одну и ту же величину для всех приборов данного типа), а индивидуальные. В этом случае систематическая погрешность является не случайной, а детерминированной величиной, поэтому должна учитываться в итоговой погрешности измерительного канала *алгебраически*.

СЛУЧАЙНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Случайные составляющие основной погрешности средств измерений по ГОСТ 8.009-84 [4] задаются своими среднеквадратическими отклонениями, поэтому их суммирование

выполняется непосредственно по формуле геометрического суммирования (16).

Если случайная погрешность является коррелированным случайным процессом [1] и задана в виде функции автокорреляции $R(t)$ или спектральной плотности мощности $S(f)$, то сначала находят среднеквадратическое значение случайной составляющей погрешности. Для этого используют формулу:

$$\sigma^2 = 2 \int_0^{f_B} S(f) df, \quad (22)$$

где f_B — верхняя граничная частота полосы пропускания всего измерительного канала или цифрового фильтра, используемого при обработке полученных данных. Если задана функция автокорреляции, то спектральную плотность мощности находят по формуле, учитывающей корреляцию [1].

Случайная составляющая погрешности может быть уменьшена в несколько раз (в зависимости от величины фликкер-шума) путём усреднения результатов многократных измерений [1].

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ

Дополнительные погрешности задаются в виде функции влияния внешних факторов (температуры, влажности, напряжения питания) на основную погрешность измерения, или, в случае линейной функции влияния, они характеризуются коэффициентом влияния. Например, может быть задано, что основная погрешность увеличивается на +0,05% при изменении напряжения питания на +20%.

Если задан диапазон изменения влияющих величин, в качестве их математического ожидания для расчётов с помощью функции влияния берут их среднее значение [11].

Среднеквадратическое отклонение дополнительной погрешности для линейной функции влияния находят по формуле [11]:

$$\sigma_{\xi} = K_{\xi} \frac{\xi_1 - \xi_2}{2\sqrt{3}}, \quad (23)$$

где K_{ξ} — коэффициент влияния внешнего фактора; ξ_1, ξ_2 — нижняя и верхняя границы изменения влияющей величины.

Дополнительная погрешность может увеличивать как систематическую, так и случайную составляющую основной погрешности. Для этого функции влияния задаются отдельно на каждую составляющую.

Если известно, что дополнительные погрешности нескольких средств измерений коррелируют (например, синхронно возрастают при увеличении напряжения питания в сети или температуры окружающей среды), то такие погрешности суммируют как коррелированные величины с учётом коэффициента корреляции в соответствии с (17) — (19).

Дополнительные погрешности считаются несущественными, если их сумма составляет менее 17% от наибольшего возможного значения инструментальной погрешности в рабочих условиях эксплуатации [4].

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ

Динамическая погрешность при известном входном сигнале является детерминированной. Она обычно приводит к занижению показаний измерительного прибора. Суммирование таких погрешностей выполняется алгебраически.

Подробнее об оценке динамической погрешности см. [1, 10].

Динамическая погрешность считается несущественной, если она составляет менее 17% от наибольшего возможного значения инструментальной погрешности в рабочих условиях эксплуатации [4].

Инновационный подход к проектированию электроники



Торор 5.2 **NEW** Топологический трассировщик печатных плат

Новые средства:

- Преобразование проводников в полигоны
- Расчет площади металлизации
- Собственный открытый текстовый формат ТороR PCB

Автоматическая трассировка:

- Автотрассировка с использованием несквозных межслойных переходов
- Распутывание «клинчей»
- Назначение цепям (группам цепей) определенных типов переходных отверстий
- Создание областей запрета переходных отверстий

Интерфейс:

- Поиск переходных отверстий по типам
- Выделение деталей корпусов
- Инверсия выделения

SimOne Моделирование электронных схем

- Высокая скорость – в 10 раз быстрее классических SPICE-программ
- Высокая точность моделирования
- Многоядерность и параллельное моделирование

Поддержка параллельных вычислений в SimOne позволяет эффективно использовать мощности современных компьютеров, значительно повышая скорость моделирования.

- Анализ устойчивости схемы. Исследование устойчивости схемы при вариации параметров моделей элементов и изменении температуры
- Кодовый матричный процессор
- Помощник симуляций
- Экспорт в Matlab, Maple, Excel

Нахождение итоговой погрешности

После суммирования погрешностей по группам, как это было описано ранее, результат измерения обычно выражают в виде:

$$x = (x_0 + \Delta) \pm \sigma, \quad (24)$$

где x_0 — измеренное значение; Δ — сумма всех погрешностей, которые складывались алгебраически, то есть детерминированных погрешностей (детерминированные погрешности могут быть прибавлены к измеренной величине в качестве поправки); σ — сумма всех случайных погрешностей, которые складывались геометрически, в том числе с учётом корреляционных связей:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\Sigma \text{сист}}^2 + \sigma_{\Sigma \text{случ}}^2 + \sigma_{\Sigma \text{доп}}^2 + \sigma_{\Sigma \text{метод}}^2}, \quad (25)$$

где $\sigma_{\Sigma \text{сист}}$ — сумма всех систематических погрешностей измерительного канала; $\sigma_{\Sigma \text{случ}}$ — сумма всех случайных погрешностей; $\sigma_{\Sigma \text{доп}}$ — сумма всех дополнительных погрешностей; $\sigma_{\Sigma \text{метод}}$ — сумма всех случайных составляющих методических погрешностей, включая погрешность программного обеспечения. Детерминированные составляющие методических погрешностей учитываются в слагаемом Δ .

Вместо среднеквадратического отклонения может быть указан предел допустимых значений. Однако должно быть явно указано, какая именно оценка погрешности использована, поскольку доверительные вероятности для предела допустимых значений (единица) и для среднеквадратического отклонения (0,68) существенно отличаются.

Случайная, систематическая и дополнительная погрешности могут быть указаны отдельно. МИ 1317-2004 [13] рекомендует «вместе с результатом измерений представлять характеристики его погрешности или их статистические оценки». Поэтому состав характеристик погрешности может быть выбран в каждом конкретном случае индивидуально, в зависимости от смысла решаемой задачи.

При выполнении многократных измерений результат должен также содержать указание на количество измерений, использованных при усреднении, и интервал времени, в течение которого были выполнены измерения [13].

Поскольку выражение для суммы дисперсий случайных величин (1) получено независимо от закона распределения, геометрическое суммирование погрешностей даёт правильное значение дисперсии независимо от законов распределения отдельных составляющих. Однако при этом ничего нельзя сказать о функции распределения суммарной погрешности, в том числе о надёжности (доверительной вероятности) полученного результата. Тем не менее, поскольку при суммировании пяти и более погрешностей закон распределения суммы близок к нормальному независимо от законов распределения отдельных слагаемых [10], то, зная среднеквадратическое отклонение итоговой погрешности, можно использовать нормальный закон распределения для указания доверительного интервала и доверительной вероятности результата измерений.

Нахождение погрешности измерительного канала

В условиях недостатка исходных данных

При оценке погрешности измерительных каналов средств автоматизации следует по возможности использовать экспериментальный метод. Однако в случаях когда это невозмож-

но или экономически нецелесообразно, делают расчёт по изложенной ранее методике. Типичной проблемой, которая при этом возникает, является отсутствие некоторых исходных данных. В этой ситуации метрологическая инструкция МИ 2232-2000 [12] рекомендует использовать следующие «значения по умолчанию»:

- среднеквадратическое значение погрешности принимается равным половине предела допускаемых значений погрешности;
- математическое ожидание основной и дополнительной погрешности принимается равным нулю;
- корреляция между отдельными составляющими погрешности отсутствует;
- случайная составляющая погрешности измерений является некоррелированной случайной величиной (белым шумом) или вырождается в систематическую погрешность;
- функции распределения внешних влияющих величин предполагаются равномерными или нормальными;
- считается, что инерционные свойства средств измерений не оказывают влияния на погрешность измерений. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. — М.: Горячая линия — Телеком, 2009. — 608 с.
2. МИ 2440-97. ГСИ. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов (взамен МИ 2313-94).
3. ГОСТ 23222-88. Характеристики точности выполнения предписанной функции средств автоматизации. Требования к нормированию. Общие методы контроля.
4. ГОСТ 8.009-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
5. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей и случайных процессов. Основы математического аппарата и прикладные аспекты. — М.: Изд-во МГУ, 1992. — 400 с.
6. МИ 2955-2005. ГСИ. Типовая методика аттестации программного обеспечения средств измерений и порядок её проведения.
7. МИ 2891-2004. ГСИ. Общие требования к программному обеспечению средств измерений.
8. Burleson J. Wiring and grounding to prevent power quality problems with industrial equipment // Textile, Fiber and Film Industry Technical Conference, 8–9 May 1991. — Pp. 5/1–5/6.
9. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. — Л.: Энергоатомиздат, 1991. — 304 с.
10. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. — 2-е изд. — Киев: Вища школа, 1983. — 455 с.
11. РД 50-453-84. Методические указания. Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчёта.
12. МИ 2232-2000. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации.
13. МИ 1317-2004. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров (взамен ГОСТ 8.011-72, МИ 1317-86).



УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР
ПРОСОФТ



Многолетний опыт обучения специалистов в области промышленной автоматизации

- Индивидуальные рабочие места
- Консультации по вопросам реализации проекта
- Возможность обучения по индивидуальной программе

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®

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

© СТА-ПРЕСС

Реклама



ХII Международная специализированная выставка Передовые Технологии Автоматизации ПТА-2012



9-11 октября

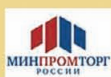
Москва, ЦВК «Экспоцентр», павильон 5

Тематика выставки:

- Автоматизация промышленного предприятия
- Автоматизация технологических процессов
- Бортовые и встраиваемые системы
- Системная интеграция и консалтинг
- Автоматизация зданий
- Измерительные технологии и метрологическое обеспечение

**Ключевая направленность деловой программы в 2012 году
«Энергосбережение. Энергоэффективность»**

При поддержке:



Организатор:
Экспотехника

Москва:
Тел.: (495) 234-22-10
Факс: (495) 234-22-26

E-mail: info@pta-expo.ru
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.cta.ru

Серия CN-A дополнена моделями с входным напряжением 24 В

Компания TDK-Lambda расширила семейство CN-A DC/DC-преобразователей для применения в электронной аппаратуре железнодорожного транспорта. Надёжные 100 Вт модули CN100A24 в стандартном промышленном форм-факторе quarter-brick имеют гарантию 5 лет и соответствуют требованиям по устойчивости к вибрационным и ударным воздействиям стандартов IEC 61373 Category 1 Class B и JIS E 4031. Они имеют стандартное расположение выводов и отвод тепла через основание корпуса, работают в диапазоне входных напряжений от 14,4 до 36 В и выдерживают выброс напряжения 40 В в течение 3 с, выдают в нагрузку полную мощность при $-40...+100^{\circ}\text{C}$. Выходные напряжения от 5 до 24 В, КПД до 88%, ток в нагрузке до 20 А, удельная мощность 60 Вт/дюйм³ при габаритных размерах корпуса 36,8×12,7×57,9 мм.

Сервисные функции: возможность подключения внешней обратной связи, дистанционное вкл./выкл., защита от перенапряжения и перегрузки по току. Гальваническая развязка выдерживает напряжение 3000 В в течение 1 минуты. ●

www.lambda.ru



#220

Быстрый и современный компьютер. Sandy Bridge пришел в Advantix

Запущена в производство станция оператора ACU повышенной производительности Advantix IPC-SYS1-2. Она сочетает самый современный набор микросхем Intel Q67 и процессор второго поколения Intel семейства Core (Sandy Bridge). В базовой комплектации процессор Intel Pentium G850 2,9 ГГц, 3 Мбайт кэш 2-го уровня, встроенный графический адаптер Intel HD Graphics 850 МГц – 1,1 ГГц. Поддерживаются два дисплея в конфигурации VGA+DVI-D, VGA+HDMI, HDMI+DVI-D, что востребовано операторами ACU ТП.

IPC-SYS1-2 имеет 2 Гбайт памяти DDR3 и пишущий DVD-привод, 4 слота PCI, 1 слот PCI Express x8 (4 линии PCIe), 1 слот PCIe x1, 1 слот PCIe x16, 2 Gigabit Ethernet, НЖМД 500 Гбайт, 2 USB-порта, 1 LPT и 6 COM-портов (5×RS-232, 1×RS-485).

Модель IPC-SYS1-2 защищена от воздействия пыли и вибраций, её можно установить в стойку высотой 4U.

Заказать новинку можно у эксклюзивного дистрибьютора промышленных компьютеров Advantix – компании ПРОСОФТ. ● <http://www.prosoft.ru/products/brands/advantix/>



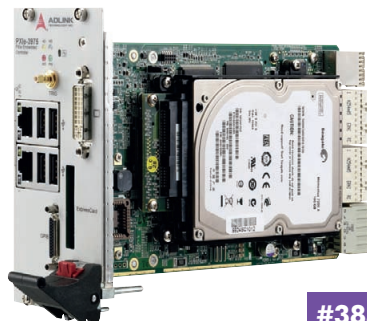
#116

Процессорный модуль ADLINK PXIe-3975 формата 3U

Устройство открывает новую линейку продукции компании ADLINK, соответствующей спецификации PXI-5 PXI™ Express hardware specifications Rev. 1.0. Оно построено на базе процессора Intel® Core™ i5-520E 2,4 ГГц и предназначено для работы в качестве ЦПУ в составе гибридных тестовых систем PXI Express. Модуль поддерживает прогрессивные технологии Intel Hyper-Threading и Turbo Boost, позволяющие достичь максимальной энергоэффективности и высокой производительности. Для уверенного выполнения многозадачных приложений PXIe-3975 оснащается памятью DDR3/1066 МГц объёмом до 8 Гбайт и жёстким диском SATA 160 Гбайт.

Расширить функции системы можно посредством слота ExpressCard/34, установленного на передней панели. Кроме этого, модуль имеет два гигабитных Ethernet-порта, четыре USB 2.0, разъём DVI-I video и разъём Micro-D GPIB для подключения внешних приборов с интерфейсом GPIB. ●

<http://asutp.prosoft.ru/news/460848.html>



#385

СРМ71Х: новые функции в надёжном конструктиве

Компания FASTWEL запустила в серийное производство новую серию СРМ71Х контроллеров FASTWEL I/O на базе микропроцессора Vortex86DX 600 МГц.

Основные характеристики

- Размер сегмента кода 2 Мбайт.
- Границы области энергонезависимых переменных 128 кбайт.
- Количество ациклических задач 64.
- Реализованы функции мастера сети.

Серия СРМ71Х позволяет решать самые сложные технологические задачи. Предусмотренная ОС Windows CE и система исполнения прикладных программ CoDeSys хранятся на встроенном в ПЛК носителе информации 256 Мбайт.

Серия представлена тремя моделями с различными протоколами передачи данных: СРМ711-01 – CANopen, СРМ712-01 – Modbus RTU и СРМ713-01 – Modbus TCP. ПО и кабель для программирования предоставляются пользователю бесплатно.

ПЛК способны работать в температурном диапазоне $-40...+85^{\circ}\text{C}$, выдерживать одиночные удары с пиковым ускорением до 100g, а также многократные удары с пиковым ускорением до 50g. ●

www.fastwel.ru



#449

Высокопроизводительные компьютеры 3U CompactPCI Emerson

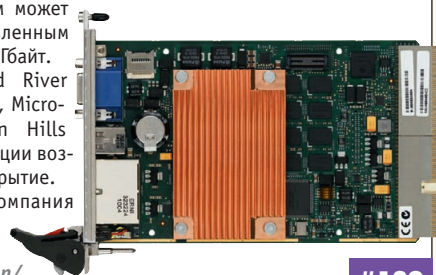
Компания Emerson выпустила встраиваемые компьютеры стандарта CompactPCI 3U серии CPC17203 на базе ЦП Intel® Core™ i7 с воздушным и кондуктивным охлаждением ($0...+55^{\circ}\text{C}$ и $-40...+85^{\circ}\text{C}$ соответственно). Они имеют запаянный двухъядерный процессор 1,06 или 2,0 ГГц и динамическую память DDR3 ECC от 4 до 8 Гбайт и выполнены по стандарту PICMG 2.30 с поддержкой как 32-разрядной шины PCI, так и 4×PCI Express, 4×USB 2.0 и 4×SATA по кросс-плате для обмена данными между модулями периферии CompactPCI и CompactPCI Serial.

Подсистема ввода-вывода поддерживает VGA, 2×Gigabit Ethernet и 2×USB 2.0 и может расширяться модулем тыльного ввода-вывода CPC17203-RTM (2×Gigabit Ethernet, 2×USB 2.0 и 1×eSATA). CPC17203 с кондуктивным теплоотводом может поставляться с установленным диском 1,8 SSD SATA 240 Гбайт.

Поддержка ОС: Wind River VxWorks, Fedora 11 Linux, Microsoft Windows и Green Hills INTEGRITY. В качестве опции возможно влагостойкое покрытие.

Дистрибьютор – компания ПРОСОФТ. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/emerson/>



#139

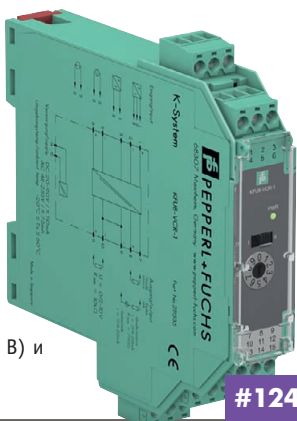
Многофункциональный преобразователь сигналов датчиков KFUS-VCR-1

Компания Pepperl+Fuchs начала производство нового модуля одноканального нормализатора сигналов с гальванической развязкой KFUS-VCR-1, который имеет выход сигнала с уровнями напряжения и тока.

Модуль KFUS-VCR-1 обеспечивает питанием датчики с 2- или 3-проводным подключением и обрабатывает сигналы тока или напряжения, поступающие от датчиков. Несколько выходов обеспечивают работу с источниками втекающего и вытекающего тока и с одним выходом напряжения, создавая возможность гибкой адаптации сигнала первичного прибора для системы управления.

Расположенные на передней панели поворотные переключатели используются для конфигурирования устройства без применения компьютера или других внешних устройств. Не требуется применение внешнего источника питания, так как имеется встроенный источник питания для работы от сетей постоянного (20...90 В) и переменного тока (48...253 В).

www.pepperl-fuchs.ru



#124

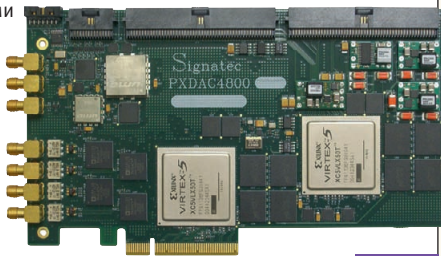
PXDAC4800 – генератор сигналов 4800 МГц компании Signatec

Эта новая 4-канальная плата PCIe x8, разработанная Signatec, предназначена для работы в качестве генератора сигналов произвольной формы и для воспроизведения сигналов. Она обеспечивает передачу непрерывного потока данных по шине PCI Express со скоростью до 1,4 Гбайт/с. Благодаря применению ЦАП Analog Devices AD9736 плата обладает высокими характеристиками: частота обновления составляет до 1,2 ГГц на канал, разрешение – 14 бит. Встроенная память RAM DDR2 1 Гбайт позволяет хранить и синтезировать выходные сигналы в виде однократного импульса или непрерывной последовательности полос до 600 МГц. Используемые ПЛИС Xilinx Virtex-5 служат для обработки и преобразования цифровых данных между памятью и выходными аналоговыми цепями.

Сферы применения: радары, видеосистемы, связь, ультразвуковые приборы, контрольно-испытательное оборудование.

Заказать PXDAC4800 можно в компании ПРОСОФТ.

<http://asutp.prosoft.ru/news/460964.html>



#462

Компактный DC/AC-инвертор 3 кВт·А

Компания Schaefer (США) начала поставки DC/AC-инвертора AEP-A3000R с дополнительным интерфейсом SNMP Ethernet, обеспечивающим управление устройством через протокол сетевого уровня IP.

Эффективные инверторы с низким значением коэффициента гармоник и входными напряжениями 24 и 48 В обеспечивают выходную мощность 3 кВт·А в компактном 19" корпусе высотой 1U. Выходное напряжение регулируется с отклонением $\pm 3\%$ от номинала. КПД от 87 до 90%. Встроенный автоматический переключатель байпаса (время переключения 4–6 мс) предусмотрен для резервированной работы от вспомогательного источника при отключении входного постоянного напряжения.

Все модели оснащены защитой от перегрузки и отображают сигналы тревоги на цифровом дисплее, который также показывает напряжение, силу тока и температуру перегрева критичных компонентов. Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости Class B минимизирует влияние на другое чувствительное оборудование.

www.schaeferpower.ru



#275

Компактные источники питания AC/DC 60 Вт

Компания XP Power расширила серию ECS сверхкомпактных одноканальных источников питания AC/DC для применения в промышленном и медицинском оборудовании. При габаритных размерах 50,8×76,2×26,7 мм модули ECS60 занимают на 25% меньше места, чем аналогичные изделия.

Основные характеристики

- КПД от 87 до 89%.
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода менее 0,5 Вт.
- Выходная мощность 25, 45 и 60 Вт.
- Диапазон входного напряжения 80–264 В (47–400 Гц).
- Выходные напряжения +12, +15, +24, +48 В.
- Диапазон рабочих температур –20...+70°C.
- Защита от поражения электрическим током по классу I и II.

Имеются модель с выходными параметрами +5 В/8 А, вариант исполнения модуля ECS60 с защитной крышкой для применения

в оборудовании класса I, защита от превышения выходного напряжения, перегрузки и короткого замыкания.

Модули могут применяться в испытательном, измерительном и радиовещательном оборудовании.

www.xppower.ru



#225

Panasonic TOUGHBOOK CF-D1 – незаменимый помощник инженера-диагноста

Линейка промышленных мобильных компьютеров Panasonic TOUGHBOOK пополнилась защищенным планшетом CF-D1, работающим под управлением операционной системы Microsoft® Windows® 7. При разработке CF-D1 учитывался опыт инженеров, производящих диагностику двигателей легковых и грузовых автомобилей.

Планшет оснащён широкоформатным экраном с диагональю 13,3", современным процессором Intel® Core™ i5-2520M (2,5 ГГц), жёстким диском ёмкостью 320 Гбайт, при этом продолжительность работы от батареи составляет до 9 часов, что делает его незаменимым инструментом для интенсивной инженерной работы.

CF-D1 обладает защитными характеристиками, свойственными линейке промышленных ноутбуков TOUGHBOOK: он способен выдерживать ударные и вибрационные нагрузки, попадание влаги и пыли, а также воздействие низких и высоких температур.

Устройство имеет дисплей со светодиодной подсветкой, с диагональю 13,3" и разрешением 1366×768 точек,

удобный для работы с диагностическим ПО, просмотра телематической информации, а также схем и чертежей. Сенсорный экран выполнен по резистивной технологии, что позволяет легко осуществлять ввод данных пальцем, в том числе и в перчатках, или при помощи стилуса. Дисплей был разработан для яркого и чёткого отображения информации на экране как в помещении, так и в полевых условиях, при ярком солнечном свете. Яркость экрана – 400 кд/м². По специальному заказу возможна комплектация CF-D1 дисплеем с яркостью 1000 кд/м².

Возможна поставка по специальному заказу компьютера CF-D1 с фронтальной веб-камерой 1,3 Мпиксел или камерой 3 Мпиксел на задней стороне планшета.

Планшетный мобильный компьютер CF-D1 прошёл испытание на падение с высоты 90 см, а также защищён от влаги и пыли по стандарту IP65.

Начало поставок CF-D1 планируется в первом квартале 2012 года.

<http://www.prosoft.ru/products/brands/pnr/447596/>



#342

17" ЖК-дисплей высокой яркости со светодиодной подсветкой

Компания Litemax Electronics представила 17" TFT ЖК-дисплей SL01768-ENB-G12 в исполнении «открытый каркас» с яркостью 1400 кд/м², позволяющей считывать изображение при ярком солнечном свете. Матричные цветные светофильтры с высоким коэффициентом пропускания, поляризаторы с высокой передачей, низкая потребляемая мощность 36,7 Вт позволяют применять дисплеи в информационных киосках, транспортных приложениях, игровых автоматах, студийных дисплеях.

Основные характеристики

- Светодиодная подсветка.
- Разрешение 1280×1024 точки (SXGA), высокая чёткость.
- Контрастность 1000:1.
- Угол обзора 170° по горизонтали/160° по вертикали.
- Время отклика 30 мс.
- Устойчивость к ударам и вибрации.
- Диапазон рабочих температур -20...+70°C.
- Длительный срок службы.
- Работа с разнообразными источниками видеосигналов (VGA, DVI, CVBS, S-video).

www.litemax.ru



#189

Источники питания с цифровым управлением для медицинского оборудования CFE400M

Компания TDK-Lambda представляет новое поколение источников питания AC/DC с цифровым управлением процессом преобразования энергии – одноканальные модели серии CFE400M в исполнениях с конвекционным и принудительным охлаждением. Сочетание усиленной изоляции вход-выход 4000 В с двумя предохранителями на входе и изоляции выход-корпус 1500 В соответствует требованиям IEN/EN/UL/CSA 60601-1 издание 2 и 3 к безопасности медицинского оборудования.

При конвекционном отводе тепла CFE400M выходная мощность 300 Вт при +40°C (250 Вт при +50°C); при охлаждении вентилятором с интенсивностью 1,5 м/с – 400 Вт при +50°C. Доступны модели с регулируемыми выходными напряжениями 12, 24 и 48 В и дополнительным каналом 12 В/0,25 А для питания вентилятора, для обеспечения дежурного режима есть опции 5 В/100 мА или 5 В/2 А.

Микропроцессор управляет преобразователем с резонансным переключением ключа, процессом ограничения тока и пиковым током.

www.lambda.ru



#219

Модуль помехоподавляющего фильтра и ограничителя напряжения повышенной мощности

Компания CRANE Electronics Interpoint™ начала поставки модуля FM-704A HP для применения совместно с DC/DC-преобразователями для бортовой аппаратуры летательных и космических аппаратов. 160 Вт модуль фильтра способен пропускать ток 10 А при входном напряжении 16 В и ток 4 А при напряжении 40 В. Вносимое затухание фильтра – 60 дБ на частоте 500 кГц. Он ограничивает импульсные помехи в соответствии с требованиями стандартов MIL-STD-704A, MIL-STD-1275 и MIL-STD-461 A-F.

Функция мягкого запуска уменьшает пусковой ток и выброс напряжения при первом включении модуля или при выходе из дежурного режима. Функция дистанционного управления логическим сигналом применяется при формировании программного включения отдельных подсистем. Защита от пониженного напряжения выключает модуль при пороговом значении 7 В. Габаритные размеры FM-704A HP (корпус типа U1) 76,33×38,23×10,16 мм, масса 86 г.

www.interpoint.ru



#132

Платы управления для буквенно-цифровых дисплеев OLED

Компания Raystar Optronics выпустила платы управления для буквенно-цифровых стандартных дисплеев OLED. Платы RSR232B-00 и RSR232B-01 предназначены для применения с дисплеями OLED: REC000802A, REC001601A, REC001602A, REC001602B, REC001602C, REC001602E, REC002002A, REC002002B, REC002004A и REC002004B (исключение: REC0012002A и REC001602D).

RSR232B-00 передаёт данные со скоростью 19 200 бит/с, а RSR232B-01 – со скоростью 9600 бит/с.

Платы имеют одинаковые размеры 58×32,25 мм и могут управляться со стороны ПК. По сравнению с другими интерфейсами RS-232 обладают высокой сбалансированностью и универсальностью. В нём сочетаются средние значения скорости обмена и длины линии связи с простотой программирования и надёжностью обмена информацией.

Основные характеристики: напряжение питания 5 В постоянного тока; потребляемый ток 7,2 мА; микросхема управления AT89C2051.

www.prosoft.ru/products/brands/raystar



#344

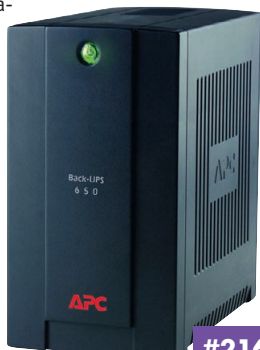
Новый ИБП с выходной мощностью 650 В·А в семействе Back-UPS

Компания APC расширила популярное семейство ИБП Back-UPS моделью BX650CI-RS, которая обеспечивает достаточную батарейную поддержку при кратковременном отключении подачи электроэнергии. Новый ИБП защищает оборудование от резких перепадов напряжения сети и перенапряжений, которые передаются через сеть и телефонные линии. Back-UPS 650 характеризуется функцией Automatic Voltage Regulation (AVR), которая позволяет подстраивать высокие и низкие напряжения до безопасного для электронной аппаратуры уровня, в результате чего она будет работать без ограничений при кратковременных провалах напряжения и перенапряжениях.

Основные характеристики

- Мощность 390 Вт/650 В·А.
- Три выходных соединителя Schuko CEE 7/7P (батарейное резервирование).
- Типовое время перезарядки 8 часов.
- Интерфейсный порт USB.
- Панель управления со светодиодными индикаторами.
- Звуковой сигнал изменения режим работы.

<http://www.prosoft.ru/products/brands/apc/>



#216

Новый ряд промышленных соединителей от компании HARTING

Компания HARTING Technology Group разработала новый ряд соединителей серии Han-Eco® со степенью защиты корпуса IP65 согласно стандарту DIN EN 60529 и диапазоном рабочих температур -40...+125°C. Выполняются максимальные требования по воспламеняемости: согласно UL 94 обеспечивается соответствие классу V0. Соединители Han-Eco® изготовлены из высокопрочного полиамида, обладающего исключительной устойчивостью к агрессивным факторам окружающей среды, например к воздействию солёных брызг, и имеет высокую механическую прочность. Они весят гораздо меньше по сравнению с ранее используемыми решениями, что немаловажно во всех отраслях промышленности.

Конструкция Han-Eco®, базирующаяся на широкой гамме модулей Han-Modular®, позволяет производить сборку без специальных инструментов и комбинировать элементы соединителей (силовые и сигнальные модули).

www.prochip.ru/products/brands/harting



#137

Семейство ЖК-дисплеев и панельных ПК Spansign

На выставке TAITRONICS 2011 (Тайвань) компания LITEMAX представила новое семейство Spansign, включающее мониторы и панельные ПК. Семейство содержит мониторы с разрешением Full HD и размерами экрана по диагонали A3 (21,5") и A2 (37") со встроенным ПК или медиаплеером и две модели статических видеоустройств (static viewer) с размерами A2 и A3. Все системы используют светодиодную подсветку и привлекательный корпус из алюминия. Монтаж может быть выполнен с использованием крепления VESA или мощной стержневой системы. Система со стержневым креплением использует для питания дисплея напряжение 24 В, поэтому не требуется применения громоздкой кабельной системы. Внутренняя вычислительная система основана на плате GENE с процессором Intel Atom N270. Позднее в этом году планируется выпуск различных конфигураций, включая вариант с медиаплеером. ●

www.litemax



#189

Адаптер WirelessHART для применения во взрывоопасной зоне класса 1

Компания Pepperl+Fuchs представила модули для организации беспроводной связи на основе HART-протокола – адаптер WirelessHART и преобразователь сигналов с датчиков температуры WirelessHART Temperature Converter для взрывоопасной зоны класса 1. Для установок системы WirelessHART не нужны кабели, а требуется применение следующих модулей:

- WirelessHART Gateway для управления сетью (размещается в зоне класса 2);
- WirelessHART Temperature Converter (если требуется измерение температуры в месте установки);
- WirelessHART-адаптер для полевого прибора с интерфейсом токовая петля 4...20 мА или HART-совместимого.

Взрывозащищенный адаптер полностью совместим с существующими полевыми приборами и может устанавливаться во взрывоопасной зоне класса 1 в соответствии с сертификатом ATEX/IEC Ex. Технология WirelessHART обеспечивает беспроводной доступ к полевым приборам, а также к автономным точкам измерения. ●

www.pepperl-fuchs.ru



#124

Высокоэффективные герметизированные модули драйверов светодиодов 50–150 Вт

Компания XP Power начала поставки драйверов светодиодов серии DLG, работающих в режимах генератора постоянного напряжения и генератора тока. Они предназначены для применения в светодиодных системах наружного освещения, безопасности и машинного зрения. Герметизированные модули со степенью защиты IP67 имеют КПД до 90% и рассеивают меньше тепла по сравнению с аналогами, что увеличивает срок службы. Диапазон рабочих температур –40...+60°C (DLG50/70) и –30...+70°C (DLG100/150).

Предлагаются модули с выходными мощностями 50, 75, 100 и 150 Вт, с выходными напряжениями 12, 24, 36, 48 В и 15, 30, 54, 57 В. Выходной ток от 1,05 до 11 А (зависит от модели). Модули работают от сети переменного напряжения в диапазоне от 90 до 305 В.

Серия DLG соответствует стандартам EN 61347, UL 8750, UL/EN 60950, что позволяет применять их в аппаратуре передачи данных и в кабельном телевидении. ●

www.xppower.ru



#225

Сверхкомпактные AC/DC-источники питания XP Power 250/350 Вт

Компания XP Power выпустила высокоэффективные одноканальные источники питания серий EMH250 и EMH350 (250 и 350 Вт), соответствующие требованиям стандартов UL/TUV/EN 60950-1 и UL/TUV/EN 60601-1 (относятся к изделиям класса BF).

Они работают от сети переменного напряжения (однофазной) 80–275 В. Доступны четыре одноканальные модели с выходными напряжениями +12, +18, +24 и +48 В с регулировкой в диапазоне ±10% от номинала. Обеспечивается также питание охлаждающего вентилятора по специальному каналу +12 В/0,6 А. Модули EMH350 имеют канал +5 В/2 А для обеспечения дежурного режима. При габаритах 76,2×127×36,3 мм (3×5×1,43 дюйма) EMH350 требуют принудительного охлаждения воздушным потоком 20,4 м³/ч (12 CFM); доступен широкий выбор аналоговых и цифровых сигналов управления и сервисных функций.

Полная мощность обеспечивается при входном напряжении 90 В, модули работают без снижения нагрузки до +50°C. Гарантия 3 года. ●

www.xppower.ru



#225

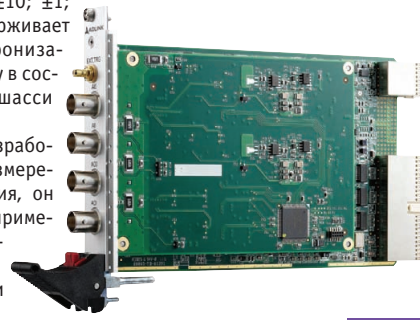
PXI-9527 – модуль сбора данных с высоким разрешением в стандарте PXI

Компания ADLINK представила новый 3U PXI-модуль аналогового ввода-вывода PXI-9527.

Модуль построен на Sigma-Delta АЦП/ЦАП и наряду с высоким разрешением 24 бита обладает быстродействием до 432 тысяч выборок в секунду по каждому из двух входов. PXI-9527 имеет широкий динамический диапазон (>100 дБ) и возможность настройки уровней входного напряжения ±40; ±10; ±3,16; ±1; ±0,316 В. Два аналоговых выхода со скоростью до 216 тысяч обновлений в секунду имеют программно переключаемые диапазоны ±10; ±1; ±0,1 В. Устройство поддерживает многомодульную синхронизацию и совместную работу в составе гибридных шасси PXI/PXIe.

Модуль специально разработан для акустических измерений и вибротестирования, он может найти широкое применение в системах контроля и тестирования критически важных узлов и механизмов. ●

<http://www.prosoft.ru/products/brands/adlink>



#385

FASTWEL I/O для систем видеонаблюдения

Компания FASTWEL запустила в серию модульный компьютер в составе линейки FASTWEL I/O. МК150 собран на основе процессорной платы CPC150 формата MicroPC и найдёт применение в системах сбора информации и видеонаблюдения на транспорте.

Порт шины FBUS позволяет подключить до 64 модулей ввода-вывода FASTWEL I/O и обрабатывать различные конфигурации аналоговых и дискретных сигналов. Для обработки видеоизображений предусмотрено 4 канала ввода аналогового видеосигнала с поддержкой питания видеокамер.

Помимо этого компьютер оснащён следующим набором разъёмов:

- 2 Ethernet 10/100 Мбит/с;
- 4 USB 2.0;
- 2 RS-232;
- 2 RS-422/485.

Для хранения информации предусмотрен встроенный флэш-диск ёмкостью 1 Гбайт. МК150 не имеет подвижных частей и способен выдерживать удары 100g. Устройство программно совместимо с операционными системами Windows XP, Linux 2.6, QNX 6.4x, QNX 4.25. ●

www.fastwel.ru



#233

Компактные источники питания AC/DC 65 Вт TDK-Lambda

Компания TDK-Lambda начала поставки 65 Вт источников питания AC/DC серии MWS65 размером 50,8×101,6×25,4 мм в исполнении «открытый каркас». Они имеют усиленную изоляцию между входными и выходными цепями 4 кВ и изоляцию 1500 В между выходными цепями и цепями заземления и соответствуют требованиям стандарта UL/EN 60601-1 издания 2 и 3 для медицинского электрооборудования, могут применяться в изделиях типа B и BF.

MWS65 потребляют в режиме холостого хода менее 0,3 Вт. Конвекционный отвод тепла позволяет применять их в светотехническом промышленном оборудовании, кассовых терминалах и дисплеях, измерительном, испытательном и радиовещательном оборудовании.

Предлагается 5 моделей с выходными напряжениями 5, 12, 15, 24, 48 В (ток нагрузки 11; 5; 4,4; 2,8 и 1,4 А) с регулировкой $\pm 10\%$ от номинального значения. Диапазон входного напряжения 90–264 В, КПД 89%, диапазон рабочих температур $-20...+50^{\circ}\text{C}$. Модули оснащены защитой от превышения выходного напряжения и перегрузки.

www.lambda.ru



#219

TDK-Lambda представляет программируемые источники питания серии Z+

Компания TDK-Lambda представила программируемые источники питания серии Z+. Они характеризуются высокой эффективностью, гибкостью и надёжностью; эти источники высотой 2U предназначены для настольной установки и монтажа в каркас, отвечают требованиям широкого ряда применений, таких как испытательное и измерительное оборудование, испытания на отказ полупроводниковых изделий, тестирование компонентов, лазерных диодов, устройств подогрева, высококачественных усилителей и электромагнитов.

Первыми будут поставляться 400 Вт модели

с выходными напряжениями до 100 В и выходными токами до 40 А. Источники Z+ на 33% меньше и на 40% легче, чем модули предыдущего поколения ZUP и другие аналоги, их удельная мощность на 49% выше. Модели с выходными мощностями 200, 600 и 800 Вт будут включены в серию Z+ в начале 2012 года. Стандартные модели имеют ширину 70 мм, поэтому в 19" каркас может быть установлено до 6 блоков. Гарантия 5 лет.

www.lambda.ru



#219

Недорогие внешние источники питания AC/DC для крупносерийных применений

Компания XP Power начала поставки недорогих внешних одноканальных источников питания AC/DC серии VEN для разнообразных применений, в т.ч. в медицинском электрооборудовании. Серия VEN включает модели с мощностями 20, 40, 60, 90 и 120 Вт с выходными напряжениями от +12 до +48 В.

Высокоэффективные модули VEN имеют КПД до 89% и соответствуют жёстким стандартам EISA2007, CEC2008 и Европейской директиве ErP (потребление в режиме холостого хода не более 0,5 Вт). Модули серий VEN20, VEN40 и VEN60 утверждены в качестве источников с ограниченной мощностью (LPS).

Все модели соответствуют стандартам для коммерческого и IT-оборудования IEC/UL/EN/CSA 60950-1 и EN 55022 Class B в помехах излучения и кондуктивных помехах. Они обеспечивают защиту по классу I, а 20 Вт модели – по классу II и оснащены входным соединителем IEC 320-8. VEN 20 и VEN 60 доступны также с сетевыми соединителями IEC 320-C6.

www.xppower.ru



#225

Модуль графического информационного ЖК-дисплея RX12864H

Компания Raystar Optronics начала поставки новых моделей графических ЖК-дисплеев серии RX12864H с разрешением 128×64 точки, выполненных с применением технологии COG (Chip on Glass – кристалл на стекле), позволяющей получить конструкцию с небольшим весом и низким энергопотреблением. В качестве контроллера применяется ИМС ST7567-G4B.

Основные характеристики

- Тип модуля ЖК-дисплея: FSTN, белый/просветно-отражающий/положительный.
- Напряжение питания 3,3 В; потребляемый ток 2 мА.
- Размеры модуля 80×54 мм.
- Видимая область экрана 70,70×38,8 мм.
- Рабочая площадь экрана 66,52×33,24 мм.
- Размер пиксела 0,48×0,48 мм; шаг пиксела 0,52×0,52 мм.
- Диапазон рабочих температур $-20...+70^{\circ}\text{C}$.
- Подсветка: три кристалла светодиода белого свечения, 3,5 В/96 мА.
- Мультиплексирование строк 1/65.

www.prosoft.ru/products/brands/raystar



#344

ODT-НН-МАН120-HD – ручной сканер штрих-кода с уникальными характеристиками

Через современный складской комплекс проходит большое количество товаров, маркированных разнообразными видами штрих-кода. Для данной сферы автоматизации компания Pepperl+Fuchs (FA) представляет универсальный защищённый ручной сканер ODT-НН-МАН120-HD, который выдерживает падение на твёрдый пол с высоты 2 м без потери функциональности.

Сканер имеет небольшие габариты и легко определяет все типы 1D- и 2D-кода. Область чтения кода от 2 до 25 см. Высокое качество распознавания основано на использовании CMOS-камеры, мощной ИК-подсветки, специализированного вычислителя.

Успешное определение кода сопровождается световым, звуковым и вибрационным сигналом. Прибор может комплектоваться тремя различными типами кабеля для подключения к компьютеру через интерфейсы USB, RS-232 либо PS/2. Ответная часть кабеля надёжно фиксируется в ручке сканера. Имеется ПО для эффективного конфигурирования прибора.

<http://www.prosoft.ru/products/brands/pepperl>



#178

DTM – мощный инструмент для систем удалённого ввода/вывода

В дополнение к конфигурированию системы удалённого ввода/вывода (Remote I/O) через сеть PROFIBUS компания Pepperl+Fuchs представила новый программный компонент DTM (Device Type Manager) для своих шинных соединителей или шлюзов.

При конфигурировании Remote I/O в сеть может быть включён дополнительный отладочный мастер для выполнения проверок контура промышленной сети по той же шине при пробном прогоне вводимой в эксплуатацию установки. Каждый контур полевой шины может адресоваться индивидуально.

DTM устанавливается под PACTware или любой другой FDT-совместимой оболочкой. Он способен считывать состояние входов или временно устанавливать выходные данные для испытательных целей, даже когда ведущее устройство распределённой системы не функционирует. Таким образом с центральной рабочей станции осуществляется тестирование клапанов и выявляются ошибки монтажа.

www.pepperl-fuchs.ru



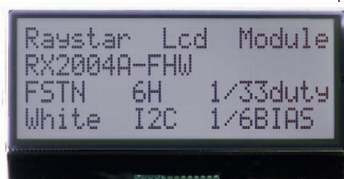
#123

Модуль буквенно-цифрового ЖК-дисплея RX2004A

Компания Raystar Optronics начала поставлять новые модели буквенно-цифровых ЖК-дисплеев серии RX2004A с матрицей 20 знаков × 4 строки, выполненных с применением технологии COG (Chip on Glass – кристалл на стекле), позволяющей получить конструкцию с небольшим весом и низким энергопотреблением. В качестве контроллера применяется ИМС SSD1803A.

Основные характеристики

- Тип модуля ЖК-дисплея: FSTN, белый/просветно-отражающий/положительный.
- Напряжение питания: 3,3/ 5 В.
- Габаритные размеры (Д×Ш×В) 74,3×36,4×12,7 мм.
- Видимая область экрана 60,5×22,18 мм.
- Рабочая площадь экрана 58,5×21,18 мм.
- Размер пиксела 0,48×0,54 мм.
- Шаг пиксела 0,5×0,5 мм.
- Диапазон рабочих температур -20...+70°C.
- Подсветка: три кристалла светодиода белого свечения, 3,5 В/48 мА.
- Мультиплексирование строк 1/33.



www.prosoft.ru/products/brands/raystar

#344

Компактные 10 Вт DC/DC-преобразователи для медицинского электрооборудования

Компания XP Power выпустила 10 Вт DC/DC-преобразователи серии JHM10 (габаритные размеры 31,75×20,32×16,5 мм) с гальванической развязкой для монтажа на плату. Они соответствуют требованиям 3-го издания стандартов ANSI/AAMI ES 60601-1:2005/IEC 60601-1 к безопасности медицинского электрооборудования, подключаемого к пациенту (ток утечки 2 мкА), и EN 55011 и EN 55022 уровня А по кондуктивным помехам и помехам излучения без применения дополнительных внешних компонентов.

Имеется три ряда одно- и двухканальных модулей с соотношением входных напряжений 2:1 – 4,5...9, 9...18, 18...36 В. Выходные напряжения одноканальных моделей +5, +12, +15 В, а двухканальных ±5, ±12 и ±15 В. Они регулируются в пределах ±10% номинала. Стабилизированное напряжение на выходах изменяется не более ±0,3% при всех условиях и менее ±2% при изменениях нагрузки. JHM10 работают при -40...+80°C без дополнительных теплоотводов или принудительного обдува.



www.xppower.ru

#224

Новые OLED-дисплеи Raystar Optronics

Компания Raystar Optronics выпустила дисплеи OLED REC004002A и REG20016A с расположением выводов, как у стандартной модели STN LCD RC4002A. Это позволяет заменить ЖК-дисплеи на модели OLED.

Буквенно-цифровой дисплей REC004002A имеет формат 40 знаков × 2 строки; REG20016A – это эквивалент графического дисплея REC004002A с форматом 200×16. REC004002A имеет встроенный функционально законченный аналогенератор, содержащий шрифты English_Japanese, Western European I, Western European II и English_Russian (4 шрифта). Замена исходного шрифта осуществляется программным способом.

Основные характеристики

- Габаритные размеры 182×38,5 мм.
- Видимая область экрана 154,4×16,5 мм.
- Размер пиксела 0,57×0,65 мм; шаг пиксела 0,62×0,7 мм.
- Режим мультиплексирования 1/16.
- Напряжение питания 5 В, опция 3 В.
- Интерфейс 4/8-битовый 6800 (опция 8080, SPI).

www.prosoft.ru/products/brands/raystar



#344

Новые компактные модули удалённого ввода/вывода серии LB для зоны класса 2

Разработанные компанией Pepperl+Fuchs многоканальные модули удалённого ввода (Remote I/O) серии LB для установки во взрывоопасных зонах класса 2 значительно экономят место в шкафу. Они воспринимают аналоговые и дискретные входные и выходные токовые сигналы с уровнем 20 мА. Универсальные модули конфигурируются на месте эксплуатации и имеют по одному диагностическому светодиодному индикатору на каждом канале, что облегчает диагностику.

Модули LB питают 2-проводные измерительные преобразователи, управляют малоомощными электромагнитными клапанами и обеспечивают связь с пропорциональными клапанами и устройствами позиционирования. При их замене каналы установки автоматически загружаются в модуль замены, что исключает потери времени на конфигурирование. Они могут комбинироваться с одноканальными модулями в применениях с высоким уровнем интеграции для обеспечения целостности контура управления.

www.pepperl-fuchs.ru



#124

Многофункциональный цифровой счётчик Pepperl-Fuchs (FA)

Серия многофункциональных цифровых счётчиков KC-LCDC компании Pepperl-Fuchs (FA) выполнена в стандартном корпусе для монтажа в посадочное окно с габаритами 48×48 мм и имеет защиту по передней панели IP65.

Прибор работает в режиме счётчика и таймера, осуществляет прямой и обратный счёт. Он очень хорошо подходит для работы с энкодерами и способен осуществлять измерение скорости на частоте до 55 кГц.

На LCD-экране информация отображается зелёным и красным цветами двумя группами по 6 символов в каждой. Расположенные на передней панели клавиши позволяют устанавливать значение каждого символа индивидуально.

В зависимости от модификации счётчик может иметь от одного до шести релейных или транзисторных выходов. Возможно подключение датчиков с PNP- или NPN-выходами. Данные во внутренней памяти EEPROM хранятся не менее 10 лет. Счётчик рассчитан на работу при температуре окружающей среды -20...+65°C.

<http://www.prosoft.ru/products/brands/pepperl/2101/>



#179

Модульные ИБП серии ЕМ для 3-фазных резервируемых систем

Компания GE Digital Energy выпустила модульные ИБП мощностью 20...480 кВ·А, не имеющие единых точек отказа, поскольку в каждый модуль интегрированы силовой блок, байпас и электроника управления. Они выполнены по технологии VFI и включают модули с выходными мощностями 20 кВ·А (20...240 кВ·А) и 40 кВ·А (40...480 кВ·А). В систему можно объединить до 12 модулей.

ИБП работают от 3-фазной сети переменного тока 3×380/400/415 В, входная частота 50/60 Гц ±5%, и используют необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторные батареи. Максимальное количество элементов 2×120...2×144 (2,23...2,30 В/элемент). Время заряда батареи до 90% ёмкости не превышает 5 часов.

Панель управления включает ЖК-дисплей с подсветкой, кнопки управления и настройки, светодиоды индикации. Средства коммуникации ИБП: плата Ethernet-интерфейса (протоколы SNMP, RCMMD, HTML) и ПО для отключения серверов. Имеются интерфейсы RS-232 и RS-485 (Modbus).

<http://www.prosoft.ru/products/brands/ge/457737/>



#270

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 участившими 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, обмениваться 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.

Шкаф телеметрии ШРП

В октябре 2011 года фирма «Шатл» (г. Казань) совместно с ООО «Марийскгаз» запустила в опытную эксплуатацию шкаф телеметрии ШРП (шкафной газорегуляторный пункт) в составе функционирующей системы телеметрии газораспределительных пунктов Республики Марий Эл. Шкаф телеметрии ШРП осуществляет:

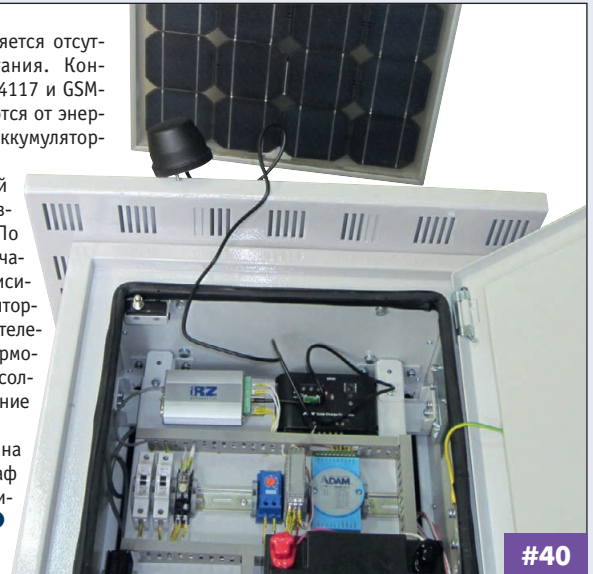
- измерение давления природного газа на входе и выходе ШРП;
- контроль открывания двери ШРП и двери шкафа ШРП;
- автоматическую установку связи с диспетчерским пунктом (ДП);
- передачу данных по каналам GSM/GPRS на диспетчерский пункт;
- синхронизацию реального времени с диспетчерским пунктом;
- архивирование данных на время пропадания связи с ДП и передачу архива этих данных при восстановлении связи.

Главной особенностью ШРП является отсутствие подведённого электропитания. Контроллер шкафа телеметрии ADAM-4117 и GSM-модем – терминал TC65 запитываются от энергии солнечной батареи днём и от аккумуляторной батареи ночью.

Контроль за зарядкой и разрядкой аккумуляторной батареи осуществляет специальный контроллер. По определённому алгоритму он отключает или подключает нагрузку в зависимости от уровня зарядки аккумуляторной батареи. Обогреватель шкафа телеметрии (ШРП) включается через термостат только при наличии хорошего солнечного освещения, когда напряжение на солнечной батарее более 12 В.

Солнечная батарея размещена на крыше двухэтажного здания. Шкаф телеметрии ШРП имеет вандалозащищённое всепогодное исполнение. ●

www.shuttle.kazan.ru



#40

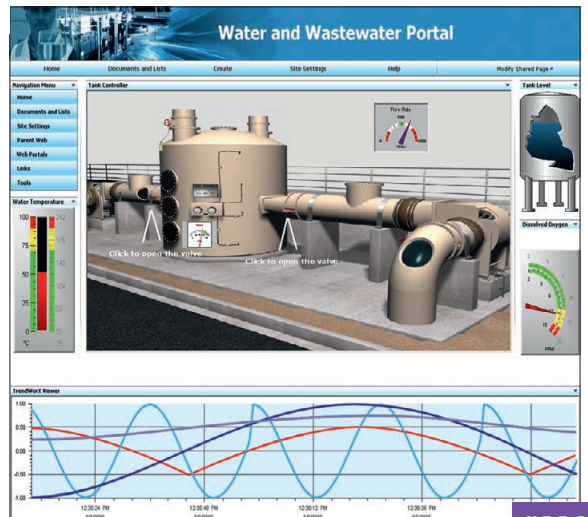
Автоматизация станции очистки воды в Куншане

Очистка воды очень важна для промышленных предприятий и особенно актуальна для объектов, расположенных рядом с водоёмами. Компания Advantech предлагает широкую линейку оборудования для систем мониторинга и управления очистными сооружениями. Внедрение АСУ ТП позволяет достичь высокого уровня очистки воды, включая контроль показателей кислотности и содержания кислорода. Целью проекта автоматизации станции очистки воды, внедрённого в Куншане, было централизованное измерение расхода воды и удалённый контроль её уровня в каждом сегменте системы, а также сбор информации о физических параметрах воды на всех этапах водоподготовки.

ПЛК ADAM-5510KW, системы сбора данных ADAM-4000, ADAM-6000 и программное обеспечение WebAccess объединены в автоматизированную систему управления очистной станцией

и контроля технологических параметров и качества воды после фильтрации. Использование модулей ввода/вывода ADAM позволило создать гибкую систему ввода/вывода, поддерживающую несколько промышленных сетей. С помощью удалённого доступа Web-Access инженерный персонал может через Интернет контролировать все стадии очистки и водоподготовки. Реализация проекта даёт возможность ежедневно обеспечивать неизменно высокое качество питьевой и технической воды. ●

www.prosoft.ru/products/brands/advantech/



#114

Опыт применения GENESIS64 для диспетчеризации инженерных систем зданий

Компания «НОРВИКС-ТЕХНОЛОДЖИ» более года предлагает своим клиентам создание проектов АСУЗ с использованием SCADA-системы GENESIS64. Сейчас можно сравнить GENESIS64 и GENESIS32.

В первую очередь, GENESIS64 отличают более развитые возможности для отображения объектов на мнемосхемах. Поддерживается полупрозрачность, возможность добавления градиентов к линиям трендов, есть много других улучшений элементов отображения.

Много споров у разработчиков вызвала возможность работы с 3D-объектами. Практика показала, что там, где требуется обеспечить навигацию по нескольким подсистемам, применение объёмных анимированных моделей повышает наглядность переходов между мнемосхемами.

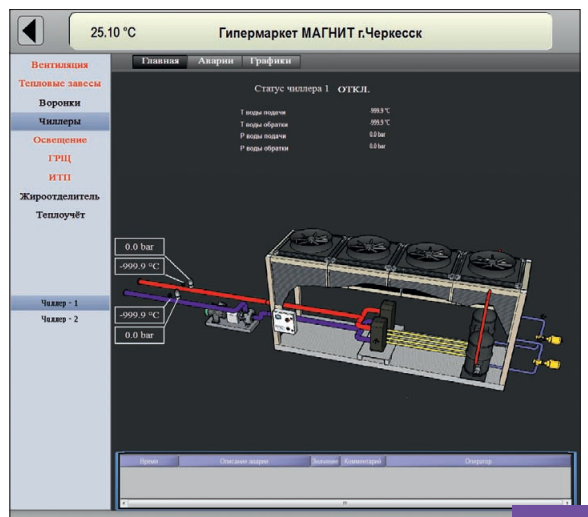
Несколько раз мы решали однотипные задачи с использованием 32- и 64-битовых вариантов

ПО GENESIS. 64-битовое приложение показало более высокое быстродействие. Субъективно, задача в GENESIS64 обрабатывается на порядок быстрее.

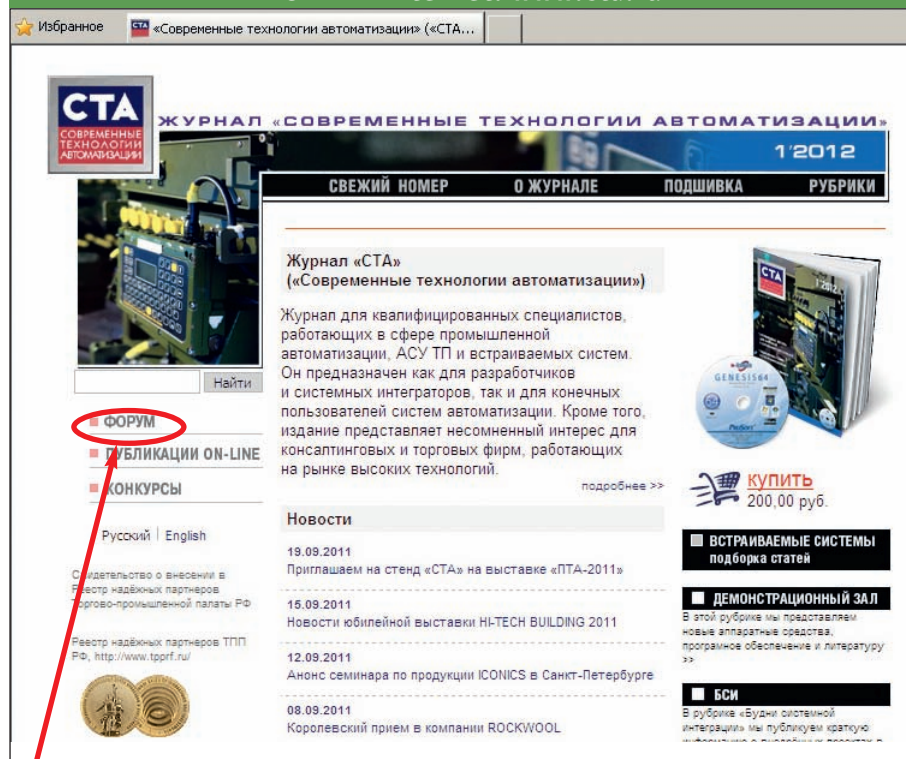
Из немногочисленных недостатков следует отметить ограничения на интеграцию приложений GENESIS64 и GENESIS32, которые мы быстро решили с помощью специалистов ICONICS.

В целом за год у специалистов «НОРВИКС-ТЕХНОЛОДЖИ» сложилось впечатление о GENESIS64 как о качественном новом, более функциональном продукте, готовом полностью заменить своего предшественника. ●

www.norvix.ru



#23



Приглашаем читателей принять участие в работе форума на сайте журнала «СТА»: www.cta.ru

Редакция журнала «СТА» приглашает к сотрудничеству научных редакторов, авторов и рецензентов.

Телефон: (495) 234-0635,
факс: (495) 232-1653,
e-mail: info@cta.ru

Уважаемые читатели,

присылайте в редакцию вопросы, ответы на которые вы хотели бы увидеть на страницах журнала. Мы также будем благодарны, если вы сообщите нам о том, какие темы, по вашему мнению, должны найти своё отражение в журнале.

Уважаемые рекламодатели,

журнал «СТА» имеет большой для специализированного издания тираж до 20 000 экземпляров. Журнал распространяется по подписке, в розницу, через региональных распространителей, а также по прямой рассылке ведущим компаниям стран СНГ, что позволит вашей рекламе попасть в руки людей, принимающих решения о применении тех или иных аппаратных и программных средств.

Конкурс на лучшую статью

Продолжается конкурс на лучшую статью, опубликованную в журнале с 1-го номера 2011 г. по 4-й номер 2011 г. Авторы-победители получают премии. Подведение итогов конкурса — во втором номере журнала за 2012 год. В качестве жюри будут выступать читатели «СТА», указавшие лучшую статью в карточке обратной связи (стр. 111) или в форуме на сайте www.cta.ru

Подписка на журнал «СТА»

Мы предлагаем вам следующие варианты получения нашего журнала:

Для гарантированного и регулярного получения журнала «СТА»

необходимо оформить платную подписку через подписное агентство «Роспечать» по каталогу «Роспечать».

Подписные индексы:
на полугодие — 72419, на год — 81872

Подписка за рубежом

Читатели из дальнего зарубежья могут оформить подписку через агентство «МК-Периодика».

Телефоны: +7 (495) 681-9137/8747,
факс: +7 (495) 681-3798

Даже если вы
были подписаны и
бесплатно получали
«СТА» в 2011 году,

для получения
журнала «СТА»
в 2012 году

вам необходимо
заполнить форму

на стр. 111

или на сайте www.cta.ru

ИНДЕКСЫ ПРОДУКЦИИ для карточки обратной связи

Страница	Компания	Индекс
9	ADLINK	#385
103		#385
106		#385
4-я обл.	Advantech	#111
61		#114
109		#114
81	AdvantiX	#116
103		#116
105	APC	#216
46	Belden	#333
105	CRANE Interpoint	#132
13	Emerson	#139
103		#139
99	Eremex	#347
46	EtherWAN	#333
21		#277
23		#278
77	FASTWEL	#236
2-я обл.		#233
51		#235
103		#449
106		#233
17	FLIR	#349
47	Getac	#173
108	GE Digital Energy	#270
97	HARTING	#137
105		#137
46	Hilscher	#333
46	Hirschmann	#333
23		#278
3-я обл.	ICONICS	#252
12	International Rectifier HiRel	#350
105	LiteMax Electronics	#189
106		#189
63	MEN Mikro	#348
51		#235
1	Microsoft	#315
1	On Time	#315
45	Panasonic	#342
104		#342
59	Pepperl+Fuchs	#123
65		#125
104		#124
107		#123
106		#124
108		#124
107		#178
108		#179
1	QNX Software Systems	#315
33	Raystar	#344
105		#344
107		#344
108		#344
104	Schaefer	#275
2	Schroff	#74
104	Signatec	#462
35	Spectrum	#469
103	TDK-Lambda	#220
105		#219
107		#219
71	Thermokon	#298
69	WAGO	#403
1	Wind River	#315
108	XP Power	#224
104		#225
106		#225
107		#225
79	Доломант	#420
91	НОРВИКС	#23
109		#23
101	ПРОСОФТ	#21
83	ПРОСОФТ-Системы	#24
109	ШАТЛ	#40

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.CTA.ru/>)

Поля, отмеченные *, обязательны для заполнения. Можно отмечать несколько пунктов в одном разделе анкеты.

1/1

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* _____ Отдел _____

Телефон*

Телефон _____ Факс _____
E-mail* _____ Сайт*

Адрес предприятия*:

Почтовый индекс, город*:

Район, область*:

Адрес*: _____

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
- ☐ Metallургия
- ☐ Горнодобывающая промышленность
- ☐ Машиностроение
- ☐ Приборостроение
- ☐ Строительная индустрия
- ☐ Легкая и пищевая промышленность
- ☐ Медицина
- ☐ Автоматизация зданий
- ☐ Сельское хозяйство

- ☐ Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы уже оформили подписку на 2012 г. через подписные агентства.

Конкурс на лучшую статью

Укажите фамилию автора и название лучшей,
по Вашему мнению, статьи
из опубликованных в 2011 г.

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
- ☐ Опытнo-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*?

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 Modern visualization tools as an instrument for business

By Denis Rubio

The subject of the article is a review of modern information display tools and their applications. Special emphasis is placed on visualization solutions and tools most commonly used in Russia.

REVIEW/Embedded Systems

14 AdvancedTCA for building systems in defense and aerospace industries

By Aleksandr Buravlev

Many defense and security tasks involve high-performance embedded processors of server-based architecture. Radar data processing, encrypt/decrypt server, system that aids the decision-making process based on the analysis of graphic information in real-time mode, automation of the situation center – this is an incomplete list of tasks which can be successfully solved using the systems based on the modular ATCA platforms.

REVIEW/Industrial Networks

18 The concept of parallel and ring redundancy

By Ivan Lopukhov

The article discusses the new principles of redundancy for the industrial Ethernet networks, their features, advantages over existing technologies and prospects for use in real network devices.

REVIEW/Hardware

26 Radiation-tolerant film hybrid DC/DC-converters – the standard components of power supply systems of space vehicles

By Victor Zhdankin

The article describes the design features of the film hybrid DC/DC-converters offered by International Rectifier (USA), various methods for building the power supply systems of the space vehicles and effect of the system requirements on technical parameters of the power modules. Particular emphasis is given to the radiation resistance and quality control requirements when manufacturing such modules. The article presents some popular models of DC/DC-converters and promising products of this class.

42 Not drowned in water, nor burnt in fire. Dear field friends. Part 2

By Sergey Dronov

The article covers the technologies protecting the structural elements of industrial notebooks from moisture, dust and vibration. It also explains when it makes sense to replace a commercial notebook with its industrial version. Also included are examples of using protected notebooks on railway vehicles and during combat operations.

SYSTEM INTEGRATION/Astronautics

48 Experience of using Schroff cabinets based on Varistar platform when developing automated test systems

By Valeriy Naumkin, Igor Surzhenko, Sergey Shlyakhtin and Vladimir Budyakov

The article discusses the design concept and experience in developing automated test systems to control complex high-tech facilities based on the Schroff's Varistar cabinet platforms. It is demonstrated that the use of these cabinets is justified from the point of view of their reliability and failure-free operation.

52 Distributed control system for antenna complex

By Elena Petrushkova, Sergey Chadov, Aleksei Morozov and Marat Musin

The article presents a hardware-software complex to control a multi-channel radio complex in real-time mode. Also included is a description of the hardware and software architecture and specifics of implementation.

SYSTEM INTEGRATION/Machine-building

56 Automatic control systems for gas carburizing processes

By Boleslav Vilenchits and Vyacheslav Popov

The article examines the metal surface impregnation processes, particularly gas carburizing. Also discussed are methods and instruments for measuring the carbon potential of the furnace atmosphere as applied to the development of an automatic control system for the gas carburizing processes. The article presents the hardware of the automatic control system and basic elements of software. The examples are provided to illustrate practical implementation of the automatic control system for gas carburizing processes.

SYSTEM INTEGRATION/Ecology

66 Automated dispatch control system for the industrial wastewater treatment processes

By Grigoriy Rudoy

The article addresses the issues related to the development of an automated dispatch and control system for a biological treatment station at Segezha Pulp and Paper Plant. It also describes practical experience in introducing the Advantech equipment and building the SCADA-based GenIDAQ data acquisition system for 1600 points. The article shows details of the project implementation and the hardware/software solutions used to achieve the required accuracy and reliability of the system operation.

DEVELOPMENT/Aviation

74 Compact onboard measuring system for flight tests of small aircraft

By Aleksandr Bragin and Artem Lukiyanov

The SibNIA specialists developed a working model of an automated compact onboard measuring system for the small aircraft in order to eliminate the defects and operating constraints of the onboard measuring systems used earlier. The system allows for shortening time required for flight test preparation, performance and test data processing. Also, this system makes it possible to analyze flight data during an experiment and present the current information immediately in test modes.

DEVELOPMENT/Construction Materials Industry

84 Automated control system for wet thermal treatment of silica bricks

By Igor Chernyak

The automated control system discussed in the article is designed to monitor, regulate and control the wet thermal treatment of silica bricks in autoclaves. The hardware of the automated control system is based on the SIMATIC S7-300 controller with the ET200S distributed I/O stations.

SOFTWARE/Software Tools

88 Integration of devices using the non-standard protocol into SCADA GENESIS32

By Victor Buts and Vladislav Yurchaev

The article examines the traditional methods for integrating the devices into OPC-compatible SCADA and the problems occurred during implementation. The article offers an alternative option to connect the devices with the non-standard protocol to SCADA GENESIS32.

ENGINEER'S NOTEBOOK

92 Summation of measurement errors in automation systems

By Victor Denisenko

Process variables measurement error is normally calculated knowing the metrological characteristics of the gages, transducers, analog input modules and the software error. This raises the question of how to calculate the said error components correctly. The article discusses methods for solving this question based on the analysis of the nature of errors and implementation of the regulatory documents on metrology.

SHOWROOM

103

SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF

109

NEWS

12, 55, 90, 95

CD-ROM in this issue

ICONICS





GENESIS 64™

Новые возможности для развития бизнеса



- 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®

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) 310-0106 • 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

© СИА-ИРЕС

Реклама

Новое поколение РАС-систем с двухпроцессорной архитектурой



ADVANTECH

eAutomation

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

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



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
С.-ПЕТЕРБУРГ
ЕКАТЕРИНБУРГ
САМАРА
НОВОСИБИРСК
КИЕВ
УФА
КАЗАНЬ
ОМСК
ЧЕЛЯБИНСК
КРАСНОДАР
Н. НОВГОРОД

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • E-mail: info@kzn.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • E-mail: omsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • E-mail: chelyabinsk@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • E-mail: krasnodar@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • E-mail: n.novgorod@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

© СТА-ПЕКС