

СТА

СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

WWW.STA.RU

**ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ
ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



Ваш надёжный партнёр!



automation &

www.siemens.ru/ad

DRIVES

PROSOFT®

Москва (495) 234-0636
info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-Петербург (812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru
Екатеринбург (343) 376-2820
info@prosoftsystems.ru
www.prosoftsystems.ru
Самара (846) 277-9165
info@samara.prosoft.ru

Департамент «Техника автоматизации и приводы (A&D)» предлагает Вам полный спектр продуктов для автоматизации во всех отраслях промышленности: техника автоматизации, контрольно-измерительная аппаратура, приводы, коммутационная и электроустановочная техника. Каждый заказчик, обратившись к нам, всегда найдет компетентного партнера, способного предложить оптимальное решение, независимо от того, о чем идет речь — об отдельных продуктах или о комплексных решениях для целых отраслей.

SIEMENS

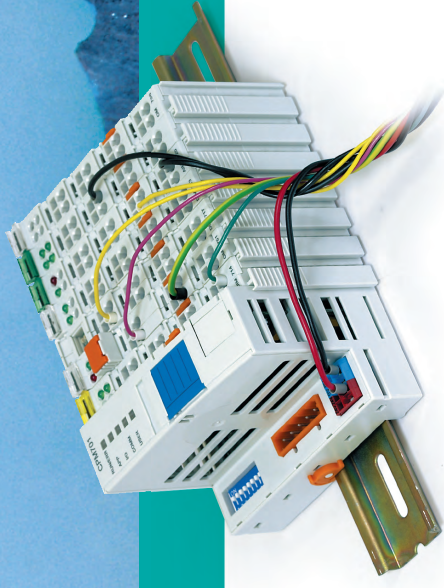
Департамент техники автоматизации и приводов
115114 Москва
ул. Летниковская, 11/10, стр. 2
Тел.: (495) 737-2441
Факс: (495) 737-2483

-40...+85°C

Отрицательная температура — положительный результат

Программируемые контроллеры Fastwel I/O

Температурный диапазон — для любых климатических условий
Надежная электроника — для ответственных применений на транспорте
Российский производитель — оперативная техническая поддержка



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

PROSOFT®

Москва

С.-Петербург

Екатеринбург

Самара

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

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

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

Тел./факс: (846) 277-9165/9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Естественное взаимодействие между Человеком и Машиной



Сенсорные промышленные ПК

- Совместимость с Windows 2000/CE/XP
- Диагональ дисплея от 5,7" до 17"
- Безвентиляторный дизайн
- Поддержка флэш-памяти
- Защита передней панели IP65
- Ультра-компактные и легкие
- Варианты с сенсорным экраном

Промышленные панельные компьютеры

- Поддержка процессоров Intel Pentium 4/Celeron
- Диагональ дисплея от 12" до 17"
- Два слота расширения PCI/ISA
- Степень защиты IP65 (передняя панель)
- Различные варианты монтажа
- Прочный корпус из нержавеющей стали и алюминия
- Варианты с сенсорным экраном

Промышленные плоскпанельные мониторы

- Высокая контрастность и надежность
- Диагональ дисплея от 6" до 19"
- Интерфейсы: VGA, S-Video, DVI
- Различные варианты монтажа
- Степень защиты до IP65, стальные, алюминиевые передние панели
- Варианты с сенсорным экраном

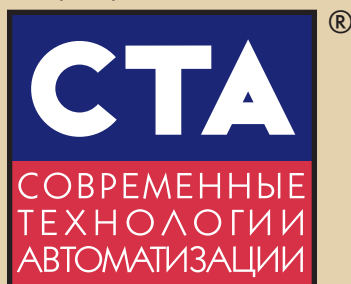
Промышленные рабочие станции

- Широкий выбор вариантов по производительности
- Диагональ дисплея 10", 12" и 15"
- От 4 до 14 слотов расширения PCI/ISA
- Многофункциональная мембранная клавиатура
- Прочная металлическая лицевая панель (IP65)
- Варианты с сенсорным экраном



Издательство «СТА-ПРЕСС»

Директор Константин Седов



Главный редактор Сергей Сорокин

Зам. главного редактора Леонора Турок

Научный редактор Александр Липницкий

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

Дизайн и верстка Станислав Богданов, Дмитрий Юсим, Константин Седов

Web-мастер Дмитрий Романчук

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

Служба распространения Екатерина Козлова
E-mail: info@cta.ru

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

Выходит 4 раза в год
Журнал издаётся с 1996 года
№ 1'2006 (38)
Тираж 15 000 экземпляров
Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати
Свидетельство о регистрации № 015020
Индексы по каталогу «Роспечати» — 72419, 81872
Индексы по объединённому каталогу «Пресса России» — 27861, 27862
ISSN 0206-975X
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных партнеров Торгово-промышленной палаты Российской Федерации
Цена договорная
Отпечатано в типографии «Алмаз-Пресс»

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы несут компании-рекламодатели.
Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.
Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов.
Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.
© СТА-ПРЕСС, 2006

Фото на обложке Alamy/PHOTAS



Уважаемые друзья!

Главная тема этого номера — железнодорожный транспорт, который представлен разработками для электропоездов, тепловозов, поездов метрополитена, а также для систем контроля состояния рельсов, без коих перечисленные транспортные средства, какими бы совершенными они ни были, далеко не уедут. Практически все эти разработки направлены на повышение безопасности движения, и нас — потенциальных пассажиров — это не может не радовать.

Совсем не так давно бытовала шутка о том, что молодой специалист с готовностью примет распределение в любой, даже маленький и удалённый населённый пункт, но только при одном условии — лишь бы там было метро. В августе прошедшего года метро открылось, наконец, и в Казани. Город ждал этого 1000 лет. Как известно, первые туннели под стенами Казанского Кремля рылись ещё при Иване Грозном, в то время, правда, с их помощью решались совсем не транспортные проблемы. Журнал уже рассказывал про санкт-петербургскую подземку, а теперь на примере Казанского метрополитена можно оценить, как разработчики систем управления продвинулись по пути повышения безопасности, надёжности и экономичности.

С материалами транспортной тематики переключаются статьи о судовом оборудовании — фактически это описания решений по автоматизации различных систем водных транспортных средств.

Другая тема номера — пищевая промышленность — представлена проектами автоматизации рыбообрабатывающего комбината и спиртзавода. Первый проект интересен комплексным подходом к вопросам управления производством на основе интеграции ERP, MES и АСУ ТП, а второй — своими решениями для взрывоопасной зоны. И хотя производству спирта посвящена чуть ли не каждая четвёртая статья рубрики «Пищевая промышленность», эта тема остаётся во всех отношениях неисчерпаемой.

Отдельные материалы связаны с такими отраслями, как электроэнергетика, сельское хозяйство, космонавтика. В статьях теоретической направленности рассматриваются вопросы автоматизации территориально рассредоточенных объектов, а также использования скользящих режимов в регулировании.

Журнал продолжает знакомить читателей с ведущими мировыми производителями изделий для систем автоматизации и встраиваемых систем. На этот раз представлен портрет фирмы XP Power.

С наступившим Новым годом!

Всего Вам доброго!

Сорокин

С. Сорокин



В этом номере Вы найдёте
компакт-диски компаний
Siemens и ИКОС

СОДЕРЖАНИЕ 1/2006

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Распределённые системы управления

6 Автоматизация территориально-рассредоточенных объектов с использованием средств MicroPC

Виктор Сумительнов, Константин Козлов, Денис Афонин

В статье предложены решения по автоматизации территориально-рассредоточенных объектов с передачей сигналов на устройства и системы по радиоканалу связи и формированием сообщений в соответствии с требованиями стандартов серии ГОСТ Р МЭК 870. Предложенные решения реализованы с использованием аппаратных средств MicroPC.

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Пищевая промышленность

14 Решение задач оперативного управления производством на различных уровнях информационной структуры предприятия

Владимир Демидов

Рассматривается информационная структура предприятия с точки зрения позиционирования и взаимодействия отдельных её элементов: определяется их место в пирамиде управления, задачи и способы интеграции с производственным окружением. Особое внимание уделяется интеграции ERP-, MES-систем и АСУ ТП для решения задач оперативного управления производством.

22 Комплексный подход к построению систем управления технологическими процессами производства спирта

Александр Гунько, Игорь Комиссаров, Александр Дорофеев

В статье описывается комплексный подход к построению АСУ ТП производства спирта на примере Козловского спиртового завода. Составляющими этого подхода являются выбор аппаратных и программных средств в соответствии с поставленными задачами и требованиями, оптимизация параметров регулирования, обеспечение функциональной и архитектурной гибкости системы, организация работы в режиме реального времени, в условиях взрывоопасной зоны, создание удобного пользовательского интерфейса для оператора и т.д. Приведены количественные показатели, доказывающие эффективность внедрения описываемой системы.

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Электроэнергетика

28 Модернизация оперативно-информационного комплекса АСДУ Днепропетровских электрических сетей

Николай Титов, Владимир Прохвятилов, Анатолий Кривоносов, Наталья Левенец, Дмитрий Бородин, Михаил Гальперин

Сформулированы цели модернизации, представлена соответствующая им новая структура оперативно-информационного комплекса, дано описание применяемого аппаратного и программного обеспечения. Перечислены реализованные меры обеспечения высокой надёжности, показаны расширенные возможности модернизированного комплекса и унифицированный характер представленных решений.

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Железнодорожный транспорт

34 Безопасность и экономичность — главные черты системы управления движением поездов Казанского метрополитена

Виктор Белов, Анатолий Голынский, Константин Потапов, Михаил Гаркуша, Лев Корнев

Рассмотрены архитектура и состав системы управления движением поездов Казанского метрополитена, которая характеризуется высоким уровнем безопасности пассажиров и экономичностью эксплуатации. Эта система, в которой реализованы новейшие научные и практические достижения в области автоматизированного управления и организации движения поездов метро, представляет собой пример инновационной деятельности отечественной промышленности.

40 Электроника на службе безопасности движения

Борис Никифоров

В статье описана Единая комплексная система управления и обеспечения безопасности движения (ЕКС), цели её создания и решаемые задачи. Приведены основные функции и новые потребительские свойства ЕКС, описаны структура, технические решения и особенности системы.

РАЗРАБОТКИ/Железнодорожный транспорт

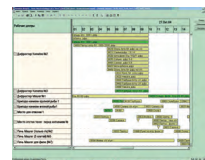
46 Автоматизированная дефектоскопия рельсов: 5 лет спустя

Роман Беляев, Виталий Грибов, Алексей Ерошин, Алексей Кириллов, Александр Рейман, Александр Шишков

Данное обращение к теме автоматизированной дефектоскопии рельсов посвящено рассмотрению некоторых принципиальных моментов, связанных с новыми требованиями к организации контроля и диагностики состояния рельсов. Описаны соответствующие решения, реализованные в дефектоскопе АДС-02, и представлены основные направления дальнейшего совершенствования этого устройства, ориентированные на повышение надёжности испытательной системы, увеличение производительности вторичного контроля, организацию беспроводной передачи данных и паспортизацию железнодорожных путей.



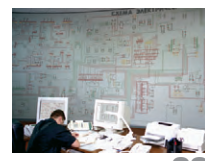
стр. 6



стр. 14



стр. 22



стр. 28



стр. 34



стр. 40



стр. 46

50 ТЭМ21 — локомотив 21 века

Юрий Бабков, Олег Котов, Павел Чудаков

В статье рассказывается о маневровом тепловозе нового поколения ТЭМ21 с передачей переменного-переменного тока, об особенностях его конструкции и функциях микропроцессорной системы управления.



стр. 50

РАЗРАБОТКИ/Судовое оборудование

56 Система автоматического управления и регулирования корабельного газотурбогенератора ГТГ-100К

Павел Морозов, Анатолий Скрипниченко, Ирина Иванова, Валерий Лисоконь, Александр Орехов, Владимир Ободан

Описывается успешный опыт разработки системы автоматического управления и регулирования (САУР) корабельного 100-киловаттного газотурбогенератора ГТГ-100К на базе модулей формата MicroPC. Рассмотрены требования к системе, этапы разработки, пути достижения необходимой надёжности и долговечности, минимизации временных и финансовых затрат. Разработанная в самые жёсткие сроки САУР ГТГ-100К обеспечила выполнение военных требований к качеству изделия и позволила отработать технические решения, общие для любых газовых турбин.



стр. 56

62 Триста пятьдесят футов под килем

Роб ван Россам

На глубине 350 футов лежала погибшая АПЛ «Курск». За горечью этой трагедии на второй план отошли технические аспекты уникальной операции по подъёму атомохода, но только благодаря им стало возможным отдать последний долг погибшему экипажу. Спустя время малоизвестные подробности этой операции предаются широкой гласности. Данная статья поступила в редакцию от голландской компании Raster, которая принимала участие в подъёме АПЛ «Курск». Описывается система автоматизации подъёмников, одной из главных задач которой была компенсация вертикальной качки.



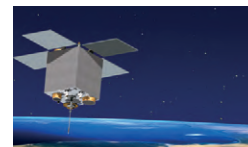
стр. 62

РАЗРАБОТКИ/Космонавтика

66 Компонентная модель программного обеспечения для испытаний бортовых систем космического аппарата

Игорь Туркин, Павел Лучшев, Иван Перекопский, Игорь Мосиенко

В статье изложены проблемные вопросы, свойственные автоматизации испытаний сложных технических систем. Рассматриваются задачи представления и обработки информации о технологических процессах испытаний такого рода систем. Приведены апробированные на практике решения указанных задач.



стр. 66

РАЗРАБОТКИ/Сельское хозяйство

74 АСУ ТП производства комбикормов на базе контроллера Fastwel RTU188-BS

Виктор Букреев, Николай Гусев, Михаил Нечаев, Иван Краснов, Руслан Гурьев, Сергей Кремис

В статье рассказывается об автоматизированной системе управления технологическим процессом дозирования и смешивания компонентов комбикормов на свиноводческом комплексе ЗАО «Сибирская аграрная группа». Описаны функциональные возможности и аппаратно-программная реализация системы управления. В результате внедрения удалось значительно превзойти по производительности и точности требования, предъявленные заказчиком к системе.



стр. 74

ПОРТРЕТ ФИРМЫ

80 XP Power — специалист в области энергетической электроники

Виктор Жданкин

В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

90 Использование скользящих режимов в регулировании

Владимир Ивайкин

В данной статье описываются алгоритмы регулирования с использованием скользящего режима, предназначенные для цифровых управляющих устройств. Рассмотрены различные варианты таких алгоритмов, начиная с основного алгоритма регулятора идеального объекта и заканчивая оптимальным алгоритмом регулирования реального апериодического объекта.



стр. 80

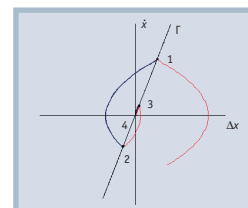
ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

96 Выставка ПТА официально признана лучшей российской выставкой по автоматизации

Галина Серёгина

98 Путь к промышленному сердцу России открыла выставка «ПТА-Урал 2005»

Галина Серёгина



стр. 90

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

101

БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

108

НОВОСТИ

43, 97, 99, 100, 107



стр. 96



Автоматизация территориально-рассредоточенных объектов с использованием средств MicroPC

Виктор Сумительнов, Константин Козлов, Денис Афонин

В статье предложены решения по автоматизации территориально-рассредоточенных объектов с передачей сигналов на устройства и системы по радиоканалу связи и формированием сообщений в соответствии с требованиями стандартов серии ГОСТ Р МЭК 870. Предложенные решения реализованы с использованием аппаратных средств MicroPC.

Задача создания автоматизированных систем управления территориально-рассредоточенными процессами решается системными интеграторами достаточно часто, что можно проследить, например, по количеству публикаций на эту тему.

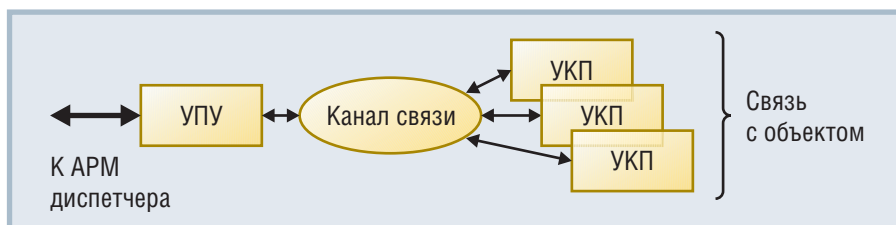
Такие разработки выполняются по технологии телемеханики. Их большое разнообразие является следствием стремления системных интеграторов найти наиболее предпочтительные решения с учётом широкого разброса требований к организации каналов связи, к составу и объёму телемеханических функций, к условиям эксплуатации оборудования на объектах нефтяной и газовой промышленности, электроэнергетики, железных дорог, мелиорации, гидрометеорологии, жилищно-коммунального хозяйства и т.д. Очевидно, что потребность в специфических разработках будет всегда, но

наряду с этим имеется множество территориально-рассредоточенных процессов, для которых предпочтительнее унифицированные решения автоматизации на основе проектной компоновки программно-технических комплексов телемеханического назначения с использованием современных системотехнических средств: программируемых контроллеров с широким набором функциональных модулей, промышленных шин и средств связи, обеспечивающих передачу сигналов по проводным (в том числе и оптоволоконным) и беспроводным линиям или каналам связи. Принципиально новые возможности унификации появились с введением стандартов серии ГОСТ Р МЭК 870, в которых нормируются не только технические требования и условия эксплуатации, но также форматы данных и протоколы передачи телемеханических сообщений.

В данной статье рассмотрены варианты проектного решения задач автоматизации территориально-рассредоточенных объектов на базе технических средств, объединяемых технологией MicroPC, радиоканала связи и протоколов передачи телемеханических сообщений в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 870-5-1. Статья предназначена для тех, кто ориентирован на применение средств MicroPC и кого интересуют вопросы унификации решений телемеханических систем в соответствии с действующими стандартами.

Общие положения

Известно, что АСУ ТП создаются на основе принципов системного подхода, одним из которых является разбиение всей системы на подсистемы и учёт при разработке не только свойств отдельных подсистем, но и связей между ними. По этой причине в составе территориально-рассредоточенных АСУ ТП методически важно выделить в качестве отдельной подсистемы *телемеханическую сеть* (ТмС) — совокупность устройств телемеханики, объединяющих их каналы связи и протокола передачи телемеханических сообщений [1]. Общая структура ТмС показана на рис. 1, где УПУ — устройство пункта управления, подключаемое к автоматизированному рабочему месту (АРМ)



Условные обозначения:

УПУ — устройство пункта управления; АРМ — автоматизированное рабочее место;

УКП — устройства контролируемых пунктов.

Рис. 1. Общая структура телемеханической сети

Таблица 1

Уровни укрупнённой модели взаимодействия открытых систем и соответствующие стандарты

Уровень	Наименования уровней	Определяющие стандарты	Предмет стандартизации
7	Пользовательский (уровень SCADA, драйвера или OPC-сервера)	ГОСТ Р МЭК 870-5-5	Протоколы передачи Основные прикладные функции
		ГОСТ Р МЭК 870-5-4	Протоколы передачи Определение и кодирование элементов пользовательской информации
		ГОСТ Р МЭК 870-5-3	Протоколы передачи Общая структура данных пользователя
2	Канальный	ГОСТ Р МЭК 870-5-2	Протоколы передачи Процедуры в каналах передачи
		ГОСТ Р МЭК 870-5-1	Протоколы передачи Форматы кадров передачи
1	Физический	По типу канала связи	Состав и уровни электрических сигналов

диспетчера, а УКП — устройства контролируемых пунктов, обеспечивающих либо непосредственное взаимодействие с объектом (УКП терминальное), либо через некоторое устройство связи с объектом (УКП интерфейсное), реализованное на базе программируемого контроллера с набором модулей ввода-вывода.

В настоящее время в создаваемых системах управления территориально-рассредоточенными (пространственно-распределёнными) технологическими процессами широко используются различные промышленные шины. Принципиальное отличие ТмС от сетей на базе промышленных шин состоит в том, что УКП подключаются к УПУ с использованием *протяжённых каналов связи* разнообразных конфигураций, в которых километрами измеряется расстояние не только между УПУ и УКП, но и между отдельными УКП. Такие каналы связи характеризуются узкой полосой пропускания и, следовательно, низкой скоростью передачи сигнала в условиях активного воздействия внешних помех. Причём каналы связи ТмС, как правило, находятся вне зоны административной ответственности предприятия, создающего АСУ ТП, и поэтому возможности их конструктивной защиты от воздействия помех отсутствуют. Тем не менее в указанных условиях характеристики ТмС должны гарантировать нормированное время передачи аварийного сообщения, нормированное время отклика на команду управления, а также высокую степень системной достоверности, обеспечивающую в реальном времени идентичность физического состояния переменных процесса и их представления в АРМ диспетчера.

Отмеченные и другие особенности проектирования и эксплуатации ТмС, по нашему мнению, подтверждают необходимость выделения устройств телемеханики в отдельный класс устройств автоматизации, для которого остаются действующими «старые» стандарты ГОСТ 26.005 и ГОСТ 26.205, а также введена в употребление серия «новых» международных стандартов ГОСТ Р МЭК 870, позволяющая решать задачу обеспечения совместимости аппаратуры телемеханики различных производителей на принципах открытых систем.

Стандарты группы ГОСТ Р МЭК 870-5 позволяют описать ТмС на уровне укрупнённой модели взаимодейст-

вия открытых систем в соответствии с табл. 1.

Уже общепринято, что прикладное программное обеспечение АРМ диспетчера разрабатывается инструментальными средствами SCADA, следовательно, поддержка работы ТмС на уровне АРМ диспетчера должна осуществляться в SCADA-среде. Для этого нужен либо драйвер, написанный для конкретной SCADA, либо OPC-сервер, предназначенный для тех SCADA, которые поддерживают OPC-технологии. На данном *пользовательском уровне* стандартами определяются принципы описания ТмС в виде:

- блока пользовательских данных, включающего в себя идентификатор блока данных и объект информации (идентификатором блока данных в общем случае определяется тип блока данных, длина блока и причина передачи, а объект информации определяется типом и адресом объекта информации, набором элементов информации и при необходимости временной отметкой);
- требований к содержанию и форматам представления элементов информации (целое число без знака, целое число со знаком, число без знака с фиксированной запятой, число с фиксированной запятой положительное или отрицательное, действительное число с плавающей запятой, строка битов, строка байтов);
- основных прикладных функций (инициализация работы УКП, сбор данных при помощи опроса, циклическая передача данных, сбор данных о событиях, временная синхронизация, передача команд управления, пересылка файлов, тестовые процедуры и другие функции).

На *канальном уровне* в стандартах определяются процедуры передачи те-

лемеханических сообщений и форматы кадров телемеханического сигнала. Процедуры определяются 3 классами: S1 — посылка без ответа (циклическая передача), S2 — посылка с подтверждением приёма (передача при изменении состояния, спорадическая передача), S3 — запрос/ответ (передача по запросу). Определены 4 формата кадров телемеханических сообщений (FT1.1, FT1.2, FT2, FT3), предназначенных для передачи данных различного объёма и с разным уровнем достоверности [2]. Поскольку для телемеханических систем показатель достоверности имеет особое значение, то в ГОСТ Р МЭК 870-5-1 приведены графики, устанавливающие зависимость вероятности появления необнаруженной ошибки в телемеханическом сообщении от характеристики канала связи, определяемой вероятностью искажения бита. Отметим, например, что вероятность появления необнаруженной ошибки не выйдет за 10^{-12} для формата FT1.2 с фиксированной длиной кадра при вероятности искажения бита в канале связи до 10^{-4} , а для формата FT3 с короткой и фиксированной длиной кадра — при вероятности искажения бита в канале связи до 10^{-3} .

Согласно рис. 1 канальное описание ТмС должно представляться на трёх интерфейсных уровнях: АРМ диспетчера — УПУ, УПУ — УКП, УКП (интерфейсное) — контроллер устройства связи с объектом. На каждом из этих интерфейсных уровней каналы связи могут иметь различные характеристики, и, следовательно, для каждого уровня может быть выбран наиболее подходящий формат кадра. Поскольку форматы кадров «однородны», то их преобразования друг в друга трудности не представляют.

Таблица 2

Форматы кадров FT1.2 и FT3

Состав кадра	Формат FT1.2	Формат FT3	
Стартовые слова (заголовок кадра)	10h	05h	64h
Блок пользовательских данных (БПД)	БПД – 12 байт Структура байта: • стартовый бит, • 8 информационных битов, • бит паритета, • стоповый бит	БПД – 12 байт Структура байта: 8 информационных битов	
Контрольная последовательность	CS (1.2)	CS (3)	Байт 1 Байт 2
Слово окончания	16h	—	

Примечание. CS (1.2) – арифметическая сумма по модулю 256; CS (3) – 16-битовый полином с инверсией.

Физический уровень определяется типом выбранного канала связи и теми стандартными устройствами, с помощью которых он реализуется: блоки линейных узлов, модемы различного назначения (телефонный, сотовый, радио, для линий электропередач), радиостанции общепромышленного назначения.

Принцип проектной компоновки

Создание АСУ ТП — это всегда единое производство, поскольку даже в рамках одного технологического про-

цесса разными предприятиями формируются разные требования к объёму автоматизации. Разрешение противоречия между стремлением производственного предприятия к ограничению номенклатуры выпускаемых устройств и индивидуальными требованиями заказчиков различных АСУ ТП наиболее эффективно осуществляется путём создания устройств с требуемыми функциональными возможностями *методом проектной компоновки*, который по существу реализует *индустриальную технологию единичного производства*. В этом случае требуемое устрой-

ство создаётся на основании технического задания (ТЗ), которое представляется проектной организацией (или разрабатывается в соответствии с техническими требованиями заказчика), а сдаётся заказчику на основании результатов приёмочных испытаний, подтверждающих соответствие изготовленного устройства требованиям ТЗ.

От опытно-конструкторских работ проектная компоновка отличается тем, что устройство с требуемым набором функций создаётся из «кирпичиков» с гарантированными техническими характеристиками в определённых условиях их эксплуатации и в пределах «поддерживающих» возможностей прикладного программного обеспечения. Состав технических средств-«кирпичиков», которые допускаются для использования в проектной компоновке, реально всегда ограничен. Нами такой базовый набор технических средств определяется как субкомплекс телемеханики (СК), ориентированный на решение определённого класса задач. Меняется базовая совокупность технических и программных средств — вводится понятие нового СК.

При создании АСУ ТП технология проектной компоновки телемеханических устройств на базе СК для проектной организации удобна тем, что, зная состав средств СК, проектировщик может указать в проектной документации все входы и выходы сигналов, разработать схемы подключения средств измерения, сигнализации, управления и сбора данных. И уже на основании принятых проектных решений формулируется ТЗ на проектную компоновку требуемого устройства телемеханики.

В процессе проектной компоновки разрабатывается конструкторская и эксплуатационная документация, включая программу и методику приёмочных испытаний при выпуске изделия из производства и по завершении наладки на объекте, решаются вопросы организации гарантийного обслуживания и технической поддержки после окончания срока гарантии. При создании измерительных систем каналы ввода аналоговых сигналов только калибруются, так как в законченном виде система реализуется только вместе с каналами связи непосредственно на объекте. В этом случае система как изделие единичного производства должна быть подвергнута испытаниям

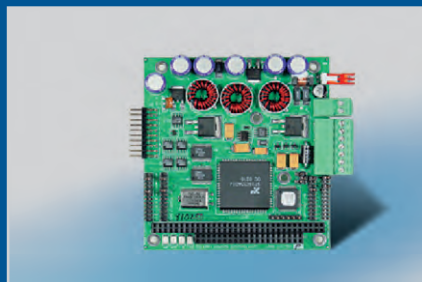
Лучшее оборудование РС/104



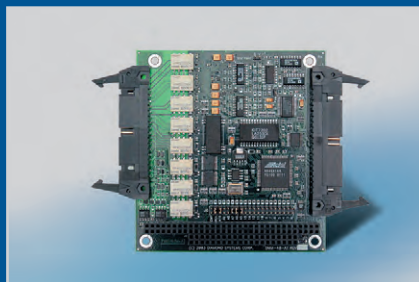
Процессорные платы



Корпуса



Источники питания



Платы расширения

МОСКВА Тел./факс: (495) 234-0636/0640
info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел./факс: (812) 448-0444/0339
info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел./факс: (343) 376-2820/2830
info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
САМАРА Тел./факс: (846) 277-9165/9166
info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru

#30

ProSoft®

в качестве средства измерения с целью утверждения типа средства измерения.

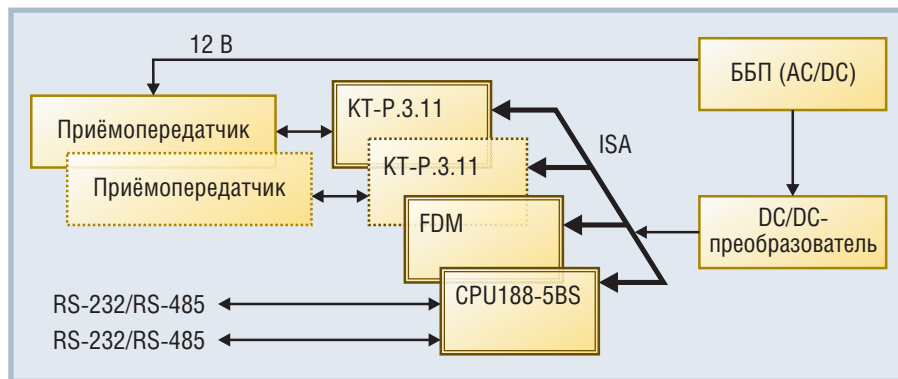
В данной статье рассмотрены три типа СК, ориентированных на решение задач автоматизации объектов тепло-, водо- и электроснабжения. Требование по обеспечению IBM PC совместимости предопределило выбор для этих СК базовой совокупности технических средств, объединяемых технологией MicroPC. Эти средства были применены с учётом изложенных в [3] рекомендаций по минимизации стоимости каналов ввода-вывода. Специфика телемеханики учтена при создании контроллера телемеханического типа КТ-Р.3.11, который выполнен в формате MicroPC и вместе с комплектом радиостанции (приёмопередатчик, блок питания, антенна с кабелем, грозозащитное устройство) является элементом телемеханической сети с радиоканалом связи.

Из трёх СК один предназначен для проектирования УПУ (СК-ПУ), а два — для проектирования У КП: СК-ТМ — для решения задач телемеханики, СК-ТА — для решения задач телеавтоматики.

Для СК выбраны два формата кадра сообщения по ГОСТ Р МЭК 870-5-1: FT1.2, обеспечивающий защиту с минимальным кодовым расстоянием $d=4$ при взаимодействии ТмС с АРМ диспетчера, и FT3, обеспечивающий защиту с минимальным кодовым расстоянием $d=6$ при передаче сообщений в радиоканале связи, в котором сигнал подвержен активному воздействию помех. Форматы кадров FT1.2 и FT3 представлены в табл. 2 [1]. В формате FT1.2 кадр сообщения обрамляется байтами заголовка (10h) и окончания (16h), а в формате FT3 задаются только два байта заголовка: 05h, 64h. Контрольная последовательность CS (1.2) представляется байтом арифметической суммы по модулю 256, а CS (3) — двумя байтами циклического кода с инверсией всех 16 контрольных битов.

В радиоканале связи реализуется множественный доступ с прослушиванием несущей, а процедуры передачи осуществляются:

- адресным запросом У КП по инициативе диспетчера, реализуемым по заданной программе или циклически с заданным значением периода (S3 — «запрос-ответ с запрошенными данными»);
- спорадической передачей высокоприоритетных сообщений из У КП



Условные обозначения:

CPU188-5BS — микроконтроллер; FDM — модуль флэш-диска; БП — блок бесперебойного питания; КТ-Р.3.11 — контроллер телемеханический.

Рис. 2. Структура СК-ПУ

по факту изменения состояний сигнализации, а также по результатам контроля измеряемых величин относительно минимального и максимального значений уставок рабочей зоны (S2 — «посылка с подтверждением приёма»; сообщения передаются N повторами в M сериях, предусмотрен механизм защиты от потери сообщений при одновременном выходе в эфир двух и более У КП);

- спорадическими передачами низкоприоритетных сообщений из У КП по заданной временной уставке или в соответствии с амплитудной дискретизацией параметров контролируемого процесса (S1 — «посылка без ответа»).

Интерфейс связи АРМ диспетчера с радиотелемеханической сетью реализован в виде OPC-сервера. В качестве HAL (Hardware Abstraction Level — уровень аппаратной абстракции) используется класс Item. С одной стороны, Item связан непосредственно с аппаратным или логическим источником данных, позволяя приложениям-пользователям (техпроцессам), владеющим Item, не заботиться об аппаратуре и одинаково работать с разными физическими и логическими устройствами. С другой стороны, внутренние свойства Item направлены на автоматическую поддержку OPC ориентированной диспетчеризации, ведение архивов и журналов событий.

OPC-сервер NTComm состоит из двух взаимозависимых компонентов: выполняемого модуля NTComm.exe и набора сменных модулей поддержки устройств — динамических библиотек (dll).

Выполняемый модуль NTComm.exe обеспечивает и поддерживает:

- оболочку OPC-интерфейсов;
- сетевую коммуникацию экземпляров программы через WinSocket;
- поток вывода отладочной информации в окно, файл и т.п.;
- единый пользовательский интерфейс;
- экспорт ряда функций общего применения.

Для работы систем диспетчеризации с OPC-сервером необходима его настройка для использования определённого коммуникационного устройства (KTRPorts.INI). В настоящее время сервер поддерживает передачу данных по радиоканалу через контроллер, подключаемый к последовательным портам (RS-232) компьютера. Формат передачи данных в канале RS-232 соответствует FT1.2. Настройки коммуникационных устройств хранятся в файле KTRPorts.INI установочного каталога программы. Настройки объектов диспетчеризации хранятся в файле KoratObj.INI установочного каталога программы; объекты, определённые в этом файле, включаются в алгоритм опроса системой. Содержимое этих файлов должно изменяться специалистами.

СУБКОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ (СК-ПУ)

Проектная компоновка УПУ осуществляется из технических средств СК-ПУ, представленных на рис. 2: модуля микроконтроллера CPU188-5BS (Fastwel), модуля флэш-диска FDM (Fastwel) и контроллеров телемеханических типа КТ-Р.3.11. Все эти устройства выполнены в формате MicroPC. Программные средства работают под DOS и включают в себя драйвер КТ-Р.3.11, драйвер сопряжения с персональным компьютером АРМ диспет-

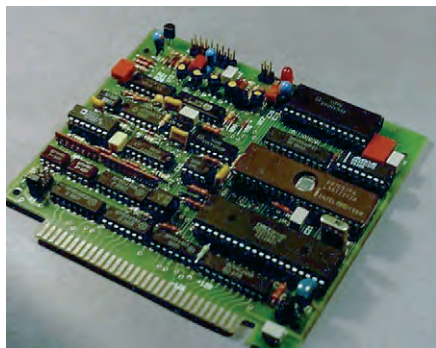
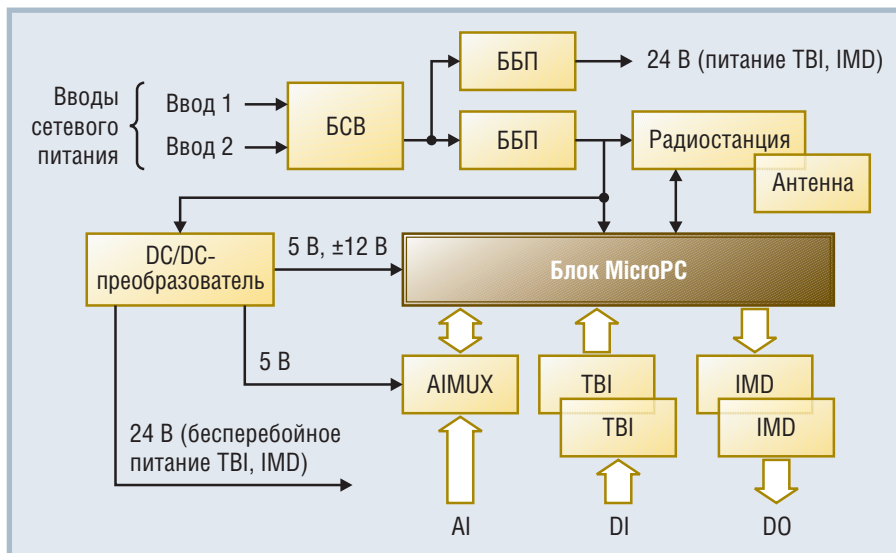


Рис. 3. Внешний вид платы контроллера телемеханического КТ-Р.3.11, выполненной в формате MicroPC

через канал последовательной связи (RS-232/RS-485) в формате FT1.2, подпрограмму организации циклических опросов и подпрограмму ведения архивов на флэш-диске.

Основой СК-ПУ является микроконтроллер CPU188-5BS. Работа в ТмС поддерживается контроллером телемеханическим КТ-Р.3.11 (рис. 3), реализующим приём-передачу сообщений в формате FT3, и приёмопередатчиком радиостанции.

В общем случае на шину ISA может быть установлено несколько КТ-Р.3.11, при этом каждый из них может обслуживать ТмС, работающую на «своей» радиочастоте. Питание СК-ПУ осуществляется от блока бесперебойного питания ББП (выходное напряжение 12 В постоянного тока, ток нагрузки до 20 А) с аккумуляторной батареей ёмкостью 12 А·ч. Причём питание приёмопередатчика радиостанции осуществляется от ББП непосредственно, а устройств MicroPC — через специальную плату с набором DC/DC-преобразователей. Два канала последовательной связи CPU188-5BS обеспечивают возможность доступа к ТмС двум АРМ диспетчеров или АРМ диспетчера и АРМ сервисной службы. Наличие гальванически изолированного канала RS-485 позволяет удалять СК-ПУ от АРМ на расстояние до 1200 м. Такая необходимость может диктоваться, например, выбором удалённого места для монтажа антенны, из которого лучше обеспечивается радиовидимость объектов АСУ ТП. Возможно подключение к одному из последовательных каналов GSM-модема как дополнительного канала связи с объектами или промышленной шиной с протоколом RS-485 для обслуживания функциональных контроллеров на тех пунктах управления, на которых дополнитель-



Условные обозначения:

БСВ — блок сетевого ввода с автоматическим включением резерва и контролем напряжения на вводах; ББП — блок бесперебойного питания (12 В постоянного тока); БП — блок питания («обычное питание»); AIMUX — плата мультиплексора; ТБИ — плата ввода дискретных сигналов; ИМД — плата релейного вывода; АИ — аналоговый вход (аналоговые сигналы); ДИ — дискретный вход (дискретные сигналы); ДО — дискретный выход (команды управления).

Рис. 4. Блок-схема одного из проектных решений построения СК-ТМ

Таблица 3

Базовый состав аппаратных средств СК-ТМ

Наименование изделия	Обозначение
Модуль микроконтроллера	CPU188-5MX
Модуль ввода-вывода	UNI096-1
Модуль ввода-вывода	UNI096-5
Контроллер телемеханический	КТ-Р.3.11
Модуль флэш-диска	FDM
Плата мультиплексора	AIMUX-32
Плата ввода дискретных сигналов	TBI-24/0
Плата вывода дискретных сигналов	TBI-0/24
Плата ввода-вывода	TBI-16/8
Плата релейной коммутации	TBR-8
Плата релейных выходов	IMD-240
Плата клеммная	TBI-24LC

но решаются задачи локального сбора информации и управления.

Применение СК-ПУ представляет интерес с позиции автономного управления циклическими опросами У КП, так как эта задача «трудно» решается некоторыми SCADA. Программное обеспечение СК-ПУ позволяет задавать различные периоды циклических опросов, вести архивы результатов таких опросов и архивы аварийных сообщений в модуле флэш-диска FDM ёмкостью от 8 до 32 Мбайт. В этом случае СК-ПУ представляется автономным устройством, к которому в некоторых системах АРМ диспетчера может обращаться периодически, по мере необходимости обновления данных.

По требованию заказчика могут быть реализованы возможности CPU188-5BS

по выводу информации на ЖК-дисплей и вводу информации с матричной клавиатуры.

Субкомплекс телемеханики (СК-ТМ)

СК-ТМ предназначен для проектной компоновки У КП, в которых взаимодействие с объектом выполняется на уровне телемеханических функций: телеизмерения (ТИ), телесигнализации (ТС), телеконтроля (ТК), телеуправления двухпозиционного (ТУ).

Базовый состав аппаратных средств СК-ТМ представлен в табл. 3. Микроконтроллер CPU188-5MX является образующим: с его использованием создаются все проектные конфигурации. Состав других средств может расширяться по мере отработки новых технических решений. Объём телемеханиче-



Рис. 5. Шкаф с оборудованием субкомплекса телемеханики СК-ТМ

ских функций, поддерживаемых СК-ТМ: ТИ — от 8 до 96, ТК — от 16 до 192, ТС — от 16 до 136 (в том числе ТИ интегральных — до 32), ТУ — до 120. Количество каналов передачи данных (RS-232/RS-485) — 2.

В табл. 3 различаются два типа технических средств: модули, устанавливаемые в каркас MicroPC, и платы функциональные с клеммами WAGO, предназначенные для непосредственного подключения линий связи с датчиками, сигнализаторами, средствами

представлена на рис. 4.

Подобные СК-ТМ (рис. 5) установлены на распределительных трансформаторных подстанциях Химкинских районных распределительных электросетей Мосэнерго и Магнитогорских городских электрических сетей. Всё оборудование СК-ТМ размещается в корпусе шкафа фирмы Schroff с габаритными размерами 800×600×220 мм и степенью защиты IP66. Поскольку при использовании ББП нижний температурный предел

управления. В проектном решении средства MicroPC дополняются комплектом оборудования радиостанции с ББП (выходное напряжение 12 В постоянного тока) и блоком сетевого ввода (БСВ) с автоматическим включением резерва и контролем напряжения на вводах. Блок-схема одного из таких проектных решений

условий эксплуатации «поднимается» до минус 10°C, то для более жестких условий в корпусе шкафа между задней стенкой и монтажной плоскостью предусмотрена установка нагревательной панели неметаллического типа, управление которой осуществляется контактами датчика-реле температуры.

Работа СК-ТМ управляется прикладной программой телемеханики (ППТ), выполняющейся под DOS. ППТ осуществляет взаимодействие с ТМС на уровне команд: запись данных, чтение данных, спорадическая передача аварийного телемеханического сообщения (N повторами в M сериях), спорадическая передача телемеханического сообщения по временной уставке (однократно). Типы телемеханических сообщений определяются идентификаторами типа сообщения (ИТС) [1]. Результаты измерения аналоговых сигналов (AI) в зависимости от ИТС представляются в трёх форматах двоичного кода: 8 битов без знака, 7 битов и знак, 11 битов и знак. Осуществляется автоматический контроль результатов измерений относительно уставок минимального и максимального значений рабочей зоны с активной сигнализацией. Каналы ввода

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПК ЕЩЁ НАДЁЖНЕЕ!

Повышенная устойчивость к вибрации

НА ЗАКАЗ

- + 100% выходное тестирование
- + Широчайший выбор конфигураций
- + Только в ПРОСОФТ дополнительные крепления для плат любого формата



#440

PROSOFT®

Москва
С.-Петербург
Екатеринбург
Самара

Тел./факс: (495) 234-0636/0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел./факс: (812) 448-0444/0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Тел./факс: (343) 376-2820/2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Тел./факс: (846) 277-9165/9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

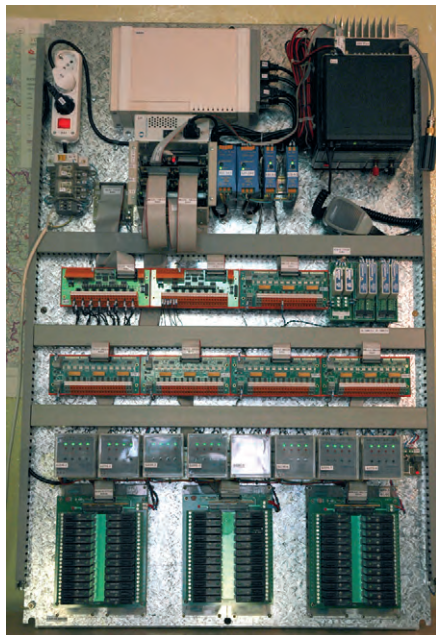


Рис. 6. Внешний вид одного из вариантов исполнения аппаратной части СК-ТА

дискретных сигналов (DI) могут выполнять как функцию сигнализации, так и функцию интегрального измерения (счёта импульсов). Номинально все каналы сигнализации активные, то есть изменение состояния сигнала вызывает спорадическую передачу сообщения. Изменение режима работы канала DI с активного на пассивный осуществляется программным маскированием, и в этом случае изменение состояния DI может быть установлено только опросом. Результаты интегрального измерения могут представляться в 2-байтовом формате (счёт импульсов на заданном временном интервале) или в 4-байтовом формате (счёт импульсов от момента ввода канала в эксплуатацию). Команды управления DO формируются в виде импульсного воздействия, длительность которого программируется от 1 до 60 с (дискретность 0,25 с) или до факта изменения состояния DI, адрес которого указан в телемеханическом сообщении (но не более 60 с). Естественно, что в соответствии с общими техническими условиями на устройства телемеханики (ГОСТ 26.205) в каждый момент времени СК-ТМ может исполнять только одну команду управления DO. Каналы дискретных сигналов представлены двумя типами: с бесперебойным питанием и с обычным питанием. Такой подход позволяет сохранить контроль за рядом сигнализаций (охранная, пожарная, загазованность, затопление и др.) при аварийном отключении электроэнергии как

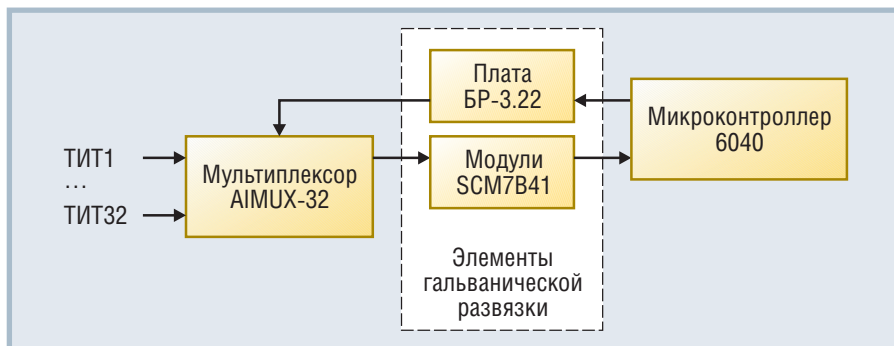


Рис. 7. Организация каналов ввода аналоговых сигналов в СК-ТА

по основному, так и по резервному вводам.

Каналы последовательной связи предназначены для внешнего подключения узлов коммерческого учёта, устройств контроля и управления с помощью промышленных шин. Резервируется возможность подключения СК-ТМ к GSM-модему.

СУБКОМПЛЕКС ТЕЛЕАВТОМАТИКИ (СК-ТА)

Проектная компоновка СК-ТА рекомендуется для комплексного решения двух задач: телемеханики и локальной автоматики, осуществляющей двухпозиционное управление исполнительными механизмами по заданной программе и/или автоматическое регулирование в контурах управления выходными величинами по заданным законам. Принципиальное отличие СК-ТА от СК-ТМ состоит в том, что СК-ТМ — это закрытое устройство, которое позволяет пользователю только корректировать настройки функций телемеханики, а СК-ТА — это программно-технический комплекс на базе Micro TRACE MODE 4.20, ориентированный на возможность развития пользователем.

СК-ТА главным образом ориентированы на предприятия тепловых сетей. С 1998 года они последовательно устанавливаются на котельных и центральных тепловых пунктах Красногорских

тепловых сетей Московской области [4]. Внешний вид одного из вариантов исполнения аппаратной части СК-ТА показан на рис. 6.

Базовый состав аппаратных средств СК-ТА представлен в табл. 4. Микроконтроллер 6040 фирмы Octagon Systems является образующим: с его использованием создаются все проектные конфигурации для следующих объёмов телемеханических функций: ТИ — от 8 до 64, ТК — от 16 до 128, ТС — до 128, ТУ — до 64. Количество каналов передачи данных (RS-232/RS-485) — 2.

Ядро СК-ТА реализуется в корпусе MicroPC с блоком питания 5101 (Octagon Systems), с модулями ввода-вывода 5600 (Octagon Systems), а также с контроллером телемеханическим КТ-Р.3.11, который через радиостанцию поддерживает работу в составе ТмС. Сопряжение со средствами измерения, сигнализации и управления осуществляется с использованием аппаратных средств как фирмы Octagon Systems (плата МРВ-24 с модулями Grayhill), так и фирмы Fastwel (платы AIMUX-32, TBI-24/0, TBI-0/24, TBR-8).

Известно, что в микроконтроллере 6040 каналы аналогового ввода не имеют гальванической развязки. Поэтому в СК-ТА гальваническая развязка аналоговых каналов микроконтроллера 6040 и мультиплексора AIMUX-32 (рис. 7) реализована с использованием

Таблица 4

Базовый состав аппаратных средств СК-ТА

Наименование изделия	Обозначение
Модуль микроконтроллера	6040
Модуль ввода-вывода	5600
Контроллер телемеханический	КТ-Р.3.11
Плата мультиплексора	AIMUX-32
Плата ввода дискретных сигналов	TBI-24/0
Плата вывода дискретных сигналов	TBI-0/24
Плата релейной коммутации	TBR-8
Плата модулей оптической изоляции	МРВ-24

элементов SCM7B41-04A фирмы Dataforth, а дискретных каналов управления работой мультиплексора — с использованием специальной платы БР-3.22, от которой, помимо этого, через DC/DC-преобразователь осуществляется питание AIMUX-32.

Организация каналов ввода дискретных сигналов аналогична тому, как это сделано в СК-ТМ, а вывод дискретных сигналов в отличие от СК-ТМ осуществляется как в импульсной, так и в ступенчатой формах и в виде широтно-импульсного воздействия. Поэтому в СК-ТА нет ограничения на количество одновременно выполняемых команд управления. В тех случаях когда в качестве выходных элементов ступенчатого управления в цепях переменного тока с индуктивной нагрузкой используются элементы Grayhill, устанавливаются защитные фильтры, входящие в состав дополнительных средств субкомплекса.

Питание СК-ТА осуществляется от источника бесперебойного питания, что позволяет передавать в радиоканал сообщения об аварийном отключении основного и резервного вводов и сохранять контроль над охранной сигнализацией, сигнализаторами загазованности, пожарной опасности и других аварийных состояний.

СК-ТА изготавливаются в металлических шкафах настенного крепления с габаритными размерами 800/1000/1200×600×220/320 мм производства фирм Schroff или Rittal.

Для решения задач телеавтоматики программные средства субкомплекса должны обеспечивать возможность программирования и отладки алгоритмов контроля, управления и регулирования с представлением результатов измерения величин в их истинной размерности. В эксплуатируемых СК-ТА программные средства работают под управлением DOS и включают в свой состав монитор реального времени (MPV), драйвер КТ-Р.3.11 под MPV и прикладную программу автоматизации конкретных объектов, разработанную средствами SCADA для выполнения следующих функций:

- автоматического сбора информации о состоянии объекта;
- контроля результатов каждого ТИ относительно минимального и максимального значений уставок рабочей зоны с высокоприоритетной активной сигнализацией о несоответствии;
- оперативного контроля результатов измерения внутри заданной рабочей

зоны с использованием механизма апертуры (в диапазоне от 0,4 до 5%) и спорадической передачи телемеханического сообщения низкого приоритетного уровня;

- ввода дискретных сигналов с антидребезговой защитой;
- активной сигнализации изменения состояния входных сигналов посредством спорадической передачи сообщения высокого приоритета;
- вывода дискретных сигналов двухпозиционного управления в виде импульса или ступенчатого воздействия;
- реализации законов ПИД-регулирования в 4 контурах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье показаны варианты решения задач создания территориально-распределённых АСУ ТП на уровне проектной компоновки средств MicroPC. Перспектива унификации подобных технических решений нам видится на пути активного использования ГОСТ Р МЭК 870-5-1/2/3 и OPC-технологии для взаимодействия с различными SCADA. Все технические решения многократно апробированы, что позволяет нам рекомендовать их

для проектных организаций и системных интеграторов. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Сумительнов В.Н. Радиотелемеханическая сеть комплекса «Корат» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2002. № 7. С. 28-31.
2. Митюшкин К.Г. Телеконтроль и телеуправление в энергосистемах. — М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Кашин М., Корнеев К. Средства автоматизации, совместимые с продукцией фирмы Octagon Systems // Современные технологии автоматизации. 1998. № 4. С. 6-12.
4. Сумительнов В.Н., Агрес Е.Л. Опыт создания, эксплуатации и перспективы развития АСУ теплоснабжением ОАО «Красногорская теплосеть» // Промышленные АСУ и контроллеры. 2004. № 7. С. 15-19.

**Авторы — сотрудники
ЗАО КТЦ «Автоматика
и метрология»,
телефон: (495) 993-4411,
факс: (496-53) 675-21,
и фирмы ПРОСОФТ,
телефон: (495) 234-0635,
факс: (495) 234-0640,
E-mail: info@prosoft.ru**

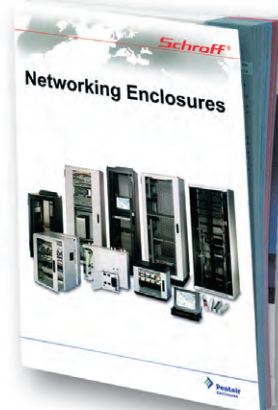
Шкафы для LAN и WAN

Schroff®

VARISTAR
ONE SYSTEM FOR ALL SOLUTIONS.

**Вы строите сети?
Мы можем помочь!**

Закажите
БЕСПЛАТНЫЙ каталог Schroff
по факсу (495) 234-0640



**Pentair
Enclosures**



Решение задач оперативного управления производством на различных уровнях информационной структуры предприятия

Владимир Демидов

Рассматривается информационная структура предприятия с точки зрения позиционирования и взаимодействия отдельных её элементов: определяется их место в пирамиде управления, задачи и способы интеграции с производственным окружением. Особое внимание уделяется интеграции ERP-, MES-систем и АСУ ТП для решения задач оперативного управления производством.

Пирамида управления

Классическая пирамида управления предприятием приведена на рис. 1. Выделим в ней четыре уровня: принятие стратегических решений, тактическое управление, оперативное управление и низовой уровень — уровень АСУ ТП. Чтобы понять, как взаимодействуют между собой уровни в такой управленческой структуре, рассмотрим задачи, решаемые на каждом из них.

Пользователями информации уровня принятия стратегических решений являются владельцы компаний и топ-менеджеры. Здесь описываются и оптимизируются базовые бизнес-процессы предприятий, определяются организационная структура и основные персоналии, ответственные за те или иные процедуры. Для эффективного управления компанией необходимо выработать показатели эффективности бизнеса, что позволит принимать ключевые решения и определять стратегии развития.

Пользователями уровня тактического управления являются менеджеры среднего и высшего звена, которые принимают тактические решения, например, в области производства или логистики. Для этого здесь формализуются бизнес-процессы, разрабатываются инструкции. Важнейшими функциями данного уровня являются планирование и бюджетирование.

Пользователями уровня оперативного управления являются прежде всего менеджеры производства (начальники производств, цехов, технологи и др.). Не будем перечислять все функции соответствующих этому уровню MES-систем, обозначим лишь основные, лежащие на поверхности задачи: контроль и управление производственным процессом и загрузкой оборудования, контроль исполнения заказов, управление движением сырья и материалов, а также задача управления основными фондами предприятия.

Низовой уровень — это технологический уровень, на котором собираются данные с цехового оборудования, об-

рабатываются и обобщаются. Это базовый уровень с точки зрения получения информации о фактическом выполнении производственных заказов и отдельных операций по ним. Здесь же происходит управление базовыми процессами — технологией производства.

Техническая реализация

Функции уровней пирамиды управления реализуются теми или иными аппаратно-программными средствами. Можно сказать, что эти средства различаются в зависимости от уровня.

В верхней части пирамиды находится ПО, позволяющее работать с системой взаимосвязанных показателей в масштабах всего предприятия или холдинга, стандартизировать управление качеством и оптимизировать бизнес-процессы. Обычно эти программные средства являются надстройкой нижележащего уровня тактического управления и обрабатывают данные этого уровня.

Сам уровень тактического управления представлен ERP-системами. Они решают задачи взаимоотношений с клиентами и поставщиками, задачи логистики, финансов, объемно-календарного планирования производства, управления запасами и т.д. Набор функций ERP-систем чрезвычайно мощный и полностью покрывает задачи, решаемые на этом уровне.



Рис. 1. Пирамида управления предприятием

Уровень оперативного управления реализуется с помощью MES-систем. Классический подход при рассмотрении системы класса MES предполагает 11 функций, которыми такая система должна располагать. Эти функции были определены ассоциацией Manufacturing Execution Systems Association (MESA), и подробное их описание можно найти во многих источниках, например в книге Michael McClellan “Applying Manufacturing Execution Systems”.

Низовой уровень обычно реализуется системами АСУ ТП, SCADA и подобными им в зависимости от поставленных задач. На этом уровне большое значение имеют аппаратные средства, которые должны выбираться из соображений обеспечения корректного функционирования системы.

На каждом из перечисленных уровней, за исключением самого верхнего, программно-аппаратный комплекс в той или иной степени решает задачи оперативного управления производством. Вряд ли найдётся ПО, которое в полной мере будет обладать всей необходимой для этого функциональностью. Поэтому, говоря о программных реализациях оперативного управления, нужно прежде всего выделять самые важные для конкретной ситуации функции и выбирать ту систему, которая поможет решить соответствующие задачи. Не исключено, что для реализации определённого набора функций необходимо будет использовать несколько информационных систем, тесно интегрированных между собой. Приведём пример такого подхода.

В качестве ядра системы оперативного управления производством может выступать классическая MES-система, например Factelligence компании CIMNET, обладающая полным набором классических MES-функций. Однако существуют программные компоненты, «заточенные» на решение определённых задач. Если требуется оптимизационное планирование, то функций модуля планирования MES Factelligence может не хватить и нужно использовать решения класса Advanced Planning Systems (APS), например программный продукт Preactor компании Preactor International, в тесной интеграции с MES-системой. На основе созданного в ERP объёмно-календарного плана производства APS-система сформирует оптимизированный по выбранным критериям цеховой план.

Если стоит задача отслеживать плановые и учитывать оперативные ремонты оборудования, то совместно с MES-системой можно использовать систему класса Enterprise Asset Management (EAM). В этом случае при составлении плана производства будут учитываться связанные с ремонтами и техническим обслуживанием простои оборудования. В качестве EAM-системы может использоваться и решение на базе программного продукта DataStream.

Не всегда классические MES-системы имеют необходимые для решения специальных задач средства визуализации и агрегирования данных. Здесь их функцию могут выполнить системы класса Enterprise Manufacturing Intelligence (EMI). Они позволяют создавать информационную среду, обладающую Web-интерфейсом, предоставляющую доступ к данным о производственных процессах предприятия и ключевым показателям эффективности и помогающую формировать различные виды отчётов о ежедневной деятельности предприятия. На основе полученной информации EMI-системы позволяют менеджерам принимать своевременные решения, направленные на увеличение эффективности производства и повышение качества выпускаемой продукции. Системы класса EMI позволяют собирать и анализировать данные не только с одного АРМ, линии или завода, но и с нескольких предприятий, расположенных как в одной стране, так и географически распределённых по всему миру. Представителем класса EMI-решений является система ActivePlant.

Решения задач оперативного управления производством невозможно реализовать в полной мере без системы, обеспечивающей получение фактических данных о проходящих на производстве процессах, обработки этих данных и передачи их для анализа, например, в MES-систему. Безусловно, в любую ERP- или MES-систему можно ввести подобные данные вручную. Но минусы такого подхода очевидны: это низкая оперативность, высокая вероятность случайных и преднамеренных ошибок. Во избежание этих минусов можно реализовать интеграцию MES-уровня с АСУ ТП. В этом случае на систему АСУ ТП возлагается не столько функция управления технологическим процессом, сколько функция регистрации событий, обработки полученной инфор-

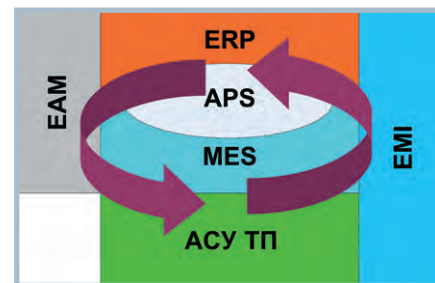


Рис. 2. Структура, решающая задачи оперативного управления производством

мации, её хранения и предоставления на верхние уровни информационной структуры в требуемом виде.

Таким образом, получаем структуру, изображённую на рис. 2. Все компоненты, входящие в эту структуру, принимают участие в решении задач оперативного управления производством. Грани, которыми они соприкасаются, — это области интеграции, где информационные потоки объединяют такие, на первый взгляд, разные программно-аппаратные структуры. Как видно, решаемые задачи охватываются различными программными решениями, и совсем не обязательно, что это будут классические, с точки зрения ассоциации MESA, 11 функций MES-системы. Выбор того, какими средствами будут решаться отдельные задачи, должен производиться очень тщательно, после всестороннего изучения бизнес-процессов, протекающих на предприятии. Поэтому важным элементом успешного внедрения такой комплексной системы, кроме технической реализации, является её организационная реализация.

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

При внедрении комплексной системы неизбежно придётся столкнуться с большим числом различных компаний-поставщиков: одна компания может поставлять ПО, другая — аппаратные средства, третья оказывает внедренческие услуги, а четвёртая, например, предоставляет технологическое оборудование в рамках единого проекта. При работе с поставщиком необходимо оценивать определённые риски, связанные с надёжностью компании-поставщика, возможностью интеграции поставляемого решения в единую систему и т.д. При нескольких участниках проекта подобные риски возрастают пропорционально их числу.

Решившись на комплексный проект, заказчик должен иметь механизмы

снижения такого рода рисков. Прежде всего, это привлечение в проект генерального подрядчика, или интегратора — организации, которая в одном лице будет координировать работы по проекту и отвечать за него перед клиентом. В большинстве случаев таким интегратором является компания, оказывающая внедренческие услуги, так как именно на неё ложится большая часть работ и результатом её деятельности является единая комплексная система.

Наличие генерального подрядчика обеспечивает снижение рисков по интеграции и по взаимодействию заказчика с исполнителем. Заказчик работает только с одной организацией и все согласования проводит с ней. Генеральный подрядчик берёт на себя организацию работ и интеграцию отдельных модулей системы, будь то ПО, компьютерное оборудование или что-то другое. Помимо того, что заказчику проще работать с одной компанией, ещё и экономится время, а это в итоге ведёт к экономии средств.

Однако не бывает плюсов без минусов. Осуществляя такой большой проект с помощью одного интегратора, заказчик опасается навязывания позиции генерального подрядчика и невозможности в дальнейшем отказаться от его услуг. И такие опасения справедливы.

Все эти моменты, связанные с привлечением интегратора в проект, необходимо продумать с самого начала. Во-первых, для того чтобы избежать навязывания позиции генерального подрядчика, можно обратиться к неза-

висимому аудитору, который со стороны сможет оценить цели, задачи, границы проекта, методы его проведения. Во-вторых, во избежание «подсаживания» на одного определённого интегратора нужно выбирать стандартные средства реализации проекта — при необходимости это даст возможность сменить поставщика.

У заказчика обычно появляются сомнения, что большой проект будет завершён и что конечная цель, которая видна и так не в ближайшем будущем, не исчезнет за горизонтом вместе с исполнителями. Стандартным и действенным способом развеять такого рода сомнения является разбиение проекта на этапы с конкретным результатом по каждому из них. Если идти к цели по шагам, отмечать своё продвижение вперёд промежуточными результатами, маленькими победами, весь путь не покажется таким тяжёлым и длинным.

Как ещё можно снизить риски в больших комплексных проектах?

Необходимо как можно плотнее привлекать к проекту сотрудников заказчика, провести обучение пользователей и администраторов уже на начальных стадиях проекта. Это не только облегчит сам процесс внедрения, но и создаст атмосферу вовлечённости коллектива в общее дело, сделает понятными цели и задачи проекта.

Полезно пользоваться системой гарантийной поддержки. Все поставщики программного и аппаратного обеспечения предлагают различные варианты гарантийной поддержки. Такую

поддержку необходимо обеспечить и со стороны генерального подрядчика, так как только он владеет вопросами интеграции и обеспечивает комплексность внедрения.

КАК БЫВАЕТ НА САМОМ ДЕЛЕ

В предыдущих разделах были рассмотрены теоретически задачи оперативного управления производством, решаемые на различных уровнях информационной структуры предприятия. Теперь приведём примеры внедрения подобных решений. Это внедрение классической MES-системы Factelligence и решение задач оперативного управления производством несколькими программными средствами. Оба проекта реализованы компанией «Весть».

Внедрение MES-системы Factelligence в компании «Продукты питания»

В рамках проекта по внедрению MES-системы в компании «Продукты питания» (г. Калининград) ставились следующие задачи:

- контроль и управление производственным процессом, что подразумевало контроль исполнения производственных заказов, агрегированный сбор данных с производственного оборудования, формирование паспорта на каждую партию произведённой продукции;
- количественный учёт на производстве произведённой продукции, потребления сырья и компонентов, а также отходов;
- управление запасами, что включает бизнес-процессы приёма в производство сырья и компонентов, отгрузки готовой продукции на склад;
- сбор данных о затратах на производство (время работы оборудования, количество потреблённого сырья и материалов на отдельных операциях);
- создание единого информационного пространства на уровне цехов для оперативного получения необходимой информации о производственных процессах, единого документооборота и обмена сообщениями;
- оперативное получение отчётности через Web-интерфейс о состоянии производственных заказов, уровне запасов сырья и компонентов на участках.

Исходя из поставленных задач, для реализации проекта, в рамках которого необходимо было произвести интегра-

QNX 2006
РОССИЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**Новый уровень.
Новые возможности.**

Ежегодная конференция
QNX-Россия
Москва, 25 мая 2006 года
Рэдиссон САС Славянская
www.qnx-russia.ru



SWD Software®
официальный дистрибьютор QNX
www.swd.ru

ПРОСОФТ
авторизованный реселлер QNX
www.prosoft.ru

Производство работает
без сбоев. Залог успеха -
непрерывность

#200

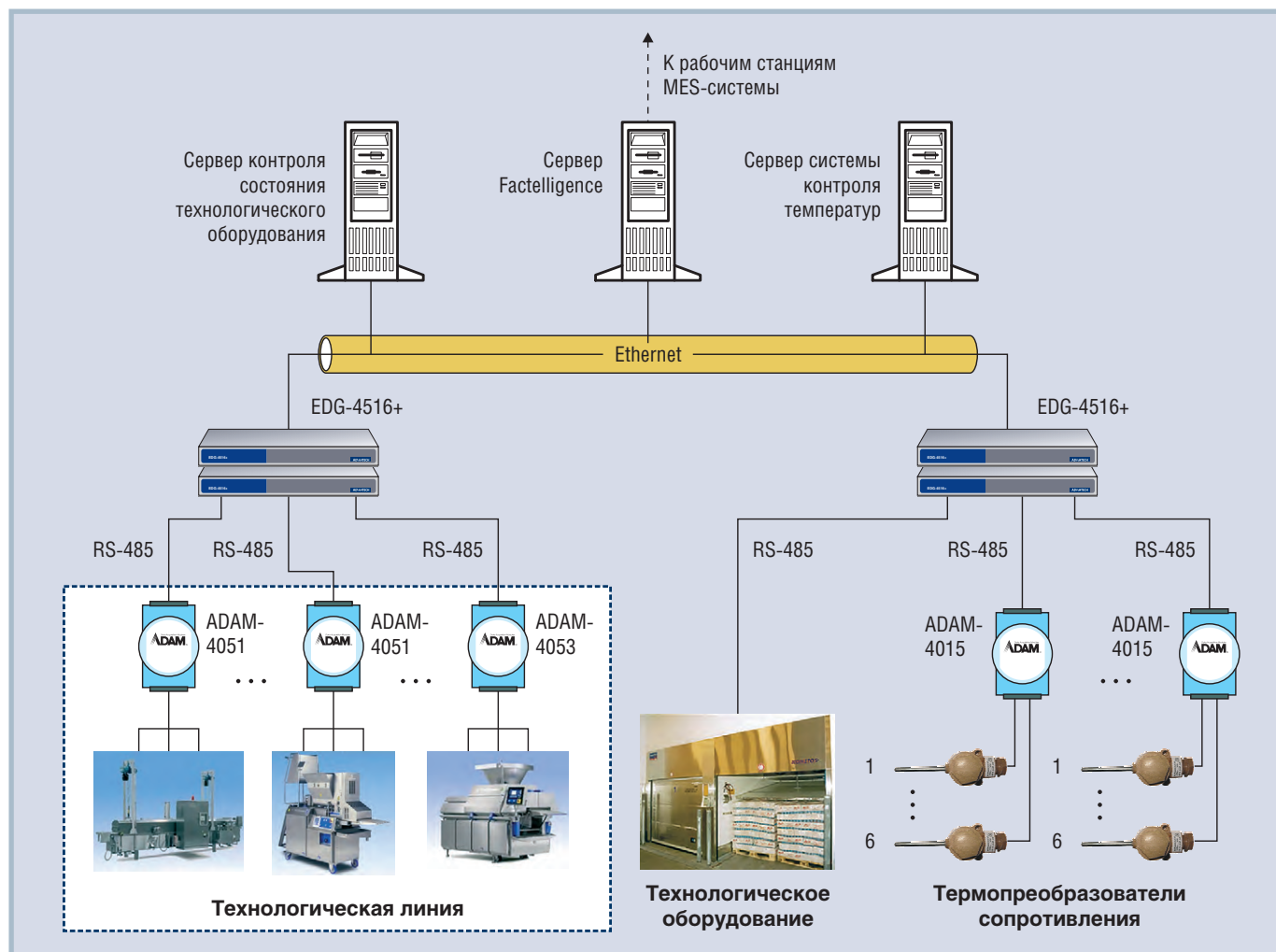


Рис. 3. Схема уровня АСУ ТП с подсистемами сбора данных о состоянии технологического оборудования и контроля температуры

цию с ERP-системой SAP All-In-One, была выбрана MES-система Factelligence компании CIMNET. Из ERP-системы передаётся план производства, рецептура и технологические маршруты. Из системы Factelligence в обратном направлении поступает информация о выполнении запланированных операций, данные о потреблении сырья и загрузке оборудования. Также была обеспечена интеграция и с системой контроля доступа для получения информации о численности сотрудников, находящихся на производственных участках.

С другой стороны, система Factelligence должна интегрироваться с технологическим оборудованием для получения информации о времени его загрузки, простоях, а также о количестве или весе произведённой продукции. Эту задачу решает подсистема сбора данных о состоянии технологического оборудования. В качестве её ключевых элементов выступают модули дискретного ввода данных ADAM-4051 и ADAM-4053 (в общей сложности задействовано 26 таких модулей), а также 16-портовые кон-

центраторы EDG-4516+ для подключения интерфейсов RS-232/422/485 к сети Ethernet (всего в системе используется 4 концентратора). Все перечисленные устройства произведены компанией Advantech. Модули ADAM подключены к обмоткам реле силовой части агрегатов, и получаемые данные о состоянии агрегатов через интерфейс RS-485 и Ethernet передаются на сервер контроля состояния технологического оборудования.

В единую информационную систему интегрирована подсистема контроля температуры в помещениях и на технологическом оборудовании. Для реализации контроля температуры воздуха в помещениях используются модули аналогового ввода ADAM-4015 и термопреобразователи сопротивления. Через интерфейсы RS-485, концентраторы EDG-4516+ и Ethernet данные о температуре с многочисленных точек контроля поступают на соответствующий сервер.

Подсистемы сбора данных о состоянии технологического оборудования и контроля температуры представляют

часть уровня АСУ ТП, схема которого показана на рис. 3.

В настоящее время прорабатывается вопрос об установке непосредственно в цехе рабочих станций системы Factelligence (10 штук). В связи с этим выбрано их исполнение в виде промышленных компьютеров на базе изделий компании Advantech: шасси IPC-6806, процессорная плата PCA-6184, монитор с сенсорным экраном FPM-3150G-R. С целью защиты рабочих станций от пыли и влаги предполагается поместить их в шкафы CONCEPTLINE 12406-031 фирмы Schroff, обеспечивающие степень защиты IP66. Эти рабочие станции предназначены для работы с системой Factelligence (текущий контроль производственных процессов, работа с нормативной информацией, ввод данных и т.д.). Информация с уровня АСУ ТП будет поступать к ним через сервер Factelligence. При необходимости непосредственно к рабочим станциям могут подключаться весовое оборудование, сканеры штрих-кодов, принтеры этикеток.

Этот пример демонстрирует внедрение определённой системы класса MES (Factelligence) и её интеграцию с уровнем тактического управления (ERP-системой SAP All-In-One) и с низовым уровнем (технологическим оборудованием и АСУ ТП), то есть функция оперативного контроля производственного процесса фактически реализована с помощью MES-системы в интеграции с АСУ ТП.

Внедрение комплексной информационной системы на Рыбообрабатывающем комбинате № 1

На Рыбообрабатывающем комбинате № 1 (г. Санкт-Петербург) был внедрён комплексный проект, который связал воедино несколько программных продуктов и аппаратных платформ.

Основные задачи, которые должны были быть решены на производстве в результате реализации проекта: планирование производства на уровне цехов, расчёт коэффициентов выхода полуфабрикатов по операциям, контроль и мониторинг производства для снижения потерь продукции из-за нарушения технологии производства и хищений, расчёт производственной себестоимости.

В качестве ядра комплексной информационной системы была выбрана ERP-система Microsoft Axapta. На уровне производства внедрена АСУ ТП на основе операционной системы реального времени QNX. Именно эти системы ERP и АСУ ТП разделили между со-

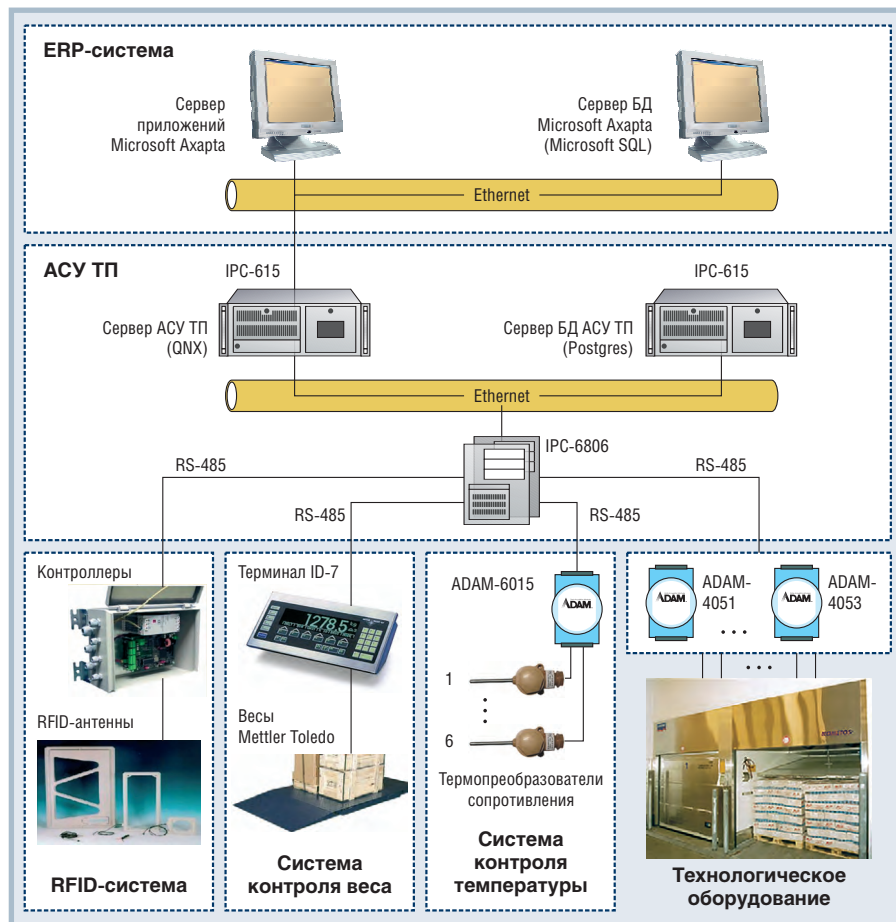


Рис. 4. Структура комплексной информационной системы

бой классические функции MES. Структура комплексной информационной системы показана на рис. 4.

Исходя из плана продаж, который составляется из спрогнозированных данных и уже известных заказов клиентов, формируется план производства с учётом остатков готовой продукции и

полуфабрикатов на складах. План производства представляет собой набор производственных заказов, каждый из которых несёт информацию о том, что, сколько и к какому сроку необходимо произвести, а также технологическую информацию (маршрутную технологическую карту и рецептуру).

После планирования производственные заказы распределяются во времени с учётом загрузки производственных мощностей. Наглядно загрузка производства отражается на диаграмме Ганта (рис. 5), где не только хорошо видно, на каком оборудовании выполняются те или иные операции, сколько времени они занимают, какова загрузка этого оборудования, но также есть возможность прямо на диаграмме перетаскивать отдельные операции мышью и таким образом перепланировать производство.

Сама по себе ERP-система, не имеющая обратной связи с производством, не может реализовать весь заложенный в ней потенциал. Если в неё не будут попадать фактические данные о выполнении производственных заказов, вся мощь аппарата планирования и анализа будет сведена на нет. Чем точнее и своевременнее такие

Какую версию LabVIEW Вы используете?

Высокопроизводительные системы для измерения и управления

Высокоскоростные системы управления на основе ПЛИС

Системы машинного зрения

Промышленные компьютеры

Системы удаленного наблюдения

Распределенный ввод/вывод

LabVIEW 8

Узнайте о новых возможностях LabVIEW 8 по тел.: (495) 783-68-51

ni.com/russia

228

NATIONAL INSTRUMENTS

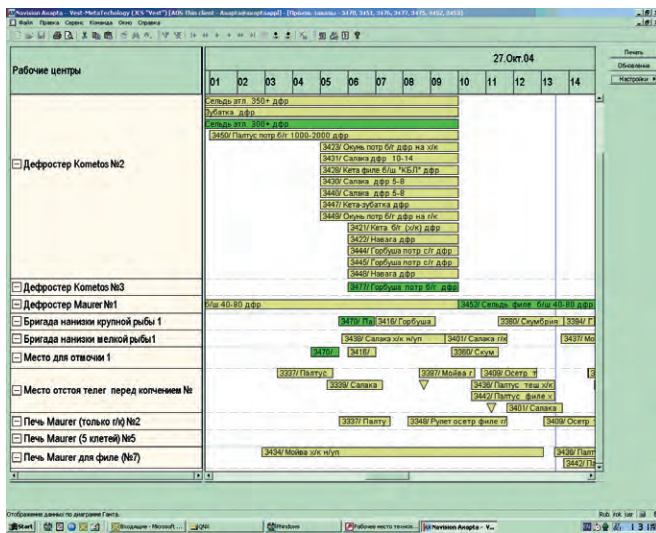


Рис. 5. Диаграмма Ганта

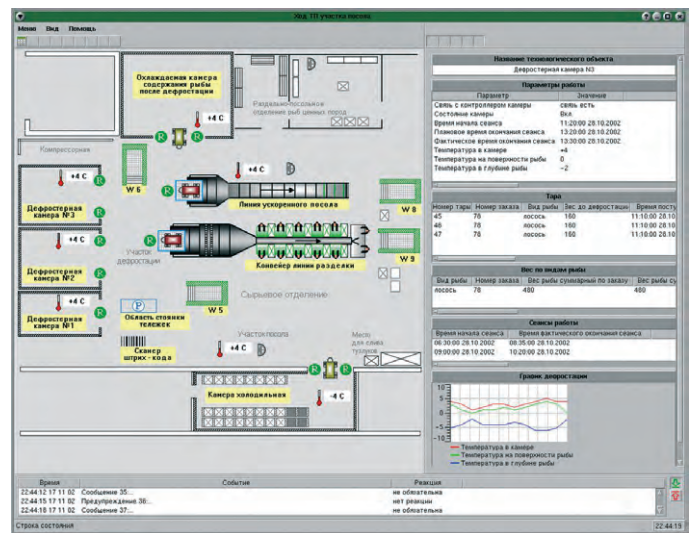


Рис. 6. Копия экрана АРМ начальника цеха

данные будут обработаны системой, тем большую отдачу от её работы можно получить. Поэтому в рамках проекта также была реализована АСУ ТП, которая автоматически передаёт данные о выполненных операциях в ERP-систему.

Спланированные производственные заказы передаются для отслеживания их прохождения в АСУ ТП. Там они преобразуются в сменные задания. Выполнение операций автоматически

регистрируется, и данные о выполненных операциях (номер заказа и операции, время выполнения, количество полуфабриката, рабочий центр) возвращаются в ERP-систему. Таким образом, Microsoft Axapta оперирует актуальными данными и получает их практически в режиме реального времени. При значительных расхождениях по времени выполнения операций между планом и фактом ERP-система может перепланировать производ-

ственные заказы и снова передать их в АСУ ТП.

Рассмотрим работу АСУ ТП, которая регистрирует выполнение операций и позволяет получать необходимые для производства отчёты. Дело в том, что она оперирует более детализированной информацией и может формировать такие специфические отчёты, как, например, отчёт по передвижению тары по цеху, в то время как в ERP-системе такая детализация не требуется. В АСУ

ADVANTECH

ПАНЕЛЬНЫЕ ПК ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ТРАНСПОРТЕ



- высокая производительность
- безвентиляторное исполнение
- пылевлагозащита IP65 всего корпуса

- устойчивость к ударам/вибрации
- поддержка твердотельных накопителей
- поддержка ОС Windows CE/XP Embedded

TREK



TREK-725 10,4" TFT
XScale IXP 533 МГц



TREK-755 10,4" TFT
рабочая температура
от -30°C *



TREK-756 12,4" TFT
Поддержка WiFi, GPRS,
CDMA, GSM *

* опция

PROSOFT®

МОСКВА Тел./факс: (495) 234-0636/234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел./факс: (812) 448-0444/448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел./факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
САМАРА Тел./факс: (846) 277-9165/277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

#112



Рис. 7. Тара для посола рыбы, имеющая RFID-метку и этикетку со штрих-кодом



Рис. 8. Промышленные компьютеры Advantech из состава оборудования АСУ ТП

ТП имеется возможность отображать графически ситуацию в цехе. На рис. 6 приведена копия экрана АРМ начальника цеха (в состав комплексной информационной системы входят автоматизированные рабочие места и рабочие станции общим числом 5 мест на уровне АСУ ТП и 8 мест на уровне производственного контура ERP-системы для оперативного планирования и контроля производственного процесса; их главное назначение — обеспечить эффективное взаимодействие пользователей и системы, поэтому на рис. 4 они не показаны). Из представленной на экране информации видно, сколько и какой тары находится на тех или иных участках, какие производственные заказы обрабатываются и на каких операциях они сейчас находятся. В правой части экрана отображаются и технологические параметры, например температура рыбы. Технологические параметры собираются в БД АСУ ТП для их дальнейшего анализа и хранения. Температура контролируется в семи точках, причём в дефростерах, где температурные характеристики наиболее критичны, в трёх вариантах: в самой

камере, на поверхности рыбы и в теле рыбы.

Перемещение тары с полуфабрикатами и сырьём в цехе автоматически отслеживается системой на базе RFID-технологии (Radio Frequency Identification — радиочастотная идентификация). Для этого в контрольных точках размещены антенны (отображаются на экране АРМ зелёными кружками с буквой R), а вся необходимая тара имеет RFID-метки (рис. 7). При поступлении сырья в цех оно «привязывается» к внутрицеховой таре: сканируются штрих-код на накладной, сопровождающей сырьё для определённого производственного заказа, и RFID-метка на таре, и таким образом система «понимает», какая тара к какому производственному заказу относится. Прохождение полуфабриката через ту или иную операцию определяется автоматически без участия человека. Вес полуфабриката после выполнения операций определяется на весах, данные с которых автоматически попадают в АСУ ТП.

В качестве серверов и концентраторов системы АСУ ТП использовалось оборудование компании Advantech (рис. 8): промышленные компьютеры на базе шасси IPC-615 с процессорной платой PCA-6184 и промышленные компьютеры на базе шасси IPC-6806 с процессорной платой PCA-6183. Для сбора данных с технологического оборудования применены модули дискретного ввода ADAM-4051 и ADAM-4053, а для подключения термопреобразователей системы контроля температуры — интеллектуальные модули ADAM-6015. Информация от RFID-системы, технологического оборудования, систем контроля веса и температуры по интерфейсам RS-485 и RS-422 собирается концентраторами (рис. 9). После соответствующей обработки данные передаются концентраторами (2 штуки на цех) по сети Ethernet на верхние уровни системы.

Итак, в данном случае такие функции MES, как управление и контроль ресурсов или оперативное пла-

нирование, осуществляются в ERP-системе, а функции сбора, обработки и хранения данных — в АСУ ТП.

В результате внедрения комплексной системы на Рыбообрабатывающем комбинате № 1 удалось во много раз сократить потери дорогостоящей продукции на складе и оптимизировать загрузку производственных мощностей, прежде всего копильных печей. Всё это, в свою очередь, привело к возможности более эффективно планировать производство, и такое планирование, в конечном счёте, позволило использовать те же складские площади при значительном увеличении объёма отгрузок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённые примеры показывают, что современные подходы к управлению производством не просто разработаны и декларируются, а и успешно внедряются на сложных производствах. Понятно, что на практике нет единого подхода к решению задачи оперативного управления производством. В каждом конкретном случае необходимо решить, каким путём пойти, решение каких задач следует отнести к той или иной системе. С помощью современного инструментария такая концепция реализуется успешно и эффективно. Это предъявляет к компаниям, занимающимся внедрением подобных систем, довольно высокие требования по наличию необходимых программных средств и возможности их интеграции, а также по составу специалистов в различных областях. ●

Автор — сотрудник

компании «Весть»

Телефоны: (812) 702-0834,

(495) 363-2508

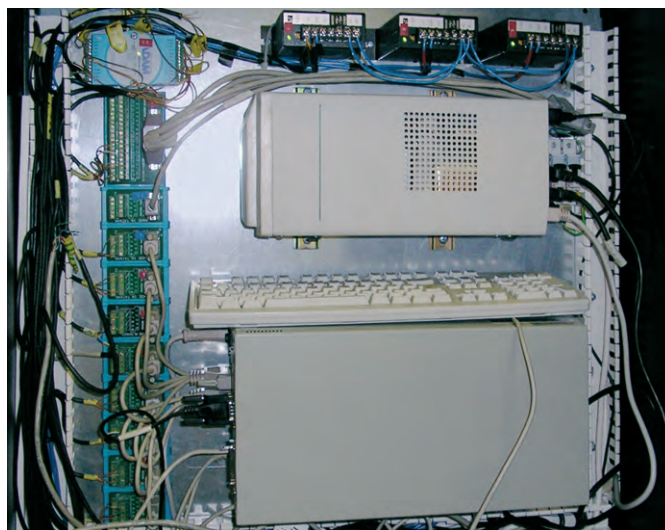


Рис. 9. Концентратор



Процессорные платы CompactPCI и VME с процессором Pentium M

CPC501

Для телекоммуникаций

- Формат CPCI, 6U, 4HP
- Процессор Intel Pentium M 1,6 ГГц
- ОЗУ до 1 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 2×Gigabit Ethernet, 1×Fast Ethernet
- 5×USB, 4×COM
- Слот PMC

CPC502

Для контрольно-измерительных систем

- Формат CPCI, 3U, 4/8/12HP
- Процессор Intel Pentium M 1,6 ГГц
- ОЗУ 1 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 2×Gigabit Ethernet
- 2×Serial ATA
- 4×USB, 4×COM
- Поддержка PXI 2.1

CPC600

Для специальных систем управления

- Формат VME 64X, 6U
- Процессор Pentium M до 2,0 ГГц
- ОЗУ до 2 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 4×Gigabit Ethernet
- 2×Serial ATA
- 4×USB 2.0
- Слот PMC 64 бит

Диапазон рабочих температур: -40...+85°C (0...+70°C по запросу)

Удар: до 15g

Вибрация: до 2g



#449

ProSOFT®

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

МОСКВА

С.-ПЕТЕРБУРГ

ЕКАТЕРИНБУРГ

САМАРА

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

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

Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

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

Комплексный подход к построению систем управления технологическими процессами производства спирта

Александр Гунько, Игорь Комиссаров, Александр Дорофеев

В статье описывается комплексный подход к построению АСУ ТП производства спирта на примере Козловского спиртового завода. Составляющими этого подхода являются выбор аппаратных и программных средств в соответствии с поставленными задачами и требованиями, оптимизация параметров регулирования, обеспечение функциональной и архитектурной гибкости системы, организация работы в режиме реального времени, в условиях взрывоопасной зоны, создание удобного пользовательского интерфейса для оператора и т.д. Приведены количественные показатели, доказывающие эффективность внедрения описываемой системы.

В настоящее время создание новых или модернизация существующих АСУ ТП с целью оптимизации режимов работы всего технологического комплекса по производству спирта-ректификата является весьма сложной задачей, которая требует значительных временных и материальных затрат.

При существующей конкуренции производителю, чтобы остаться востребованным на рынке спирта, требуется выпускать продукцию только наивысшего качества с минимальной себестоимостью. Применительно к спиртовому производству это значит, что если имеется установка производительностью 3000 декалитров (дкл) спирта в сутки, то на ней необходимо получать в сутки 3000 дкл спирта классом не ниже «Люкс» с наивысшими показателями выхода готовой продукции из тонны сырья и наименьшими затратами теплоэнергетических ресурсов (ТЭР).

Исходя из реалий сегодняшнего дня, руководством Козловского спиртового завода было принято решение об увеличении выпуска продукции наивысшего качества с 2000 до 3000 дкл в сутки, с наивысшей эффективностью ис-

пользования сырья и ТЭР. Причём реализовать всё это предполагалось без изменения существующей инфраструктуры предприятия и её объектов:

- строительных сооружений,
 - инженерных сетей (водоснабжение, канализация, электрические и паровые сети),
 - котельной,
 - электрических подстанций,
- а также с максимальным использованием имеющегося технологического, энергетического и контрольно-измерительного оборудования.

Руководство завода решило осуществить выполнение поставленной задачи в два этапа: сначала на участке получения спирта (от входа браги до выхода готового продукта), а затем на участке приготовления браги (от входа зерна до получения браги).

Для выполнения принятых решений руководством предприятия были дополнительно привлечены специалисты-практики, которые совместно с работниками завода подготовили и провели комплексные мероприятия по внедрению современной технологии, высокоэффективных алгоритмов регу-

лирования и управления, полной автоматизации участка получения спирта (аппарата производства спирта) с применением микропроцессорной техники и сертифицированных программных средств. Эти мероприятия в конечном итоге позволили минимизировать затраты и получить конкурентоспособную продукцию.



Козловский спиртовой завод, здание брагоректификационной установки

Описываемая в данной статье АСУ ТП является ключевой подсистемой комплексной автоматизации цеха производства спирта.

Планируемая автоматизация остальных участков была призвана ещё более повысить стабильность качества и выхода конечного продукта, снизить расход сырья и ТЭР на единицу продукции, а также обеспечить оперативный контроль руководства завода за состоянием любого технологического участка.

ВЫБОР ПЛАТФОРМЫ

Реализация поставленных перед коллективом разработчиков задач требовала тщательной проработки вопроса выбора аппаратных и программных средств. Дополнительные требования накладывала и принадлежность цеха производства спирта к классу В-Ia по классификации взрывоопасных зон.

Требовалось обеспечить, с одной стороны,

- высокую надёжность и отказоустойчивость системы,
 - выполнение требований по искробезопасности,
 - возможность расширения функций системы,
- а с другой стороны —
- простоту и удобство обслуживания,
 - ремонтпригодность,
 - простоту обучения оперативного персонала.

Немаловажным фактором являлась и минимизация цены предлагаемой системы.

Учитывая все эти требования, а также многолетний опыт разработки и внедрения систем промышленной автоматизации, решено было остановить свой выбор на решениях с открытой архитектурой, а не на закрытых фирменных решениях.

В качестве аппаратной платформы была выбрана IBM PC совместимая архитектура в её исполнении для промышленных применений. Это направление широко представлено на рынке поставщиков оборудования, что позволяет делать выбор, исходя из различных критериев, и не зависеть от конкретного производителя.

Одним из наиболее известных производителей средств автоматизации на базе IBM PC совместимой архитектуры является фирма Advantech. Промышленные компьютеры этой фирмы хорошо известны в сфере промышленной автоматизации, а решения на их основе зарекомендовали себя как высоконадёжные, имеющие хороший показатель цена/качество. Широкая номенклатура изделий Advantech, включая процессорные платы и платы УСО, позволяет подобрать аппаратную конфигурацию для любой задачи автоматизации.

Не менее важным для обеспечения высоких требований по надёжности является выбор базового программного обеспечения. В качестве программной платформы была выбрана операционная система реального времени (ОС PB) QNX версии 6.3.

Начиная с 1981 года, несколько поколений программной продукции этой фирмы обеспечили ей лидирующие позиции среди поставщиков ОС PB и высокую репутацию благодаря успешному применению в различных отраслях промышленности.

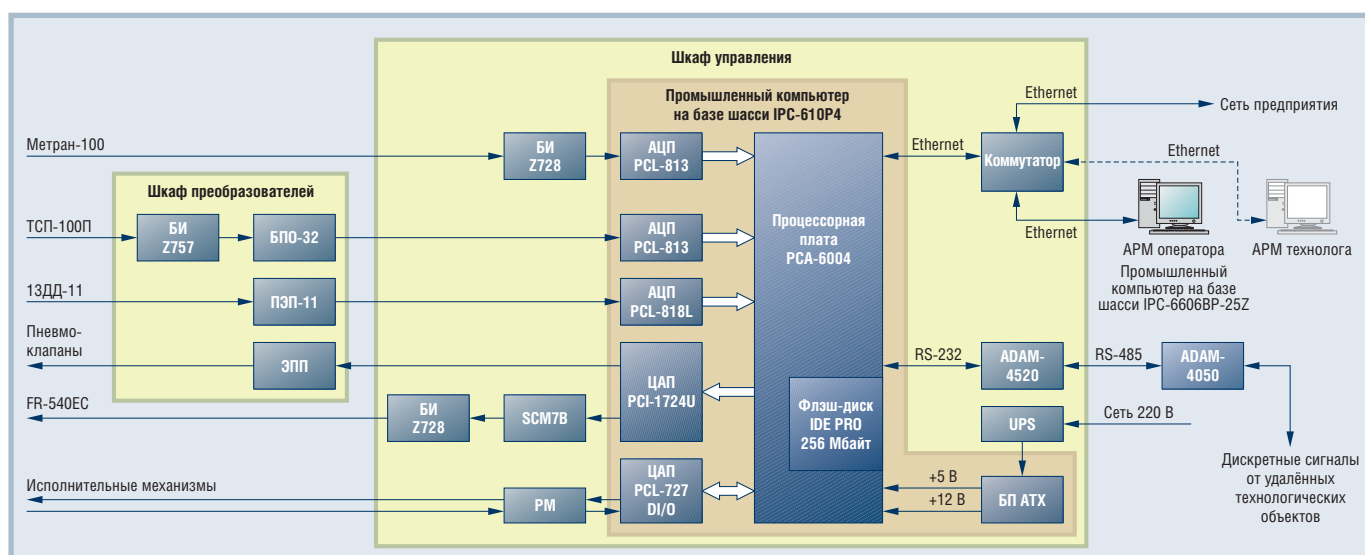
Использование ОС PB QNX обеспечивает всей системе требуемую надёжность, стабильность, масштабируемость, высокие показатели готовности. Кроме того, ОС PB QNX позволяет легко создавать распределённые системы на основе собственного сетевого протокола QNET. Это делает возможным расширение функций системы за счёт добавления новых подсистем, а также реализацию многоуровневых систем, что явилось крайне важной особенностью для проведения работ по комплексной автоматизации всего цеха производства спирта.

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Аппаратно-программный комплекс АСУ ТП производства спирта реализован на базе двух промышленных компьютеров, объединённых 100-мегабитной сетью Ethernet и работающих под управлением ОС PB QNX 6.3. Основным технологическим объектом управления является аппарат производства спирта.

Структурная схема АСУ ТП производства спирта представлена на рис. 1.

Основу аппаратной части системы составляет управляющий промышлен-



Условные обозначения:

ТСП-100П — термометры сопротивления; Метран-100 — датчики давления с электрическим интерфейсом; 13ДД-11 — датчики давления с пневмовыходом; DI/O — порты дискретного ввода-вывода; FR-540EC — частотный преобразователь; БП-32 — преобразователи сигналов термометров сопротивления; ЭПП — электропневмопреобразователи; SCM7B — нормализаторы сигналов; PM — модули релейной коммутации TBR-8 и ADAM-3854; Z728, Z757 — барьеры искробезопасности; ПЭП-11 — пневмоэлектропреобразователи; БП АТХ — блок питания типа АТХ; UPS — источник бесперебойного электропитания; ADAM-4520 — модуль преобразователя интерфейса RS-232 в RS-485; ADAM-4050 — модуль дискретного ввода-вывода.

Рис. 1. Структурная схема АСУ ТП производства спирта



Рис. 2. Помещение АРМ оператора

ный компьютер фирмы Advantech, выполненный на базе шасси IPC-610P4 и имеющий в своём составе следующие устройства:

- процессорная плата PCA-6004 (Pentium Celeron 800 МГц, ОЗУ 128 Мбайт),
- 32-канальная плата АЦП PCL-813 (2 шт.),
- многофункциональная 16-канальная плата АЦП PCL-818L (2 шт.),
- 32-канальная плата ЦАП PCI-1724U,
- многофункциональная 12-канальная плата ЦАП PCL-727,

- накопитель на флэш-диске фирмы M-Systems серии IDE PRO (256 Мбайт),
- блок питания типа АТХ.

Второй промышленный компьютер построен на базе шасси IPC-6606BP-25Z (Advantech) и тоже использует процессорную плату PCA-6004. Этот компьютер размещается в специальном отсеке стола оператора, и на него возложены функции АРМ (рис. 2). Рабочее место оснащено 17" ЖК-монитором фирмы LG и системой звуковой сигнализации, использующей звуковую карту Sblive 5.1 и акустические колонки Sven. Внедрённая АСУ ТП производства спирта легко расширяется за счёт подключения дополнительных рабочих мест, таких, например, как АРМ технолога.



Ректификационная колонна

Конструктивно управляющий комплекс АСУ ТП построен на базе 19-дюймового электротехнического шкафа для промышленных применений серии TS8 фирмы Rittal (рис. 3). В этом шкафу, помимо управляющего компьютера, размещены модули релейной коммутации (TBR-8 фирмы Fastwel и ADAM-3854 фирмы Advantech), клеммные соединители WAGO,

Флэш-диски M-Systems – высший пилотаж!

- Форм-фактор: 1,8", 2,5", 3,5"
- Интерфейсы: IDE/ATA/SCSI/SerialATA
- Скорость чтения/записи до 320 Мбайт/с
- Установившаяся скорость обмена 40 Мбайт/с
- Удары до 1500g
- Вибрация до 16g
- Высота до 25 км
- -40... +85°C
- Сохранность данных более 10 лет
- Функция моментального удаления данных

Гарантия 5 лет



#31

M-Systems
Flash Disk Pioneers

Официальный дистрибьютор продукции M-Systems – компания ПРОСОФТ
(495) 234-06-36 • www.prosoft.ru • info@prosoft.ru

нормализаторы сигналов (SCM7B фирмы Dataforth), барьеры искробезопасности (серии Z7xx фирмы Pepperl+Fuchs Elcon), источник бесперебойного электропитания (Smart-UPS мощностью 700 В·А компании APC), сетевое оборудование. С помощью модуля преобразователя интерфейсов ADAM-4520 (Advantech) в шкафу управления организован выход RS-485, по этому интерфейсу через модуль ADAM-4050 (Advantech) осуществляется подключение к системе дискретных каналов ввода-вывода удалённых технологических объектов.

В отдельном шкафу (рис. 4) размещены блоки электропневмопреобразователей (ЭПП) и пневмоэлектропреобразователей (ПЭП), обеспечивающие преобразование и нормализацию входных пневмосигналов от датчиков и выходных аналоговых управляющих сигналов, передаваемых на мембранные исполнительные механизмы (пневмоклапаны). В этом же шкафу установлены преобразователи сигналов термометров сопротивления БПО-32.

Во взрывоопасной зоне производства до внедрения описываемой АСУ ТП использовались исключительно датчики с пневмовыходом и исполнительные механизмы с пневмовходом. Однако реконструкция цеха производства спирта была немыслима без расширения функций контроля и регулирования, а это потребовало включения в состав КИПиА современных датчиков давления, индуктивных и вихревых расходомеров, а также частотных преобразователей со стандартным интер-

фейсом 4...20 или 0...5 мА. Часть этих приборов расположена во взрывоопасной зоне, поэтому имеет взрывозащищённое исполнение (Ex) и связывается с нормализаторами сигналов через соответствующие барьеры искробезопасности серии Z7xx.

Таким образом, в данном случае мы имеем положительный опыт внедрения и эксплуатации смешанной системы контроля и регулирования, состоящей из датчиков и исполнительных механизмов с пневматическим и искробезопасным электрическим интерфейсом, с соответствующими цепями съёма аналоговой информации и управления. Описанный подход позволил существенно сэкономить средства при реконструкции цеха и внедрении АСУ ТП.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В основу прикладного программного обеспечения системы положены концепция SoftLogic PLC и принцип максимального использования стандартных решений.

Обеспечить реализацию данной концепции позволило использование ОС PB QNX 6.3, SCADA Silver 2.0 фирмы «Системы реального времени - Украина» (RTS-Ukraine), а также пакета разработки IsaGRAF Workbench 3.4, среда исполнения которого тесно интегрирована со средой исполнения SCADA Silver 2.0.

SCADA Silver 2.0 обеспечила разработку всей информационной подсистемы и интеграцию с пакетом IsaGRAF 3.4, который позволил разра-

ботать алгоритмы управления с использованием стандартных технологических языков.

Алгоритмы управления реализованы на технологическом языке FBD стандарта МЭК 61131-3 с использованием модернизированных функциональных блоков ПИД-регулирования типа А.

Такая интеграция позволила разработать систему АСУ ТП в минимально короткие сроки, а также обеспечила простоту её дальнейшей модернизации и сопровождения, в том числе и силами технических служб завода.

ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Все функции первичного сбора данных и управления возложены на управляющий компьютер. Сбор данных осуществляется с периодом 100 мс, с приведением измеренных значений к инженерным величинам. Широко применяются методы цифровой фильтрации входных сигналов, что обеспечивает большую стабильность работы алгоритмов управления.

Использование ПИД-регулирования не является чем-то новым, но в совокупности с применением сложных каскадных контуров регулирования, связанных через объект регулирования, и правильным подбором взаимозависимых параметров данный подход даёт очень хорошие результаты.

Регулирование охватывает все технологические подсистемы (бражную, эспираторную, ректификационную, сивушную колонны, колонну разгонки эфиральдегидной фракции), что повышает его эффективность и в результате обеспечивает высокие показатели стабильности технологического процесса и качества производимого конечного продукта, а также снижение энергопотребления.

Кроме того, каждый контур управления имеет выход на интерфейс оператора, что позволяет при необходимости оперативно изменять параметры регулирования и настройки регуляторов, а также переходить в каскадный, автоматический или ручной режим управления. На рис. 5 приведён пример экранной формы, отражающей возможности интерфейса настройки и управления ПИД-контурами.

На базе АРМ оператора реализуются функции визуализации, ручного управления, коррекции параметров управляющей подсистемы, оператив-

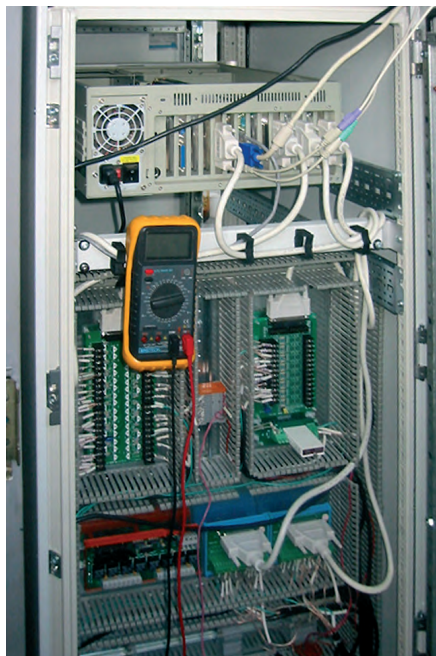


Рис. 3. Шкаф управления

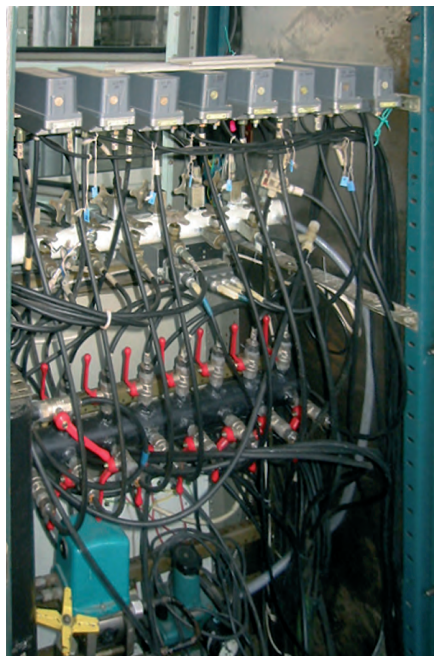


Рис. 4. Шкаф с преобразователями ЭПП и ПЭП

ного контроля, звуковой и цветовой сигнализации, ведения архива протоколов работы системы и базы данных, а также их оперативного просмотра.

На рис. 6 приведена основная мнемосхема АСУ ТП производства спирта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После окончания работ по внедрению АСУ ТП производства спирта и отладки основных параметров регулирования был получен ощутимый положительный эффект, особенно в части повышения качества и объёма выпускаемой продукции и снижения затрат ТЭР. Основные составляющие этого эффекта, которые стали следствием отдельных мероприятий, внедрённых в рамках создания АСУ ТП и реконструкции цеха, представлены в табл. 1 и позволяют судить о высокой экономической эффективности проекта в целом.

На момент опубликования статьи работы по комплексной автоматизации цеха производства спирта завершены. Были автоматизированы размольный участок, участок приготовления дрожжей и бродильный участок, что обеспечило более стабильные показатели качества браги и ритмичный режим её приготовления. Кроме этого, была внедрена низкотемпературная варка, которая позволяет существенно экономить энергоресурсы, но предъявляет более высокие требования к точности контуров регулирования, что и было обеспечено системой автоматизации.

Таким образом, в результате комплексной реконструкции и полной автоматизации цеха производства спирта была достигнута поставленная цель существенно повысить конкурентоспо-

Составляющие эффекта от внедрения отдельных мероприятий в рамках реализации проекта создания АСУ ТП производства спирта на Козловском спиртовом заводе

Внедрённые мероприятия	Полученный эффект
Использование горячих спиртовых паров ректификационной и бражной колонн (около 100°C) для подогрева браги до температуры 81...85°C	Экономия пара 0,23 кг/дкл при дополнительном нагреве браги на 1°C
Применение устройства, реализующего вихревой эффект, для эффективного удаления углекислоты из браги в сепараторе CO ₂	Повышение качества спирта
Реализация технологии разгонки примесей промежуточного характера путём рециркуляции	Увеличение выхода спирта из установки более чем на 2,5%
Применение обогрева бражной, эспираторной, ректификационной колонн, колонны разгонки примесей закрытым способом через кипятильники	Экономия пара более 5 кг/дкл; восполнение химически очищенной воды 35 л/дкл
Использование тепла барды, выходящей из установки, для отопления завода	Экономия пара более 4 кг/дкл
Работа установки (бражная, эспираторная, ректификационная колонны, колонна разгонки примесей и экстрактивная колонка) при абсолютном давлении 0,8 атм (разность минус 2 м водяного столба)	Экономия пара более 14 кг/дкл; сниженное водопотребление
Использование высокоэффективной системы звуковой сигнализации с речевым сопровождением, соответствующим возникшей ситуации	Предупреждение о критических ситуациях с целью их исключения
Автоматический отбор примесей в виде погонов после конденсаторов колонн, а также автоматический отбор паров сивушного масла	Получение спирта высокого качества
Автоматический выбор оптимальных технологических параметров и режимов для стабилизации работы установки при разных нагрузках	Снижение расхода пара и воды спиртового цеха более чем на 6%, получение продукции стабильно высокого качества

Примечание. Указанные в данной таблице численные значения параметров приведены к величинам, соответствующим производству одного декалитра спирта.

собность и объём выпускаемой продукции, а также получена значительная экономия энергоресурсов.

В настоящее время государственное предприятие Козловский спиртовой завод из проблемных производств вышел на ведущие позиции; коллектив завода постоянно занимает передовые места в отрасли по основным производственным показателям, а его продукция пользуется устойчивым спросом в условиях жёсткой конкуренции. Кроме того, заканчивается сертифика-

ция этого предприятия на соответствие требованиям стандарта ISO, чего невозможно было бы достичь без выхода на соответствующий уровень качества, эффективности и культуры производства. ●

Авторы — сотрудники

АО «Системы реального времени - Украина»

Телефон: (+380-56) 770-0400, (+380-562) 39-2223

Факс: (+380-562) 32-4759

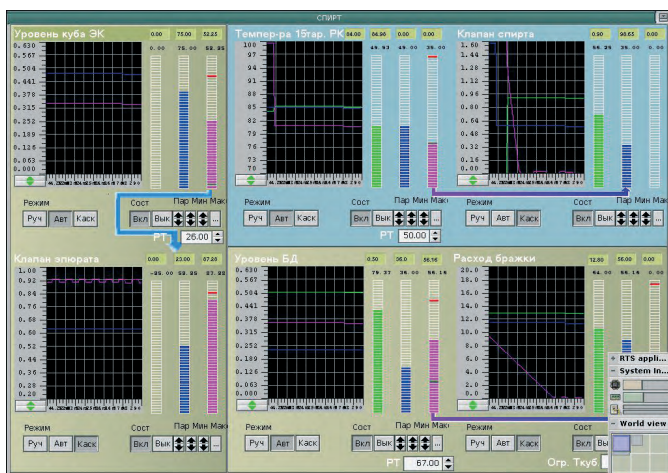


Рис. 5. Окно настройки ПИД-контуров и управления ими

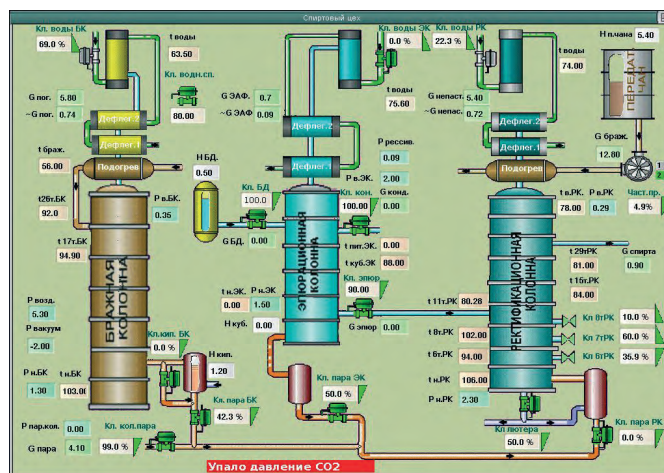


Рис. 6. Основная мнемосхема АСУ ТП производства спирта

ЯДРО АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ



- BIOS
- Ethernet 10/100Base-T
- Высокопроизводительный процессор Geode™ GX1/300 МГц
- USB
- Порты COM1 (RS-232), COM2 (RS-232/IR)
- Многофункциональный чипсет
- ОЗУ 32/128 Мбайт (SDRAM)
- Мультимедийный разъем
- Порты подключения НГМД, LPT, НЖМД

Fastwel



**МОЩНЫЙ И НАДЕЖНЫЙ
ОДНОПЛАТНЫЙ КОМПЬЮТЕР
CPU686E**

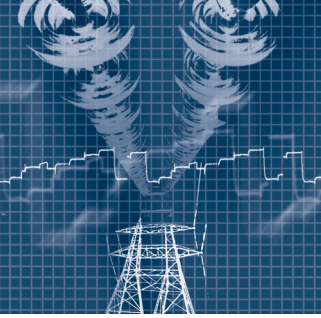
ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- Флэш-диск 8 Мбайт на плате
- Поддержка ЖК-дисплеев, встроенный адаптер SVGA
- Встроенный контроллер звука AC'97
- Возможность подключения клавиатуры, мыши
- Сторожевой таймер
- Возможность быстрой загрузки (минимум 1,5 с)
- Среднее время наработки на отказ не менее 100 тыс. часов
- Рабочий диапазон температур -40...+70°C
- Бесшумная работа, низкое энергопотребление

ProSOFT®

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

#449



Модернизация оперативно-информационного комплекса АСДУ Днепропетровских электрических сетей

Николай Титов, Владимир Прохвятилов, Анатолий Кривоносов, Наталья Левенец, Дмитрий Бородин, Михаил Гальперин

Сформулированы цели модернизации, представлена соответствующая им новая структура оперативно-информационного комплекса, дано описание применяемого аппаратного и программного обеспечения. Перечислены реализованные меры обеспечения высокой надёжности, показаны расширенные возможности модернизированного комплекса и унифицированный характер представленных решений.

Компанией «Хартэп» корпорации «МАСТ-ИПРА» проведена разработка и передача сначала в опытную (начало 2003 года), а к настоящему времени и в промышленную эксплуатацию оперативно-информационного комплекса автоматизированной системы диспетчерского управления (ОИК АСДУ) нового поколения для Днепропетровских электрических сетей (ДЭС), организационно входящих в структуру ОАО ЭК «Днепрооблэнерго» (ДОЭ).

Назначение комплекса и его структура

ОИК АСДУ ДЭС предназначен для обеспечения:

- контроля и оперативно-диспетчерского управления объектами основной электрической сети, находящейся в оперативной принадлежности диспетчера ДЭС;
- получения оперативной информации от подстанций 330 кВ, являющихся центрами питания электрической сети ДЭС;
- управления диспетчерским мнемощитом;
- технического учёта поступления и отпусла электроэнергии в/из сети ДЭС;

- информационной поддержки диспетчера ДЭС.

До модернизации в ДЭС существовала исторически сложившаяся сложная структура построения ОИК. В ней были использованы разные технические средства: конвертор протоколов (КПР) для ретрансляции данных в Днепровскую энергосистему, устройство сопряжения с телемеханикой (УСТМ), верхний уровень ОИК ДЭС на базе ЭВМ СМ1420, пункты управления (ПУ) ТМ-800А и ТМ-800В, каналы связи с каналообразующей аппаратурой разных систем (ИКМ-30, К-60П, ТН12, 4-канальные радиорелейные линии и физические линии). ПУ телемеханики ТМ-800А и ТМ-800В принимают информацию от подстанций основной сети. Для стыковки с каналами связи устройства ТМ-800А и ТМ-800В имеют входной/выходной интерфейс типа «токовая петля». Контролируемые пункты (КП) установлены на 34 телемеханизированных подстанциях. По различным выделенным каналам связи информация от каждого КП из числа установленных на этих подстанциях поступает на свой пункт управления. ПУ ТМ-800А и ТМ-800В включают в

свой состав систему отображения информации на диспетчерский щит и пульт управления диспетчера. При помощи пульта управления вручную производятся вызов необходимого телеизмерения (для ТМ-800В) и выдача команд телеуправления (ТУ). Кроме того, ПУ ТМ-800 имеет возможность передачи информации в параллельном коде на ПУ верхнего уровня. Для стыковки ПУ ТМ-800А и ТМ-800В с СМ1420 служит устройство сопряжения УСТМ.

До модернизации в ДЭС использовался ОИК, реализованный на ЭВМ СМ1420. Он позволял автоматизировать работу ПУ ТМ-800В и производить выдачу запросов телеизмерений, освобождая диспетчера от необходимости выполнять эту громоздкую процедуру. В последнее время ОИК ДЭС практически не использовался диспетчером, хотя и позволял, кроме автоматического вызова телеизмерений (для ТМ-800В), производить выдачу команд ТУ.

ОИК ДЭС является центральным звеном системы приёма и ретрансляции телемеханической информации всего ДОЭ, так как узел связи ДОЭ расположен непосредственно в ДЭС. Часть информации, принятой от уст-

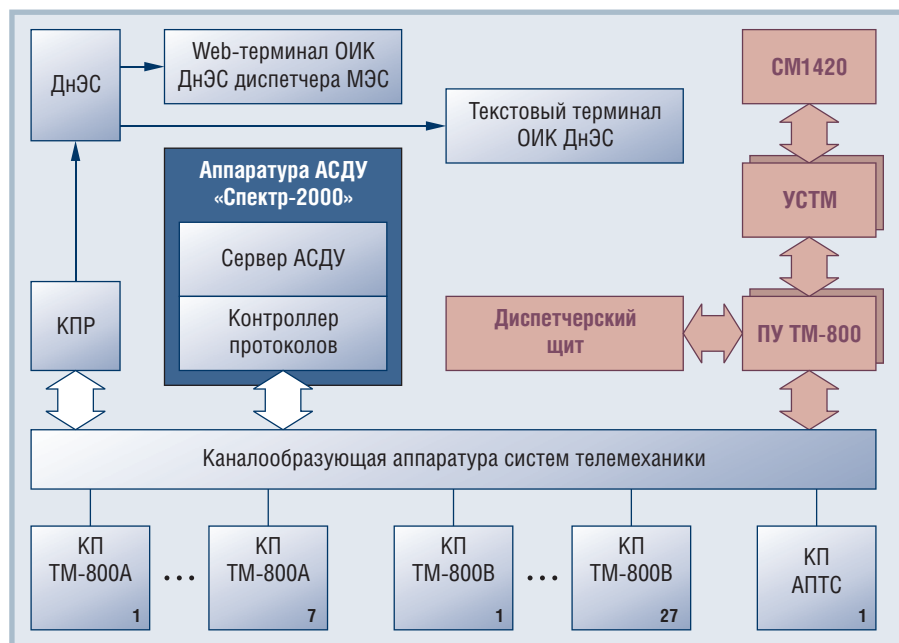
роисшеств телемеханики по каналам связи, параллельно поступает на устройство КПР и ретранслируется в Днепровскую электроэнергетическую систему (ДнЭС). В то же время у диспетчера ДЭС имеется удалённый текстовый терминал ОИК ДнЭС, по которому в ДЭС поступает информация от ДнЭС, а также обеспечивается доступ к ОИК ДнЭС по ведомственной телекоммуникационной сети «Энергия» через Web-интерфейс.

На рис. 1 представлена структура АСДУ ДЭС до модернизации; цветом отмечены устройства, заменяемые на данном этапе модернизации.

Цели модернизации

Целью проведения работ по модернизации ОИК АСДУ ДЭС является повышение эффективности оперативного управления телемеханизированными объектами электрических сетей и снижение нагрузки на оперативный персонал за счёт:

- замены морально и физически устаревшего оборудования ПУ ТМ-800х, УСТМ и СМ1420, установленного на диспетчерском пункте (ДП) ДЭС;
- внедрения высокопроизводительного программно-технического комплекса, отвечающего современным требованиям к системам диспетчерского управления;
- обеспечения возможности доступа к информации ОИК широкого круга пользователей;
- организации информационного взаимодействия со смежными автоматизированными системами и с системами смежных предприятий;
- сокращения потерь времени на ремонты в результате применения современной высоконадёжной аппаратной базы, эффективных программных средств диагностики, специальных структурных решений;
- создания интуитивно-понятного и удобного интерфейса пользователя;
- создания условий для постепенной замены устаревшего оборудования контролируемых пунктов, которые на данном этапе модернизации оставались неизменными;
- оснащения пользователей системы средствами разработки, обеспечи-



Условные обозначения:

■ — оборудование, подлежащее замене в ходе модернизации;
ОИК ДнЭС — оперативно-информационный комплекс Днепровской электроэнергетической системы;
КПР — конвертор протоколов; УСТМ — устройство сопряжения с телемеханикой;
ПУ — пункт управления; КП — контролируемые пункты; АПТС — наименование контролируемого пункта; МЭС — магистральные электросети.

Рис. 1. Структура АСДУ ДЭС до модернизации

вающими последующую модификацию системы собственными силами.

Для достижения этих целей в состав модернизированной части верхнего уровня ОИК АСДУ были включены резервированный каналный адаптер, резервированный SCADA-сервер, автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчеров, активный диспетчерский мнемощит, контроллер диспетчерского мнемощита (система управления мнемощитом), источники бесперебойного электропитания (ИБП), активное и пассивное оборудование ЛВС Ethernet (рис. 2).

Установленные в ДЭС ПУ ТМ-800х, УСТМ и СМ1420 постепенно выводились из эксплуатации с передачей их функций каналному адаптеру КА-96 и SCADA-серверу.

Функции, показатели назначения, меры по обеспечению надёжности комплекса

Вновь создаваемый ОИК АСДУ должен был обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- сбор, проверка достоверности, первичная обработка и хранение оперативных параметров, полученных от

систем телемеханики, включая интегрирование телеизмерений мощности для технического учёта электроэнергии;

- выдача команд телеуправления;
- диагностика состояния устройств телемеханики и каналов связи;
- поддержка функционирования диспетчерского щита;
- ведение схемы нормального режима сети (СНР);
- отображение на экранах АРМ однолинейных схем телемеханизированных подстанций (ПС) с учётом положения коммутационных аппаратов по отношению к СНР;
- вывод оборудования в ремонт и отображение ремонтного состояния оборудования на мнемосхемах;
- контекстное отображение паспортной информации оборудования на мнемосхемах;
- сигнализация о нештатных ситуациях;
- масштабирование планшетов ПС;
- быстрая навигация по системе, в том числе быстрая навигация к объекту, на котором произошло событие;
- вычисление расчётных потерь, построение балансов потребления в различных разрезах;

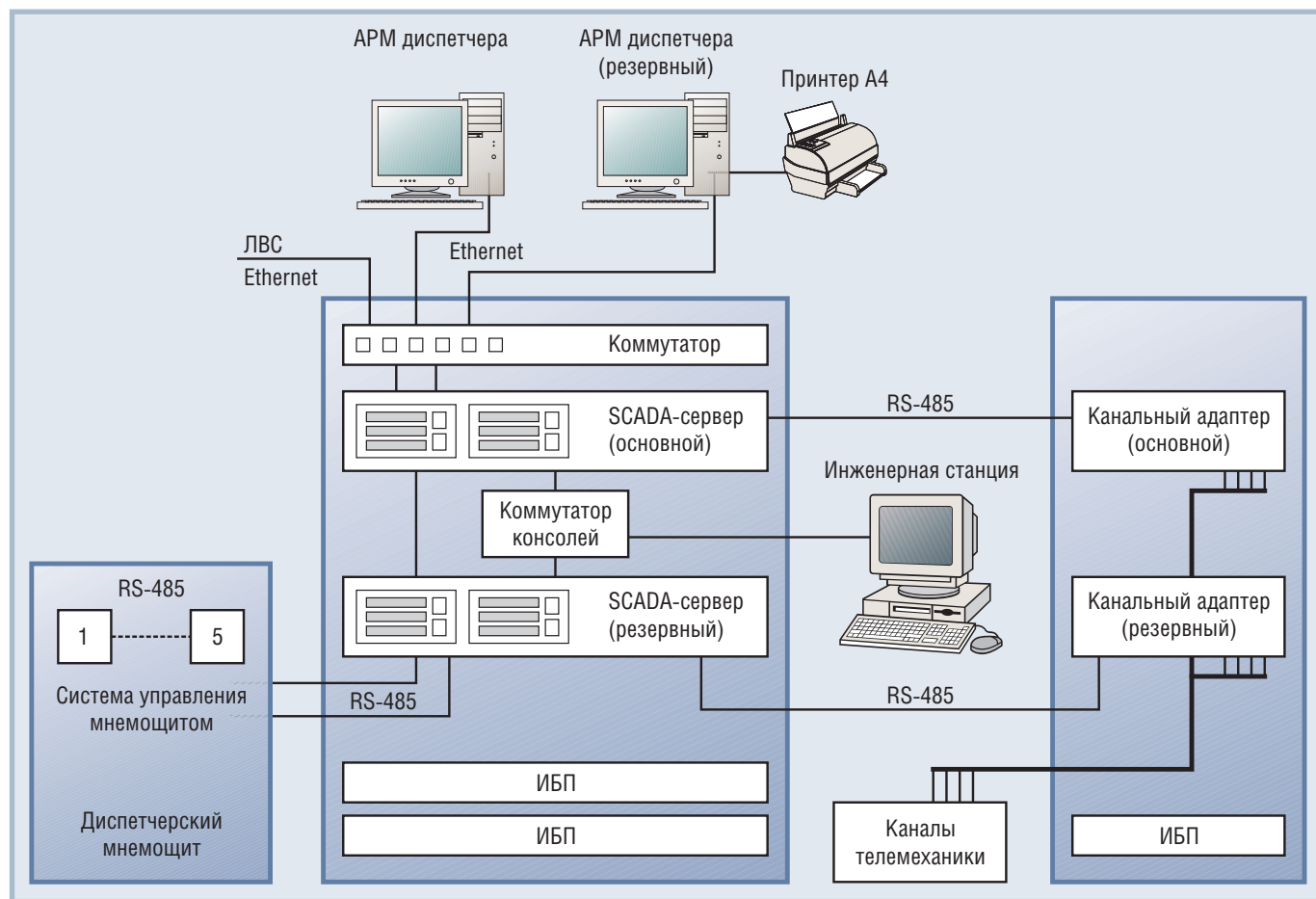


Рис. 2. Структурная схема верхнего уровня нового ОИК АСДУ ДЭС

Таблица 1

Показатели назначения ОИК АСДУ

- дополнительный расчёт величин, не измеряемых средствами телемеханики;
- ручной ввод значений параметров телесигнализации (ТС), телеизмерения (ТИ) и плановых значений;
- ручной ввод в систему (а также возможность автоматического ввода) и представление показаний приборов учёта;
- защита информации и функций системы от несанкционированного доступа.

Помимо перечисленных функций, ОИК АСДУ должен обеспечивать возможность доступа (с учётом соответствующих прав) к информационной базе с АРМ различных подразделений заказчика, а также возможность конфигурирования и модернизации системы силами заказчика. С учётом возможности последующего расширения ОИК АСДУ имеет показатели назначения, приведённые в табл. 1.

Особое внимание при модернизации ОИК было уделено обеспечению высокой надёжности комплекса, в том числе недопустимости потерь информа-

Наименование показателя	Значение	Примечание
Количество КП телемеханики	До 48	Дуплекс
Количество сигналов ТС	До 2000	—
Количество сигналов ТУ	До 1000	—
Количество ТИ	До 5000	—
Количество дискретных сигналов ручного ввода (псевдо-ТС)	До 32000	—
Количество аналоговых сигналов ручного ввода (псевдо-ТИ)	До 5000	—
Количество дополнительно рассчитываемых параметров	До 1000	—
Количество индикаторов ТС на мнемощите	До 5000	—
Период приёма сигналов телемеханики на верхнем уровне	1-30 с	Зависит от канала связи, типа КП и дисциплины обмена
Период обработки ТС и ТИ в базе данных реального времени	0,05 с	—
Такт обновления видеокadra на АРМ диспетчера	≤1 с	—
Глубина хранения архива ТИ	До 6 месяцев	Определяется количеством сигналов в архиве и объёмом дискового пространства
Коэффициент готовности	0,95	—

ции о переключениях в сети и работе оборудования подстанций. Надёжность всего комплекса достигается за счёт следующих мер:

- реализация 100-процентного «горячего» резервирования основных технических средств (два SCADA-сервера, два канальных адаптера, два АРМ диспетчера);
- использование ИБП для обеспечения гарантированного электропита-

ния технических средств комплекса и основных средств отображения;

- использование высоконадёжных, сертифицированных элементов и узлов известных мировых производителей;
- применение надёжного лицензионного системного и телекоммуникационного программного обеспечения;
- использование отказоустойчивой базовой операционной системы и сер-

Таблица 2

Значения основных показателей надёжности ОИК

Среднее время наработки на отказ	Не менее 20 000 часов
Среднее время восстановления	Не более 1 часа
Назначенный срок службы	10 лет

верной дисковой подсистемы на базе RAID-массива;

- построение отказоустойчивой локальной вычислительной сети с использованием современного активного сетевого оборудования;
- принятие специальных программно-алгоритмических и организационных мер защиты информации от несанкционированного стирания, модификации и записи информации в массивы и архивы базы данных (система личных паролей персонала и других пользователей с соответствующими уровнями доступа, автоматическое протоколирование всех действий оператора, контроль использования и нераспространения копий программного обеспечения и т.д.).

В результате были достигнуты значения основных показателей надёжности, представленные в табл. 2.

ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ОИК

Канальный адаптер

Канальный адаптер КА-96 выполняет следующие функции:

- поддержка на физическом и логическом уровнях протоколов обмена с

48 дуплексными (96 симплексными) каналами телемеханических устройств подстанций и поддержка до 10 каналов связи с UART совместимыми протоколами;

- приём и предварительная обработка информации, получаемой от телемеханических устройств подстанций;
- передача принятой информации в SCADA-сервер;
- приём команд ТУ от SCADA-сервера и передача их на телемеханические устройства подстанций;
- конфигурирование и настройка программных и аппаратных средств;
- контроль функционирования каналов связи с телемеханическими устройствами подстанций, собственных аппаратных и программных средств, формирование и передача в SCADA-сервер диагностической и служебной информации, переключение основных и резервных каналов связи;
- обеспечение программного задания телемеханического протокола и ско-

рости передачи информации из ряда 40-100, 200, 300, 600, 1200, 2400 и более бит/с и др.

Предусмотрена возможность увеличения количества телемеханических каналов и протоколов систем телемеханики.

Структурная схема аппаратуры шкафа канальных адаптеров, размещаемого в помещении ДП ДЭС, приведена на рис. 3.

Канальный адаптер КА-96 построен с использованием аппаратных средств формата MicroPC: IBM PC совместимой высокопроизводительной процессорной платы CPU686E фирмы Fastwel, плат дискретного ввода-вывода 5600 и крейта 5208 фирмы Octagon Systems. Два устройства КА-96 устанавливаются в двухсторонний шкаф с принудительной вентиляцией DK 7060 фирмы Rittal. Общий вид шкафа показан на рис. 4 (в верхней части виден один КА-96, второй находится с другой стороны). Для

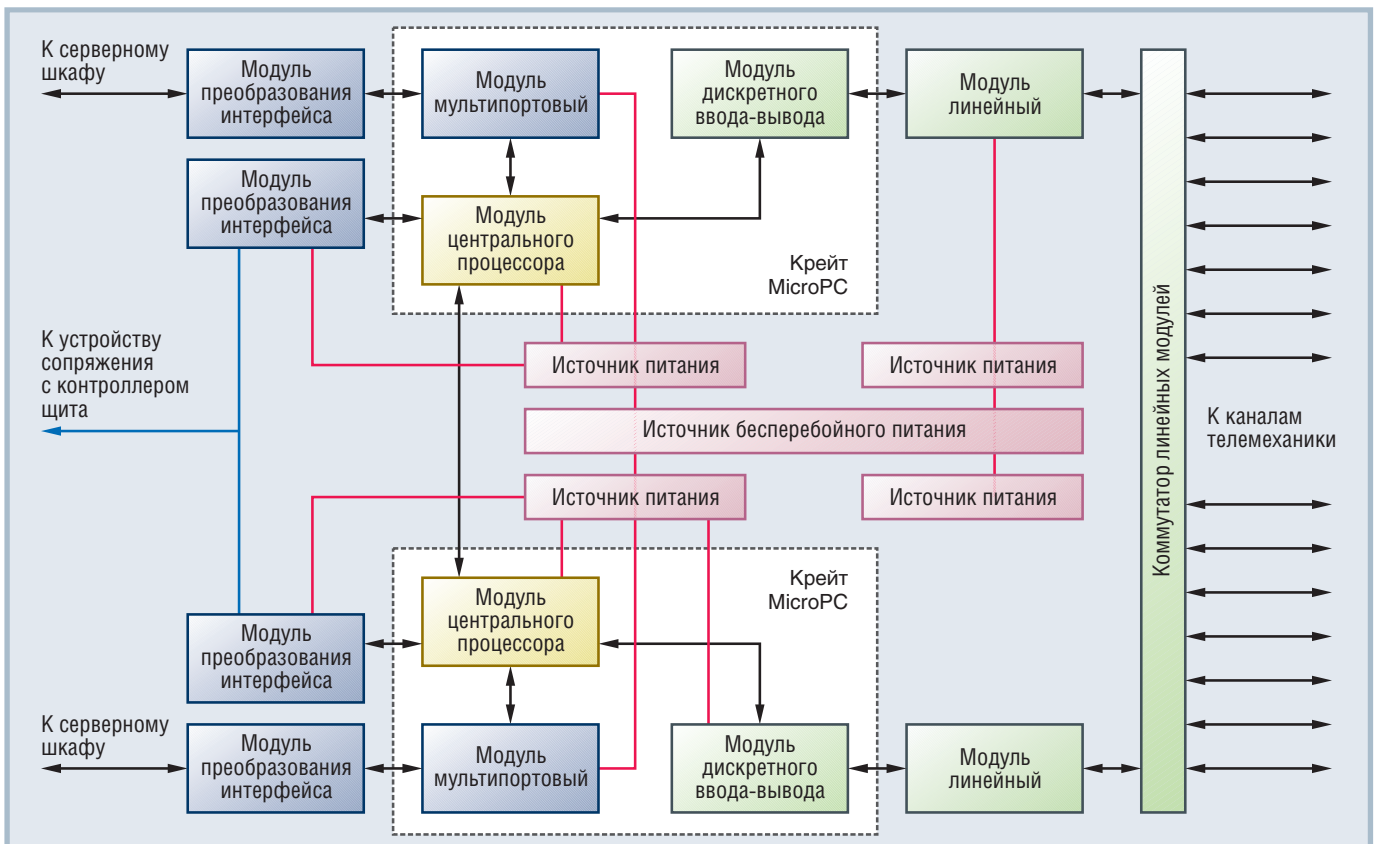


Рис. 3. Структурная схема аппаратуры шкафа канальных адаптеров



Рис. 4. Общий вид шкафа канальных адаптеров

стыковки с каналами телемеханики используются линейные модули ЛМ-1 собственной разработки, для обмена информацией со SCADA-серверами и АРМ телемеханика предназначены последовательные асинхронные порты. Бесперебойное электропитание аппаратуры шкафа обеспечивается источником Smart-UPS 700RM компании APC.

SCADA-сервер

SCADA-сервер выполняет следующие функции:

- организация сбора данных с объектов контроля;
- формирование запросов ТИ и ТС на КП ТМ-800В;
- выдача ТУ на КП ТМ-800В;
- ведение баз данных и отчетов;
- мониторинг и диспетчерское управление;
- планирование событий.

В качестве SCADA-серверов использованы два двухпроцессорных компьютера на базе Intel Server Chassis SR 1200 с процессорами Pentium III-1266/512/133 FCPGA-2.

В качестве шкафа для установки серверов тоже выбран шкаф с принудительной вентиляцией DK 7060.

АРМ диспетчера

АРМ диспетчера образуют ПЭВМ офисного исполнения на базе процессора Celeron 1500 МГц.

АРМ выполняет следующие функции:

- отображение информации о состоянии объектов контроля (общее число сигналов ТС — 758, ТИ — 367) на дисплее в автоматическом режиме и по запросу оператора;
- предоставление пользовательского интерфейса для организации взаимодействия оператора с системой в части диагностики и конфигурирования АСДУ;
- предоставление пользовательского интерфейса для ручного ввода информации;
- вывод информации на печатающее устройство по запросу оператора.

Основной формой отображения информации на дисплее АРМ являются планшеты различных типов (однолинейные мнемосхемы подстанций, таблицы телеметрии, телемеханическая сеть, контроль нагрузки и др.). Каждый уровень напряжения отображается на планшетах соответствующим цветом. Предусматривается возможность вызова паспортной информации по основным объектам подстанций и сетей (трансформаторам, реакторам, выключателям, разъединителям, участкам ЛЭП и т.д.).

Источники бесперебойного питания

ИБП предназначены для обеспечения надёжного наблюдения за объектами электрической сети и управления ими при кратковременном отключении питания, скачках и падениях напряжения в сети электроснабжения 220 В. От них запитываются SCADA-серверы, канальные адаптеры, устройства АРМ диспетчеров, сетевое оборудование. Применяемые ИБП обеспечивают сохранение параметров сети при нарушении первич-

ного электроснабжения на время до 15 минут. В качестве источников бесперебойного питания в составе комплекса используются устройства Smart-UPS 700RM мощностью 700 В·А.

Мнемощит

На мнемощите (рис. 5) представлена схема сети 35-150 кВ, объекты которой находятся в управлении или ведении диспетчера ДЭС. Для отображения сигналов ТС (выключатели и отделители), сигналов положения линейных разъединителей и заземляющих ножей, а также аварийно-предупредительных сигналов (АПС) всего задействовано более 3,5 тысяч индикаторов. Тип щита — «тёмный», то есть светятся только индикаторы активных сигналов АПС и индикаторы не соответствующих схеме нормального режима коммутационных аппаратов, а также мигают индикаторы, соответствующие состоянию не квитированной диспетчером тревоги после переключения.

Особенностью оборудования ОИК в целом и отдельных его устройств является удобная для эксплуатации конструкция, обеспечивающая простой монтаж и лёгкую замену узлов и блоков. Все оборудование ОИК сертифицировано.

Программное обеспечение ОИК

Основными составляющими программного обеспечения (ПО) ОИК являются:

- SCADA/HMI-система Intellution iFix;
- СУБД Oracle;
- ОС Windows 2000 Server;



Рис. 5. Рабочее место дежурного диспетчера и общий вид мнемощита

● прикладное ПО.

Отметим основные достоинства Intellution iFix:

- «продвинутые» визуальные средства разработки графических примитивов и мнемосхем;
- встроенный объектно-ориентированный язык программирования VBA и встроенная подсистема разработки, включающая среду программирования, графический редактор, редактор базы данных реального времени, средства администрирования и достаточно полный набор утилит;
- встроенные функции поддержки резервированных структур;
- обширная библиотека графических примитивов с возможностью расширения пользователем;
- встроенная поддержка стандартных интерфейсов и сетевых протоколов, а также возможность использования графического терминального доступа (терминальные клиенты Microsoft, Citrix Metaframe);
- эффективная организация процесса разработки системы за счёт разбиения на подсистемы и блоки, из которых затем собирается готовая система.

Возможности модернизированного ОИК АСДУ

В ОИК АСДУ предусматривается оперативное оповещение оператора о возникновении на телемеханизированных объектах следующих событий:

- срабатывание аварийной сигнализации на ПС;
- срабатывание предупредительной сигнализации на ПС;
- срабатывание коммутационных аппаратов на ПС;
- выход значений телеизмерений за пределы заданных диапазонов.

Обеспечивается ведение электронного журнала событий, а также сохранение в электронном архиве заданных при конфигурировании системы параметров ТИ и ТС для последующего отображения на экране или распечатки. Период записи информации в электронный архив устанавливается по группам параметров архивирования, а глубина хранения записей в архиве настраивается на заданный при конфигу-

рировании системы временной интервал и может быть изменена в процессе эксплуатации системы. В результате базы данных ОИК содержат следующую информацию:

- оперативные данные реального времени;
- архив событий системы;
- архивы телеметрии;
- архивы часовых параметров;
- данные энергопотребления;
- нормативно-справочная информация;
- паспортная информация по объектам диспетчерского управления.

Обеспечивается ручной (в перспективе автоматический) ввод и сохранение в базе данных параметров электропотребления и отдачи активной и реактивной энергии по заданным при конфигурировании системы точкам учёта, а также автоматическое интегрирование телеизмерений. Общее количество точек учёта — 720.

В ОИК АСДУ заложена возможность развития системы в следующих направлениях:

- увеличение количества объектов и параметров контроля;
- подключение КП других типов;
- интегрирование в ОИК ОАО ЭК «Днепрооблэнерго»;
- создание базы данных однолинейных схем подстанций района электрических сетей;
- реализация системы расчёта режимов сети (текущего, расчётного, оптимального);
- реализация механизма автоматического съёма параметров учёта электроэнергии с приборов учёта;
- реализация системы паспортизации оборудования с использованием ГИС-технологии.

Заключение

Представленный в статье ОИК АСДУ ДЭС уже введён в промышленную эксплуатацию.

Весь комплекс работ в ООО «Хартэп» проводился и проводится под управлением системы качества, имеющей сертификат соответствия международному стандарту ISO 9001-2001 (№ UA2.003.575).

Описанные технические решения являются унифицированными и могут

быть использованы при модернизации или создании новых АСДУ любых энергообъектов.

В конце 2003 года была введена в эксплуатацию следующая, более мощная разработка ООО «Хартэп» — ОИК АСДУ Северной энергосистемы национальной энергокомпании (НЭК) «Укрэнерго» [1]. В этом проекте, помимо верхнего уровня системы, подверглось модернизации и установленное на ПС оборудование ОИК, в частности, создан АРМ дежурного ПС, связанный с КП телемеханики подстанции и с ОИК верхнего уровня. Кроме того, разработан и включён в состав ПО ОИК новый программный комплекс «Советчик диспетчеру» по ведению режимов магистральных электрических энергосистем [2].

В настоящее время ведётся разработка ещё более мощного ОИК АСДУ Западной энергосистемы НЭК «Укрэнерго».

В заключение необходимо отметить большой вклад, который внесли и вносят в реализацию проекта модернизации ОИК АСДУ ДЭС руководители и специалисты оперативно-диспетчерской службы Днепропетровских электрических сетей и ОАО ЭК «Днепрооблэнерго». ●

Литература

1. Титов Н.Н., Прохвятилов В.Ю., Рыбальченко Т.В., Кривонос А.И., Корнейчук В.Я. Модернизация оперативно-информационного комплекса АСДУ Северной энергосистемы Украины // Автоматизация в промышленности. 2004. № 4.
2. Титов Н.Н., Прохвятилов В.Ю., Кривонос А.И., Трубицын В.В., Тиховский В.М. Программный комплекс «Советчик диспетчеру» по ведению режимов магистральных электрических энергосистем // Автоматизация в промышленности. 2005. № 7.

Авторы — сотрудники

ООО «Хартэп»

корпорации «МАС-ИПРА»,

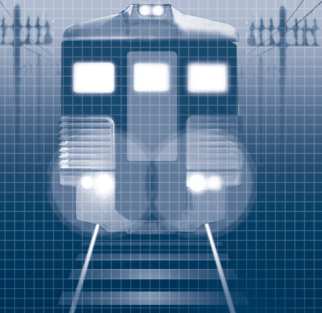
телефон/факс:

(+38-057) 717-6699, 717-6688,

и ОАО ЭК «Днепрооблэнерго»,

телефон: (+38-056) 371-4270,

факс: (+38-056) 371-4276



Безопасность и экономичность — главные черты системы управления движением поездов Казанского метрополитена

Виктор Белов, Анатолий Голынский, Константин Потапов, Михаил Гаркуша, Лев Корнев

Рассмотрены архитектура и состав системы управления движением поездов Казанского метрополитена, которая характеризуется высоким уровнем безопасности пассажиров и экономичностью эксплуатации. Эта система, в которой реализованы новейшие научные и практические достижения в области автоматизированного управления и организации движения поездов метро, представляет собой пример инновационной деятельности отечественной промышленности.

К тысячелетнему юбилею столицы Татарстана введён в эксплуатацию Казанский метрополитен, который, по мнению министра транспорта РФ, является лучшим в России по своему уровню безопасности [1]. И это действительно так. Казанский метрополитен оснащён современными системами бесперебойного электропитания и пожарной безопасности, средствами антитеррористической защиты и борьбы с грунтовыми водами. Вместе с тем наибольший интерес у отечественных и зарубежных специалистов в области эксплуатации метрополитенов вызывает аппаратно-программный комплекс управления движением поездов.

Движущийся поезд метрополитена, как известно, представляет собой не только средство для быстрого и комфортного передвижения, но и источник повышенной опасности для его пассажиров. Поэтому во всём мире к безопасности системы управления движением поездов метрополитенов всегда предъявлялись повышенные требования. Главная роль в решении этой задачи отводилась машинисту поезда. От его способности оперативно реагировать на опасные ситуации, принимать правильные решения во многом зависела жизнь и здоровье людей.

В основу построения системы управления движением поездов Казанского

метрополитена заложены идеи и принципы, обеспечивающие достижение высокого уровня безопасности, которые зародились в Санкт-Петербургском НИИ точной механики [2-5] и прошли экспериментальную проверку в метрополитене города на Неве. Уникальность Казанского метро заключается в полном отсутствии морально устаревших релейных средств управления и организации движения, которые до сих пор используются в метрополитенах нашей страны. На смену этим средствам пришли отвечающие современному мировому уровню бортовые и станционные вычислительные комплексы, способные самостоятельно обнаружить и локализовать угрозу безопасному состоянию находящихся в метрополитене людей.

Система управления движением поездов Казанского метрополитена по-

строена по иерархическому принципу и включает в себя три уровня. На верхнем уровне располагается центр диспетчерского управления (ЦДУ). С его помощью осуществляется сбор необходимой информации, её оперативный анализ и выдача управляющих команд на средний уровень, который включает в себя оборудование, установленное на станциях метрополитена. Нижний уровень представляет собой аппаратуру, размещённую на поездах.

ЦЕНТР ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Всё оборудование и программное обеспечение центра диспетчерского управления разделено на две взаимосвязанные системы: комплексную систему «Движение» (КСД), которая осуществляет процесс организации движения поездов метрополитена, и комплексную автоматизированную систему диспетчерского управления (КАСДУ), решающую задачу управления внешними устройствами (имеет сертификат соответствия).

Информация о движении всех поездов, их техническом состоянии, а также о состоянии оборудования, установленного на станциях, и путевой аппаратуре передаётся на ЦДУ по дублированной волоконно-оптической связи и отображается на проекционных табло



Поезд на станции Казанского метрополитена

коллективного пользования (рис. 1). Обработка информации, поступающей в ЦДУ, производится с помощью двух специализированных вычислительных комплексов, входящих в состав соответственно КСД и КАСДУ. Каждый из этих комплексов имеет двукратное резервирование и построен на базе серверов IBM X Series (рис. 2).

В состав системы КСД входят автоматизированные рабочие места (АРМ) старшего диспетчера, поездного диспетчера и инженера по автоматике, сигнализации и связи. Система КАСДУ состоит из автоматизированных рабочих мест диспетчера энергоснабже-

ния и диспетчера электромеханических устройств. Для контроля программного обеспечения центра диспетчерского управления используется АРМ системного программиста.

СТАНЦИОННЫЙ УРОВЕНЬ

На станционном уровне системы управления движением поездов Казанского метрополитена находятся средства пере-



Рис. 1. Проекционные tavolo автоматизированные рабочие места центра диспетчерского управления

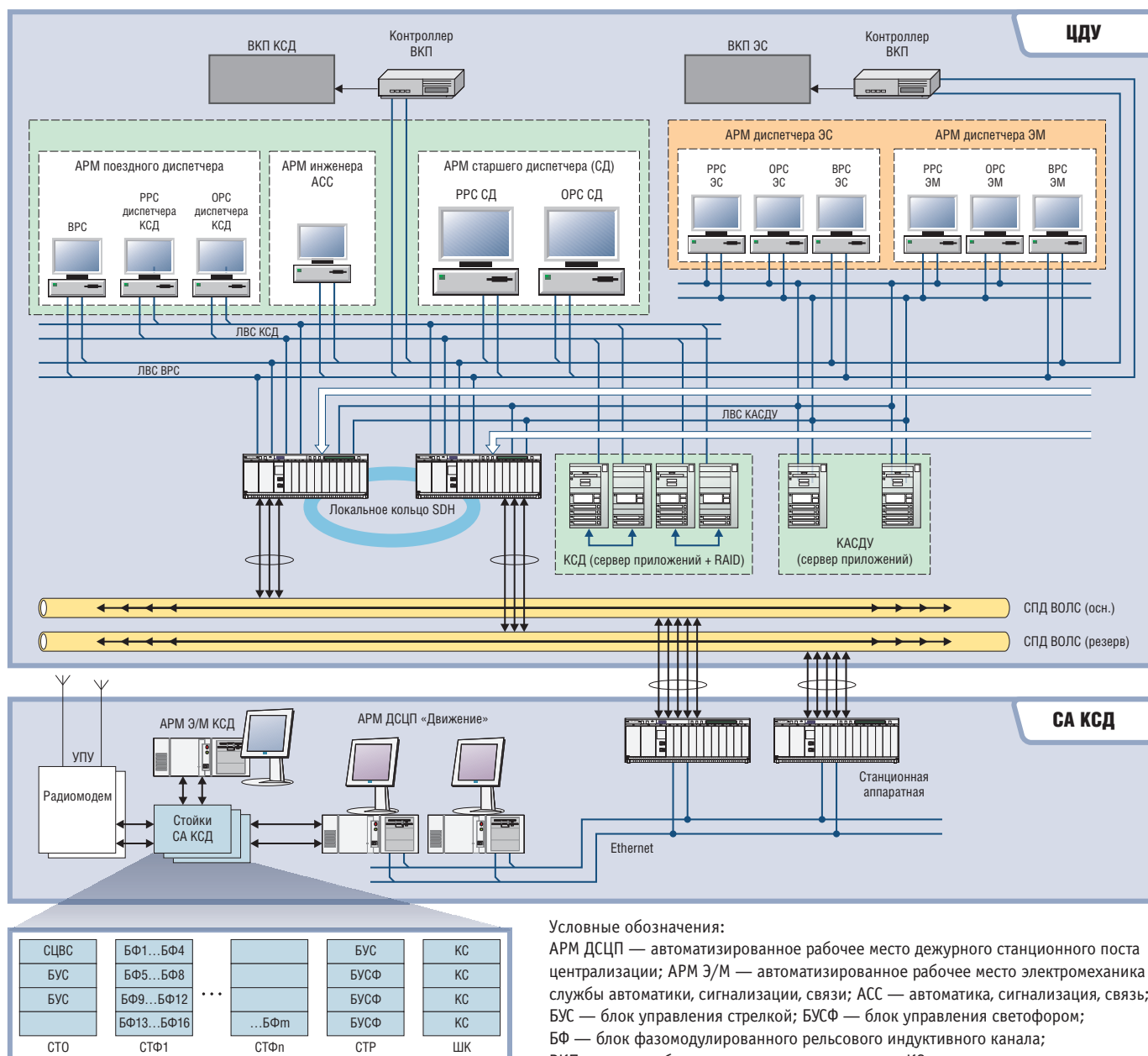


Рис. 2. Структурная схема центра диспетчерского управления (ЦДУ) и стационарной аппаратуры комплексной системы «Движение» (СА КСД)

Условные обозначения:

АРМ ДСЦП — автоматизированное рабочее место дежурного станционного поста централизации; АРМ Э/М — автоматизированное рабочее место электромеханика службы автоматики, сигнализации, связи; АСС — автоматика, сигнализация, связь; БУС — блок управления стрелкой; БУСФ — блок управления светофором; БФ — блок фазомодулированного рельсового индуктивного канала; ВКП — видеотабло коллективного пользования; КС — клеммные соединители; ЛВС — локальная вычислительная сеть; РС — рабочая станция (ОРС — основная, ВРС — вспомогательная, РРС — резервная); СПД ВОЛС — система передачи данных по волоконно-оптической линии связи; СТО — стойка управления основной; СТР — стойка расширения; СТФ — стойка фазомодулированного канала; СЦВС — стационарная цифровая вычислительная система; УПУ — устройство прибытия/убытия; ШК — шкаф клеммных соединителей; ЭМ — электромеханическая служба; ЭС — служба электроснабжения.

дачи информации в ЦДУ, средства связи с поездной аппаратурой и оборудованием соседних станций, стационарная аппаратура микропроцессорной централизации и АРМ дежурного по станции, которые также имеют сертификаты соответствия.

Источником информации, позволяющей однозначно определить положение поезда на линии, служит аппаратура фазомодулированного (ФМ) канала контроля рельсовых цепей. Эта аппаратура, кроме того, обеспечивает передачу на поездной уровень команд о допустимых значениях скоростей поезда. Для обработки поступающей на станцию информации, анализа этой информации и главных зависимостей по проверке маршрутов на безопасность, а также для выдачи управляющих воздействий на поезд, стрелки и светофоры на этом иерархическом уровне используется цифровая вычислительная система, которая состоит из трёх станционных цифровых вычислительных машин.

Помимо этого, решается комплекс задач контроля системы управления движением поездов метрополитена. В частности, контролируются параметры стрелочных переводов и светофоров, определяются техническое состояние и занятость рельсовых цепей, принимается диагностическая информация от прибывающих на станцию поездов, производится расчёт и передача на поезда значений допустимых скоростей их движения. С помощью оборудования станционного уровня осуществляется обмен информацией с аппаратурой соседних станций и передача необходимых сведений в ЦДУ.

Поездной уровень

Поездной уровень представляет собой оборудование и аппаратуру поездов метрополитена, обеспечивающих движение поезда с заданной скоростью на каждом участке пути, торможение поезда на станции с требуемой точностью, открытие и закрытие дверей вагонов. Отличительной особенностью поезда, применяемого на Казанском метрополитене, является использование интеллектуального асинхронного тягового привода (АТП). Этот привод введён в контур управления движением поезда. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с приводом постоянного тока. К достоинствам АТП относятся значительный экономический выигрыш при его эксплуатации, а также обеспе-

чиваемая им возможность более гибко управлять тягой и торможением, что создаёт условия для повышения плавности движения поезда. В результате использования АТП стала возможной реализация безударного алгоритма стабилизации скорости движения поезда, что особенно важно на этапах прохождения затяжных уклонов и подъёмов.

АТП не только потребляет электрическую энергию при разгоне, но и обладает способностью возвращать её при торможении, работая в режиме генератора. Наибольшей эффективности этот привод достигает при высокой частоте разгонов и торможений, что является отличительной особенностью движения поездов в метро. В результате можно существенно экономить потребляемую поездами электроэнергию в сравнении с приводами постоянного тока, применяемыми в большинстве российских метрополитенов.

Кроме того, релейно-контакторная система управления приводами постоянного тока требует частого обслуживания и ремонта, связанного с малыми ресурсными возможностями контактных устройств, что, в свою очередь, ведёт к значительным материальным затратам. Обслуживание и ремонт щёточно-коллекторных узлов представляют собой высокочрезвычайные технологии, поскольку они являются достаточно сложными, трудоёмкими и требуют использования высококвалифицированных специалистов. Эксплуатационные расходы на техническое обслуживание АТП значительно меньше за счёт применения современных высоконадёжных полупроводниковых приборов, а межремонтные пробеги поездов при использовании АТП ощутимо больше, чему в немалой степени способствуют наличие у такого привода собственной системы диагностики, а также выполнение его настройки и периодической проверки на специализированном стендовом оборудовании [6].

Опыт эксплуатации асинхронного привода лучшими мировыми метрополитенами свидетельствует о том, что, хотя его стоимость достаточно высока, в процессе эксплуатации он полностью себя окупает.

АТП поездов Казанского метрополитена изготовлен на чешском предприятии «Шкода». Он управляется специализированным компьютером, который входит в состав привода. Компьютер тягового привода с помощью CAN-ин-

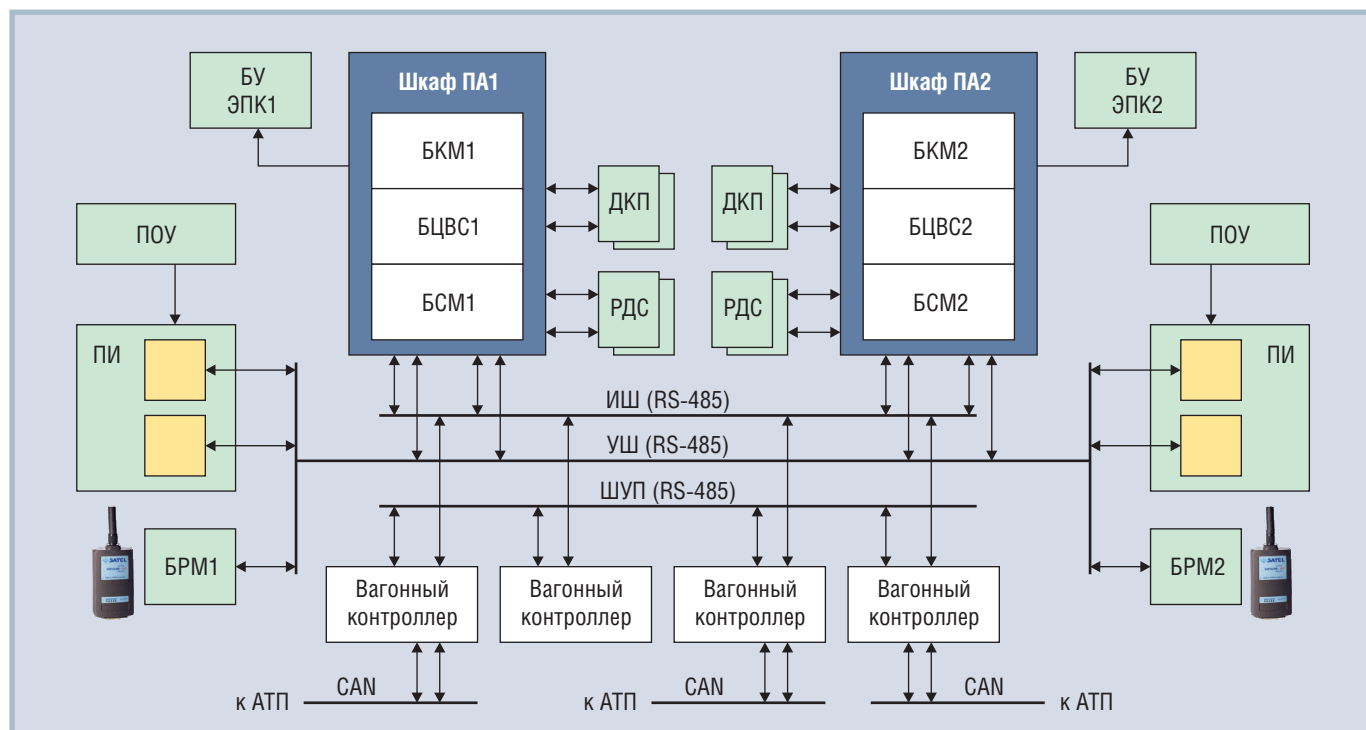
терфейса связан с бортовым прибором вагонных контроллеров, который содержит ведущий и ведомый контроллеры (рис. 3). Этот прибор выдаёт команды управления на компьютер асинхронного привода и принимает диагностическую информацию о техническом состоянии АТП. Вагонные контроллеры, в свою очередь, связаны с бортовым цифровым вычислительным комплексом (БЦВК, комплекс объединяет две системы БЦВС, по две машины БЦВМ в каждой) поезда, который получает информацию о текущей скорости движения от бортовых реверсивных датчиков скорости. Информация о допустимой скорости на данном участке пути поступает в БЦВК от аппаратуры станционного уровня по ФМ-каналу связи рельсовых цепей, которая в своём роде является уникальной и на которую направлено пристальное внимание не только в нашей стране, но и за рубежом.

На каждом из моторных вагонов установлены четыре тяговых асинхронных двигателя. Благодаря достаточно высокой мощности применяемого привода (170 киловатт) удалось укомплектовать поезд Казанского метрополитена, который пока состоит из четырёх вагонов, одним безмоторным вагоном.

Подсистема безопасности

При разработке системы управления движением поездов Казанского метрополитена главное внимание, наряду с экономичностью её эксплуатации, уделялось обеспечению высокого уровня безопасности. Эта задача решена путём использования современной высоконадёжной элементной базы и применения таких методов построения, при которых одиночные сбои или отказы не нарушают заданного процесса её функционирования, причём система управления движением поездов выполняет свои функции в полном объёме без снижения уровня безопасности. В том случае, когда при возникновении отказов у системы исчерпаны все её резервные возможности, она автоматически переходит в так называемое защитное состояние [2], сохраняя при этом безопасность пассажиров поезда метро.

Исключительная важность и ответственность задачи сохранения безопасного состояния пассажиров определили необходимость выделения специальной подсистемы — функциональной подсистемы безопасности. Эта подсистема имеет свои составляющие



Условные обозначения:

АТП — асинхронный тяговый привод; БЦВС — бортовая цифровая вычислительная система; БКМ — блок коммутации; БРМ — блок радиомодема; БСМ — блок связи; БУ ЭПК — блок управления электропневмоклапаном; ДКП — датчик коррекции пути; ИШ — информационная шина; ПА — поездная аппаратура; ПИ — прибор индикации; ПОУ — прибор основного управления; РДС — реверсивный датчик скорости; УШ — управляющая шина; ШУП — шина управления приводом.

Рис. 3. Структурная схема поездной аппаратуры поезда с асинхронным тяговым приводом (ПА АТП)

на всех иерархических уровнях системы управления движением поездов Казанского метрополитена.

С помощью подсистемы безопасности своевременно обнаруживаются и оперативно пресекаются все возможные угрозы безопасному состоянию, которые могут возникнуть в процессе функционирования стационарной и поездной аппаратуры. К таким угрозам, в частности, относятся события, связанные с несвоевременным открытием или закрытием дверей вагонов, превышение допустимой скорости движения поезда, перевод стрелки под движущимся поездом, движение по занятому пути и т.п.

Опыт разработки и эксплуатации подобных систем свидетельствует о том, что одним из эффективных способов достижения необходимого уровня безопасности является использование структурной избыточности и разветвленной системы контроля и диагностики на всех иерархических уровнях системы управления. Так, на уровне ЦДУ все автоматизированные рабочие места являются дублированными.

На станционном уровне все блоки и устройства выполнены с применением различных видов резервирования. Например, устройство прибытия/убытия,

предназначенное для фиксации факта остановки поезда и обмена информацией между станционным оборудованием и поездной аппаратурой, представляет собой двухканальное устройство, каждый канал которого является дублированным.

На поездном уровне бортовой вычислительный комплекс представляет собой четырехмашинную вычислительную систему, которая связана с периферийными устройствами тремя дублированными системными шинами. Системные шины представляют собой независимые системные магистрали передачи данных типа RS-485.

Для исключения возможного накопления отказов аппаратура поезда содержит средства встроенного контроля и диагностики, с помощью которых с периодом 0,1 с проверяется правильность функционирования поездной аппаратуры. За это время происходит сравнение входной, внутренней и выходной информации от различных источников, выявляется рассогласование данных и определяется отказавший блок. По результатам работы системы контроля производится реконфигурация системы управления, то есть отключение от контура управления отказавшего блока.

Подсистема безопасности реализует принцип, согласно которому любой одиночный отказ не приводит к угрозе опасного состояния, при этом система управления сохраняет работоспособность. В случае возникновения такой угрозы аппаратно-алгоритмические средства подсистемы безопасности поездной аппаратуры переводят систему в защитное неработоспособное, но в то же время безопасное состояние. Основным оперативным средством обеспечения безопасности во время движения поезда является электропневматический клапан (ЭПК), который установлен в головных вагонах поезда и срабатывание которого переводит поезд в режим экстренного торможения. При этом подсистема безопасности поезда построена таким образом, что при отсутствии заданной эффективности торможения выдается команда на замещение электрического торможения пневматическим.

В кабине машиниста поезда установлен прибор индикации, содержащий два канала. С помощью этого прибора машинист взаимодействует в диалоговом режиме с бортовой вычислительной системой. По запросу машиниста на прибор выводятся данные, необходимые для управления движением поезда (рис. 4).



Рис. 4. Пульт машиниста

При внезапном ухудшении состояния здоровья машиниста или его не санкционированных действиях предусмотрена возможность автоматического ведения поезда. При этом информация записывается в приборе сбора и регистрации для дальнейшей расшифровки и определения неправомерных действий машиниста. В данном режиме поездной аппаратурой формируются и передаются команды управления асинхронными двигателями в соответствии с заданными алгоритмами автоматического ведения поезда. Во время прибытия на станцию торможение поезда производится с погрешностью его остановки, не превышающей ± 1 м. Для решения этой задачи на каждой станции установлены угольные отражатели. За несколько метров до подъезда к месту установки отражателя в бортовой цифровой вычислительной машине (БЦВМ) формируется управляющая команда, которая через контроллеры блока связи поступает на датчик коррекции пути (ДКП). По этой команде включается источник оптического излучения, луч света которого должен быть отражён находящимся на станции отражателем. Контроллеры блока связи фиксируют поступление от ДКП отражённого сигнала и по каналу информационной шины (ИШ) передают в БЦВМ координату отражателя. После этого контроллеры по сигналам от четырёх реверсивных датчиков скорости, установленных по два в каждом головном вагоне, начинают отсчёт пути до следующего отражателя.

Для регистрации наиболее важной поездной телеметрической информации используется бортовой самописец, который в отличие от авиационного прототипа получил название «серый ящик».

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

При создании системы управления движением Казанского метрополитена использованы ранее разработанные узлы и блоки комплексной системы «Движение» [2], например, контроллеры интерфейса и контроллеры для обработки сигналов от датчиков.

ОАО «НИИ точной механики» использует в системе «Движение» комплектующие, поставляемые известными фирмами. Благодаря сотрудничеству с ними удалось добиться высокого качества аппаратуры при ценах, приемлемых в условиях бюджетного финансирования.

Из покупной элементной базы в проекте применяются платы CPU 5066 фирмы Octagon Systems, микроконтроллеры CPU188, одноплатные компьютеры CPU686-CAN, процессорные платы CPU686E, модули ввода-вывода UNIO96-5 и UNIO48-5, терминальные платы TBI-24/OC, TBI-16/8-C, TBR8, KIB 98501 фирмы Fastwel, а также монтажные каркасы фирм Octagon Systems и Fastwel, матричные плёночные клавиатуры СК-13 и СК-14 Nikkol, LC-дисплеи LQ104VIDG51 и LQ64D343 корпорации Sharp, DC/DC-преобразователи «М» серии Power One, устройство авторизации доступа DC1411-009 Dallas Semiconductor, радиомодемы типа SATELLINE 3AS EPIC фирмы SATEL OY и соединители фирмы Harting. Автоматизированные рабочие места станционного уровня и ЦДУ реализованы на базе промышленных рабочих станций IPC-510-SYS2 компании Advantech.

В то же время применение асинхронного тягового привода в поездах Казанского метрополитена и внедрение некоторых усовершенствований в станционную аппаратуру привело к необходимости проведения ряда модернизаций. В частности, по сравнению с поездной аппаратурой Санкт-Петербургского метрополитена модернизирован блок бортовой вычислительной системы: платы CPU 5025A и 5600 фирмы Octagon Systems заменены, соответственно, на платы CPU686 и UNIO48-5 фирмы Fastwel. Для решения вопросов защиты аппаратуры от импульсных помех применены защитные модули типа 286-831 компании WAGO.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система управления движением Казанского метрополитена разработана и введена в эксплуатацию благодаря многолетнему опыту создания подобных и других (в том числе космических) систем, который накоплен в Санкт-Петербургском НИИ точной механики. В этой системе управления реализованы практически все современные подходы, принципы и способы достижения высокой степени безопасности пассажиров, использована отвечающая мировому уровню элементная база, учтены рекомендации и требования, приведённые в европейских и международных стандартах в сфере безопасности. Наряду с задачей обеспечения безопасности при перевозке пассажиров в Казанском метрополитене решён комплекс задач, связанных со снижением эксплуатационных затрат и расходов на энергопотребление, сокращением штата обслуживающего персонала и улучшением условий его труда, повышением пропускной способности и комфортабельности проезда в поездах метро. ●

ЛИТЕРАТУРА

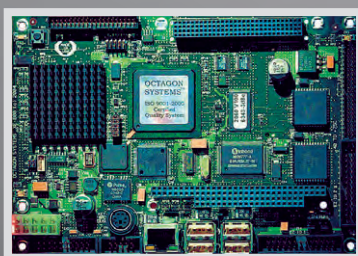
1. По уровню безопасности казанское метро — лучшее в России, считает Игорь Левитин / Васильева Ю., Рошупкина Е. // Электронная газета Татарстана Intertat.ru. — 28.07.2005. — <http://intertat.ru/index.php?cat=r&bigoffset=0&offset=0&id=69747>.
2. Антонов Ю.В., Белов В.П., Голяков А.Д. и др. Надёжность и безопасность информационно-управляющих систем (методы оценивания и контроля). — СПб.: ОАО «НИИ ТМ», 2004. — 326 с.
3. Белов В.П., Голяков А.Д., Старков С.Я. О понятиях «надёжность» и «безопасность» технических систем с позиции разработчиков // Методы менеджмента качества. 2003. № 10.
4. Белов В.П., Голяков А.Д. Терминологическая база теории безопасности // Стандарты и качество. 2004. № 9.
5. Пат. 2261455 Российская Федерация. Способ контроля целостности силовых линий электропитания распределённой нагрузки; Приоритет изобретения 17.03.2004.
6. Ракитин А. Будущее — за асинхронным приводом // Мир метро — <http://metroworld.ruz.net/trains/asyn.htm>.

**Авторы — сотрудники НИИ ТМ,
г. Санкт-Петербург
Телефон: (812) 535-2270
Факс: (812) 535-8374**

ЗНАК СИЛЫ. OCTAGON

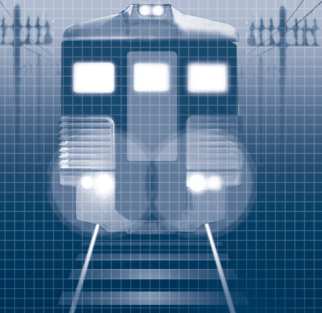


ВЫСОКОНАДЁЖНЫЕ ОДНОПЛАТНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ



- Среднее время безотказной работы – более 10 лет
- –40...+85°C
- Вибрация до 5g
- Удары до 20g
- Процессор с рабочей частотой до 1 ГГц
- Все стандартные интерфейсы на одной плате
- Шина расширения PC/104 и PC/104-Plus
- Поддержка QNX, Windows CE/XPe, Linux

Широкий выбор изделий: PC-600, PC-680, PC-770, XE-700, XE-800, XE-900



Электроника на службе безопасности движения

Борис Никифоров

В статье описана Единая комплексная система управления и обеспечения безопасности движения (ЕКС), цели её создания и решаемые задачи. Приведены основные функции и новые потребительские свойства ЕКС, описаны структура, технические решения и особенности системы.

Создание системы безопасности

29 ноября 2002 года МПС России было принято решение о создании Единой комплексной системы управления и обеспечения безопасности движения (ЕКС). Этому предшествовал ряд неприятных случаев нарушений безопасности движения. Разработка концепции системы ЕКС потребовала объединения сил учёных и ведущих специалистов Отраслевого центра внедрения новой техники и технологий (ОЦВ), Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), Российского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи (ВНИИАС), Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Уральского отделения Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (УО ВНИИЖТ), ЗАО «Нейроком», Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожной гигиены (ВНИИЖГ), Института технико-экономических изысканий и проектирования железнодорожного транспорта (ГИПРОТРАНСТЭИ) и создания творческого коллектива, насчитывающего более 100 высококвалифицированных учёных и специалистов. В 2003 году был выполнен 1-й этап проекта, названный ЕКС-1, в рамках которого на программно-интерфейсном уровне были объединены в единый комплекс три широко внедрённые подсистемы: унифицированная микропроцессорная система автоведения поезда (УСАВП), система автоматического управления тормозами (САУТ-ЦМ) и

комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У).

Концепцией создания ЕКС определены следующие цели и задачи:

- повышение безопасности и пропускной способности лимитирующих линий;
- единство оптимального управления и обеспечения безопасности движения;
- автоматическое и автоматизированное ведение поезда по участку;
- повышение живучести и помехозащищённости системы;
- обеспечение точного и безопасного выполнения графика движения;
- повышение рейсовой надёжности при максимальном уровне автоматизации;
- улучшение условий труда машиниста за счёт интеллектуальных возможностей системы;
- обеспечение невозможности несанкционированного отключения системы;



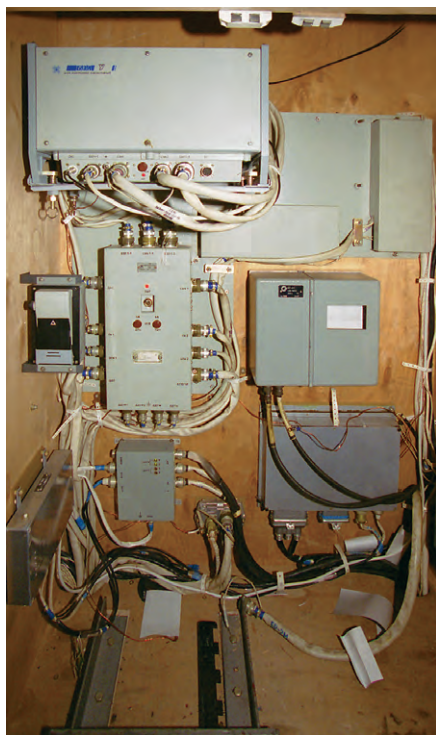
Приоритетной задачей ОАО «РЖД» является первоочередное оснащение Единой комплексной системой управления и обеспечения безопасности движения локомотивного парка пассажирского движения — электровозов серии ЧС2

- интеграция на локомотиве подсистем УСАВП, САУТ-ЦМ и КЛУБ-У в единую открытую систему с постепенным наращиванием функций.

Структура ЕКС и иерархия построения

Система ЕКС построена на основе объединения трёх базовых подсистем: автоведения УСАВП, автоматического управления тормозами САУТ-ЦМ и безопасности КЛУБ-У (рис. 1).

В основе структуры ЕКС лежит УСАВП как подсистема, реализующая управление поездом с учётом всех требований, предъявляемых к системе в целом: обеспечение безопасности, выполнение графика, движение по энергооптимальной кривой и др. Поскольку задачи этой подсистемы по обеспечению оптимального и безопасного управления сложны, многомерны и непрерывны, требуется наличие специализированной подсистемы, интеллектуально воздействующей только на пневматические тормоза поезда. У такой подсистемы должны быть достаточно простые и безопасные алгоритмы управления, повышенные надёжность и помехозащищённость, исключая применение экстренного торможения. Эти функции в общей системе выполняет САУТ-ЦМ. Наряду с этим необходима подсистема с высоким уровнем надёжности, обеспечивающая защитные функции — таковой является КЛУБ-У. Эта подсистема решает специфические задачи приёма, фильтрации и дешифрации сигналов АЛСН (автоматической локомотивной сигнализации непрерывного действия), определения местоположения и контроля скорости. Её управляющее



Монтаж аппаратуры ЕКС на электровазоне ЧС2

воздействие направлено на недопущение превышений скорости, проездов запрещающих сигналов, несанкционированного движения. Перечисленные подсистемы в своей совокупности составили систему, распределённую по функциям и управлению, приёму и обработке информации.

В 2004 году выпущена опытная партия ЕКС для 18 пассажирских электровазонов ЧС2 и ЧС7.

Однако на первом этапе, когда объединение было проведено только на программно-интерфейсном уровне, помимо очевидных плюсов (нет необходимости создавать новое «железо», добавляются только стыковочные модули), система имела и минусы: неоправданное

многократное дублирование датчиков и систем обработки информации от них при одновременном снижении надёжности за счёт бесполезного увеличения объёма электронных и механических устройств, а также обилие дисплеев и табло с бесполезным и мешающим машинисту дублированием большого объёма информации. При такой структуре подсистема КЛУБ-У, имея в качестве управляющего воздействия срыв ЭПК (электропневматического клапана), отчасти снижала эффективность использования ЕКС в целом, так как сбой кодов АЛСН, незначительные превышения скорости влекли за собой применение экстренного торможения.

Развитие системы безопасности

Эксплуатация системы подтвердила реализуемость изначально поставленных задач, но вместе с тем показала, что для дальнейшего развития потребительских свойств ЕКС и исключения перечисленных минусов необходимо ввести в состав системы новые функциональные блоки. Так появилась ЕКС второй очереди, или ЕКС-2.

Цели её создания — это повышение надёжности и устранение сбоев и отказов для исключения потерь в участковой скорости и экстренных торможений, обеспечение единого рационального управления тормозами, облегчение труда машиниста и снижение его психофизиологической нагрузки для повышения общей безопасности.

Развитие структуры построения системы ЕКС было продиктовано необходимостью получения принципиально новых потребительских свойств при

сохранении основных функций, выполняемых уже внедрёнными системами. Такими новыми потребительскими свойствами прежде всего являются:

- визуализация в цифровом и графическом виде режима движения, ограничений скорости, поездной обстановки и профиля пути;
- выдача речевых сообщений о поездной ситуации, состоянии бодрствования машиниста и работе оборудования локомотива;
- контроль режимов работы тягового и тормозного оборудования с целью предупреждения опасных отказов;
- контроль предельно допустимых ускорений в продольной, горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- интеллектуальная оценка состояния бодрствования машиниста с целью исключения необоснованных запросов на подтверждение его бодрствования (снижение числа свистков ЭПК в случаях активных действий машиниста по управлению поездом);
- остановка (служебным торможением) на перегоне по «белому» сигналу АЛСН;
- отфильтровывание сбоев на «белый» сигнал АЛСН на перегоне, проследование их без снижения скорости;
- исключение необоснованных экстренных торможений, вызванных сбоями АЛСН, переключением на «белый» сигнал, буксованием, ложными проверками бдительности и т.д.;
- выполнение временных ограничений скорости, в том числе на станции, по маршруту следования на некодированных путях;
- прицельное торможение с точной остановкой тягового подвижного со-

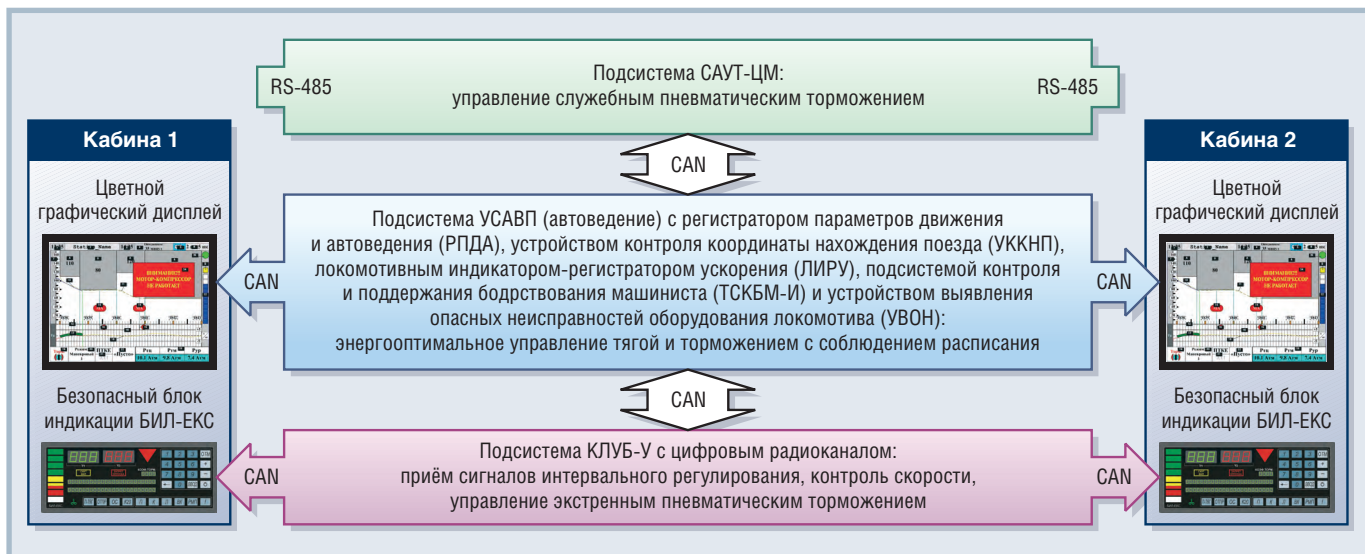


Рис. 1. Структура Единой комплексной системы управления и обеспечения безопасности движения (ЕКС)

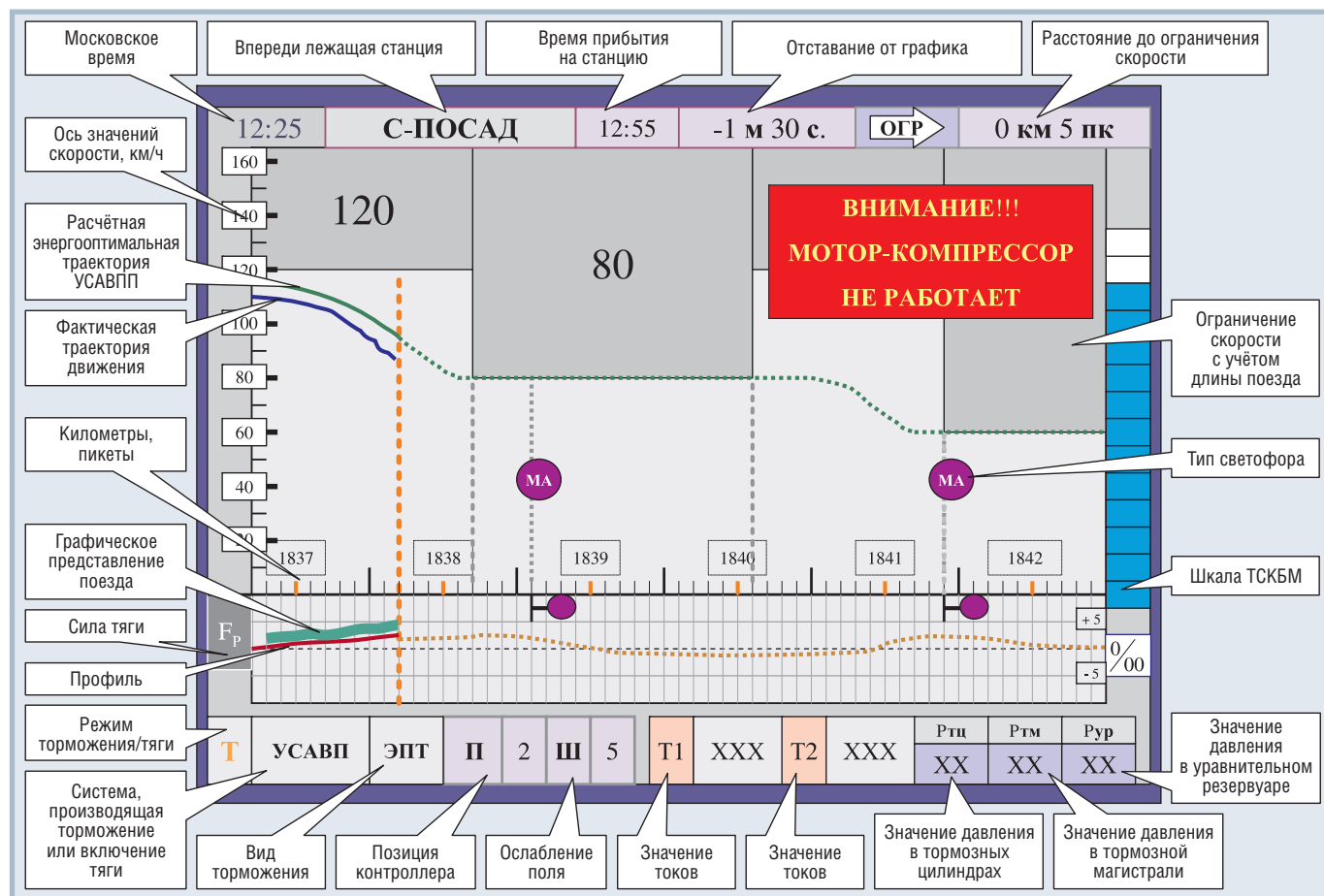


Рис. 2. Информация, выводимая для машиниста на цветной дисплей ЕКС-2

- става (ТПС) у запрещающего сигнала (маршрутного, выходного) на кодированных и некодированных станционных путях;
- отправление ТПС на запрещающий сигнал по командам от дежурного по станции (ДСП) или поездного диспетчера (ДНЦ), невозможность отправления без разрешения, передаваемого им по цифровому радиоканалу;
- остановка по команде ДСП или ДНЦ, передаваемой по цифровому радиоканалу независимо от показаний АЛСН;
- выбор режима торможения и автоматическая остановка ТПС при въезде в тупик;
- автоматическая регистрация параметров движения и управляющих действий локомотивной бригады с возможностью последующей обработки и анализа в депо (с применением АРМ);
- автоматическое ведение поезда по графику с нагоном опоздания по безопасной траектории движения;
- выбор режимов торможения в зависимости от профиля пути, динамики состава, эффективности автотормозов;

- определение координаты локомотива и железнодорожных объектов по маршруту следования на перегоне и на станции (с повышенной точностью);
- задание точной координаты остановки поезда на перегоне и на станции (точность на перегоне ± 30 м, на станции ± 1 м);
- приём данных с носимой кассеты или по цифровому радиоканалу.

Наличие трёх подсистем не позволяет машинисту отключить систему безопасности и допускать ошибки. Напротив, взаимное дополнение подсистем, исключение необоснованных экстренных торможений и существенное упрощение ввода информации делает систему безопасности дружелюбной машинисту, в результате чего отпадает необходимость в её отключении (даже частичном).

Особенности системы безопасности ЕКС-2

В системе ЕКС-2 уже отсутствуют в чистом виде подсистемы УСАВП, САУТ и КЛУБ-У, и при этом появились такие общесистемные устройства, как общий блок датчиков пути и скорости (БС-ДПС), блок управления торможением (БУТ), устройство выяв-

ления опасных неисправностей оборудования локомотива (УВОН), автономные модули обработки сигналов АЛСН и управления ЭПК (АМО-АЛС и АМУ-ЭПК) и, наконец, общий интерактивный модуль визуализации.

Интерактивный модуль визуализации системы ЕКС-2 предназначен для обеспечения отображения машинисту необходимой информации и расположен в кабине машиниста с учётом требований эргономики, не создавая помех для обзора. Предусмотрен вариант вмонтирования его в унифицированный пульт УНИКАМ. Этот модуль состоит из двух блоков: полноцветного графического дисплея и блока индикации локомотивного (БИЛ-ЕКС) с клавиатурой для ввода данных. Цветной графический дисплей служит для отображения полного спектра информации, необходимой машинисту для ведения поезда (рис. 2). На БИЛ-ЕКС выводится минимум информации, относящейся к обеспечению безопасности движения поезда. Так, БИЛ-ЕКС отображает показания АЛСН, значения фактической и допустимой скорости, сигнал «Внимание», информирует о включённом состоянии САУТ, запрете отпуска тормозов. Кроме того, кла-

виатура этого блока обеспечивает безопасный ввод информации, необходимой для ведения поезда. Предложенное техническое решение исполнения модуля визуализации призвано решить проблему снижения психофизиологической нагрузки на машиниста, от которого в конечном итоге напрямую зависит безопасность движения поездов, особенно в условиях плохой видимости, а также обеспечить машиниста необходимой информацией при выборе режимов ведения поезда для исполнения графика движения и снижения расхода электроэнергии за поездку.

Развитие ЕКС позволило придать интеллектуальные свойства подсистеме контроля и поддержания бодрствования машиниста (ТСКБМ-И). ТСКБМ-И, будучи связанной по CAN-интерфейсу с другими подсистемами, анализирует не только уровень бодрствования по показаниям носимой части ТСКБМ и нажатия машинистом рукояток бдительности, но и действия машиниста, направленные на управление поездом, что позволяет не отвлекать машиниста проверками в наиболее ответственные моменты, например при управлении тормозами, следовании по станции и т.д.

Помимо этого, на каждом электровазоне во время движения фиксируются на ранней стадии развития отступления в содержании пути (что ранее было возможно только с помощью вагонов-путеизмерителей), работе силового и тормозного оборудования на локомотиве и в составе поезда, а также состояние системы АЛСН. Система нацелена на

оперативное использование этой информации в процессе управления движением, ремонте тягового подвижного состава, устройств пути и вагонов.

Особо следует отметить реализацию в ЕКС таких возможностей, как въезд на станцию (в том числе на боковые некодированные пути и тупики) с автоматическим выполнением ограниченной скорости, автоматическая остановка на определённом расстоянии от входного светофора в зависимости от заданного с поста ЭЦ (электрической централизации) маршрута, невозможность отправления без разрешения с поста ЭЦ и остановка поезда по команде ДСП или ДНЦ, переданной по цифровому радиоканалу, независимо от показаний светофоров. Вмешательство в действия машиниста при нарушении ограничений скорости даже в режиме «советчик» системы автоведения, приём данных о временных ограничениях скорости и других данных с носимой кассеты или по цифровому радиоканалу также значительно повышают безопасность движения.

Для повышения живучести и помехозащищённости системы в состав ЕКС предложено ввести резервное устройство безопасности (РУБ), которое должно гарантировать уверенный приём кодовых сигналов АЛСН из рельсовой цепи, чёткое разделение сбоев и собственно «белого» сигнала при следовании по кодированному участку, исключить сигнализацию ложной свободности блок-участка при остановке впереди идущего поезда «на песке».

Выводы

Таким образом, даже из краткого обзора свойств и характеристик ЕКС видно, что эта система по-новому решает задачи обеспечения безопасности движения. Она не является простым сторожем и элементом интервального управления движением поездов. Проблему обеспечения безопасности ЕКС решает комплексно за счёт взаимного резервирования функций подсистем, повышения рейсовой надёжности и безопасности, улучшения условий труда машиниста. И всё это с учётом мер по энергосбережению.

В подсистеме автоведения используется техника фирмы Fastwel.

ЕКС как система принципиально новая, революционная, требующая по-новому взглянуть на саму суть проблемы обеспечения безопасности на железной дороге, у многих сейчас вызывает отторжение и скептические суждения. Это не удивительно — прогрессивные решения всегда встречали сопротивление тех, кто не заинтересован в движении вперёд. Но время диктует свои законы. Уже достигнутые результаты и способность системы наращивать свои функции и развиваться дают основание сделать вполне оптимистический вывод, что за системой ЕКС будущее. ●

**Автор — сотрудник
Отраслевого центра внедрения
новой техники и технологий
Телефон/факс: (495) 262-9093**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Новости ISA

Команда студентов Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП) в составе Дмитрия Бодни, Михаила Рочева и Дмитрия Астапковича, во главе с преподавателем кафедры международных экономических отношений ГУАП Александром Бобовичем вернулась с Международных студенческих приборостроительных Игр ISA (Международное общество приборостроения, систем управления и автоматики), которые проводились в городе Чикаго, США. Петербуржцы представляли Европейский регион и в результате упорной борьбы заняли 4-е место, уступив всего 1,5 балла победителю Игр — команде университета из штата Мэн, США. Студенты награждены Почетными дипломами ISA. На-

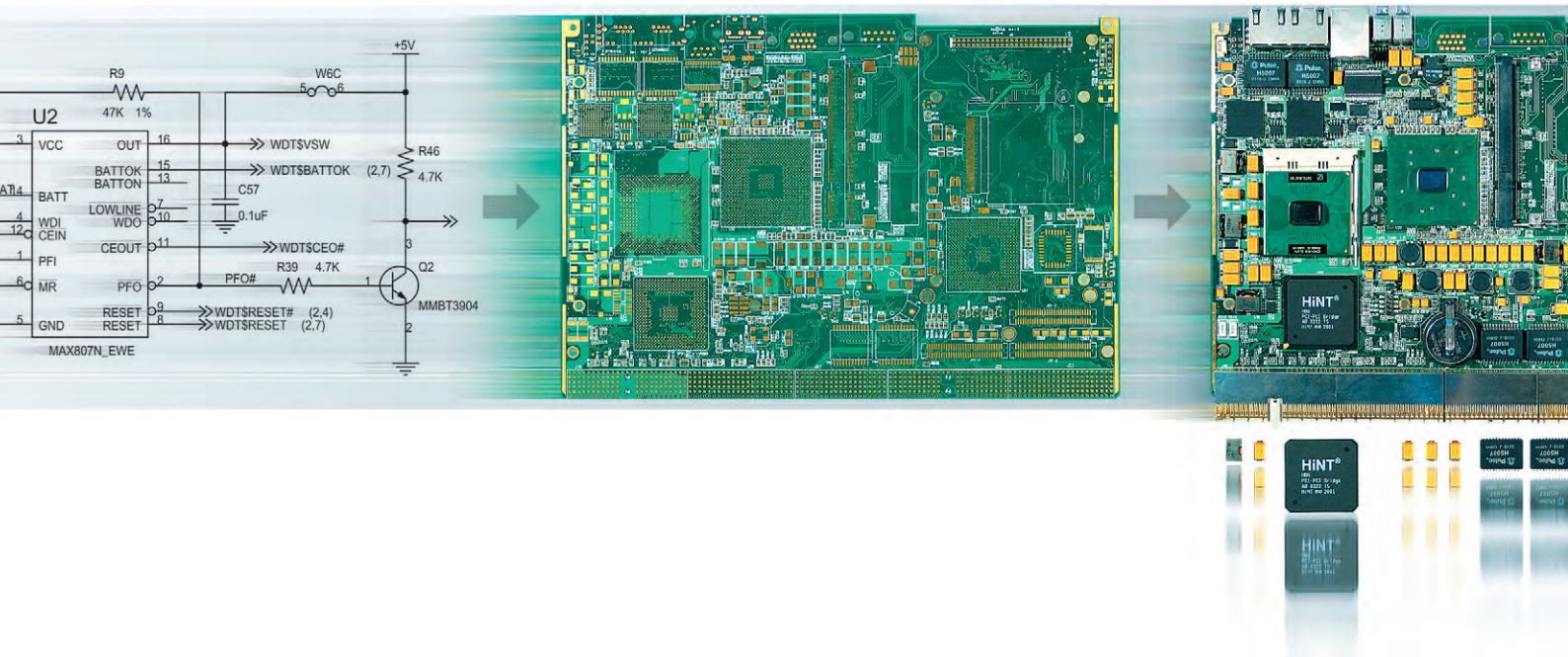
помним, что студенты ГУАП участвуют в этих престижных соревнованиях с 1995 года и уже не раз завоёвывали золотые, серебряные и бронзовые медали.

Огромного успеха добился студент факультета вычислительных систем и программирования ГУАП Дмитрий Бодня. Он был удостоен наивысшего гранта ISA для студентов за проект «Разработка малогабаритного твердотельного многоканального накопителя видео- и телекоммуникационной информации для систем мониторинга состояния окружающей среды» и получил именное приглашение на торжественное заседание ISA в Чикаго. Под аплодисменты более 500 представителей из разных стран мира ему был вручён специальный диплом. Александр Бобович первым в Российской Федерации удостоен высокого звания ISA Fellow.



Команда ГУАП перед торжественной церемонией награждения участников международных студенческих приборостроительных игр ISA (слева направо: А. Бобович, Д. Бодня, М. Рочев, Д. Астапкович)

Имена студента ГУАП Бодни и преподавателя ГУАП Бобовича навсегда занесены в Почетную книгу ISA, которая издаётся с 1945 года и ежегодно переиздается. ●



ТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТСЯ – *доверие остается*

Fastwel – ведущий контрактный производитель электроники в России и СНГ.

Производственные ресурсы компании по квалификации персонала и составу оборудования стоят в ряду лучших европейских производств.

В активе компании прочные и эффективные отношения с признанными лидерами в области электронных компонентов, печатных плат и оборудования.

Компания предоставляет своим клиентам полный комплекс работ и услуг, осуществляя законченный цикл электронного производства.

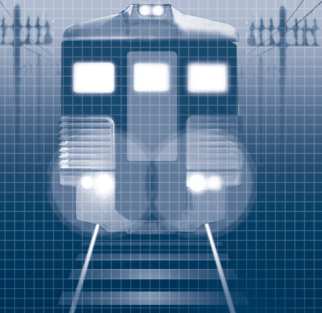
Fastwel – мир передовых технологий, современных разработок, ответственных решений, заслуженно пользующихся доверием клиентов.

мир электроники Fastwel



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ





Автоматизированная дефектоскопия рельсов: 5 лет спустя

Роман Беляев, Виталий Грибов, Алексей Ерошин, Алексей Кириллов, Александр Рейман, Александр Шишков

Данное обращение к теме автоматизированной дефектоскопии рельсов посвящено рассмотрению некоторых принципиальных моментов, связанных с новыми требованиями к организации контроля и диагностики состояния рельсов. Описаны соответствующие решения, реализованные в дефектоскопе АДС-02, и представлены основные направления дальнейшего совершенствования этого устройства, ориентированные на повышение надёжности искательной системы, увеличение производительности вторичного контроля, организацию беспроводной передачи данных и паспортизацию железнодорожных путей.

Введение

Несмотря на тотальное внедрение вычислительной техники и систем автоматизации во все отрасли жизни, в некоторых критических приложениях роль человека-оператора остаётся доминирующей. К таким приложениям относится обеспечение безопасности перевозок на железнодорожном транспорте, в частности, неразрушающий ультразвуковой контроль рельсов, уложенных в путь. Именно в этой области наиболее надёжным средством остаётся съёмный рельсовый дефектоскоп, управляемый операторами, и пока не предвидится ничто иное ему на замену. Авторы не первый раз обраща-

ются к данной теме [1-3], поэтому стоит остановиться лишь на некоторых принципиальных моментах.

В настоящее время происходит техническое переоснащение служб диагностики Российских железных дорог. На дороги поступают рельсовые дефектоскопы нового поколения, позволяющие не только обнаруживать дефекты рельсов, но и записывать поступающую информацию и действия оператора, то есть играть роль «чёрного ящика». После появления дефектоскопа АДС-02 (НТФ «Медуза») со встроенным регистратором преимущества такого контроля стали очевидными, и два других съёмных дефектоскопа — Авион-01

и РДМ-2 (НПП «РДМ») — стали дооснащать внешними регистраторами. Все эти приборы функционально близки, и самое главное их отличие от дефектоскопов предыдущего поколения состоит в том, что записанную информацию можно затем повторно просматривать и обнаруживать то, что пропустил оператор. В результате число выявляемых остродефектных рельсов (ОДР) на железных дорогах резко возросло. В силу ряда технических причин выявляемость ОДР съёмными дефектоскопами оказывается выше, чем мобильными. Для примера в табл. 1 приведены результаты эксплуатации различных средств дефектоскопии в системе ОАО «Российские железные дороги» и на Горьковской железной дороге (ГЖД) за 7 месяцев 2005 года (по материалам совещания руководителей центров диагностики ОАО «Российские железные дороги» в Нижнем Новгороде в августе 2005 года).

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДИАГНОСТИКЕ

После того как число рельсовых дефектоскопов с регистраторами перевалило за половину всех имеющихся, стали обнаруживаться узкие места, в основном связанные с организацией контроля.

Первая проблема была вызвана недобросовестностью части операторов. Если раньше оператор мог просто доложить, что ничего не обнаружил, понадеявшись, что аварии из-за изломов рельсов происходят не очень часто, то теперь стало возможным фиксировать его действия, а при анализе аварий, связанных с изломами рельсов, потребовать просмотра записей из архива.



Съёмный рельсовый дефектоскоп АДС-02 в процессе испытаний (контроль сечения рельса ручным искателем)

(ЗАО «Радиоавионика») и РДМ-2 (НПП «РДМ») — стали дооснащать внешними регистраторами. Все эти приборы функционально близки, и самое главное их отличие от дефектоскопов предыдущего поколения состоит в том, что записанную информацию можно затем повторно просматривать и обнаруживать то, что пропусти-

Таблица 1

Результаты эксплуатации различных средств дефектоскопии в системе ОАО «Российские железные дороги» и на Горьковской железной дороге за 7 месяцев 2005 года

Средство дефектоскопии	На всех федеральных дорогах ОАО «Российские железные дороги»		На Горьковской железной дороге	
	Общее число дефектоскопов	Выявлено ОДР на 1000 км пути	Общее число дефектоскопов	Выявлено ОДР на 1000 км пути
Поиск-2	40	2,9	—	—
Поиск-103	1200	4,8	102	4,9
Вагон-дефектоскоп	40	3,4	4	3,4
Автоматриса	73	2,6	9	2,6
РДМ-2	1950	11,6	127	12,6
Авикон-01	700	11,5	39	12,3
АДС-02	70	14,1	20	14,5

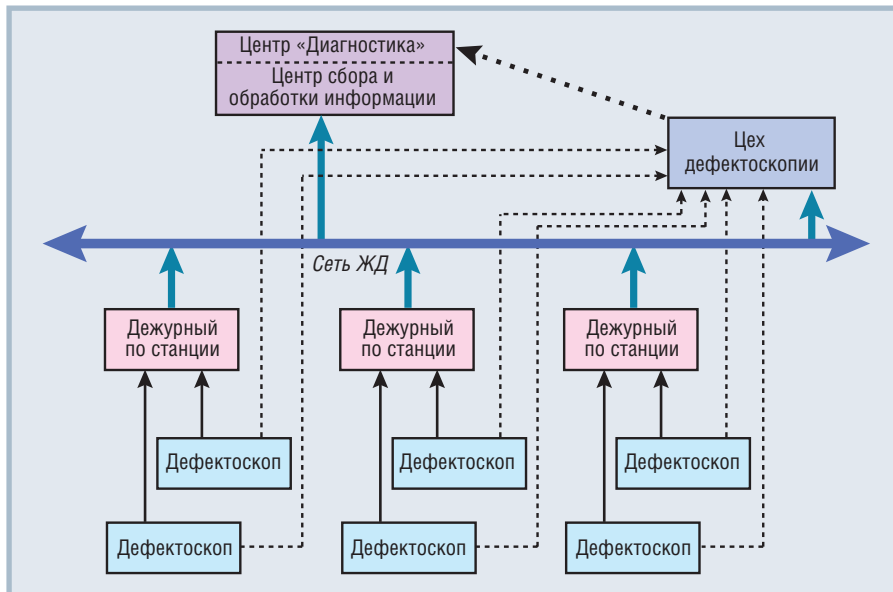


Рис. 1. Схема организации контроля рельсов с использованием сетевых технологий на ГЖД (пунктирными линиями показаны ранее применявшиеся связи)

Чтобы обеспечить такие возможности, операторы, пройдя участок контроля, должны были вернуться в цех дефектоскопии (зачастую очень далеко) для сохранения информации в базе данных. При этом выяснилось, что приборы с внешним регистратором для данной цели подходят лучше, так как в цех нужно везти лишь маленький регистратор, а не целый электронный блок. В то же время надёжность подключения регистратора к дефектоскопу невысока, а отсутствие регистратора никак не сказывается на работе всего прибора, поэтому стали возникать ситуации, когда записи на внешних регистраторах просто терялись. В этом отношении АДС-02 существенно надёжнее, так как запись информации является неотъемлемой составной частью нормальной работы прибора.

Следующая проблема была связана с организацией работы с записанной информацией в цехах дефектоскопии. Вначале работу с этой информацией (вторичный просмотр) попытались воз-

ложить на самих операторов. Затем, поскольку операторам иногда не хватало квалификации для расшифровки и уж в любом случае не хватало времени на дополнительные час-полтора работы, в цехах дефектоскопии была введена должность шифровщика. Потом выяснилось, что с увеличением числа приборов сплошного контроля один человек на дистанции не справляется с такой работой. Тогда появилась идея организации центров сбора и расшифровки информации при диагностических лабораториях дорог. Впервые эта идея была апробирована на ГЖД, где уже несколько лет крупные станции объединены в сеть высокоэффективными волоконно-оптическими линиями связи.

Идея заключалась в том, что оператор, пройдя участок контроля, передаёт записанную информацию не в цех на своей дистанции, а в информационный центр, где организован круглосуточно работающий FTP-сервер. Такой единый центр позволяет использовать гораздо большие компьютерные мощ-

ности для хранения, сортировки и обработки информации. В центре организован просмотр информации высококвалифицированным персоналом, причём работа ведётся в несколько смен. Таким образом, достигается требуемая оперативность контроля. Доступ к серверу осуществляется с компьютера дежурного по станции, что не мешает нормальному функционированию станционного хозяйства, так как занимает всего несколько минут в день. Условная схема организации контроля представлена на рис. 1. Внедрение такой схемы принесло свои плоды: 9% ОДР на Горьковской железной дороге обнаружены при вторичной расшифровке в центре.

Эта идея при реализации натолкнулась ещё на одну проблему, на этот раз техническую. Вначале у всех регистраторов каналы связи с компьютером базировались на обмене через LPT-порт. Однако в станционных компьютерах, как правило, к параллельному порту подсоединён принтер, поэтому для подключения регистратора требуется выключить компьютер, отсоединить информационный кабель от принтера и подсоединить его к регистратору, а после передачи данных проделать те же операции в обратном порядке. Для АДС-02 к этим сложностям добавлялось то, что к компьютеру требовалось подключать не маленький регистратор, а достаточно габаритный блок. АДС-02 предоставляет также возможность связи по каналу Ethernet (протокол UDP), при этом не требуется постоянное переключение, если в компьютере есть вторая сетевая карта, но проблема большого блока осталась.

USB и флэш-диски

Производители дефектоскопов с внешними регистраторами стали разрабатывать конвертеры, с помощью которых можно подключить LPT-устройство к компьютеру. В качестве наиболее приемлемого варианта было выбрано подключение через USB. Такие конвертеры были сделаны и начали работать. Нам как разработчикам АДС-02 также пришлось обратиться к этой проблеме.

Как уже упоминалось в предыдущих публикациях, в настоящее время в качестве встроенного компьютера в АДС-02 используется CoolRoadRunner-II (CRR-II, фирма Lippert). Компьютер хорошо зарекомендовал себя при работе в жёстких условиях (диапазон

внешних температур АДС-02 от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$, удары и вибрации), что, кстати, также распространяется и на используемый плоскостельный ЭЛ-дисплей EL320.240.36HB фирмы Planar (рис. 2). Помимо этого, CRR-II имеет широкий набор периферии, в том числе 2 USB-порта. Единственной проблемой для нас было отсутствие драйверов, которые бы работали под MS-DOS 6.22 с USB-устройствами, но нам удалось найти такие драйверы. Поэтому было предложено вывести соединитель USB на панель дефектоскопа и подключать к нему съёмный флэш-диск (СФД) с интерфейсом USB в качестве промежуточного носителя информации. При этом нет необходимости каждый раз отсоединять электронный блок дефектоскопа и переносить его в помещение для перекачки информации — для этого достаточно присоединить СФД к дефектоскопу и дать команду копирования. Затем дефектоскоп можно оставить в покое и идти в комнату дежурного по станции передавать информацию на сервер. Скорость передачи информации довольно высока, так что перекачка результатов контроля за один день (6–10 Мбайт) на СФД происходит за 2–3 секунды, а скорость передачи данных на сервер определяется линией связи и тоже достаточно высока. Отметим, что при этом на компьютере дежурного не требуется устанавливать какое-либо специализированное программное обеспечение (в отличие от случая использования конвертеров к внешним регистраторам), так как Windows XP распознает СФД и пересылку данных можно вести средствами операционной системы.

Поскольку никто не гарантировал, что найденные нами драйверы будут работать под DOS со всеми типами СФД, было проведено тестирование разных комплектов драйверов (DUSE, Motto Hairu, USBASPI и т.д.) с СФД. Большинство проверенных нами СФД ведут себя универсально и видны при работе под DOS как логические диски. Мы для себя выбрали СФД типа RB1 производства A-Data ёмкостью 256 Мбайт. Этот диск выполнен в ударопрочном водостойком корпусе из силиконовой резины, а испытания в камере холода подтвердили, что не только его электроника устойчиво работает при низких температурах, но и корпус не становится хрупким на морозе, поэтому даже при падении «свежемороженого» СФД с высоты порядка метра на бетонный пол он



Рис. 2. Тепловой удар: с холода — в тёплое помещение

остаётся работоспособным. С начала этого года все выпускаемые дефектоскопы АДС-02 оснащаются СФД.

Ещё одним преимуществом описанной схемы работы является фактическое дублирование информации. У дефектоскопов с внешним регистратором нет системы дублирования, что может привести к потере информации при выходе регистратора из строя, каком-то сбое и т.д. Использование СФД на дефектоскопе АДС-02 снижает вероятность такой потери, так как информация сначала, при контрольном проходе, пишется на встроенный диск формата CompactFlash, имеющий достаточный объём для хранения записанной в течение месяца информации, а уже затем, по окончании смены, копируется на СФД, ёмкость которого позволяет хранить большой объём данных без стирания.

Необслуживаемые аккумуляторы и SMD-элементы

Модернизация коснулась и самой консервативной части дефектоскопа — системы электропитания. В то время, когда дефектоскоп АДС-02 разрабатывался и испытывался, было принято решение ориентироваться на щелочные аккумуляторы НК-13, поскольку они широко использовались в системе железных дорог России. Из-за проблем с их невысокой ёмкостью пришлось использовать аккумуляторную батарею с номинальным напряжением 24 В, чтобы ток потребления прибора не превышал 0,5 А. Всё это создало ряд проблем при эксплуатации. Во-первых, число банок в батарее — 20, что означает существенный вклад в общий вес дефектоскопа — 15 кг. Во-вторых, никель-кадмиевые щелочные аккумуляторы быстро теряют ёмкость заряда при понижении температуры. В-третьих, зарядные устройства, находящиеся

в большинстве цехов дефектоскопии, не предназначены для зарядки таких батарей, банки быстро изнашиваются, кипящий электролит проедает стенки аккумуляторного ящика.

Сейчас с развитием новых электрохимических технологий появились и стали конкурентоспособными по цене необслуживаемые кислотные аккумуляторы. Они гораздо устойчивей к неблагоприятным факторам эксплуатации и, кроме того, рассчитаны на стартовый скачок тока, который происходит при включении прибора. Мы выбрали аккумуляторы LEADER CT17-12 (12 В, 17 А·ч), которые показали хорошие характеристики при климатических испытаниях. Оказалось возможным вернуться к исходному номиналу питающего напряжения — 12 В. Но на всякий случай нами была разработана схема узла электропитания на базе DC/DC-преобразователей с расширенным входным диапазоном от 9 до 36 В (Peak Electronics, Aimtec). Такая схема позволяет подключать дефектоскоп либо к одному 12-вольтовому аккумулятору, либо к двум (проигрывая в весе, но выигрывая во времени эксплуатации без подзаряда). Кроме того, размеры указанных преобразователей существенно меньше, чем у ранее применявшихся нами конвертеров Aztec и «Ирбис», что позволило значительно сократить размеры этого узла.

Если говорить о применении современной элементной базы, то, конечно, наибольшие схемные изменения произошли в аналоговом тракте. Они связаны с переходом на поверхностный монтаж и с применением достаточно новых элементов (транзисторов, микросхем) в SMD-версии. Вместе с упомянутыми изменениями в блоке питания это позволяет нам сократить габариты прибора, а значит, и его вес, что, в свою очередь, приводит к возможности изменения конструкции каркаса дефектоскопной тележки и также к уменьшению её веса. Общий выигрыш в весе дефектоскопа должен составить не менее 10 кг, что немаловажно, учитывая тяжёлые условия труда операторов (вес дефектоскопа в снаряжённом состоянии, с контактной жидкостью и аккумулятором превышает 70 кг).

Конкурс PC/104 Design Contest

Об этом конкурсе разработчиков встраиваемых систем в формате PC/104, который проводился уже тре-



Рис. 3. Приз конкурса

тый раз консорциумом PC/104 Embedded Consortium, объединяющим производителей таких систем, мы узнали случайно, зайдя на сайт фирмы Lippert, входящей в данный консорциум. Заполнили анкету, представили запрошенные материалы и фотографии. А затем нас пригласили в Сан-Франциско, где во время выставки-конференции ESC — Embedded Systems Conference на заседании консорциума должны были быть объявлены итоги конкурса. Так мы узнали, что представленная нами работа (а это, конечно же, был дефектоскоп АДС-02) победила в номинации «Коммерческий продукт для промышленных/медицинских/транспортных и иных применений» (рис. 3).

Очень сложно описать ощущения от выставки, которая не зря называется ESC Trade Show. Это именно шоу, огромное, как всё в Калифорнии, с уходящими куда-то вдаль рядами стендов больших и малых компаний, с профессиональными шоуменами, убедительно доказывающими случайно зашедшим старушкам и школьникам преимущества Intel, Atmel, Microsoft, Lynx и т.п., с почти непрерывными презентациями и розыгрышами призов и в то же время с очень серьёзной и напряжённой работой, совещаниями, конференциями (рис. 4). Во время заседания консорциума PC/104 Embedded Consortium и состоялась церемония награждения. Подробные описания работ-призёров можно найти на сайте www.pc104.org.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня съёмные рельсовые дефектоскопы АДС-02 выпускаются на производственных площадях ФГУП «Нижегородский завод им. М.В. Фрунзе» в объёме 20-25 приборов в месяц и по-

ступают в службы дефектоскопии ОАО «Российские железные дороги». Опыт эксплуатации серийных изделий показал правильность выбранных нами технических и технологических решений. Возможность быстрой доработки изделия в ответ на возрастающие потребности эксплуатирующих организаций (например, внедрение передачи данных через СФД) показывает также правильность выбора идеологии построения приборов на базе встроенных компьютерных платформ. Известный нам недостаток — высокая цена изделия, к снижению которой мы прилагаем усилия совместно с нашим производственным партнером — Нижегородским заводом им. М.В. Фрунзе.

Очевидно, что останавливаться на достигнутом мы не собираемся, несмотря на успехи. Отметим лишь некоторые направления дальнейшего развития.

Во-первых, опыт эксплуатации съёмных рельсовых дефектоскопов всех видов показал, что качество записываемой информации зависит прежде всего от качества искательной системы, то есть ультразвуковых пьезопреобразователей и системы обеспечения акустического контакта с рельсом. За последние 40-50 лет конструкция датчиков не претерпела значительных изменений. Однако сейчас появились новые материалы, что открывает возможность изменить конструкцию искателей, повысить надёжность контакта и улучшить качество записи.

Во-вторых, повышение качества записываемой эхографической информации, получаемой с помощью нового поколения съёмных рельсовых дефектоскопов, наводит на мысль об автоматизации труда по расшифровке дефектограмм. Такие работы ведутся, например, в Институте прикладной физики (ИПФ РАН) группой исследователей, имеющих многолетний опыт реализации систем распознавания изображений, однако пока рано говорить об устойчивых результатах. Между тем, внедрение таких систем может резко увеличить производительность вторичного контроля.

Ещё одно направление работы связано с тем, что далеко не все железные

дороги оснащены развитой сетевой инфраструктурой. Поэтому представляется перспективной проводимая сейчас работа по оснащению дефектоскопов GSM-коммуникаторами для беспроводной передачи данных в центры обработки непосредственно с участков контроля на тех отрезках дорог, где это позволяет охват операторами сетей сотовой связи. Стремительное развитие сотовой связи в России делает такой проект вполне осуществимым даже в малонаселённых районах страны.

Авторы выражают благодарность главному инженеру службы пути ГЖД Альхимовичу А.А. и начальнику Центра «Диагностика» ГЖД Зайцеву Н.И. за предоставленную информацию и поддержку нашей работы.

Особую признательность авторы выражают жюри конкурса PC/104 Design Contest за высокую оценку наших разработок. ●

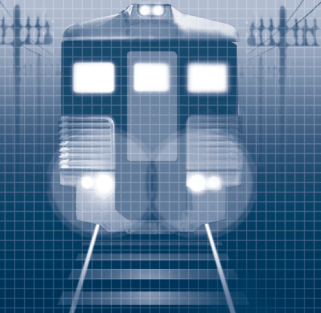
ЛИТЕРАТУРА

1. Бабилов Д.Б., Грибов В.А., Кириллов А.Г. и др. Автоматизированная дефектоскопия рельсов // Современные технологии автоматизации. 2000. № 1. С. 54-57.
2. Воронов Н.А., Зябиров Х.Ш., Кириллов А.Г. и др. Ультразвуковой рельсовый дефектоскоп АДС-02 // В мире неразрушающего контроля. 2003. № 4 (22). С. 72-76.
3. Грибов В.А., Ерошин А.В., Кириллов А.Г. и др. Новые средства автоматизации в неразрушающем контроле рельсов // Современные технологии автоматизации. 2004. № 1. С. 24-30.

**Авторы — сотрудники Института прикладной физики РАН и НТФ «Медуза», г. Нижний Новгород
Телефон/факс: (8312) 16-4976**



Рис. 4. На выставке-конференции ESC — Embedded Systems Conference: Питер Липперт (фирма Lippert), Александр Рейман (НТФ «Медуза»), Питер Канегиссер (фирма Lippert)



ТЭМ21 — локомотив 21 века

Юрий Бабков, Олег Котов, Павел Чудаков

В статье рассказывается о маневровом тепловозе нового поколения ТЭМ21 с передачей переменного тока, об особенностях его конструкции и функциях микропроцессорной системы управления.

Новый маневровый тепловоз ТЭМ21-001 (рис. 1) с электрической передачей переменного тока сейчас проходит сертификационные испытания в ФГУП ВНИКИ МПС России (г. Коломна). Эту машину по праву можно назвать локомотивом нового поколения, в котором использованы новейшие разработки отечественных специалистов.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЗА ТЭМ21

Основные параметры тепловоза следующие:

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Мощность по дизелю (полная), кВт (л.с.) | 1103 (1500) |
| 2. Конструкционная скорость, м/с (км/ч) | 27,78 (100) |
| 3. Служебная масса, т | 92±3% |
| 4. Осевая (колесная) формула | 2 ₀ -2 ₀ |

Оборудование тепловоза монтируется на главной раме, которая устанавливается на две бесчелюстные двухосные тележки.

Рессорное подвешивание — индивидуальное двухступенчатое. Вторая сту-

пень подвешивания выполнена из шести пружин типа «флексикойл».

Подвеска тяговых двигателей — опорно-осевая на подшипниках скольжения. Передача тяги с оси на раму тележки осуществляется двумя поводками, а с рамы тележки на раму тепловоза — двумя податливыми тягами. Податливость тяг обеспечивается торсионными.

Тележка снабжена четырьмя вертикальными гидравлическими гасителями колебаний, установленными во второй ступени рессорного подвешивания, и двумя горизонтальными поперечными гасителями.

Указанные конструктивные особенности обеспечивают высокую плавность хода локомотива и позволяют реализовать силу тяги с максимально возможным коэффициентом сцепления, при этом за счёт отсутствия шкворневого узла, опорно-возвращающих устройств и челюстных тележек сводятся к минимуму обслуживания и ремонт ходовой части.

Кузов тепловоза капотного типа и состоит из следующих основных частей: холодильной камеры, кузова над

дизель-генератором, кузова над статическими преобразователями, кабины машиниста с кузовом над вспомогательным оборудованием и кузова над аппаратной камерой.

В дизельном помещении размещены дизель 2-6Д49 с неохлаждаемым коллектором, обеспечивающий низкий расход топлива и высокую приёмистость, необходимую при маневровой работе; специально разработанный синхронный тяговый генератор ГСТ 1050-1000 (рис. 2), особенностью которого является наличие трёх трёхфазных обмоток (две — тяговые, третья — для питания электроприводов вспомогательных нужд) с единой магнитной системой; компрессор ВУЗ,5/10-1450 с электроприводом (рис. 3), обеспечивающий максимальную производительность независимо от частоты вращения



Рис. 1. Тепловоз ТЭМ21



Рис. 2. Тяговый генератор

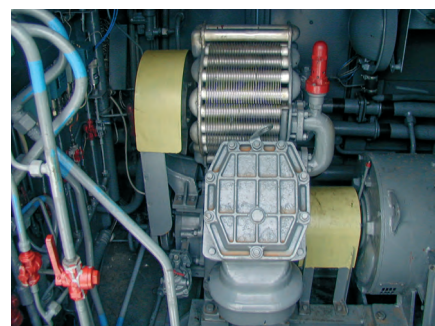


Рис. 3. Компрессор с электроприводом

коленвала дизеля; инерционные воздухоочистители дизеля типа УТВ; управляемый выпрямитель питания обмотки возбуждения тягового генератора В-ТПЕ 250; водяной расширительный бак; умывальник; датчики автоматики и диагностики и другое оборудование.

Стартер-генератор установлен на тяговом генераторе.

В средней части тепловоза под главной рамой размещается топливный бак, в нём с двух сторон имеются ниши, в которые установлена щелочная аккумуляторная батарея 75КН150Р.

В помещении преобразователей располагаются два статических преобразователя и реакторы к ним; мотор-вентилятор охлаждения тяговых электродвигателей передней и задней тележек; два трёхступенчатых преобразователя для питания электродвигателя привода осевого вентилятора холодильной камеры и электродвигателя центробежного вентилятора охлаждения тяговых двигателей, позволяющих более экономно расходовать электроэнергию на вспомогательные нужды; блоки тормозных тиристорных регуляторов напряжения и оборудование, обеспечивающее функционирование микропроцессорной системы управления, контроля и диагностики.

Тяговый генератор посредством полужёсткой муфты соединён с коленчатым валом дизеля и является источником электрической энергии для асинхронных тяговых электродвигателей, приводящих в движение колёсные пары через зубчатую передачу. Тяговый генератор переменного тока выполнен с двумя трёхфазными тяговыми обмотками, а третья дополнительная обмотка служит для питания вспомогательных нагрузок тепловоза. Каждая из тяговых обмоток питает переменным трёхфазным током два двигателя одной тележки через свой статический преобразователь.

Вспомогательная обмотка тягового генератора обеспечивает электроэнергией вспомогательное оборудование тепловоза: асинхронный мотор-вентилятор охлаждающего устройства дизеля; асинхронный двигатель привода центробежного вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей. Также эта обмотка питает через управляемый выпрямитель обмотку возбуждения генератора.

Мотор-вентилятор охлаждающего устройства дизеля типа АМВР-37-03 и двигатель вентилятора охлаждения ТЭД



Условные обозначения:

1 — комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У); 2 — электр люминесцентный дисплей машиниста; 3 — клавиатура дисплея машиниста; 4 — органы управления тепловозом; 5 — радиостанция; 6 — дополнительный пульт управления; 7 — контроллер машиниста.

Рис. 4. Пульт машиниста

типа 4АЖ-225 запитываются через индивидуальные преобразователи частоты.

Стартер-генератор служит для запуска дизеля, для подзарядки аккумуляторной батареи, а также для питания постоянным током напряжением 110 В электрокомпрессора, кондиционера — через инвертор трёхфазного тока, цепей управления и освещения, бытовых приборов (электроплитки и холодильника для хранения продуктов).

При запуске дизеля стартер-генератор, цепи системы управления, двигателя топливopодкачивающего и маслопрокачивающего насосов получают питание от аккумуляторной батареи. Аккумуляторная батарея служит также для освещения тепловоза на стоянках.

В передней части тепловоза расположена холодильная камера, предназначенная для охлаждения теплоносителей дизеля. Она отделена от дизельного помещения перегородкой.

Для поддержания нормального теплового режима дизеля предусмотрено автоматическое регулирование температур воды и масла дизеля с помощью системы автоматического регулирования температуры, обеспечивающей открытие и закрытие боковых и верхних жалюзи, а также изменение частоты вращения вентиляторного колеса в зависимости от температурного режима дизеля.

На выходе дизеля установлен искрогаситель, служащий для уменьшения количества искр, вылетающих в атмосферу с выпускными газами.

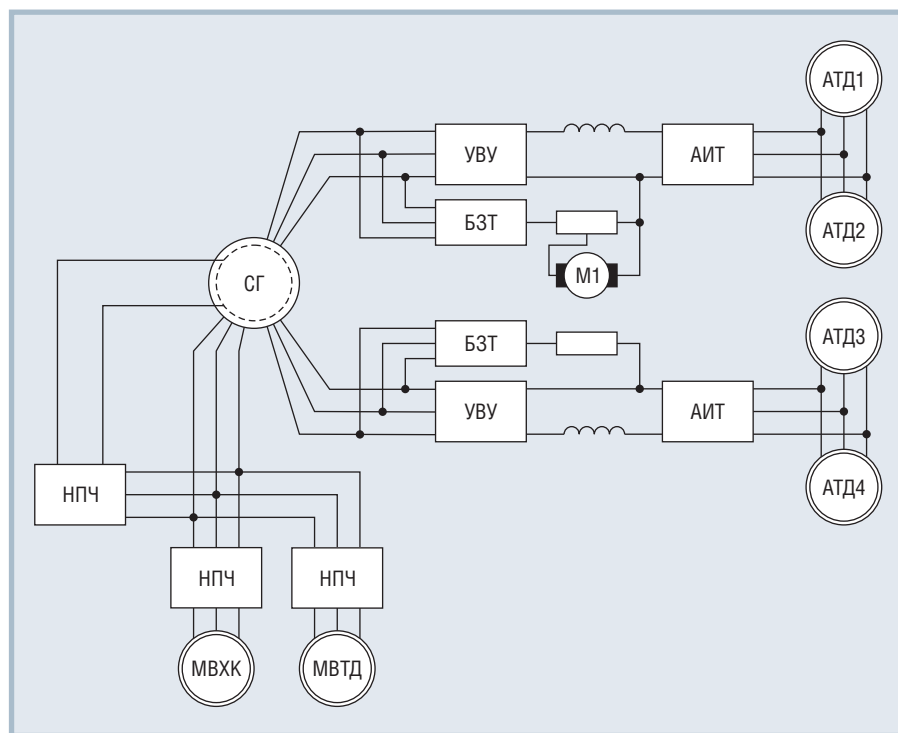
Бункерами для песка служат два отсека, выполненных непосредственно в кузове (впереди холодильной камеры и позади аппаратной камеры).

Тепловоз оборудован воздушным автоматическим прямымдействующим тормозом и ручным тормозом (с приводом на одну ось задней тележки), удерживающим тепловоз на уклоне 30%. Кроме того, на тепловозе имеется электрический тормоз, используемый для остановочного торможения при маневровой работе и на станционных путях с нулевым профилем, а также для подтормаживания состава без применения автотормозов на спусках.

ТЭМ21 также оборудован аппаратурой для управления тепловозом по системе двух единиц; комплексным локомотивным устройством безопасности (КЛУБ-У); двухдиапазонной радиостанцией Р22В «Транспорт РВ-1,1М»; звуковыми сигналами большой и малой громкости; устройством для отцепки тепловоза от состава из кабины машиниста, а также другими необходимыми устройствами.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЗОМ ТЭМ21

Управление тепловозом осуществляется из кабины машиниста. В кабине машиниста расположен пульт, на котором установлены модуль дисплейный с клавиатурой, контроллер машиниста, приборы управления и контроля за работой тормозного оборудования (рис. 4).



Условные обозначения:

СГ — синхронный тяговый генератор с двумя тяговыми обмотками и обмоткой для вспомогательных нужд; АТД — асинхронные тяговые двигатели; УВУ — управляемая выпрямительная установка; АИТ — автономный инвертор тока; БЗТ — блок замыкающих (тормозных) тиристоров, подключающий тормозные резисторы в режиме тормоза и режиме нагружения дизеля на тормозной реостат; М1 — мотор-вентилятор обдува тормозных резисторов; В-ТПЕ — управляемый выпрямитель для самовозбуждения СГ; НПЧ — непосредственные трёхступенчатые преобразователи частоты (сигнал о ступени: 25%, 50%, 100% — поступает из микропроцессорной системы управления); МВХК — мотор-вентилятор холодильной камеры; МВТД — мотор-вентилятор тяговых двигателей.

Рис. 5. Принципиальная схема электрической передачи

Предусмотрена возможность управления тепловозом машинистом без помощника, для чего тепловоз, кроме основного пульта, оборудуется дополнительными пультами управления.

Кабина укомплектована также дополнительным оборудованием, создающим комфортные условия работы локомотивной бригады: отопительно-вентиляционной установкой (в кузове над вспомогательным оборудованием) и транспортным кондиционером (на крыше кабины), холодильником для хранения продуктов и электроплиткой для подогрева пищи.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА

На тепловозе ТЭМ21 применена электрическая передача переменного тока, принципиальная схема которой приведена на рисунке 5.

Асинхронные тяговые двигатели ДАТ 305 попарно подключены к статическим преобразователям. Каждый статический преобразователь состоит из трёхфазной управляемой выпрямительной установки и автономного инвертора тока.

Статические преобразователи частоты служат для регулирования частоты и амплитуды питающего напряжения асинхронных тяговых двигателей при их работе как в режиме тяги, так и в режиме электрического торможения. Реверсирование тяговых двигателей осуществляется изменением последовательности чередования фаз тока, питающего тяговый двигатель.

Особенностью тяговой схемы является полное отсутствие контактной коммутационной аппаратуры, что делает передачу необслуживаемой и долговечной.

Самовозбуждение тягового генератора осуществляется через управляемый выпрямитель В-ТПЕ, который обеспечивает оптимальное отношение U/f на вспомогательной обмотке для питания асинхронных двигателей для собственных нужд тепловоза.

БОРТОВАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Всем оборудованием тепловоза управляет многофункциональная мик-

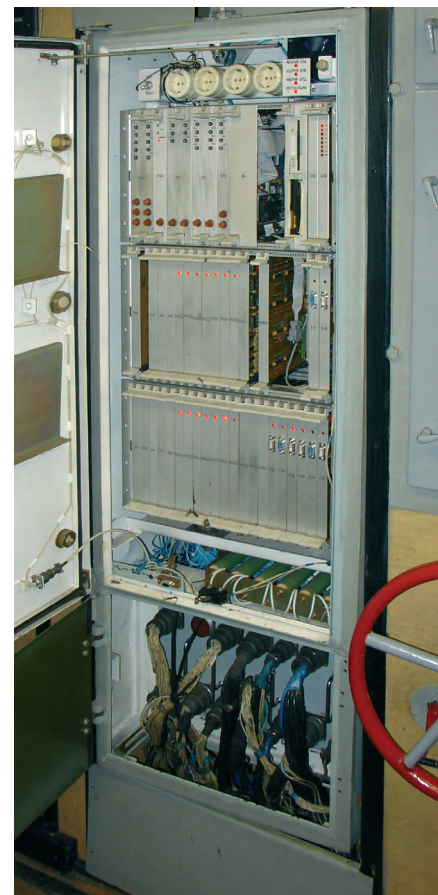


Рис. 6. Устройство обработки информации

ропроцессорная система, ядром которой является устройство обработки информации (УОИ) (рис. 6). Структура, устройство и работа УОИ аналогична УОИ тепловоза 2ТЭ116КМ и была подробно описана в статье «Многофункциональная микропроцессорная система управления тепловозом», опубликованной в журнале «СТА» 3'2004.

Микропроцессорная система управления, контроля и диагностики осуществляет автоматическое управление режимами работы тепловоза по командам машиниста и оперативную диагностику состояния узлов и агрегатов тепловоза с выдачей информации на дисплей машиниста. Система представляет собой агрегатированный программно-аппаратный комплекс, созданный на основе компьютерных технологий.

Многофункциональная микропроцессорная система управления контролирует основные параметры силовой установки и вспомогательных систем тепловоза, выводит текущую информацию по требованию машиниста и автоматически выводит аварийно-предельные значения контролируемых параметров на экран дисплея. Встроенная диагностика позволяет построить работу машиниста с системой в диалоговом режиме — при нормальном режиме

работы команды от органов управления выполняются автоматически, а при возникновении нештатной ситуации на дисплей машиниста выводится диагностическое сообщение. Полученная информация позволяет машинисту оперативно принимать адекватные меры для выхода из создавшейся ситуации, что экономит время, облегчает управление тепловозом, значительно снижает количество ошибок и стрессовых ситуаций. Полностью исключается ситуация, когда тепловоз не едет, а причина неизвестна.

Многофункциональная микропроцессорная система управления обеспечивает также выполнение следующих функций:

- 1) функция управления электрической передачей переменного тока, обеспечивающая:
 - а) регулирование частоты вращения асинхронных тяговых двигателей;
 - б) в режиме тяги — обнаружение, ограничение и прекращение буксования колесных пар, сигнализацию о буксовании, ограничение проскальзывания с поддержанием силы тяги, соответствующей условиям сцепления;
 - в) в режиме тормоза — обнаружение, ограничение и прекращение юза колесных пар, автоматическое снижение тормозной силы при юзе с последующим ее восстановлением;
 - г) предотвращение совместной работы электрического и пневматического тормоза тепловоза;
 - д) защиту высоковольтных цепей и снятие тяговой нагрузки при замыкании на корпус;

е) предотвращение тягового режима при давлении в тормозной магистрали ниже установленной величины;

- 2) функция автоматического регулирования мощности дизеля тепловоза, обеспечивающая:

- а) нагрузку по характеристике наиболее экономичных режимов работы и полное использование мощности дизеля при работе его в различных режимах и во всем диапазоне скоростей;
- б) ограничение пускового тока и максимального напряжения тягового генератора;
- в) переход на аварийные режимы с возможностью отключения отдельных групп тяговых электродвигателей;
- г) защиту персонала от поражения электрическим током;

- 3) функция управления дизелем, обеспечивающая:

- а) осуществление предпусковых, пусковых и остановочных операций;
- б) регулирование частоты вращения коленчатого вала дизеля воздействием на регулятор дизеля;
- в) сброс нагрузки при достижении предельных и (или) аварийных уровней температуры теплоносителей, а также защиту дизеля;
- г) отключение ряда топливных насосов на 0 позиции холостого хода дизеля;

- 4) функция автоматического регулирования температуры воды и масла дизеля (САРТ), обеспечивающая поддержание температуры теплоносителей дизеля (воды и масла) в опти-



Рис. 7. Панель управления

мальных диапазонах путём управления частотой вращения вентилятора охлаждающей установки и положением жалюзи, с возможностью дистанционного ручного управления работой охлаждающего устройства из кабины машиниста с помощью виртуальных тумблеров дисплея машиниста при отказе элементов САРТ (рис. 7);

- 5) функция автоматического регулирования давления воздуха в главных резервуарах, обеспечивающая поддержание давления воздуха в установленных пределах;
- 6) функция автоматического управления подогревом и кондиционированием воздуха, обеспечивающая поддержание в заданных пределах температуры воздуха в закрытой кабине машиниста;
- 7) функция дистанционного контроля уровня воды в расширительном баке и сигнализации о недопустимом его понижении;
- 8) функция сигнализации о пожаре, обеспечивающая включение звуковой и световой сигнализации в кабине при превышении заданной темпе-

ЧЁТКО БЕЗОПАСНО ЯСНО

PLANAR

**Электролюминесцентные
и ЖК-дисплеи Planar®**

Идеальное решение
для отображения данных в медицине,
промышленной автоматизации,
на транспорте, в военных системах,
информационных киосках

#151

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

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

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

САМАРА Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ратуры воздуха в контролируемых местах;

9) функция подачи песка, обеспечивающая при экстренном торможении снятие режима тяги; подачу песка под колёсные пары и прекращение подачи песка при скорости движения тепловоза ниже 10 км/ч; подачу песка при срабатывании системы безопасности; предусмотрена возможность импульсной пескоподдачи;

10) функция управления подачей звукового сигнала по команде машиниста и автоматической подачей в случае экстренного торможения;

11) функция автоматического прогрева дизеля в холодное время года.

Бортовая микропроцессорная система, установленная на тепловозе ТЭМ21, обрабатывает большой поток информации, поступающей с борта тепловоза по 80 дискретным каналам, 47 аналоговым каналам, 5 частотным каналам и 27 температурным каналам.

Следует отметить, что на тепловозе полностью исключены датчики, требующие регулировок и настроек. Поэтому достаточно установить датчик и подключить его к микропроцессорной системе, а контроль и регулировку па-

раметров система берет на себя, что является одним из основных преимуществ цифровых систем управления.

Вся полученная информация выводится на дисплей машиниста в удобном для восприятия виде.

Дисплей машиниста (рис. 8) состоит из электролюминесцентной панели Planar EL640.480-AA1, одноплатного компьютера PC-510 Octagon Systems, модуля флэш-памяти SanDisk IDE 2,5" FlashDrive, блока питания Continent и платы управления.

Аналоговые и частотные сигналы, полученные с борта тепловоза, анализируются системой допускового контроля. Результатом анализа является расчёт отклонения измеренной величины от значения, оговоренного в ТУ на данный параметр. На панель выводится соответствующий комментарий (норма, меньше нормы, больше нормы).

Одновременно с визуальным представлением параметров тепловоза и их отклонением на конкретных диагностических панелях действует постоянный автоматический контроль следующих параметров:

- контактно-релейной аппаратуры тепловоза;



Рис. 8. Основная панель дисплея машиниста

- тягового преобразователя частоты;
- сопротивления изоляции бортовой сети;
- частоты вращения коленчатого вала дизеля и настройки регулятора частоты вращения;
- преобразователя частоты питания мотора вентилятора холодильника;
- преобразователя частоты питания мотора вентилятора охлаждения тяговых двигателей;
- управляемого выпрямителя возбуждения.

При обнаружении отклонений в работе тех или иных агрегатов тепловоза выводится аварийное сообщение на дисплей машиниста, которое снимается машинистом кнопкой квитирования.

Наличие дисплея машиниста позволяет часть неоперативных органов управления (включения прокачки топлива, масла, ручное управление холодильной установкой дизеля) заменить виртуальными тумблерами. Все эти виртуальные тумблеры расположены на панели «Управление» (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тепловоз ТЭМ21 с передачей переменного-переменного тока и микропроцессорной системой управления обладает несомненными преимуществами перед эксплуатируемыми в нашей стране маневровыми тепловозами.

Использование данного тепловоза приведёт к значительной экономии средств на его ремонт и обслуживание, а также топливной экономии.

Тепловоз успешно прошёл эксплуатационные испытания в локомотивном депо Брянск-2 и получил положительные отзывы локомотивных бригад. ●

Авторы — сотрудники
ФГУП ВНИКИ МПС России,
г. Коломна
Телефон: (4966) 15-5112,
доб. 11-49

КАБЕЛИ

Belden CDT

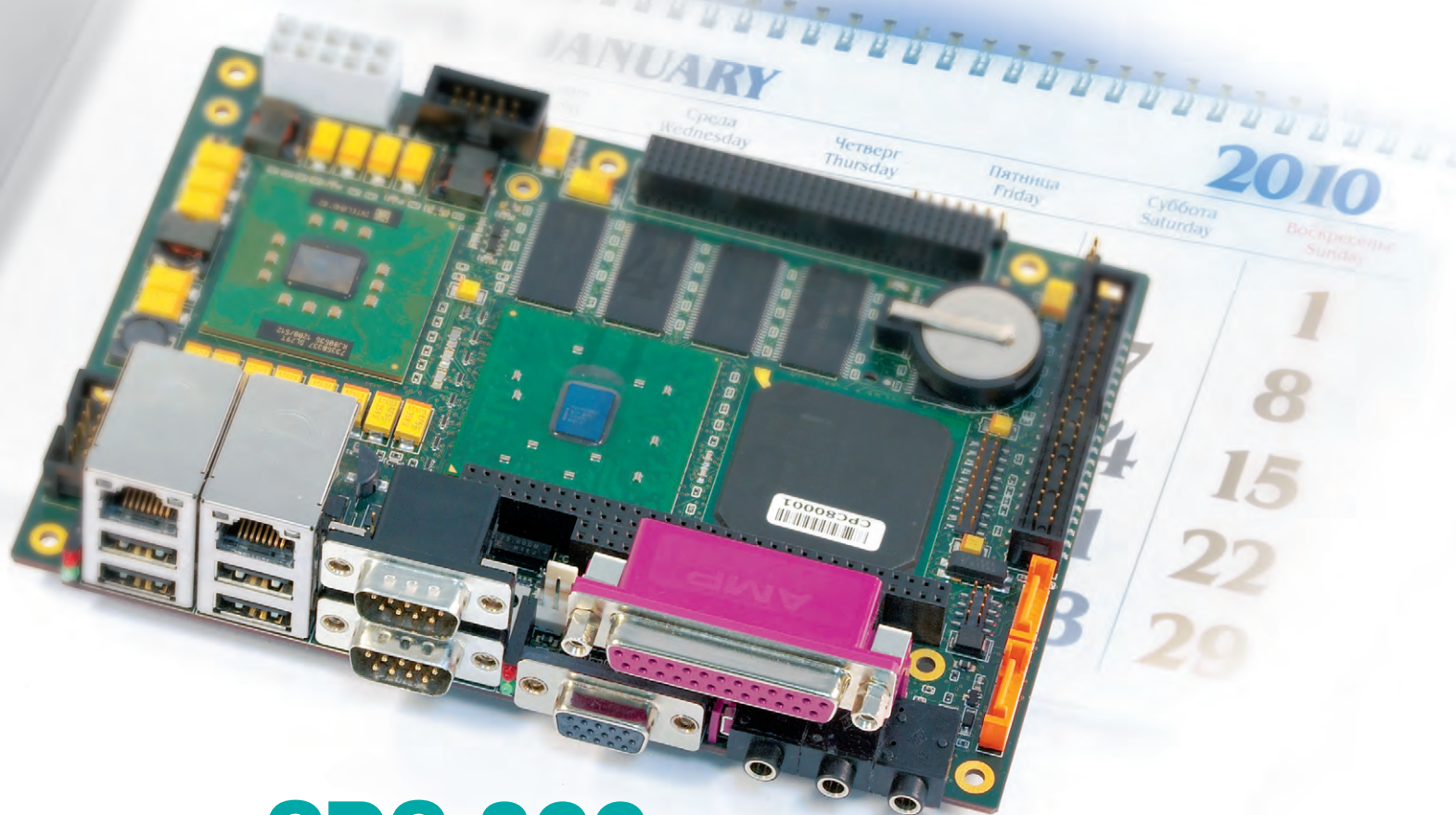
- БРОНИРОВАННЫЕ
- ЭКРАНИРОВАННЫЕ
- ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ
- СЕТЕВЫЕ КАТЕГОРИЙ 3, 5 и 6
- ДЛЯ ИНТЕРФЕЙСОВ RS-232/422/485
- ПРОМЫШЛЕННАЯ ВИТАЯ ПАРА ДЛЯ СЕТЕЙ FIELDBUS
- ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРОВ SIEMENS, OMRON И ДРУГИХ

Официальный дистрибьютор — компания ПРОСОФТ
(495) 234-06-36 • www.prosoft.ru

#331

Уверенность в будущем

- Долговременная доступность на рынке
- Все компоненты напаяны на плате
- Рабочая температура $-40...+85^{\circ}\text{C}$
- Не требует принудительного охлаждения
- Устойчивость к ударам/вибрации 50g/5g
- Поддержка встраиваемых ОС



CPC 800

**ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА
для ответственных встраиваемых систем**

- Форм-фактор EPIC (115×165 мм)
- Процессор Intel Pentium M до 2 ГГц
- ОЗУ 1 Гбайт DDR SDRAM
- Видео ЭЛТ/TFT с разрешением QXGA
- Аудио AC'97
- 2 порта Gigabit Ethernet
- 4×USB 2.0, 4×COM
- 2×UltraATA 100, 2×Serial ATA
- Расширения PC/104, PC/104-Plus
- MTBF 110000 часов



Система автоматического управления и регулирования корабельного газотурбогенератора ГТГ-100К

Павел Морозов, Анатолий Скрипниченко, Ирина Иванова, Валерий Лисоконь, Александр Орехов, Владимир Ободан

Описывается успешный опыт разработки системы автоматического управления и регулирования (САУР) корабельного 100-киловаттного газотурбогенератора ГТГ-100К на базе модулей формата MicroPC. Рассмотрены требования к системе, этапы разработки, пути достижения необходимой надёжности и долговечности, минимизации временных и финансовых затрат. Разработанная в самые жёсткие сроки САУР ГТГ-100К обеспечила выполнение военных требований к качеству изделия и позволила отработать технические решения, общие для любых газовых турбин.

Введение

Специальная и военная техника, разработанная и изготавливавшаяся советским военно-промышленным комплексом, создавалась с привлечением обширных научных ресурсов и зачастую опережала время. Благодаря этому многое ранее созданное не потеряло актуальность и по сей день, обеспечивая функциональность, надёжность, долговечность, неприхотливость и простоту в обслуживании — качества, которые всегда будут ценить в вооружённых силах любой страны. В полной мере это утверждение относится к 100-киловаттному газотурбогенератору ГТГ-100К, изготавливаемому инжинирингово-производственным предприятием «Энергия» (г. Кривой Рог) и предназначенному для питания трёхфазной бортовой сети 220 В/400 Гц кораблей на воздушной подушке (рис. 1). Являясь компонентом корабельного электрооборудования, он, в свою очередь, представляет собой сложный комплекс, состоящий из тысяч деталей и узлов, производством которых в свое время занимались заводы, разбросанные по территории СССР от Казахстана до Башкирии, от Ленинграда до Севастополя.

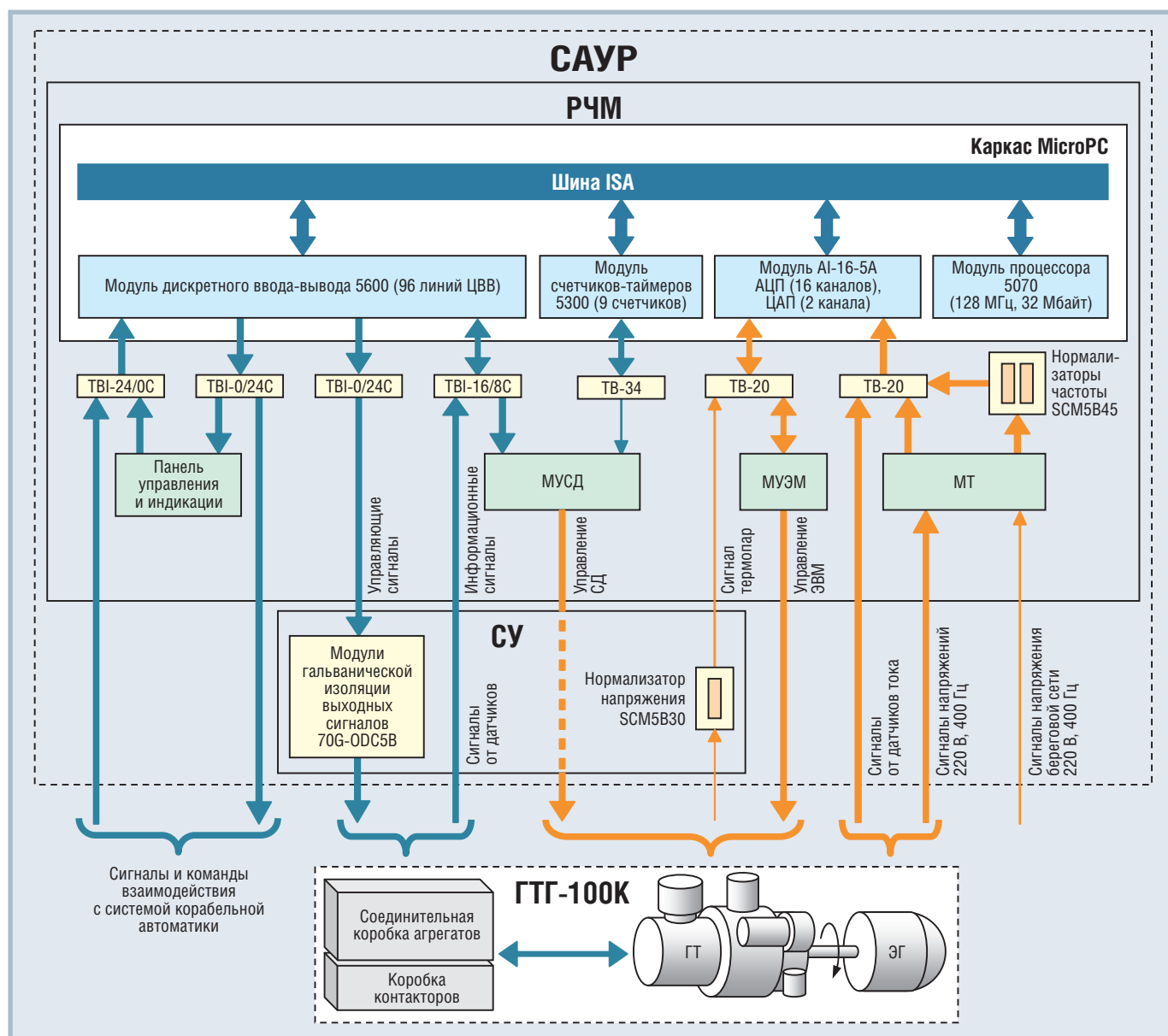
Получив заказ на изготовление партии газотурбогенераторов, ИПП «Энергия» попало в сложное положение — предприятия-поставщики системы автоматического управления и регулирования (САУР) оказались не готовы поставить свою продукцию в требуемые сроки, более того, выяснилось, что некоторые предприятия или остановлены, или вообще ликвидированы, поэтому

разработку САУР нужно было начинать с нуля, и за разработку взялся НИИАЧермет (г. Днепропетровск).

Практика проектирования подобных систем (с учётом специфики применения и повышенных требований к качеству и надёжности) подразумевает длительный этап разработки с последующим многократным повторением цикла макетирование — испытания — до-



Рис. 1. Многоцелевой десантный корабль на воздушной подушке «Мурена»



Условные обозначения:

РЧМ — регулятор частоты и мощности; СУ — станция управления; МУСД — модуль управления серводвигателем; МУЭМ — модуль управления электромагнитом; МТ — модуль трансформаторов; ГТ — газовая турбина; ЭГ — трёхфазный электрогенератор 100 кВт, 220 В/400 Гц).

Рис. 2. Структурная схема микроконтроллерной системы автоматического управления и регулирования (САУР) ГТГ-100К

работки по результатам испытаний, что при аналоговом исполнении электрических схем растягивает процесс проектирования на годы. Учитывая, что времени на доводку техники в рамках договора практически не отводилось, подобный подход нельзя было считать приемлемым. Оптимальным решением в описываемой ситуации стало создание САУР ГТГ-100К на базе программируемых контроллеров, такие свойства которых, как адаптируемость к широкому кругу задач, масштабируемость, простота настройки, надёжность и отказоустойчивость, многократно подтверждены эксплуатацией в самых тяжёлых условиях.

ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

Выбор типа оборудования и фирмы-производителя диктовался техническими характеристиками электрооборудования ГТГ, заменить которое была призвана разрабатываемая САУР:

- САУР должна обеспечивать управление режимами работы ГТГ-100К (запуск, останов, холодная прокрутка, ложный пуск, аварийная остановка, контроль работы агрегатов на неработающем двигателе), регулирования частоты и мощности газотурбогенератора, термоконтроль, термоограничение и термозащиту, а также подстройку под параметры конкретного экземпляра ГТГ-100К;

- САУР должна иметь 12 каналов аналогового ввода, 2 канала аналогового вывода, 45 каналов дискретного ввода и 34 канала дискретного вывода;
- САУР должна поддерживать частоту 400 Гц генерируемого тока в пределах $\pm 0,3\%$ на установившихся режимах, а также обеспечивать возврат в указанные пределы при сбросах и набросах 100% нагрузки не более чем за 3 секунды;
- САУР должна поддерживать параллельную работу двух ГТГ-100К в синхронном режиме с обеспечением равномерного распределения нагрузок (параллельная работа двух САУР);
- разрабатываемая САУР функционально должна заменить собой три ранее применявшихся отдельных блока (станцию управления, регулятор частоты и мощности и усилитель-регулятор температуры отходящих из турбины газов);

- конструктивно САУР должна быть выполнена в виде двух блоков в брызгозащищённом исполнении, размеры блоков и их вес не должны превышать размеры и вес аналогов, расстояние между блоками по кабелю — до 10 м;

- САУР должна обеспечивать взаимодействие с системой корабельной автоматики.

Учитывая условия эксплуатации, САУР должна сохранять работоспособность при следующих условиях:

- вибрационные нагрузки в диапазоне частот до 60 Гц с ускорением 2g;
- ударные нагрузки многократного действия с ускорением 15g;
- температура от -10 до $+50^{\circ}\text{C}$ в рабочем состоянии, от -50 до $+65^{\circ}\text{C}$ в нерабочем состоянии;
- относительная влажность 95-98% при $+40^{\circ}\text{C}$, морской туман.

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наиболее полно указанным требованиям отвечают модули производства компаний Octagon Systems и Fastwel в формате MicroPC. Эти изделия характеризуются высокой надёжностью, большим временем наработки на отказ, широким диапазоном рабочих температур, влажностей, вибраций и прочих параметров окружающей среды. Полная совместимость контроллеров формата MicroPC с платформой IBM PC предполагает использование накопленного разработчиками опыта и простоту модификации программного кода, позволяя реализовать самые сложные системы в крайне жёсткие сроки.

Для решения поставленной задачи был выбран модуль центрального процессора 5070, а также модуль дискретного ввода-вывода 5600 (96 дискретных каналов ввода-вывода), модуль счётчиков-таймеров 5300 (9 счётчиков-таймеров) производства Octagon Systems и модуль аналогового ввода-вывода с гальванической развязкой AI 16-5A (16 каналов 14-разрядного аналогового ввода, 2 канала аналогового вывода) производства Fastwel (рис. 2).

Для согласования дискретных сигналов с модулем дискретного ввода-вывода были выбраны платы с гальванической развязкой фирмы Fastwel (TBI-24/0C, TBI-0/24C, TBI-16/8C), а также электронные реле фирмы Grayhill (70G-ODC5B) и твердотельные реле фирмы Omron (G3NA-D210B524DC для коммутации больших токов 3-10 А). Для нормали-

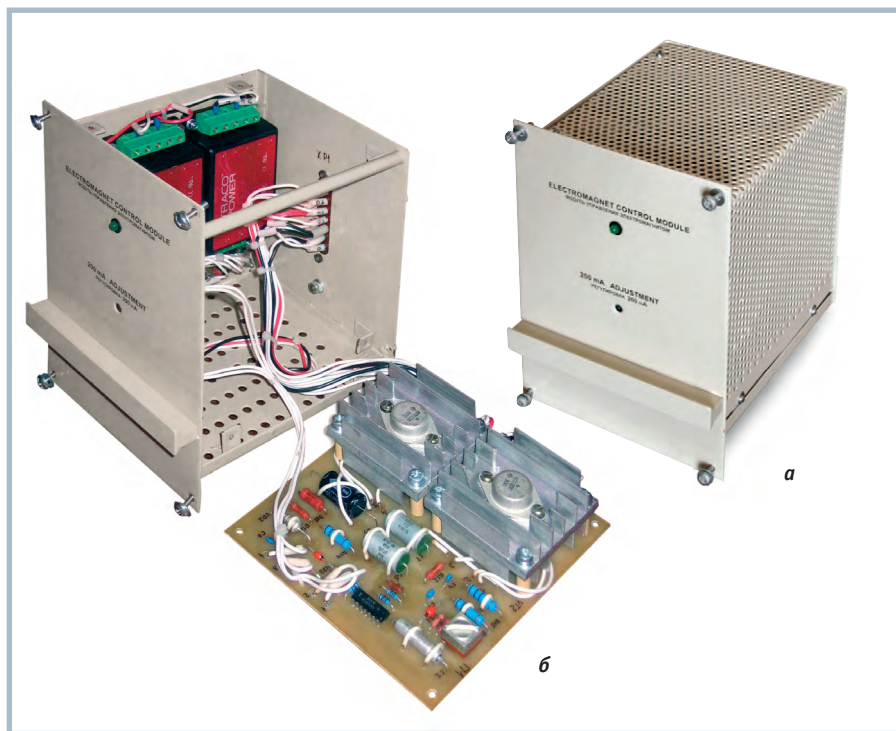


Рис. 3. Модуль управления электромагнитом (МУЭМ): а — внешний вид, б — вид со снятым кожухом и извлечённой электрической платой

зации входных аналоговых сигналов остановились на модулях Dataforth (нормализатор напряжения SCM5B30 50 мВ/5 В и нормализатор частоты SCM5B45 500 Гц/5 В), устанавливаемых на платах SCMPB03 и SCMPB04 фирмы Dataforth.

Система имеет трёхкратное резервирование по питанию от линий основного питания 27 В, резервного питания 24 В и модуля питания (на рис. 2 не показан), собранного на конверторах фирмы Traco Power AC/DC TPM 40112C (220/12 В, 40 Вт), который включается в работу после запуска ГТГ-100К, вырабатывающего 220 В/400 Гц. На рис. 2 не показаны также конверторы фирмы Traco Power DC/DC TEN 5-2411 (24/5 В, 5 Вт, используются для управления модулями Grayhill), DC/DC TEN 5-2422 (24/±12 В, 6 Вт, используется для включения реле времени пуска ГТГ-100К), а также DC/DC-конвертор фирмы Nemic-Lambda PH50S-24-5 (24/5 В, 50 Вт, используется для питания MicroPC). В модуле управления электромагнитом установлены два конвертора AC/DC TML 15124L (220/24 В, 15 Вт). Конверторы выбирались с запасом по мощности с учётом температурной деградации.

Модули управления электромагнитом (МУЭМ) и серводвигателем (МУСД), решающие специфические задачи управления исполнительными

органами системы, а также два вспомогательных модуля — модуль питания (МП) и модуль трансформаторов (МТ) — были разработаны и изготовлены собственными силами. Внешний вид МУЭМ приведён на рис. 3.

Оборудование САУР расположили в двух навесных корпусах (условно названных блоками РЧМ и СУ), соединённых дискретными и аналоговыми линиями связи и установленных в помещении главного электрического распределительного щита (РЧМ) и помещении газотурбогенератора (СУ). При этом РЧМ содержит все основные элементы системы: микроконтроллер с платами ввода-вывода, модули нормализации сигналов, цепи питания, органы управления и индикации, гальваническую развязку внешних цепей, в том числе и с блоком СУ. С внутренней стороны двери РЧМ находится панель управления и индикации, обеспечивающая настройку контуров регулятора частоты и мощности, а также контроль состояния САУР и ГТГ. СУ в основном содержит коммутирующее оборудование: цепи основного и резервного питания САУР (27 и 24 В постоянного тока) с автоматическим переключением, контрольный разъём, модули гальванической развязки, индикацию режимов питания и аварийных состояний, тумблер перевода ГТГ в особый режим запуска, а также нормализатор напряжения термоэДС термопары.

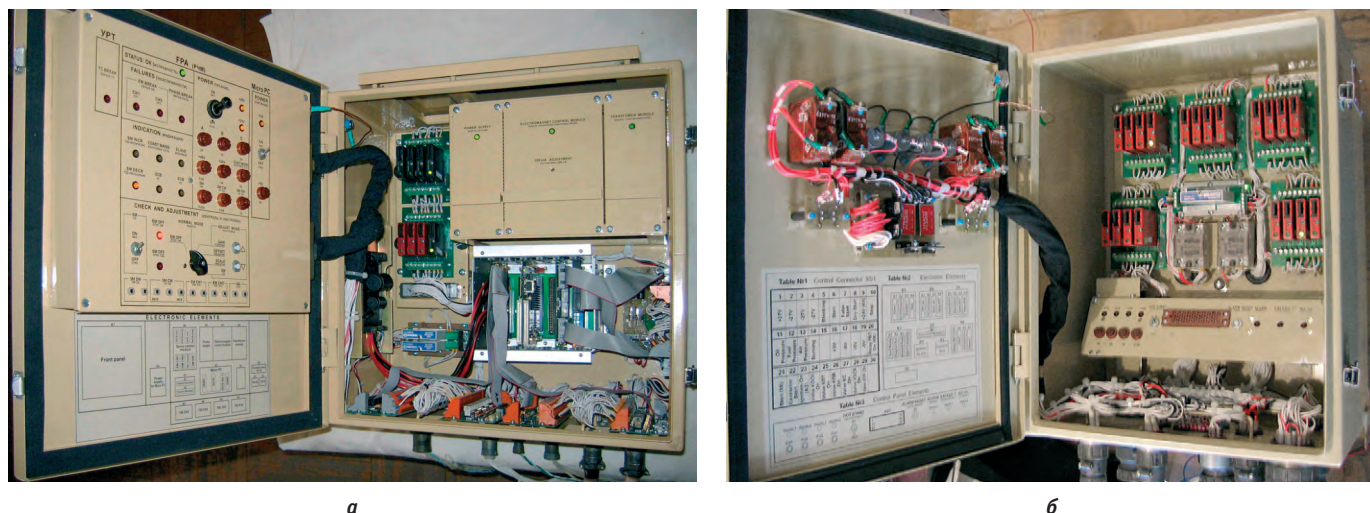


Рис. 4. САУР ГТГ-100К: а — РЧМ (вверху слева направо модули МУСД, МП, МУЭМ, МТ), б — СУ

По прошествии 4 месяцев от момента начала работ были разработаны и изготовлены нестандартные модули, создан работающий макет САУР (рис. 4).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Параллельно с разработкой и конструированием электрических схем шла работа по созданию программного обеспечения, которое должно решать четыре независимые группы задач:

- управление режимами работы газотурбогенератора и переходами между ними;
- термоконтроль отходящих газов с целью предотвращения выхода турбины из строя из-за перегрева лопаток;
- поддержание частоты вырабатываемого газотурбогенератором тока в пределах допуска, в том числе при скачкообразных изменениях отбираемой от газотурбогенератора мощности;
- обеспечение равномерного распределения активной мощности между двумя работающими на общую нагрузку генераторами.

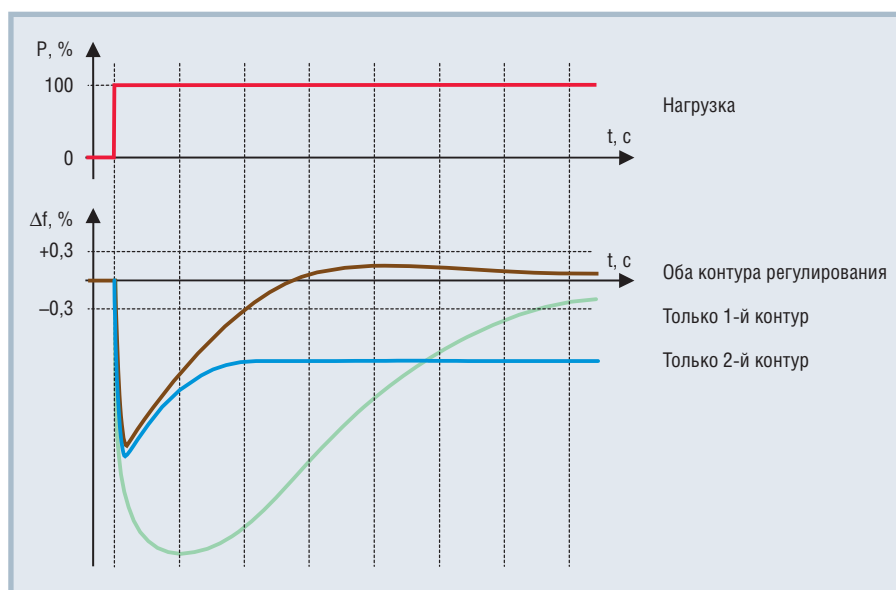
Первая задача представляет собой реализацию автомата состояний с комплексом блокировок и защит. При решении задачи термозащиты и термоограничения большая тепловая инерционность термпар НК-СА компенсировалась прогнозированием температуры по её мгновенному значению и первой производной.

Наиболее сложной и ресурсоёмкой являлась задача регулирования частоты переменного тока, вырабатываемого газотурбогенератором, в функциях отклонения частоты от номинальной и активной мощности, отбираемой от генератора. При этом в системе имеются два контура регулирования час-

тоты: 1) по отклонению частоты от заданной и 2) по возмущению (величина отбираемой от генератора активной мощности). Исполнительным механизмом первого контура является серводвигатель центробежного регулятора скорости, изменяющий усилие сжатия пружины регулятора (канал характеризуется высокой точностью, но имеет малое быстродействие, основное назначение — поддержание частоты в пределах допуска в статических режимах работы ГТГ-100К). Второй контур при помощи пропорционального электромагнитного клапана изменяет подачу топлива в камеру сгорания турбины, обеспечивая минимальное время реагирования на изменения нагрузки. Влияние контуров регулирования на скорость восстановления частоты при набросе 100% отби-

раемой мощности изображено на рис. 5.

Программное обеспечение САУР написано на языке C++ и функционирует под управлением операционной системы ROM-DOS. При написании ПО исходили из того, что алгоритмы функционирования системы могут и должны быть доработаны по результатам макетирования и предварительных испытаний, в ходе которых будут уточнены статические и динамические характеристики ГТГ-100К. Поэтому перечень настраиваемых параметров оказался значительно более широким, чем того требует штатная настройка и эксплуатация газотурбогенератора. Эти настройки были разделены на две группы. В первую группу вошли те параметры, которые допускается настраивать в ходе эксплуатации



Условные обозначения:

P — мощность, % от номинальной; t — время, с; Δf — рассогласование частоты, % от номинальной.

Рис. 5. Зависимость переходного процесса восстановления частоты генератора при набросе 100% мощности от используемых контуров регулирования

ГТГ-100К с помощью панели управления и индикации (их разместили в энергонезависимой памяти микроконтроллера). Учитывая повышенные требования к надёжности, значения настроечных параметров разместили в трёх отдельных областях энергонезависимой памяти, а функции записи в эти области памяти написали таким образом, чтобы сбой записи автоматически обнаруживался и корректная информация всегда восстанавливалась. Вторая группа (значительно большая) содержала параметры, настраиваемые в ходе отладки алгоритмов и кода ПО системы, и была размещена в ini-файлах на флэш-диске MicroPC. По окончании этапа проектирования доступ к второй группе настроек был закрыт.

Такой подход к проектированию ПО системы позволил тонко настроить связку САУР — ГТГ для достижения оптимальной эффективности управления и регулирования, нивелируя изменение динамических параметров турбогенератора, связанное с применением новой топливной аппаратуры.

Высокое быстродействие контроллера 5070 позволило отказаться от специализированных аппаратных решений по измерению активной мощности и определять её расчётным способом, измеряя мгновенные значения токов по двум и напряжений по трём фазам за время, соответствующее одному периоду изменения фазного напряжения, а также определять обрыв фаз. Кроме того, на контроллер были возложены такие задачи, как линеаризация показаний термопары НК-СА и учёт её температурной инерционности при контроле и прогнозировании температуры выходящих газов, а также программное управление скважностью меандра сигнала, используемого для коммутации обмоток управления ползучей скоростью серводвигателя центробежного регулятора скорости, выполняемые в основном цикле программы. Основной цикл при этом выполняется, в зависимости от режима работы ГТГ-100К, от 170 раз в секунду (в режиме работы ГТГ под нагрузкой), до 260 раз в секунду (в режиме ожидания запуска). Объём программного обеспечения САУР составил 19,9 тыс. строк кода на языке C++.

Испытания

После разработки и изготовления макетного образца был проведён полный комплекс предварительных испы-

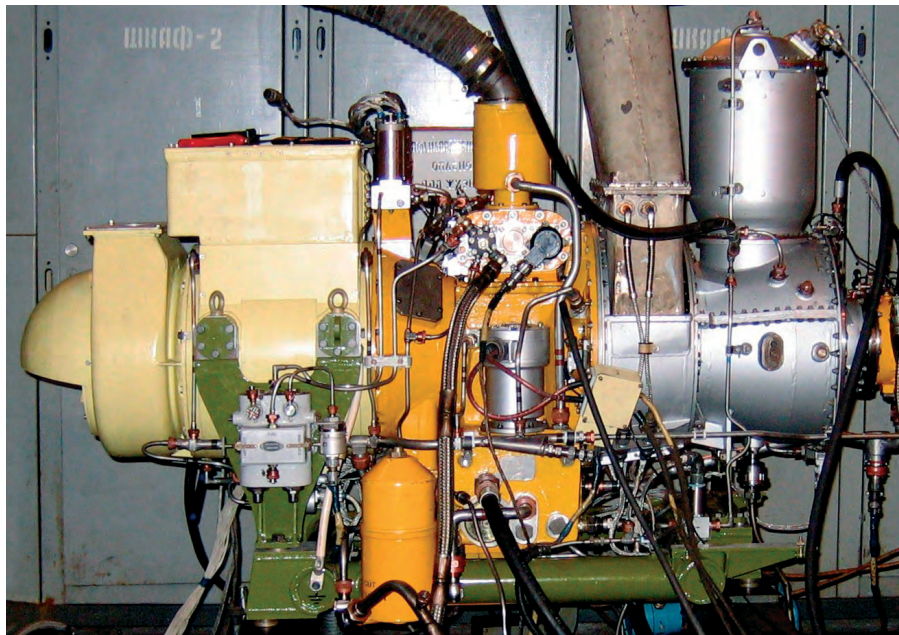


Рис. 6. Газотурбогенератор ГТГ-100К на испытательном стенде

таний, в ходе которых СУ и РЧМ подвергались вибрационным, температурным и прочим воздействиям, — система сохраняла работоспособность при всех оговорённых технических требованиях условиях с запасом. Испытания САУР совместно с газотурбогенератором ГТГ-100К (рис. 6) показали правильность принятых конструктивных, схемных и алгоритмических решений, обеспечивших высокую плотность испытательного процесса и сокративших этап испытаний и доработок до нескольких месяцев. По результатам испытаний макета САУР была доработана и отправлена в производство. Через 8 месяцев после начала работ первая партия САУР на базе MicroPC была поставлена на ИПП «Энергия» для комплектации ГТГ-100К.

В настоящее время партия десантных кораблей «Мурена» (изготовитель — ФГУП «Хабаровский судостроительный завод») была укомплектована ГТГ-100К с новой САУР, корабли, в свою очередь, прошли все испытания и отправлены заказчику.

Заключение

Подводя итог проделанной в тесном сотрудничестве коллективами НИИАЧермет и ИПП «Энергия» работы, можно сказать, что применение микропроцессорной техники формата MicroPC позволило:

- создать систему автоматического управления и регулирования таким сложным агрегатом, как газотурбогенератор, с нуля в крайне жёсткие сроки;

- заложить требуемую надёжность и долговечность системы при эксплуатации в неблагоприятных эксплуатационных и климатических условиях;
- решить проблемы адаптации системы к реальным параметрам оборудования;
- упростить схемные решения и аппаратную реализацию отдельных функциональных блоков за счёт высокой производительности контроллера, который обеспечивает расчёт сложных контролируемых величин и управляющих воздействий.

Разработанная система автоматического управления и регулирования газотурбогенератором ГТГ-100К позволила отработать ряд технических решений, общих для любых газовых турбин, и с переделками может быть использована для управления практически любым аналогичным оборудованием (газотурбогенераторами различной мощности, вакуумно-компрессорными установками, детандерами, компрессорами и т.п.).

Выражаем искреннюю благодарность специалистам фирмы RTS-Ukraine (г. Днепрпетровск). Их консультации сократили время работы на подготовительных этапах проекта и позволили избежать многих ошибок. ●

Авторы — сотрудники АОЗТ «НИИАЧермет», телефоны: (+38056) 744-8191, 744-7381, факс: (+38056) 744-7382, и ОАО ИПП «Энергия», телефон: (+380564) 27-3451



Триста пятьдесят футов под килем

Роб ван Россам

На глубине 350 футов лежала погибшая АПЛ «Курск». За горечью этой трагедии на второй план отошли технические аспекты уникальной операции по подъёму атомногохода, но только благодаря им стало возможным отдать последний долг погибшему экипажу. Спустя время малоизвестные подробности этой операции предаются широкой гласности. Данная статья поступила в редакцию от голландской компании Raster, которая принимала участие в подъёме АПЛ «Курск». Описывается система автоматизации подъёмников, одной из главных задач которой была компенсация вертикальной качки.

От редакции

Неадаптированный перевод на русский язык, выполненный голландской стороной, и принятая за рубежом сжатая форма изложения с преобладанием гуманитарной составляющей привели редакцию к решению сопроводить статью своими комментариями. Основой для них послужили сведения, полученные в процессе общения и переписки с сотрудниками компании Raster.

Самым уязвимым местом в проекте подъёма АПЛ «Курск» считались именно тросы: в условиях вертикальной качки нагрузка на них резко возрастает, а завершающая стадия операции планировалась на конец октября, когда начинался сезон штормов. Памятна была история разрыва толстого капронового каната при попытке поднять спасательную камеру АПЛ «Комсомолец» в 1997 году. В силу этих причин был выбран трос, фактически являющийся связкой из 54 стальных тросов особой конструкции, и применена система компенсации вертикальной качки, управляемая компьютерами и использующая в качестве исполнительного оборудования пневморегулируемые опоры (телескопические цилиндры) подъёмников.

С помощью системы управления, помимо этого, решались задачи сбора и обработки данных с подводных датчиков (очень большое значение придавалось точному позиционированию баржи «Giant 4» перед подъёмом и положению АПЛ во время подъёма), управления вспомогательным оборудованием, а также визуализации контролируемых процессов, архивирования информации и сигнализации сред-

ствами SCADA-системы IRIS (Raster). Учитывая условия применения, система управления строилась на базе промышленных компьютеров IPC-610 (Advantech). Все компьютеры были охвачены резервированной сетью Ethernet, обмен с контроллерами производился по протоколу ModBus+. Высокая надёжность системы управления достигалась и тем, что каждому компьютеру были доступны данные со всех контроллеров и каждый контроллер мог связаться с любым компьютером.

На этапе подготовки операции использовалась симуляционная (моделирующая) программа (компания IgH), которая позволила не только понять суть многих предстоящих проблем, но и обучить операторов. Во время операции эта программа оказала помощь в принятии оперативных решений.

Из соображений радиационной безопасности во время подъёма АПЛ судно «Мауо», на котором был развёрнут командный центр операции и располагалась станция визуального наблюдения, должно было удалиться от баржи «Giant 4» на расстояние не менее 8 км. Из-за этого возникла проблема обмена информацией, которая была решена средствами беспроводного Ethernet. По этому же каналу передавалась информация с подводных видеокамер, в результате операторы могли пользоваться не только экранными формами SCADA-системы, но и «живым» изображением.

Всё остальное Вы узнаете из самой статьи.

В августе 2000 года затонула русская подводная лодка «Курск».

Помощь в подъёме судна оказала голландская компания Mammoet.

Свою значимую лепту внесла также компания Raster, занимающаяся промышленной автоматизацией. Надо сказать, фирма Mammoet не зря сотрудничала с этим маленьким предприятием.

Подъёмники на море

«Штормовые волны стали причиной непропорциональной нагрузки подъёмного троса, который из-за этого мог повредиться», — вспоминает Ян Деккер, совладелец и директор Raster. Деккер рассказывает: «Хорошей идеей Mammoet было использование на судне «Giant 4» стренговых подъёмников (strand jacks) — гидравлических поднимающих устройств (Smit International) грузоподъёмностью 886 тонн каждое, установленных на телескопических пневматических цилиндрах (gas cylinders) диаметром 360 мм и с длиной хода 3000 мм, которые служат для компенсации качки. Мы решали задачу регулирования положения этих цилиндров, что и было успешно выполнено.» Далее это описывается более подробно.

Вызов

В конце июля 2001 года мы получили задание, которое надо было выполнить уже к середине августа — концу сентября; в крайнем случае, к концу октября все работы должны были завершиться.

Вот такое жёсткое условие!

Отдыхать некогда: за три недели надо было подготовить 29 ПЛК (PLC), 5 ин-



Подъемно-транспортная баржа «Giant 4»

дустриальных ПК (IPC) с мониторами, действующей сетью и другими комплекующими.

Компенсация вертикальной качки

За пять тщательных проверок мы исследовали прочность связок подъемного троса (стрендов) на каждом из двадцати шести гидравлических подъемников. Мы должны были обеспечить возможность динамического регулирования в определенном диапазоне давления газа в пневматических цилиндрах. Сила натяжения тросов устанавливалась через газовое давление в цилиндрах.

Примечательно, что допускалась вертикальная качка «Giant 4» только до 2 метров. К счастью, большие размеры судна (150×36 метров) способствовали существенному уменьшению качки. Поэтому даже сильные волны не приводили к отрицательным последствиям.

Дополнительное давление в цилиндрах создавалось с помощью специального запаса жидкого азота из газовых

баллонов, размещенных на палубе. Однако не все эти ёмкости использовались для автоматического регулирования давления. Небольшая часть (2 контейнера по 128 баллонов) предназначалась для регулирования вручную.

Для снижения риска сбоев на многие компоненты системы компенсации вертикальной качки было распространено двойное резервирование.

Автоматизация

Компания Mammoet пожелала, чтобы все задействованные автономные системы контроля и управления были связаны между собой.

Совладелец Raster Роб Китс рассказывает, что первоначально готовность сети для системы автоматизации подъемников была в критическом состоянии. Пришлось принимать срочные меры.

При сбое одного из IPC вся система должна оставаться готовой к работе, поэтому все IPC были снабжены специальными картами для организации дополнительных (избыточных) сетевых связей. В результате каждый из 26 операторов мог работать с любым компьютером через свой локальный PLC. Два центральных оператора были призваны следить за всем процессом и архивированием поступающих данных. С частотой 10 Гц производилось обновление информации на экране



Стренговые подъемники на борту «Giant 4»

дисплея, благодаря чему центральный оператор получал представление о текущих изменениях.

Важная информация, которая могла повлиять на перемещение «Курска», была получена при отрыве лодки от грунта. Во время подъема прикладываемая величина подъемной силы находилась вне сферы влияния операторов. Они должны были только реагировать на изменения, но не активно управлять. Превышения максимально допустимой величины подъемной силы визуализировались красным цветом на диаграмме мнемосхемы.

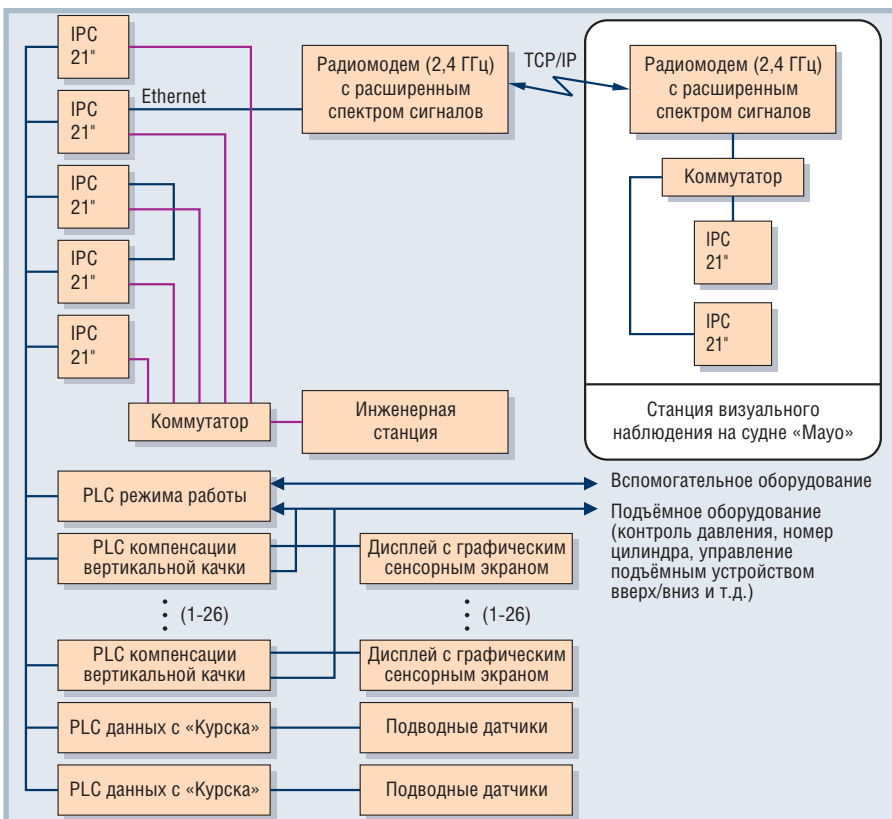
Уже упомянутая сеть системы автоматизации подъемников соединяла локальные контроллеры с пятью центральными компьютерами IPC-610 компании Advantech. Параллельно работающая симуляционная программа немецкой инженерной компании IgH дала возможность не только прогнозировать появление неожиданных заманок в ходе операции, но и тестировать определенные действия на предмет возможных последствий. На основе беспроводного Ethernet стало возможным использовать симуляционную программу с данными, поступающими в реальном масштабе времени.

Прикладное программное обеспечение системы реализовано на языке Delphi.

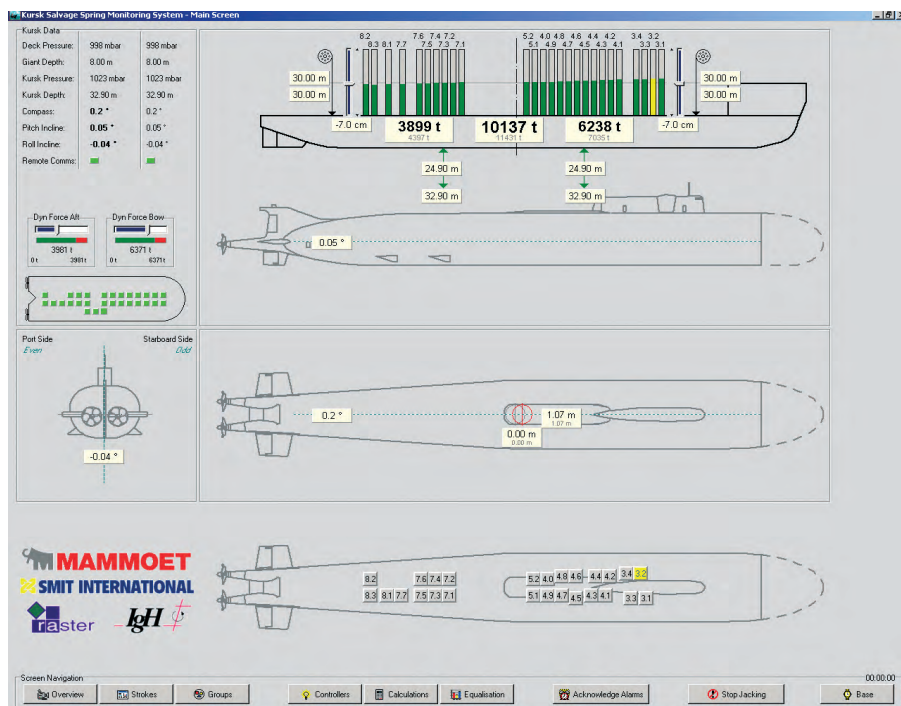
Система получала исходные данные не только от двадцати шести гидравлических подъемных устройств, но и от двух станций, установленных на «Курске» для измерения глубины, а также определения магнитного азимута лодки и положения её центральной оси относительно горизонтали (поворот и наклон). Длина выпущенного подъемного троса контролировалась в восьми точках. На завершающем этапе подъема контроль движения осуществлялся с помощью сонара.

Отдельные дополнения

Компания Mammoet использовала систему компенсации вертикальной



Структура системы автоматизации подъемников


Главная мнемосхема

качки также и для вспомогательных тросов. Из-за относительно небольшой нагрузки на них в этом случае были задействованы только два пневматических цилиндра вместо четырех, отводимых для подъёмного троса.

Суда, принимающие участие в опера-

ции, находились на удалении нескольких километров. С учётом этого Р. Китс разработал две программы дистанционного мониторинга. Связь осуществлялась посредством беспроводного Ethernet через спутниковые антенны, и всё это работало просто отлично.

На основе протокола TCP/IP обычной Интернет-технологии и упомянутой сети Ethernet было сделано так, что информация, поступающая с подводных видеокамер, была доступна в виде отчётливого изображения не только наблюдателям на судне «Маю», но и операторам на барже «Giant 4».

По мнению Яна Деккера и Роба Китса, операция прошла успешно во многом благодаря энергичности и смекалостности её участников. Большую роль сыграл и опыт, что проявилось при реализации обработки и отображения получаемых данных, обмена сообщениями внутри системы автоматизации, дистанционного управления и мониторинга с помощью Интернет-технологии. В результате компании Raster удалось совместить творческое начало и надёжность в своём подходе к решению задачи создания представленной системы автоматизации. ●

Компания Raster Industrial Automation B.V.

Телефон: (+31-487) 57-2719

Факс: (+31-487) 57-3394

Перевод Юлии Качановой (Julia Kachanova)

ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ «ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ»

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЭНЕРГОУЧЕТА

ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ПТК ЭКОМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

ВОДА

ЖИДКОЕ ТОПЛИВО

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

ТЕПЛО ПАР

СЖАТЫЙ ВОЗДУХ КИСЛОРОД

ЖИДКИЕ СРЕДЫ

Программно-технический комплекс «ЭКОМ»

Сочетание функций контроля, учета и управления. Работа со всеми типами преобразователей, микропроцессорными счетчиками и расходомерами.

Поддержка основных интерфейсов: RS-232; RS-485; Ethernet.

Различные типы каналов связи: выделенные, коммутируемые, ВЧ, радио, GSM, спутниковые, Internet.

Простота модернизации и наращивания.

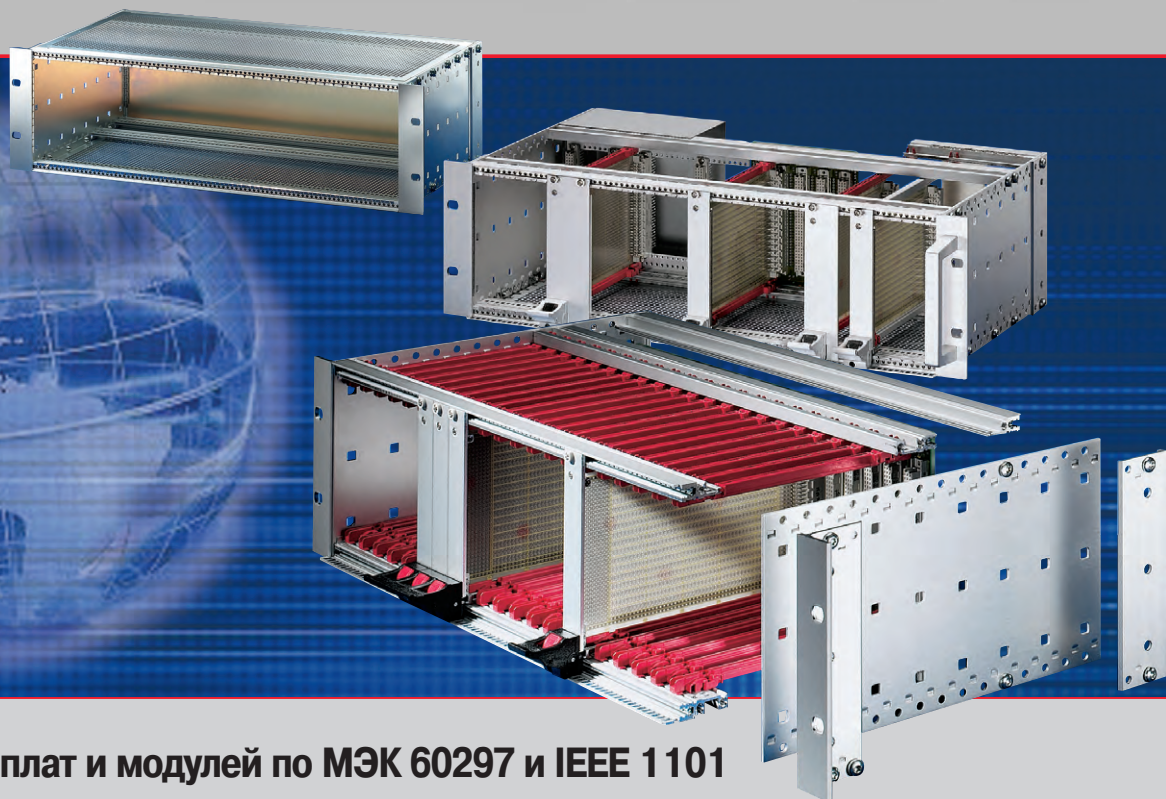
Система сертифицирована РАО «ЕЭС России» и соответствует всем требованиям «Положения об организации коммерческого учета электроэнергии и мощности на оптовом рынке».

ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ

ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ: 620102, г.Екатеринбург, ул.Волгоградская 194а
телефон: (343) 376-28-20, факс: (343) 376-28-30
E-mail: info@prosoftsystems.ru http://www.prosoftsystems.ru

Лучшие 19" блочные каркасы и приборные корпуса

europac PRO
ratiofac PRO



Для печатных плат и модулей по МЭК 60297 и IEEE 1101

- Широкий выбор стандартных типоразмеров
- Лёгкая интеграция средств электромагнитной защиты в субблоки
- Кросс-платы и законченные решения для новейших шинных стандартов CompactPCI, VME и AdvancedTCA®
- Передние панели и ручки для модулей всех типоразмеров



Закажите каталог корпусов и шкафов Schroff в компании ПРОСОФТ!

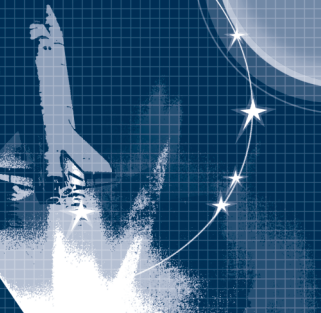
ProSoft®

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
ЕКАТЕРИНБУРГ
САМАРА

Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
Телефон: (846) 277-9165; 277-9166 • E-mail: info@prosoft.samara.ru

ДИЛЕРЫ ПРОСОФТ:

АЛМА-АТА: ТНС-ИНТЕК (+7-3272) 54-7162/7553 • **ВОЛГОГРАД:** Сервисный центр АИР (8443) 39-3812/71 • **ДНЕПРОПЕТРОВСК:** RTS-Ukraine (+380-56) 770-0400 www.rts.ua • **КАЗАНЬ:** Шатл (8432) 38-1600 • **КАЛУГА:** Камин-Плюс (4842) 79-4310, 56-3001 www.kaminplus.ru • **КЕМЕРОВО:** Конкорд-Про (3842) 35-7888/6387 • **КИЕВ:** Логикон (+380-44) 522-8019/8180, 261-1803 www.logicon.ua • **КРАСНОДАР:** ТелеСофт (861) 219-3883/4793 www.telesoft.ru • **КУРСК:** Кентавр Электроникс (4712) 51-3951 www.kentavr.com.ru • **МИНСК:** Элиткон (+375-17) 289-6333, 211-6031 www.elticon.ru • **МОСКВА:** Антрел (495) 775-1721, 269-3321 www.antrel.ru • **Н.НОВГОРОД:** СКАДА (8312) 36-6644 www.scada-nn.ru • **НОВОСИБИРСК:** Индустриальные технологии (383) 330-6556, 330-9665 www.i-techno.ru • **ОЗЕРСК:** Лидер (35130) 28-825, 23-906 www.liderasutp.ru • **ПЕНЗА:** Технолинк (8412) 55-9001/9813 www.tl.ru • **ПЕРМЬ:** Пром-А (342) 224-2232 www.prom-a.ru • **РЯЗАНЬ:** Системы и комплексы (4912) 24-1182, 27-3181 www.sys-com.ru • **САРАТОВ:** Трайтек Инфосистемс (8452) 52-0101, (495) 733-9332 www.tritec.ru • **ТАГАНРОГ:** Квинт (8634) 31-5672/0629 • **ТАШКЕНТ:** АСУ-Технолоджи (+998-7161) 48-495 • **ТОМСК:** ЛИК Технолоджи (3822) 55-5761/5752 www.lik.tomsk.ru • **ТУЛА:** АТМ (4872) 30-7193, 38-0692 atm.tula.net • **УЛЬЯНОВСК:** ПОИСК (8422) 37-6567 www.poisk.mv.ru • **УСТЬ-КАМЕНОГОРСК:** Техник-Трейд (+7-3232) 25-4064/3251 www.technik.ugk.kz • **УФА:** Интек (3472) 90-8844/22 www.intekufa.ru • **ЧЕЛЯБИНСК:** ИСК (351) 791-6469/5440 www.isk.su • **ЯРОСЛАВЛЬ:** Спектр-Трейд (4852) 58-1658/59 www.spectrtrade.yaroslavl.ru



Компонентная модель программного обеспечения для испытаний бортовых систем космического аппарата

Игорь Туркин, Павел Лучшев, Иван Перекопский, Игорь Мосиенко

В статье изложены проблемные вопросы, свойственные автоматизации испытаний сложных технических систем. Рассматриваются задачи представления и обработки информации о технологических процессах испытаний такого рода систем. Приведены апробированные на практике решения указанных задач.

Введение

Современный космический аппарат (КА) средней сложности (рис. 1) включает в себя 20...25 систем различных наименований и назначений (системы управления, телеметрии, ориентации, терморегулирования, антенно-фидерная и др.), которые обеспечиваются электроэнергией от системы электроснабжения (СЭС) [1]. Главной задачей СЭС является поддержание необходимого уровня потребляемых электрических мощностей по определённой программе в течение заданного периода эксплуатации [2]. Система электроснабжения обладает полным набором признаков, позволяю-

щих отнести её к классу сложных технических систем. В состав солнечной СЭС входят следующие устройства: батарея фотоэлектрическая (БФ), батарея химическая (БХ), аппаратура управления, регулирования и контроля (АУРК). Такая СЭС может нормально функционировать только при условии информационного и энергетического взаимодействия с другими системами КА: ориентации, командной, телеметрической, управления, терморегулирования. Её главные электроэнергетические показатели зависят от характеристик внешней среды, с которой СЭС находится в непрерывно-циклическом энергетическом

обмене. БФ преобразует энергию солнечного излучения в электрическую, которая в зависимости от режима потребления бортовыми системами может накапливаться в БХ. Избыточная часть энергии сбрасывается в космическое пространство.

В процессе испытаний систем КА тщательно проверяются не только их конструкции, но и логика работы, а также комплексы, образующиеся при взаимодействии исследуемой системы с внешней космической средой, смежными системами КА, центром управления полётами. Особенно трудоёмкими и продолжительными являются исследовательские и экспериментально-отработочные испытания. При этом объектом изучения и проверок является не только испытываемая система, но и контрольно-измерительная, контрольно-проверочная аппаратура (КИА и КПА), технологические процессы испытаний и проверок, эксплуатационная документация.

Высокий уровень компьютеризации объекта проверок (и в бортовых системах, и в технологической проверочной аппаратуре) используются микроЭВМ для реализации внутренней логики работы, при этом дополнительно в бортовой аппаратуре эти микроЭВМ резервированы для обеспечения необходимой надёжности) требует применения специальных методов испытаний, которые во многом схожи с мето-

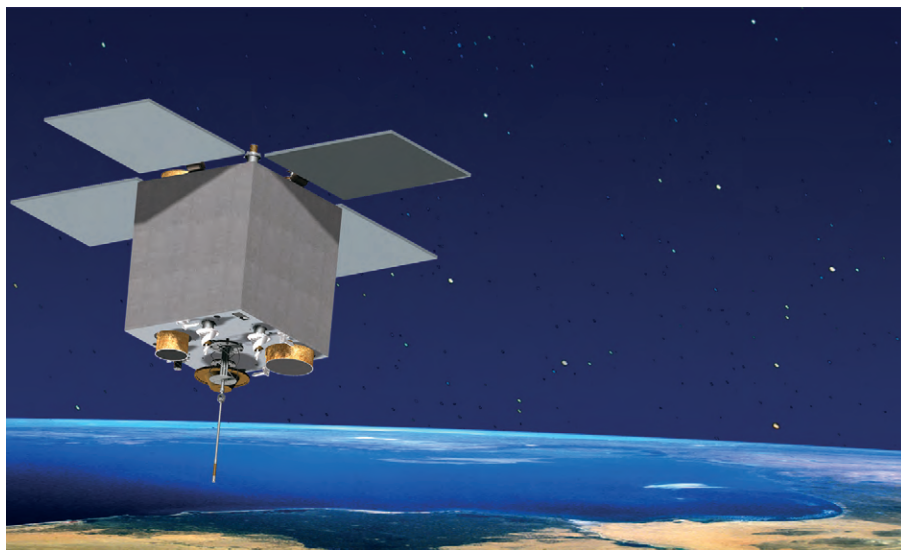
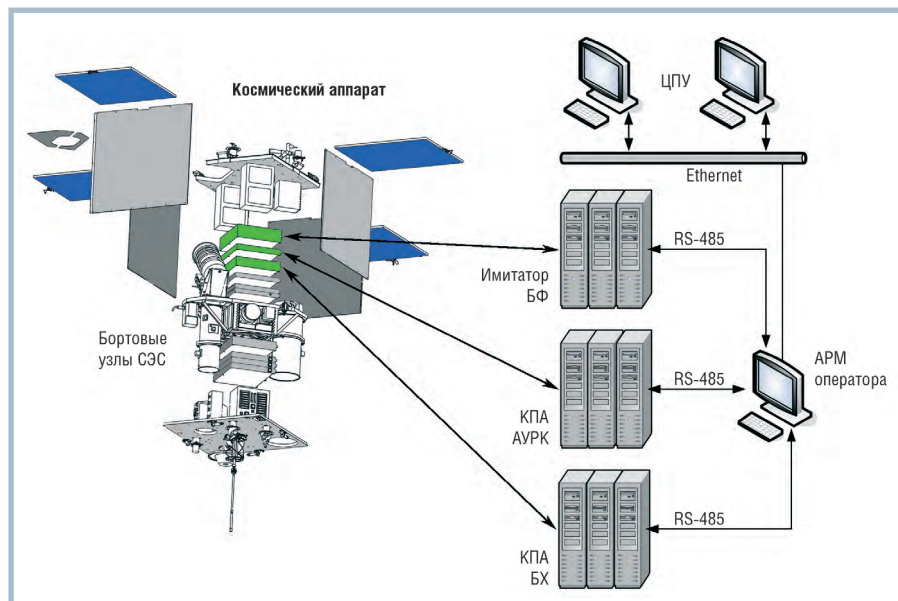


Рис. 1. Космический аппарат Egyptsat-1 (разработка ГKB «Южное», г. Днепропетровск)



Условные обозначения:

СЭС — система энергоснабжения; БФ — батарея фотоэлектрическая; КПА — контрольно-проверочная аппаратура; АУРК — аппаратура управления, регулирования и контроля; БХ — батарея химическая; ЦПУ — центральный пульт управления.

Рис. 2. Схема взаимодействия аппаратных средств во время комплексных испытаний

дами тестирования, верификации и валидации, применяемыми в отношении программных средств. Вместе с тем и в периодической печати, и в фундаментальной литературе вопросы создания эффективных программных средств для автоматизации испытаний аппаратуры, содержащей в своём составе развитую компьютеризованную составляющую, практически не рассмотрены. Авторы данной статьи предлагают апробированное решение задачи представления и обработки информации о технологических процессах испытаний сложных технических систем.

Объект испытаний

Технологические процессы испытаний реализуются в системе, которая погружена во внешнюю среду, основными составляющими которой являются человек-оператор, объект испытаний, его КИА и КПА.

На рис. 2 приведена схема взаимодействия аппаратных средств во время комплексных испытаний системы СЭС КА. Бортовые узлы СЭС связаны с имитатором БФ и КПА БХ (разработчик — Институт физики полупроводников НАН Украины), а также с КПА АУРК (разработчик — НПП «Хартрон-ЮКОМ»). Имитатор и КПА через двухпортовую интерфейсную плату с гальванической изоляцией PCI-1602B (фирма Advantech) соединены последовательными полевыми

шинами RS-485 с ПЭВМ в промышленном исполнении (панельный компьютер PPC-153T фирмы Advantech — табл. 1) из состава АРМ оператора (рис. 3). КПА АУРК построена на основе модулей, выполненных в формате MicroPC:

- микроконтроллера CPU188-5MX фирмы Fastwel для реализации алгоритмов АУРК по командам АРМ оператора;
- универсального модуля ввода-вывода UNIO96-1 (Fastwel) для приёма 39 и выдачи 47 дискретных сигналов;
- 8-канального модуля последовательной связи 5558 фирмы Octagon Systems для расширения количества каналов последовательной связи (скорость обмена программируется от 300 до 115200 бит/с);
- двух модулей аналогового ввода-вывода с гальванической изоляцией



Рис. 3. КПА АУРК, КПА БХ, имитатор БХ и ПЭВМ для испытаний СЭС КА

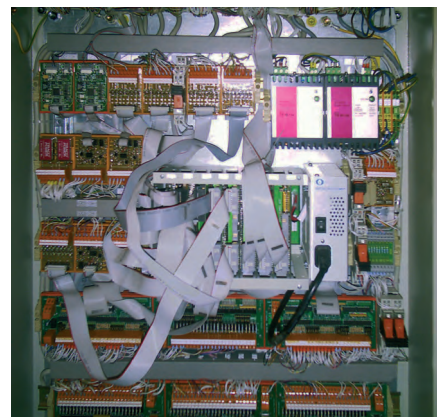


Рис. 4. Каркас с модулями MicroPC в составе аппаратуры КПА АУРК

AI16-5A-1 (Fastwel) для преобразования 24 аналоговых сигналов диапазона 0...10 В в 13-разрядный код (модули подключены к шине параллельно) и формирования 4 выходных аналоговых сигналов;

- трёх модулей аналогового вывода с гальванической изоляцией AO16-V8 (Fastwel) для формирования 18 выходных аналоговых сигналов.

Все эти модули установлены в объединительный монтажный каркас ICC19101 (Fastwel) с источником электропитания от первичной сети 5105 (Octagon Systems). Каркас с модулями MicroPC в составе аппаратуры КПА АУРК показан на рис. 4.

Таблица 1

Основные характеристики панельного компьютера Advantech PPC-153T

Процессор	Intel Pentium III 850 МГц
ОЗУ	256 Мбайт SDRAM
Дисплей	15" TFT
Накопитель	IDE HDD Fujitsu MHT2060 AT
Ethernet	10/100Base-T
Расширение	Плата PCI-1602B
Установленное программное обеспечение	Windows 2000 с программой Hyper Terminal
	OPC-сервер фирмы Fastwel для сети PLCNet
	OPC-сервер UniOPC фирмы Fastwel
	Advantech PCI-1602B Driver for Windows 2000
	ПО разработчиков аппаратуры и др.

МОДУЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Активная коррекция коэффициента мощности
в соответствии с ГОСТ Р 51317.3.2-99

Заказные конфигурации

Низкий профиль,
установка в конструктивы 1U

LP-серия предлагает 4 силовые платформы

До 5 пяти конфигурируемых
выходных каналов: 1,8...48 В

Исполнение медицинское
и общепромышленное

Среднее время безотказной работы
>500 000 ч



С выходными мощностями 150-450 В

MP-серия предлагает
до 10 силовых платформ

До 24 конфигурируемых
выходных каналов: 1,8...60 В

Среднее время безотказной работы
>200 000 ч



С выходными мощностями 300-2400 Вт



THE XP ERTS IN POWER

#225

ProSoft[®]
www.prosoft.ru

Автономной обработкой СЭС проверяются и подтверждаются её энергетические и командно-информационные характеристики, которые проявляются только в процессе взаимодействия составных частей системы между собой. До автономной обработки составные части СЭС проходят собственный цикл испытаний, в частности, проводятся такие испытания, которые затруднительно (иногда и невозможно) либо экономически нецелесообразно проводить на СЭС в собранном виде.

Во время комплексных испытаний в систему добавляются дополнительные командно-информационные связи с центральным пультом управления (ЦПУ), реализованные через стандартную сеть Ethernet с помощью протоколов TCP, FTP. В этом случае для СЭС главными становятся задачи снабжения бортовых систем КА электроэнергией, а программное обеспечение (ПО) испытаний СЭС обеспечивает контроль текущего состояния системы и проверку «связок» (взаимовлияния, взаимодействия) с другими бортовыми системами. ПО испытаний СЭС становится ведомым по отношению к ПО ЦПУ, подчиняясь его командам и периодически по запросам обмениваясь с ним информацией.

Постановка задачи

Используемые в процессе испытаний программные средства относятся к классу систем реального времени, то есть систем, в которых правильность работы зависит не только от логических результатов вычислений, но и от времени, затраченного на получение этих результатов. В качестве количественных показателей, характеризующих сложность задачи автоматизации испытаний систем КА, отметим следующие:

- на канальном уровне скорость обмена информацией составляет единицы кбайт/с;
- количество сигналов и команд управления — порядка $10^2...10^3$;
- на мнемосхеме одновременно должно быть визуализировано текущее состояние 30-80 сигналов, для которых дополнительно требуются графические средства анализа их предыстории;
- сообщения о событиях и тревогах, которые должны быть зарегистрированы для последующего анализа, формируются с частотой $10^{-2}...10^2$ 1/с;

- требуемая периодичность циклического выполнения алгоритмов диагностирования составляет 0,1 с;
- количество алгоритмов диагностирования — десятки;
- количество технологических процессов и форм протоколов испытаний — десятки;
- описание типового технологического процесса включает несколько тысяч действий (наборов операций), выполняемых в последовательностях, находящихся в сложных причинно-следственных связях.

Все перечисленные показатели, кроме последнего, обеспечиваются функциональными возможностями большинства известных SCADA-систем. Такие системы, как правило, имеют встроенные языки высокого уровня: чаще всего это языки программирования контроллеров (стандарт IEC 61131-3) либо языки, подобные VisualBasic, позволяющие генерировать адекватную реакцию на события, связанные с изменением значения переменной, с выполнением некоторого логического условия и т.д. Стандарт IEC 61131-3 описывает три графических языка: «Диаграмма цепей» (LD), «Диаграмма функциональных блоков» (FBD) и «Схема последовательных функций» (SFC) — и два текстовых: «Список команд» (IL) и «Структурированный текст» (ST). При этом части прикладной программы могут быть запрограммированы на любом языке и скомпонованы в единую исполняемую программу.

Вместе с тем функциональности SCADA-систем часто оказывается недостаточно для эффективной автоматизации технологических процессов испытаний систем КА по причинам, которые приводятся далее.

- Разработка комплектующих бортовой системы, их наземной КИА и КПА, определение технологических режимов испытаний ведутся практически параллельно, причём аппаратура и ПО испытаний должны быть введены в эксплуатацию одновременно. В ходе этой разработки общей продолжительностью 2-3 года постепенно конкретизируется структура и функциональность объекта управления, согласовываются его интерфейсы взаимодействия с ПО испытаний. При этом требования к программным средствам не становятся полностью определёнными после завершения вы-

страивания цепочки «объект испытаний, его интерфейсы, технологические процессы испытаний», так как звенья этой цепочки проверяются и модифицируются в ходе экспериментальной отработки. Следствием этого является требование избыточной функциональности ПО для реализации незапланированных расширений первоначальной спецификации.

- Реализуемые программными средствами технологические процессы испытаний являются достаточно разнообразными по своей сути и объёмными по содержанию. Разумеется, можно на основе языков высокого уровня SCADA-систем описать последовательности из нескольких тысяч элементарных действий, но экспериментальная отработка этих последовательностей потребует постоянного участия разработчика ПО в экспериментальной отработке бортовой системы, и во время этих многомесячных работ многократно придётся искать ответ на вопрос: «Кто виноват в том, что система работает неправильно: разработчики комплектующих бортовой системы, которые не выполнили требования технического задания, разработчик системы, сформулировавший эти требования недостаточно чётко либо неправильно задавший технологические режимы испытаний, разработчик программных средств, допустивший ошибки при алгоритмизации технологического процесса испытаний?».

- Проблемную ситуацию, описанную в предыдущем пункте, в некоторой степени могла бы предотвратить предварительная отработка технологического процесса испытаний на имитационной математической модели, тем более что и задача экономного расходования ресурса объекта испытаний весьма актуальна, но и в этой части SCADA-системы не предлагают готовых решений.

Исходя из анализа возможностей SCADA-систем и причин их недостаточной функциональности в разрешении определённых проблем, возникающих в ходе испытаний, можно перечислить основные требования, которым должно соответствовать разрабатываемое ПО для автоматизации испытаний систем КА.

- Описание технологического процесса (ТП) испытаний необходимо

представить формальной спецификацией (сценарием) испытаний, которая должна:

- быть простой для восприятия и понимания инженером-технологом;
- поддаваться синтаксическому и семантическому контролю, в том числе в автоматическом режиме;
- допускать использование абстракций, позволяющих представить описание ТП в виде набора взаимосвязанных элементов, каждый из которых может быть рассмотрен независимо от остальных (в противном случае такое описание может стать «необозримым» для инженера-технолога из-за своей объёмности).
- Документируемость ТП должна обеспечиваться за счёт возможности автоматического построения:
 - описательных графических иллюстраций, позволяющих оператору и разработчику ТП получить обобщённое представление о сути выполняемых действий;
 - исчерпывающего текстового описания всех действий, подлежащих выполнению.
- Интерпретатор сценария должен удовлетворять жёстким временным ограничениям в процессе автоматической работы при испытаниях.
- Повторно используемыми должны быть как программные средства для работы со сценарием испытаний, так и собственно описания ТП испытаний; при этом разработанные программные средства должны быть совместимыми с наиболее распространёнными SCADA-системами, например GENESIS32.
- Необходимо обеспечить возможность работы с имитационной моделью объекта испытаний и внешней среды. Это полезно не только для тестирования системы, но и для уточнения и развития требований, изучения свойств системы, понимания логики взаимодействия с внешней средой и т.д. Обращение к модели необходимо как на ранних этапах разработки, когда объект испытаний, КИА и КПА ещё отсутствуют, так и на поздних, когда актуальными становятся вопросы сохранения ресурса, экономии времени и трудозатрат. Важной является реализация способности имитационной модели работать как в ускоренном, так и в замедленном модельном времени.

MITAC



ПРОМЫШЛЕННЫЙ НОУТБУК

Защищённый
и элегантный



M220

с технологией Intel Centrino

- Процессор Intel Pentium M с пониженным энергопотреблением 1,6 ГГц
- До 2 Гбайт DDR-памяти
- Дисплей 14,1" или 15,1" TFT (S)XGA, разрешение до 1400×1050, возможность установки сенсорного экрана и/или дисплея повышенной яркости
- Беспроводной сетевой адаптер Intel PRO/Wireless (IEEE 802.11b/g), модуль Bluetooth (опция), GPRS/GPS-модуль (опция)
- Степень защиты IP54
- Соответствие стандарту MIL-STD-810F
- Размеры 328×272×43 (!) мм

#171

PROSOFT®

Официальный дистрибьютор —
компания ПРОСОФТ
Тел./факс: (495) 234-0636/0640
info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

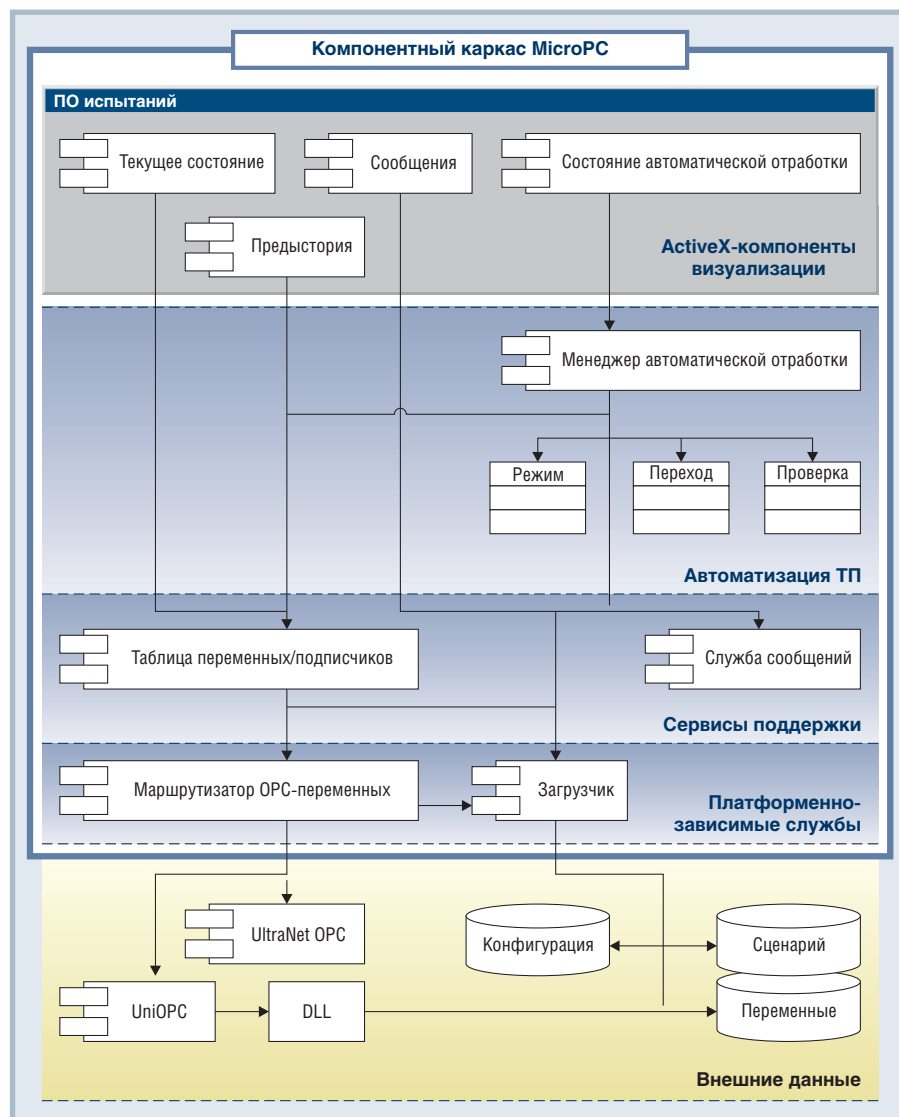


Рис. 5. Архитектурная модель ПО для испытаний

АРХИТЕКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Основой архитектурной модели (рис. 5) является технология COM (Component Object Model — модель составных объектов), которая определяет общую схему взаимодействия компонентов программного обеспечения в среде Windows и предоставляет стандартную инфраструктуру, позволяющую объектам обмениваться данными и функциями между прикладными программами.

Уровень внешних данных

На уровне внешних данных присутствует информация двух видов: статическая и динамическая.

Статическая (конфигурационная) информация в зависимости от выбранного технологического процесса испытаний описывает состав физических переменных, необходимых для работы, собственно содержание ТП (сценария), режимы визуализации.

Источниками динамической информации являются программные серверы PLCNet из состава UltraNet OPC и UniOPC (Fastwel), использующие технологию связывания и внедрения объектов для систем промышленной автоматизации OPC (OLE for Process Control). PLCNet OPC-сервер обеспечивает связь с КПА АУРК по протоколу сети PLCNet, а универсальный UniOPC-сервер — с имитатором БФ и КПА БХ по протоколу полевой шины ModBus.

UniOPC-сервер предназначен для поддержки быстрой разработки OPC-серверов различных устройств, в том числе нестандартных. UniOPC-сервер функционирует в паре с динамической библиотекой (DLL), разрабатываемой пользователем. Эта библиотека содержит ту часть кода программы, которая специфична для данного устройства, то есть осуществляет считывание и запись данных, а также периодическое обновление мас-

сивов значений переменных (тегов), видимых OPC-серверу. OPC-сервер обеспечивает «публикацию» этих тегов, открывая их для доступа со стороны клиентов. В ПО для испытаний систем КА динамическая библиотека в зависимости от режима работы выполняет двойную функцию:

- в штатном (нормальном) режиме обеспечивает обмен данными и командами с имитатором БФ и КПА БХ через последовательный порт;
- в режиме «Модель» для отладки технологических процессов проведения испытаний имитирует работу системы, её КИА и КПА, поддерживая, в том числе, и возможность работы в режиме модельного времени (в данном режиме библиотека дополнительно воспроизводит пространство переменных PLCNet OPC-сервера, а перенаправление вызовов осуществляется маршрутизацией OPC-переменных).

Конфигурирование динамической библиотеки осуществляется в момент старта программы путём считывания информации из базы данных, содержащей информацию о физических переменных, правилах формирования запросов к внешней аппаратуре для их получения, способах их нормирования и масштабирования.

Уровень платформенно-зависимых служб

На уровне платформенно-зависимых служб находятся компоненты, основное назначение которых — ретранслировать внешние данные во внутреннее адресное пространство, структуры и объекты программы.

Загрузчик работает в моменты изменения оператором технологического процесса испытаний (загрузки нового сценария), обновляя конфигурационную информацию для всех вышестоящих программных компонентов на уровнях сервиса поддержки, автоматизации ТП и визуализации.

Маршрутизатор поддерживает синхронные и асинхронные методы взаимодействия с внепроцессными OPC-серверами, решая попутно ряд вспомогательных задач, например:

- в зависимости от выбранного режима (штатный или «Модель») выбирает OPC-сервер, содержащий необходимые переменные;
- вместо внутренних для программы имён переменных осуществляет подстановку их внешних псевдонимов,

под которыми эти переменные зарегистрированы в ОРС-серверах.

Сервисы поддержки логики программы

Хранилище данных (таблица переменные/подписчики) обеспечивает логически непротиворечивую и надёжную работу алгоритмов, состав которых может изменяться во время исполнения основной программы. Хранилище данных обеспечивает целостность информации о множестве объектов двух ключевых базовых классов: «Переменная» и «Подписчик». «Переменные» обеспечивают хранение информации о состоянии внешних (физических) сигналов, внутренних общепрограммных переменных, необходимых для синхронизации основных программных компонентов. «Подписчики» отвечают за логическую обработку информации, их работа инициируется изменением «Переменных» в хранилище данных.

Именно на основе классов «Переменная» и «Подписчик» в программе решена проблема разбиения системы на относительно простые, параллельно работающие, независимые компо-

ненты. Передача информации между ними осуществляется по единому механизму.

- Объект «Переменная» в случае изменения его значения и обнаружения хотя бы одного «Подписчика» на оповещение об этом изменении вызывает соответствующие методы обработки информации.
- «Подписчик»-преобразователь информации выполняет некоторые вычисления, результаты которых может опубликовать как новые значения «Переменных» в хранилище данных. В этом случае рекурсивно повторяется пункт 1 и возможна последовательная обработка информации цепочкой «Подписчиков».
- Рекурсия завершается работой «Подписчиков», не публикующих результаты своей работы в хранилище данных, ответственных, например, за протоколирование результатов работы в файле либо за визуализацию текущего состояния системы или предыстории процесса.

После загрузки нового сценария состав «Переменных», отображающих состояние внешних (физических) сигналов, остаётся неизменным, а вари-

ативен состав «Подписчиков» и внутренних «Переменных».

Служба сообщений решает задачи централизованного хранения, обработки и архивирования сообщений о событиях и тревогах.

Уровень автоматической обработки технологического процесса испытаний

Автоматическая отработка ТП испытаний осуществляется менеджером автоматической работы, который после загрузки файла сценария испытаний и соответствующей команды оператора, запускающей ТП на выполнение, формирует управляющие воздействия (команды) на систему и КПА, выполняет необходимые диагностические проверки, а также через службу сообщений регистрирует происходящие события и выполняемые действия.

В основе описания ТП испытаний, а следовательно, и в архитектуре программно реализованных классов менеджера автоматической работы находятся такие понятия, как *режим, переход, последовательность действий, проверка*.

ПРОВЕРЕНО
ЖЕЛЕЗНЫМИ
ДОРОГАМИ

**Платформы для ответственных
встраиваемых систем**

**CRR-II – победитель
PC/104 Design Contest 2005**

#195

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

Режим — это текущее состояние выполняемого технологического процесса. В начале любого из режимов менеджер обрабатывает стартовую последовательность действий, после чего изменяет состояние активных проверок. В этом состоянии менеджер будет находиться до тех пор, пока не будут выполнены условия перехода на иной режим.

Переход из одного режима в другой инициируется, если будут выполнены все условия соответствующего списка, заранее приписанного данному переходу.

Последовательность действий (в частном случае может быть пустой) выполняется в начале нового режима и в процессе проверки. Она представляет собой упорядоченный список элементарных действий, в том числе пауз для отсчёта интервалов времени, сообщений оператору, изменений в таблице переменных (если переменной во внутренней таблице соответствует переменная в пространстве имён OPC-сервера, то фактически это изменение приведёт к передаче управляющего воздействия во внешнее устройство).

Проверка расширяет функциональность последовательности. Проверки работают параллельно, ограничение количества одновременно выполняемых проверок отсутствует. Среди возможных элементарных действий в проверке дополнительно реализовано действие «Контроль списка условий». В отличие от перехода, где контроль списка условий осуществляется в следующем режиме, в проверке такое действие выполняется только в моменты времени, предписанные последовательностью. По итогам этого контроля

вычисляется результат выполнения проверки, который автоматически помещается в хранилище данных как новое значение уникальной переменной, соответствующей определённой проверке; при этом автоматически генерируется сообщение оператору, если таковое предусмотрено описанием проверки.

Функциональности описанного механизма оказалось более чем достаточно для практической реализации ПО автоматизации технологических процессов автономных и комплексных испытаний СЭС. Была также реализована, но на практике оказалась невостребованной дополнительная поддержка в проверках программных фрагментов, написанных на VBScript. Эта поддержка основана на использовании ActiveX-интерпретатора Microsoft Script Control, который входит в комплект поставки Windows, начиная с Windows 98 (2000), а для предыдущих версий доступен в виде свободно распространяемого дистрибутива.

Уровень ActiveX-компонентов визуализации

Элементы управления ActiveX — это объекты, которые представляют собой внутрипроцессные COM-серверы. Большинство SCADA-систем имеют в своём составе контейнеры, которые позволяют загружать ActiveX-компоненты и получать уведомления о произошедших событиях. В этом случае любые объекты ActiveX могут быть загружены в среду разработки и использованы при создании прикладных программ. Управление ими осуществляется с помощью данных, методов и событийных функ-

ций, свойственных выбранному объекту.

Применение технологии ActiveX помимо решения задачи взаимодействия с пользователем обеспечило переносимость разработки и совместимость со SCADA-системами.

На рис. 6, 7 приведены примеры использования ActiveX-элементов в мнемосхемах, обеспечивающих визуализацию текущего состояния объекта испытаний и режимов автоматической обработки ТП испытаний.

Результаты

В основе реализованного подхода лежит идея полного переноса описания выполняемых действий, необходимых для проведения ТП испытаний, из программной реализации во внешний источник информации (сценарий испытаний), представленный в формате реляционной базы данных. Чтобы осуществить эту идею, потребовалось помимо собственно реляционного представления найти текстово-графические формы описания ТП, ориентированные на человека (технолога и/или оператора), и решить задачу, какими программными конструкциями обеспечить требования реального времени при автоматической обработке сценария.

На наш взгляд, именно решение о ключевой роли человека-ориентированного представления информации в общей цепочке её передачи «технолог — база данных — реальное время — оператор» позволило получить главный эффект — уменьшить затраты на подготовку и проведение ТП испытаний.

Исторически к предлагаемой реализации мы пришли далеко не сразу.

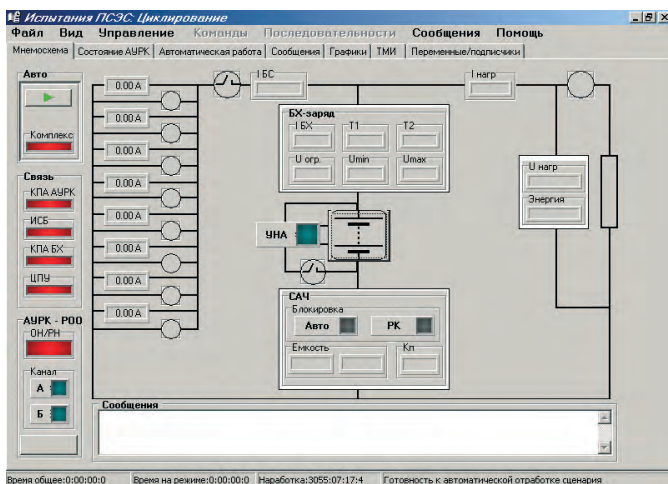


Рис. 6. Мнемосхема для отображения текущего состояния объекта испытаний

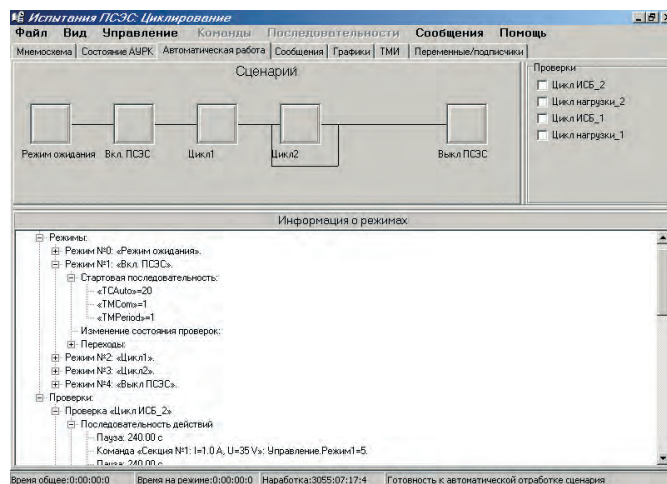


Рис. 7. Мнемосхема автоматической обработки технологического процесса

Вначале была попытка ограничиться только текстовым представлением на основе специально сконструированного проблемно-ориентированного языка, затем — описывать технологический процесс FBD-диаграммами. После работы с прототипами и соответствующих неудачных попыток приучить заказчика «самовыражаться» с помощью данных средств стало понятно, что уровень сложности задачи именно такой, что только путём взаимодополняющего совмещения графического и текстового описаний ТП испытаний станет возможным:

- создать модель ТП испытаний в виде иерархической структуры таким образом, чтобы для работы с любой из областей такой структуры было достаточно лишь нескольких информационных компонентов;
- при необходимости спрятать несущественные детали и выделить принципиально важные ракурсы рассмотрения;
- обеспечить хорошее понимание, строгость, простоту обработки и т.д.;
- реализовать средства документирования ТП.

Таким образом, в специфической и вместе с тем достаточно разнообразной области задач автоматизации ТП испытаний сложных технических систем предложены оригинальные решения, которые позволили успешно справиться с проблемами, перечисленными в начале статьи.

Заключение

Предлагаемый подход был практически апробирован и внедрён в рабо-

ты Государственного КБ «Южное» (г. Днепропетровск). Спецификация ТП испытаний в виде сценариев и разработанные программные средства для редактирования этих сценариев позволили инженеру-технологу проверять и по сути «на лету» корректировать операции ТП, что объективно в немалой степени способствовало повышению эффективности экспериментальной отработки системы.

Созданное ПО обеспечило проведение всех видов испытаний систем электроснабжения двух типов КА. Первым из них был микроспутник дистанционного зондирования Земли КС5МФ2, который, будучи экспериментальным изделием, служил в основном для отработки универсальной космической платформы. Этот спутник при массе 66 кг оснащён малогабаритной бортовой телевизионной камерой видимого диапазона с передачей информации на Землю по радиоканалу. Запуск осуществлён в декабре 2004 года совместно со спутником «Січ-1М» ракетой-носителем «Циклон-3» с космодрома Плесецк. Второй КА — малогабаритный спутник высокого разрешения Egyptsat-1 массой 135 кг. Его комплекс оптико-электронной аппаратуры предназначен для решения ряда практических и научных задач регионального и локального уровня по мониторингу кризисных ситуаций, растительных и почвенных покровов суши, созданию цифровых карт местности, управлению ресурсами и планированию в урбанизированных и прибрежных зонах и др. Запуск планируется в начале

2006 года ракетой-носителем «Днепр-1» с космодрома Байконур.

Некоторые практически важные вопросы, например использование в качестве графического редактора пакета векторной графики Visio корпорации Microsoft в виде СОМ-сервера, интегрированного в состав разработанного редактора сценариев испытаний, либо организация информации о сценарии в базе данных, остались не освещёнными в данной статье, прежде всего потому, что эти вопросы достойны самостоятельного рассмотрения. ●

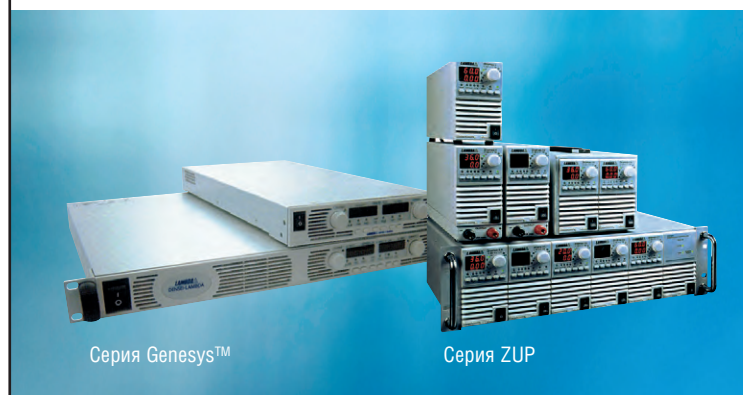
Литература

1. Технология сборки и испытаний космических аппаратов: Учебник для высших учебных заведений / И.Т. Белякова, И.А. Зернов, Е.Г. Антонов и др. / Под общ. ред. И.Т. Белякова и И.А. Зернова. — М.: Машиностроение, 1990. — 352 с.
2. Солнечные энергосистемы космических аппаратов. Физическое и математическое моделирование / К.В. Безручко, Н.В. Белан, И.Б. Туркин / Под ред. акад. НАН Украины С.Н. Конюхова. — Харьков: Гос. аэрокосмический ун-т «Харьковский авиационный институт», 2000. — 516 с.

**Авторы — сотрудники
Национального аэрокосмического
университета им. Н.Е. Жуковского
«ХАИ»,
телефон: (+38-057) 707-4574,
факс: (+38-057) 707-4402,
и ГKB «Южное»,
телефон: (+38-0562) 92-1713,
факс: (+38-056) 770-0430**

NEMIC LAMBDA 
Leading Power

Программируемые источники питания — МОЩЬ и ИНТЕЛЛЕКТ



Серия Genesys™

Серия ZUP

Серия ZUP (Zero-Up)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB по заказу)
- Универсальный вход 85-265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка

Серия Genesys™

- Наивысшее значение удельной мощности в конструктиве 1U!
- Выходная мощность 750/1500 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB IEEE488/488.2 SCPI по заказу)
- Выходные напряжения до 600 В, ток нагрузки до 200 А
- Конфигурирование посредством внешнего напряжения/тока и ПО
- Драйверы LabView и LabWindows
- Монтаж в конструктив высотой 1U

Применения ZUP и Genesys™

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

ProSOFT®

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



АСУ ТП производства комбикормов на базе контроллера Fastwel RTU188-BS

Виктор Букреев, Николай Гусев, Михаил Нечаев, Иван Краснов, Руслан Гурьев, Сергей Кремис

В статье рассказывается об автоматизированной системе управления технологическим процессом дозирования и смешивания компонентов комбикормов на свиноводческом комплексе ЗАО «Сибирская аграрная группа». Описаны функциональные возможности и аппаратно-программная реализация системы управления. В результате внедрения удалось значительно превзойти по производительности и точности требования, предъявленные заказчиком к системе.

Введение

Производительность труда и эффективность производства во многом определяются степенью автоматизации технологических процессов и, что особенно важно для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, достоверностью информации о сырьевых потоках и качестве продукции.

На свиноводческом комплексе ЗАО «Сибирская аграрная группа» (г. Томск) проводятся мероприятия по совершенствованию производственных процессов и внедрению новых

технологий. Так, в частности, с целью снижения транспортных затрат по доставке комбикормов, потребляемых свиноводческим комплексом, была поставлена задача развернуть кормосмесительный цех по их производству в непосредственной близости от свиноферм (рис. 1). Отделом реконструкции и развития предприятия было закуплено и смонтировано необходимое технологическое оборудование. В связи с высокими требованиями, предъявляемыми к производительности цеха и точности дозирования, возникла необходимость в разра-

ботке АСУ ТП дозирования и смешивания компонентов комбикормов (АСУ ТП ДСКК).

Основными требованиями, которые были предъявлены заказчиком к АСУ ТП ДСКК, стали следующие:

- точность дозирования компонентов комбикормов $\pm 3\%$;
- производительность за смену (12 часов) — 90 тонн;
- возможность установки дополнительного расходного бункера и шнекового питателя с целью расширения базы рецептов;
- резервирование баз данных на длительный период времени;
- исполнение интерфейса управления — доступное для неквалифицированного персонала.

Особенности объекта автоматизации

В состав технологического оборудования для производства комбикормов входят:

- 6 расходных бункеров, содержащих дозируемые компоненты (ячмень, горох, отруби пшеничные, пшеница, шрот подсолнечный, концентрат);
- 6 шнековых питателей;
- бункер-дозатор грузоподъемностью до 1000 кг, установленный на трёх тензодатчиках (рис. 2);
- бункер-смеситель, оснащённый асинхронным двигателем смесителя



Рис. 1. Кормосмесительный цех



Рис. 2. Бункер-дозатор



Рис. 3. Бункер-смеситель

мощностью 15 кВт и двигателем рыхлителя (рис. 3);

- бункер отгрузки готовой продукции с ёмкостным датчиком уровня;
- транспортная подсистема отгрузки готовой продукции.

В общей сложности на объекте автоматизации используется 10 асинхронных электродвигателей мощностью от 1,7 до 15 кВт.

Зерновое сырьё поступает в расходные бункеры с автомобильного терминала. Загрузка одного бункера ёмкостью 50 тонн занимает не менее трёх часов. После загрузки расходных бункеров компоненты поочерёдно поступают в бункер-дозатор, где в соответствии с заданным рецептом осуществляется дозирование. По окончании процесса дозирования всех компонентов общая масса поступает в бункер-смеситель. Время смешивания варьируется от 1 до 3 минут в зависимости от заданного рецепта. Полученная смесь поступает в бункер отгрузки готовой продукции. Отгрузка готовой продукции происходит через автомобильный терминал с производительностью 15 тонн в час.

Проведённые тестовые испытания технологического оборудования при дозировании с ручного пульта управления, функционирующего в режиме «пуск/стоп», подтвердили актуальность разработки АСУ ТП ДСКК, так как при этом производительность цеха достигала всего лишь 50% от требуемой.

Принципы построения системы управления

В результате анализа функций известных систем дозирования было установлено, что система управления должна предусматривать ручной и автоматический режимы дозирования, иметь подсистему управления базой рецептов,

обеспечивать автоматическое ведение базы данных расхода дозируемых компонентов в процессе производства и выхода готовой продукции.

В целях достижения высокой надёжности программно-технический комплекс системы управления должен состоять, как минимум, из трёх уровней. Следует, однако, отметить, что эксплуатируемые на се-

годняшний день АСУ ТП смешивания и дозирования, как правило, имеют двухуровневую организацию. Верхний уровень таких систем образует персональный компьютер с установленными ISA- или PCI-платами ввода-вывода информации. Нижний уровень формируется исполнительными приводами и датчиками с соответствующими устройствами преобразования сигналов.

Для управления в реальном времени электроприводами шнековых питателей чаще всего используются два алгоритма. Один из них предполагает ступенчатое регулирование скорости двигателя. При этом возникает необходимость экспериментально определять и учитывать массу «падающего столба» из шнекового питателя в бункер-дозатор для каждого материала отдельно. Ввиду того что свойства материалов изменяются (из-за разной дисперсности, влажности и т.п.), а остановка шнекового питателя при завершении дозирования происходит на большой скорости двигателя (для обеспечения высокой производительности), погрешность может существенно увеличиваться; меньшим же скоростям соответствует низкая производительность при более высокой точности. Другой алгоритм заключается в автоматическом регулировании скорости двигателя с использованием программно реализованного регулятора веса. Сигнал с выхода регулятора веса является заданием на скорость регулируемого электропривода. Так как в этом случае остановка двигателя производится на небольшой скорости (причём без ущерба производительности), масса «падающего столба» невелика, и нестабильность свойств материала сказывается на точности дозирования незначительно. Правильный выбор параметров ре-

гулятора веса позволяет оптимизировать соотношение производительности и точности, особенно на малых весах. Поэтому разработчиками АСУ ТП ДСКК был выбран второй из описанных алгоритмов управления шнековыми питателями.

Функциональные возможности разработанной системы управления

Разработанная система АСУ ТП ДСКК функционирует в трёх режимах.

- 1. Автоматический режим.** В этом режиме оператор задаёт требуемый рецепт из базы рецептов и количество циклов дозирования (суммарный вес одной порции до 1000 кг).
- 2. Ручной режим с автодозированием.** Управление в этом режиме осуществляется с использованием виртуального пульта. Оператор обеспечивает запуск дозирования, открытие и закрытие задвижек дозатора и смесителя, запуск и останов смесителя. Остановка шнековых питателей происходит автоматически при достижении массой дозируемого компонента заданного значения.
- 3. Ручной режим без автодозирования.** Управление процессом дозирования и смешивания осуществляется так же, как и в ручном режиме с автодозированием, но в отличие от него остановка шнековых питателей осуществляется оператором. Данный режим используется для отладки и поиска неисправностей.

Кроме того, АСУ ТП ДСКК выполняет следующие функции:

- обеспечение параллельной работы подсистем дозирования, смешивания и отгрузки;
- анализ текущего состояния исполнительных устройств нижнего уровня управления (преобразователя частоты, силовых контакторов);
- проверка на перегрузку бункера-дозатора и бункера-смесителя, проверка состояния бункера готовой продукции;
- косвенный анализ ряда технологических неисправностей путём контроля веса бункера-дозатора при загрузке и выгрузке компонентов из него;
- звуковая и визуальная сигнализация с блокировкой работы исполнительных механизмов при возникновении аварийной ситуации;
- отображение состояния бункера-дозатора, бункера-смесителя и расход-

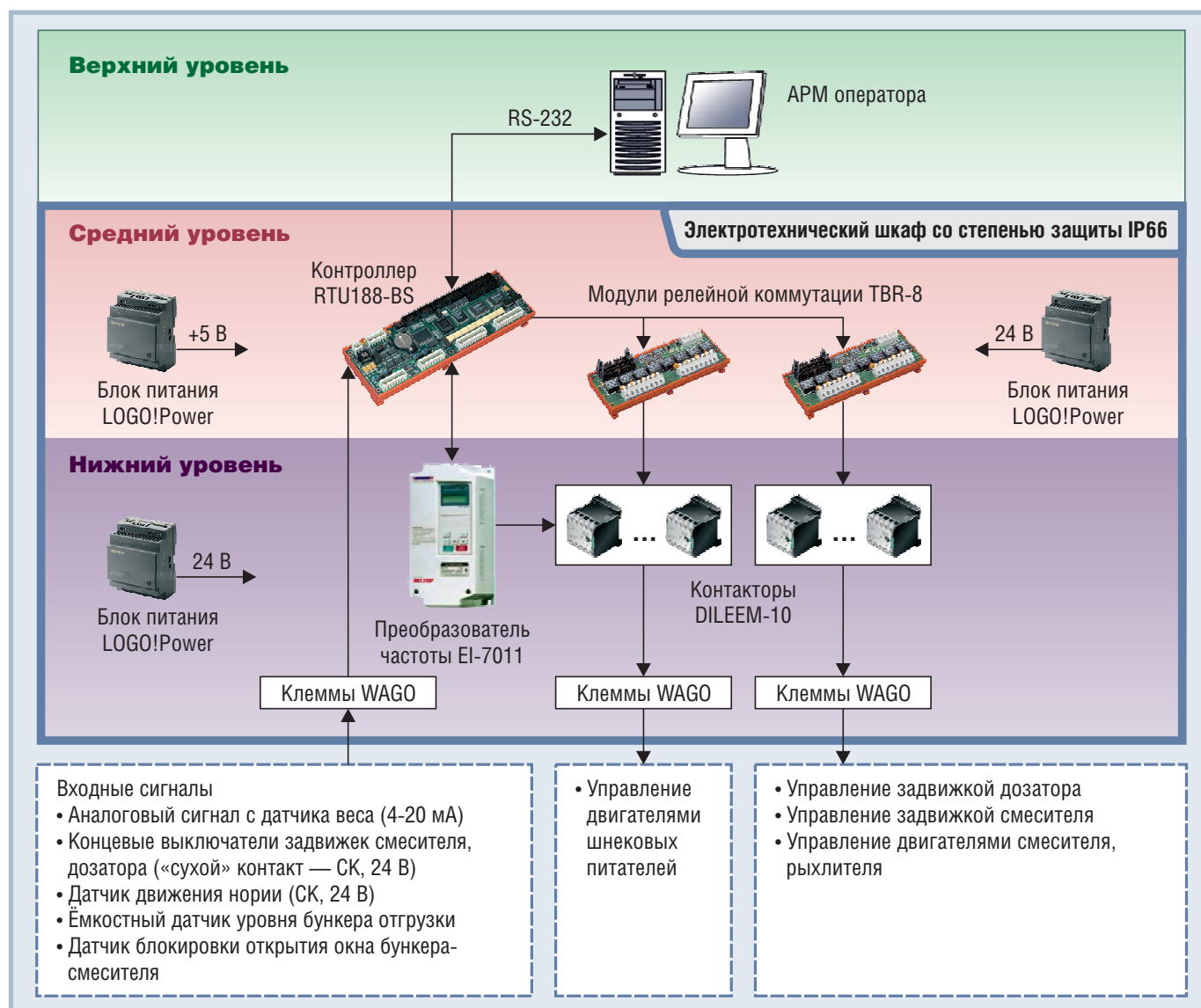


Рис. 4. Структурная схема АСУ ТП ДСКК

ных бункеров в режиме реального времени;

- ведение базы рецептов;
- учёт используемых рецептов за смену;
- автоматический учёт и ведение баз данных расхода дозируемых компонентов в процессе производства и выхода готовой продукции, расчёт остатка компонентов на конец дня;
- установка требуемого времени смешивания компонентов и конфигурирование защит;
- ведение журнала событий за последние два месяца эксплуатации.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АСУ ТП ДСКК

Система имеет трёхуровневую структуру (рис. 4). Нижний уровень содержит датчики и исполнительные устройства. Средний уровень включает в себя управляющий контроллер и модули релейной коммутации. Верхний уровень

представляет собой автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора на базе персонального компьютера (рис. 5). Взаимодействие между верхним и средним уровнем осуществляется посредством интерфейса RS-232 на физическом уровне по специально разработанному для проекта протоколу обмена со скоростью 9600 бод.

Аппаратные средства

Двигатели задвижек бункера-дозатора и бункера-смесителя, двигатели смесителя и рыхлителя включаются в сеть непосредственно через силовые контакторы фирмы Moeller. Все используемые автоматические выключатели также производства этой фирмы. Для шнековых питателей требуется плавное регулирование скорости, поэтому их двигатели управляются посредством преобразователя частоты, в качестве которого выбран преобразователь «Веспер» EI-7011. Так как технологический процесс не требует одновременной работы двух и более шне-

ковых питателей, все двигатели подключаются к одному и тому же преобразователю частоты по очереди через коммутатор из силовых контакторов.

Входными дискретными сигналами от технологического оборудования являются сигналы типа «сухой» контакт от концевых выключателей задвижек, датчика блокировки открытия смотрового окна бункера-смесителя, датчика уровня бункера отгрузки готовой продукции, а также датчика движения нории. Кроме того, в контроллер вводят-



Рис. 5. АРМ оператора

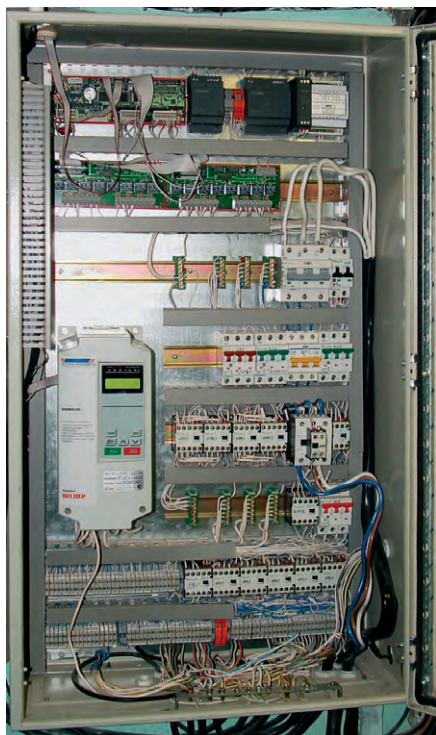


Рис. 6. Шкаф системы управления

ся дискретные сигналы подтверждения включения контакторов. Напряжение питания «сухих» контактов в схеме составляет 5 В или 24 В.

Измерение текущего веса бункера-дозатора осуществляется тремя тензодатчиками МК2-1-СЗ (Тензо-М). Сигналы от них поступают в суммирующий блок, а затем в нормирующий усилитель НУ-420DC, который находится в непосредственной близости от датчиков. Здесь сигнал усиливается, гальванически изолируется и нормализуется до уровня стандартного токового сигнала 4...20 мА. В таком виде информация о весе поступает в контроллер.

Выбор элементной базы среднего уровня обусловлен, в первую очередь, требованиями технического задания и стремлением к минимизации финан-

совых затрат при необходимом уровне надёжности. В качестве основного устройства на этом уровне используется контроллер RTU188-BS фирмы Fastwel. Данный контроллер имеет 16 дискретных неизолированных входов-выходов, 16 оптоизолированных входов, 8 аналоговых входов с разрешением 12 бит, последовательные порты RS-232 (порт 0) и RS-232/RS-485 (порт 1), флэш-память 512 кбайт, ОЗУ 512 кбайт. Тактовая частота его процессора — 40 МГц. Контроллер является конструктивно законченным устройством и может устанавливаться на DIN-рейку. Такой набор параметров и невысокая цена контроллера сделали его в полной мере соответствующим требованиям и условиям данного проекта.

Сопряжение порта выходных сигналов контроллера и обмоток силовых контакторов осуществляется через два модуля релейной коммутации TBR-8 (Fastwel). Каждый из них имеет 8 нормально разомкнутых однополюсных каналов, обеспечивающих возможность коммутации цепей при токе нагрузки до 10 А и напряжении 270 В переменного тока или 30 В постоянного тока. В нашем случае модули используются для управления силовыми контакторами двигателей смесителя и дозатора, а также для коммутации выходной цепи частотного преобразователя. Конструкция модулей TBR-8 предполагает монтаж на DIN-рейку.

Контроллер и модули релейной коммутации запитаны от источников серии LOGO!Power фирмы Siemens с выходными номиналами 5 В и 24 В. Эти источники имеют модульную конструкцию, тоже предполагающую монтаж на DIN-рейку.

Всё оборудование среднего уровня системы и частично устройства ниже-

го уровня расположены внутри герметизированного электротехнического шкафа со степенью защиты IP66 (рис. 6). Коммутация внешних сигналов выполнена с помощью клемм WAGO.

Программные средства

Программное обеспечение на верхнем уровне разработано в среде Delphi 7 и работает под управлением ОС Windows XP. На среднем уровне программное обеспечение реализовано на языке программирования C++ версии 3.11. В качестве ОС используется предустановленная дисковая операционная система FDOS фирмы Fastwel. Такой выбор средств в основном обусловлен опытом их использования в подобных системах.

APM оператора

Взаимодействие оператора с АСУ ТП ДСКК осуществляется через компьютер АРМ, расположенный в том же помещении, где установлен шкаф системы управления. При разработке пользовательского интерфейса системы были учтены требования к простоте управления как в ручном, так и в автоматическом режиме. Все основные действия (просмотр мнемосхемы, базы данных готовой продукции, текущего состояния расходных бункеров, выбор требуемого рецепта) оператор может выполнять с помощью мыши. Мнемосхема содержит необходимый набор элементов для визуализации и управления технологическим процессом. Так, мнемосхема ручного режима управления (рис. 7) содержит кнопки пуска/останова шнековых питателей, открытия/закрытия задвижек дозатора и смесителя, индикаторы наличия аварий и технологических ошибок, блокировки



Рис. 7. Мнемосхема в режиме ручного управления

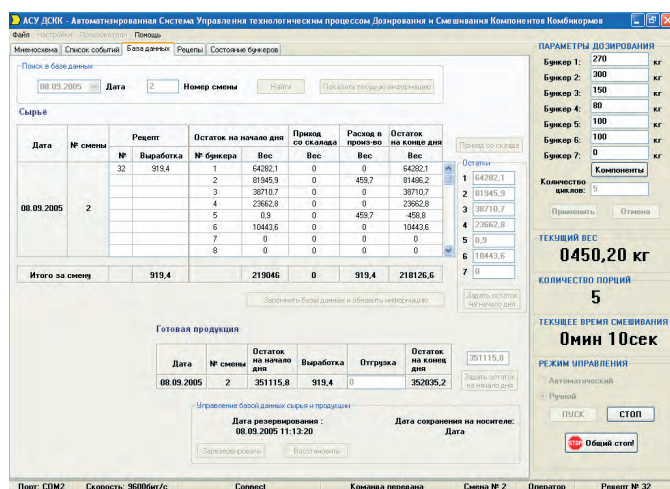


Рис. 8. Окно базы данных

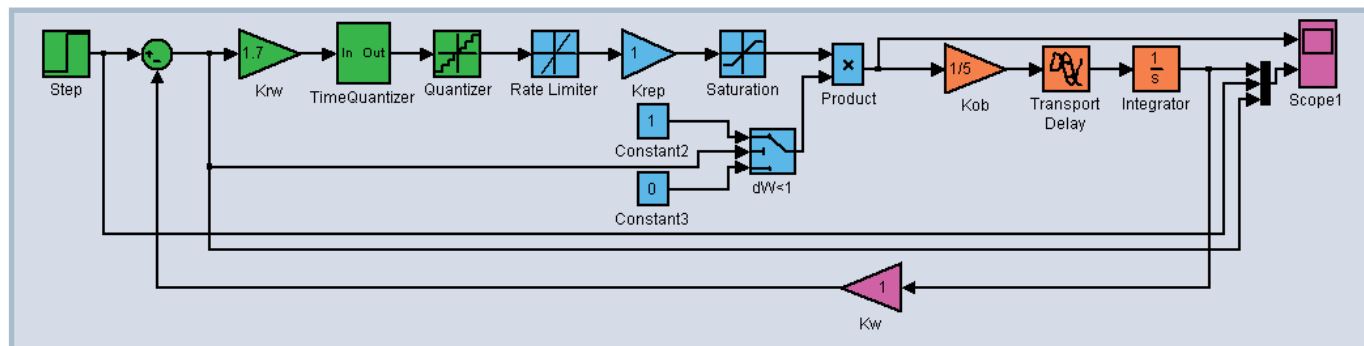


Рис. 9. Имитационная модель системы в среде MatLab 7

разрешения отгрузки из смесителя. Кроме того, в реальном времени отображаются состояния бункера-дозатора и бункера-смесителя. Переключение между мнемосхемой, списком событий, базой данных готовой продукции и состоянием расходных бункеров осуществляется путём выбора требуемой закладки. Справа от мнемосхемы на рабочем поле отображаются заданный вес по каждому бункеру, заданное количество циклов дозирования, количество выработанных порций, текущее время смешивания, а также панель выбора режима управления (ручной, автоматический). Статусная панель отображает состояние связи с контроллером, номер текущей смены, уровень доступа («оператор», «зоотехник», «мастер цеха»), номер текущего рецепта. Описанный интерфейс обладает максимальной информативностью и в то же время простотой управления. При необходимости оператор может просмотреть информацию не только о выработке по текущему рецепту, но и всю информацию за последний месяц через окно базы данных (рис. 8).

Все изменения, происходящие в системе как на нижнем, так и на верхнем уровне, а также действия оператора записываются в журнал событий. Глубина записи событий составляет до двух месяцев без переполнения дискового пространства. При возникновении аварийных ситуаций система управления включает звуковую сигнализацию и добавляет соответствующее описание неисправности в журнал событий.

Многопользовательский интерфейс системы позволяет разграничить права доступа к различным её элементам. Так, например, пользователь «оператор» имеет доступ к базам рецептов и готовой продукции (только ввод объёма отгруженной продукции), а также к запуску и останову дозирования и смешивания комбикормов. Пользователь «мастер цеха» имеет пол-

ный доступ ко всей информации, хранящейся в базах данных. Пользователь «зоотехник» имеет как полный доступ к информации, хранящейся в базах данных, так и к изменению технологических параметров (времени смешивания, максимально дозируемого веса в бункере-дозаторе), проверке наполнения и выгрузки бункера-дозатора, использованию рыхлителя при смешивании, назначению автодозирования в ручном режиме.

В случае потери связи с персональным компьютером (например, по причине его «зависания») контроллер выполнит заданное количество циклов дозирования и выйдет в режим ожидания. Терминальная программа на верхнем уровне, в свою очередь, после перезагрузки компьютера автоматически продолжит работу.

Исследования на имитационной модели

На этапе проработки алгоритмов управления было разработано математическое описание процесса дозирования и составлена имитационная модель в среде моделирования MatLab 7.

Первоначально были определены структура и параметры регулятора веса для линеаризованной непрерывной системы, исходя из требования минимизации времени дозирования при апериодическом характере переходного процесса и астатизме системы по управлению, то есть ошибке дозирования в установившемся режиме, равной нулю. Для этого при данном объекте управления оказалось достаточно использовать пропорциональный регулятор.

Далее была разработана более подробная имитационная модель системы, показанная на рис. 9. Здесь оранжевым цветом выделены блоки, моделирующие объект управления: шнековый питатель с заданной производительностью, звено транспортной задержки (время падения дозируемого материа-

ла) и интегратор (растущая масса бункера-дозатора). Голубым цветом выделены блоки, моделирующие преобразователь частоты: датчик интенсивности на входе преобразователя, пропорциональное звено с коэффициентом, равным 1 (заданию 50 Гц соответствует выходная частота преобразователя 50 Гц и номинальная скорость вращения двигателя), ограничитель максимальной и минимальной скорости, а также блоки, имитирующие выключение электропривода при уменьшении ошибки дозирования ниже заданного уровня. Зелёным цветом выделены блоки задания на вес, регулятор веса и блоки, моделирующие квантование сигнала задания на скорость по времени и уровню (характеристики канала связи). Датчик веса в модели имеет приведённый единичный коэффициент передачи.

На рис. 10 показаны переходные процессы дозирования весов 25 кг (рис. 10 а) и 250 кг (рис. 10 б). Наличие в системе транспортной задержки приводит к тому, что после остановки двигателя, то есть при потере управляемости процессом дозирования, вес m продолжает увеличиваться, как минимум, на величину массы «падающего столба» материала, причём по мере наполнения бункера задержка и масса «падающего столба» уменьшаются. Кроме того, масса столба уменьшается пропорционально скорости, предшествующей остановке шнекового питателя. В связи с этим оказался важным, в частности, такой параметр электропривода, как диапазон регулирования скорости. В проекте был применён достаточно простой преобразователь частоты со скалярным управлением. Этот преобразователь с используемыми механизмами шнековых питателей обеспечивает нижнее значение частоты вращения двигателя только на уровне 3,5...4 Гц, то есть диапазон регулирования составляет чуть более десяти,

чего, впрочем, оказалось достаточно. Учёт среднестатистической массы «падающего столба» для скорости, предшествующей останову, осуществляется регулировкой порогового уровня ошибки регулирования, по превышению которого двигатель останавливается. При дозировании больших весов (рис. 10 б) двигатель шнекового питателя работает в нескольких режимах: разгон с заданной интенсивностью, движение на максимальной скорости $\omega_{\text{дв}}^* = 50$ Гц, торможение до минимальной скорости и досыпка на ней до заданного веса m_3 . При малых весах (рис. 10 а) электропривод постоянно находится в режиме переходного процесса. Скорость двигателя $\omega_{\text{дв}}^*$ не достигает максимального значения. Здесь наиболее значим процесс торможения, который идёт под управлением регулятора и зависит от его настройки. Очевидно, что наибольшее преимущество системы плавного регулирования скорости регулятором веса имеет при дозировании малых весов, обеспечивая высокую относительную точность при высокой производительности.

Моделирование системы позволило сделать и ряд других выводов, в частности, подтвердило, что при данных параметрах системы достаточно дискретности управления регулируемым электроприводом на уровне 1...2 Гц. Такую дискретность управления вполне может обеспечить встроенный в преобразователь частоты интерфейс RS-232 с протоколом обмена ModBus RTU.

Первоначально полученные на модели параметры системы управления

корректировались в ходе пусконаладочных работ в цехе по производству комбикормов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение системы АСУ ТП ДСКК на свиноводческом комплексе позволило регулярно получать качественную продукцию. При этом в штатном режиме для обслуживания системы управления достаточно одного оператора.

Опыт эксплуатации кормосмесительного цеха показал высокую надёжность АСУ ТП ДСКК. Производительность выпуска комбикормов превысила заданную. По нашему мнению, при реализации данного проекта удалось существенно оптимизировать соотношения таких показателей, как точность/производительность и качество/цена.

Разработчикам удалось улучшить показатели внедренной системы по сравнению с требованиями, выдвинутыми заказчиком:

- точность дозирования компонентов комбикормов $\pm 0,7\%$;
- производительность за смену (12 часов) — 216 тонн;
- возможность установки дополнительного расходного бункера зарезервирована как на нижнем, так и на верхнем уровне АСУ ТП;
- работа оператора сведена к минимуму: выбор требуемого рецепта, запуск автоматического режима, ввод данных в базу по отгрузке готовой продукции.

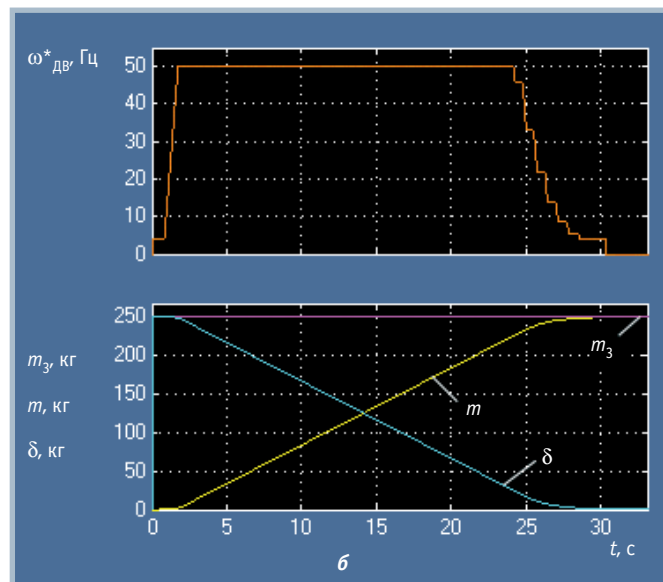
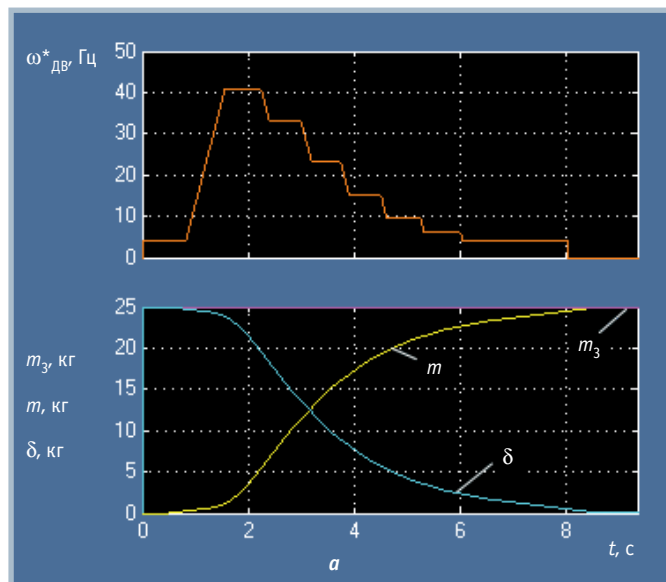
Срок окупаемости АСУ ТП ДСКК составил менее двух месяцев. В качест-

ве базового варианта при расчёте эффективности внедрения использовался вариант установки по производству комбикорма, реализованный на релейно-контакторной аппаратуре с управлением всеми двигателями по команде оператора в режиме «пуск/стоп» и с визуальным контролем дозирования и режимов работы технологического оборудования. По сравнению с этим вариантом внедрение представленной в статье системы позволило повысить точность дозирования компонентов комбикорма в 4 раза, а производительность технологической линии производства комбикорма в 3,6 раза. Кроме того, значительно улучшилось качество готовой смеси вследствие более точного соблюдения рецептуры и требований технологии производства комбикорма.

В настоящее время разработчиками совершенствуются алгоритмы управления системой, что позволит дополнительно улучшить её технические характеристики (в том числе повысить точность дозирования) при сохранении имеющейся аппаратной базы.

Проект был разработан и реализован коллективом из четырёх сотрудников кафедры электропривода и электрооборудования Томского политехнического университета за 3,5 месяца. ●

Авторы — сотрудники кафедры электропривода и электрооборудования Томского политехнического университета
Телефон: (3822) 563-759



Условные обозначения:

$\omega_{\text{дв}}^*$ — скорость двигателя шнекового питателя; m_3 — заданный вес; m — дозируемый вес; $\delta = (m_3 - m)$ — ошибка дозирования.

Рис. 10. Переходные процессы при дозировании веса 25 кг (а) и 250 кг (б)



XP Power — специалист в области энергетической электроники

Виктор Жданкин

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА — ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Наблюдаемые в последние годы на мировом рынке большой спрос на изделия энергетической электроники и соответствующая активность в области их разработок и производства обусловлены, в частности, тем, что энергетическая электроника составляет основу энергосберегающих технологий.

Энергосбережение (снижение удельной энергоёмкости практически всех производственных процессов) — наиболее эффективная сфера применения изделий силовой электроники. При этом к разработчикам и производителям источников электропитания предъявляются требования по снижению потерь мощности, обеспечению минимальных массо-габаритных характеристик при максимально возможной мощности, высокой стойкости к внешним электрическим воздействиям, а также надёжности и низкой стоимости [1]. К традиционным потребителям изделий силовой электроники и источников электропитания, в частности, относятся топливно-энергетический комплекс, промышленное производство, транспорт, связь и телекоммуникации, жилищно-коммунальное хозяйство, военная техника и многие другие сферы экономики.

Созданием источников вторичного электропитания, которые составляют основу всех средств и систем электропитания и без которых не может обойтись ни один вид радиоэлектронной аппаратуры, занимаются сотни фирм, расположенных во многих странах мира (преимущественно в Бельгии, Великобритании, Германии, Гонконге, Италии, Израиле, Китае, Нидерландах, США, Тайване, Франции, Швейцарии, Швеции, Японии) [2]. В России насчитывается более 30 отечественных фирм-разработчиков и производителей модулей электропитания, активно работают более 50 зарубежных фирм (преимущественно через дистрибьюторов). Темпы роста российского рынка источников электропитания составляют примерно 10...12% в год. Одной из зарубежных фирм,

активно работающих на российском рынке, является XP Power.

Компания XP Power (Великобритания), основанная в 1988 году в качестве дистрибьютора источников электропитания, за последние пять лет превратилась из дистрибьютора в производителя (53% продаж в настоящее время составляет продукция XP Power, 70% новых изделий являются собственными разработками XP Power). Быстрый темп выхода новой продукции на рынок источников электропитания обеспечивает соглашение о всемирных продажах с Premier Farnell Group, которая в настоящее время предлагает более 400 видов изделий фирмы XP Power.

Штат сотрудников компании составляет 300 человек в 14 странах мира; в 12 других странах имеются дистрибьюторы продукции компании.

Около 4% годового дохода расходуется на опытно-конструкторские работы. Шесть конструкторских бюро расположены в США, Великобритании, Германии, Китае.

Учитывая мировую тенденцию стандартизации средств вторичного электропитания, фирма XP Power предлагает стандартные модули питания: преобразователи переменного напряжения в постоянное (AC/DC); преобразователи постоянного напряжения в постоянное (DC/DC); стандартные конфигурируемые модули (агрегируемые) и модифицированные по спецификациям заказчиков стандартные изделия.

Миссия фирмы XP Power формулируется так: вдохновлять своих сотрудников создавать реальные ценности в области энергетической электроники.

РЕШЕНИЯ XP Power для различных применений

В штате компании работают сотрудники, которые являются квалифицированными специалистами в различных отраслях промышленности. Их знания и опыт служат гарантией того, что компания XP Power закладывает новаторские идеи на начальных стадиях разработки продукции и осуществляет полную поддержку на протяжении всего жизненного цикла изделия.



Промышленная сфера

Компания XP Power имеет обширный опыт в сфере промышленного производства, поставляя источники электропитания, резервные системы электропитания, инверторы, конверторы и источники бесперебойного питания (ИБП) для множества промышленных применений.

У фирмы имеется более чем 15-летний опыт обеспечения заказчиков всеми необходимыми изделиями силовой электроники, от одного шкафа до законченных систем (сдача «под ключ») в широком диапазоне отраслей промышленности. Осуществляются поставки материалов и оборудования высокого качества по доступным ценам, что позволяет повысить эффективность работы с заказчиками.

Краткий перечень отраслей промышленности, в которых применяются системы электропитания фирмы XP Power:

- атомная промышленность,
- коммунальное хозяйство,
- связь,
- нефтехимия,
- железнодорожный транспорт,
- морской транспорт,
- авиация,
- производство электроэнергии и управление турбинами,
- нефте- и газодобыча (морские и береговые буровые нефтяные и газовые установки).

Транспорт

Специалисты фирмы XP Power обладают знаниями в разработке, производстве и установке силовых систем для железнодорожных применений (аппаратура связи и сигнализации). Компания имеет богатый опыт в эффективном обеспечении теплового режима для шкафов, эксплуатирующихся в жёстких путевых условиях. Можно привести следующие примеры: радиосистема безопасности, которая обеспечивает связь машини-



Радиосистема безопасности с резервной системой постоянного тока обеспечивает передачу данных между машинистами и оперативным обслуживающим персоналом путевого хозяйства

стов с сигнальными устройствами, также позволяет передавать данные; резервная система постоянного тока поддерживает радиосистему безопасности, установленную в кабине локомотива, в течение 8 часов при аварии сети электроснабжения, с 12-часовой перезарядкой при восстановлении сети электроснабжения; базовые станции размещены на дистанциях вдоль рельсов, они разработаны и испытаны на предмет стойкости к таким внешним воздействиям, как механические удары и вибрации. В спецификации оговорено, что система должна функционировать в диапазоне температур от -20 до $+60^{\circ}\text{C}$, при 95% влажности, без принудительного вентиляционного охлаждения для увеличения надёжности. Введена система мониторинга аварийных режимов сети переменного напряжения и сети постоянного напряжения, имеется возможность быстрой замены оборудования во время технического обслуживания.

Нефтяная и газовая промышленность

Компания XP Power имеет обширный опыт применения производимого ей оборудования в нефтяной и газовой промышленности. Диапазон приложений простирается от непрерывной и безопасной перекачки и управления потоками нефти и газа с использованием SCADA-систем до навигационной световой сигнализации, аварийного освещения, противопожарной защиты и тревожной сигнализации, водяных насосов и связанного оборудования.



Система аварийного электропитания для необслуживаемых морских нефтяных платформ

Решения для связи и телекоммуникаций в широком диапазоне мощностей

Обеспечивая качество, гибкость и надёжность своих изделий, фирма XP Power может предоставить решения для средств связи, от резервных источников питания до DC/DC-преобразователей класса point-of-load. Гибкость конструкторской и производственной структуры компании XP Power позволяет ей поставлять стандартные или заказные решения с теми скоростью и качеством, которых требует рынок систем связи.

XP Power предлагает один из обширнейших в промышленности массивов преобразователей электроэнергии, включая AC/DC и DC/DC-преобразователи в диапазоне выходных мощностей



от 1 Вт до 20 кВт. Решения по энергетическим системам для обслуживания систем переменного и постоянного напряжения доступны с выходными мощностями до 160 кВт. Специалисты компании XP Power по системам электропитания для промышленности средств связи имеют многолетний опыт в конструировании, спецификации и производстве изделий, предоставляя заказчикам решения, подкреплённые всесторонней технической поддержкой.

Длительный опыт эксплуатации источников электропитания в системах связи с подвижными объектами (сотовая связь) показывает, что жёсткие условия эксплуатации значительно влияют на надёжность модуля электропитания. Оборудование часто устанавливается непосредственно на мачты сотовой связи и подвергается воздействию климатических факторов, от прямого солнечного

света до сильного холода. Недавно выпущенные ИВЭП серии ВСС были специально разработаны для мобильных систем связи и предназначены для применений в ретрансляторах сотовой связи, мачтовых усилителях/ретрансляторах и внутри герметичных оболочек.

Некоторые изделия XP Power имеют теплоотвод от платы-основания, что позволяет эксплуатировать стандартные преобразователи переменного напряжения в постоянное (AC/DC) при температурах до +70°C без понижения выходной мощности и надёжности. Источники электропитания серии ВСС специально разработаны, чтобы выдерживать такие условия эксплуатации при сохранении основных требований телекоммуникационных применений, а именно надёжности, качества и невысокой стоимости.

Коммунальное хозяйство

Специалисты фирмы XP Power обладают глубокими знаниями об особых технических требованиях, предъявляемых к изделиям силовой электроники в



Энергетическая система, ИВЭП в конструктивном исполнении Eurocard и магистрально-модульная система



Источник питания AC/DC серии ВСС с кондуктивным теплоотводом для оборудования сотовой связи



Квалифицированные специалисты XP Power осуществляют разработку систем электропитания по спецификациям заказчика, монтаж оборудования и сопровождение

сфере выработки электроэнергии, водного и газового хозяйства. Эти знания они применяют при внедрении разнообразных проектов в секторе коммунального хозяйства.

Технический сервис XP Power

Стандартные источники электропитания не всегда соответствуют специфическим требованиям целевого применения. Многие системы электропитания требуют сочетаний заказных номинальных значений выходных напряжений постоянного тока, уникальных сигналов управления/состояния и особых конструктивных компоновок для достижения оптимальных эксплуатационных характеристик и интегрирования в разрабатываемые системы. XP Power предлагает дополнительный технический сервис в случаях, когда задачи не могут быть решены с применением стандартного ряда изделий или когда заказчики нуждаются в интегрированном изделии. XP Power располагает обширным рядом стандартных изделий, обеспечивающим выбор силовых платформ, из которых можно быстро получить модифицированные стандартные решения.

Производственные мощности XP Power сертифицированы на соответствие стандарту ISO 9001:2000 и имеют аттестацию UL, CSA VDE и TÜV.

Заказчики XP Power могут бесплатно использовать тестовое оборудование для испытаний систем, имеющих в своём составе продукцию XP Power. Есть возможности по проверке кондуктивных помех, импульсных напряжений, просадок напряжений, устойчивости к электростатическим разрядам, измерению гармонических составляющих входного тока и по оценке теплового режима.

Решения для медицинских применений

XP Power предлагает для европейского рынка медицинского электрооборудования обширный ряд изделий, соответствующих требованиям стандартов и поддерживаемых командой квали-



фицированных специалистов. Нужно заметить, что выбор стандартного источника питания предпочтительнее, чем заказное решение, поскольку позволяет сократить время разработки и время вывода изделия на рынок, особенно когда источник питания уже сертифицирован. Одной из ключевых проблем обеспечения безопасности, в случае когда разрабатывается преобразователь переменного напряжения в постоянное (AC/DC), является понимание стандарта EN60601-1. Специалисты фирмы XP Power могут дать консультации по правильному выбору источника питания.

Технические специалисты компании в Европе и Северной Америке учитывают нормативные требования по классификации оборудования (B, BF и CF) в части *контакта с пациентом* [3]. Оборудование типа B применяется там, где нет физического контакта с пациентом, например, в лазерных лечебных системах. Оборудование типа BF всегда имеет физический контакт с пациентом, например, диагностическое и УЗИ-оборудование различного типа и операционные столы. Оборудование типа CF имеет контакт с сердечной мышцей пациента, например, инвазивные диагностические устройства для контроля работы сердца.

В том случае, когда конечное оборудование находится рядом с пациентом, оно должно соответствовать требованиям стандарта IEC60601-1 к электрической прочности и токам утечки на землю или специальным требованиям стандарта к оборудованию и любым государственным стандартам, таким как EN60601-1, UL6060-1 и CSA22.2 No. 601.1 M90.

Если оборудование подсоединяется к пациенту (классифицируется как CF- или BF-оборудование), то требуется дополнительный барьер изоляции между выходом источника электропитания и связанным электрооборудованием. Необходимо

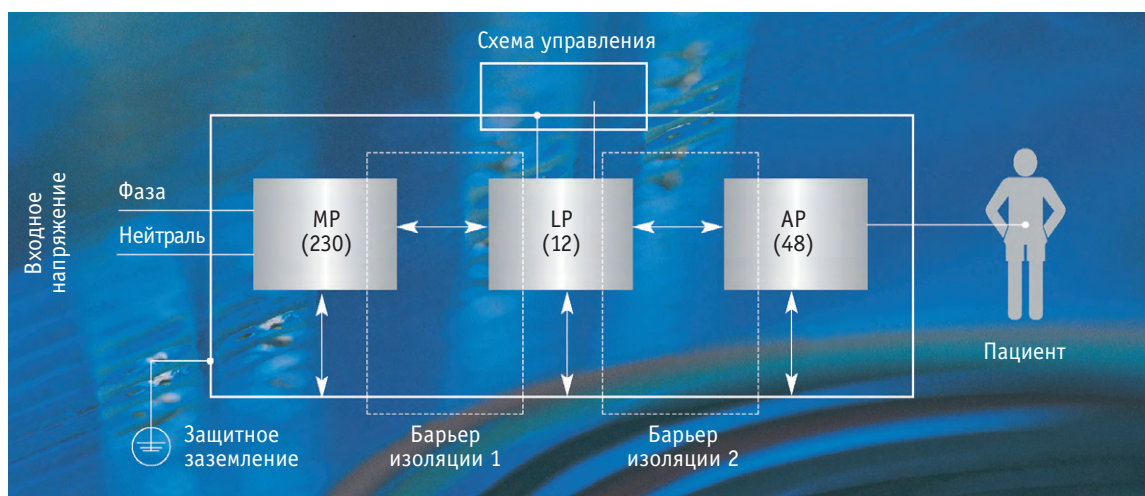
изолировать пациента от заземляющей шины, сигнальных портов и выходного канала источника питания. Это требуется для того, чтобы защитить пациента при аварийных режимах, вызванных повреждением, и сохранить уровень тока утечки через пациента в пределах, установленных стандартом. Такая изоляция может быть обеспечена дополнительными средствами, которые являются частью конечного оборудования, например, пластиковые зонды, которые имеют достаточную электрическую прочность изоляции.

В общем смысле *зона контакта с пациентом* — это зона, где пациент обычно получает медицинское обслуживание. Это пространство с поверхностями, которые имеют большую вероятность контакта с пациентом или обслуживающим персоналом, который может касаться пациента.

Диаграмма иллюстрирует изоляцию для типичного медицинского электрооборудования с компонентом, имеющим контакт с пациентом. Требуется два изолирующих барьера для гарантии изоляции подключаемого компонента от земли и соответствия ограничениям к току утечки через пациента при нормальных условиях и в аварийном режиме, вызванном повреждением. Первичный барьер изоляции для этого типа оборудова-



Выносные источники питания серии PCM80 AC/DC для медицинского оборудования



Условные обозначения:

AP (Applied part) — часть оборудования, изолированная от всех других частей устройства;

LP (Live part) — часть оборудования, при подключении которой ток утечки может превысить допустимый уровень;

MP (Main part) — часть оборудования, подключенная к сети переменного тока.

Медицинское оборудование с компонентом, имеющим контакт с пациентом



ния может быть обеспечен источником электропитания XP Power, а дополнительный барьер изоляции обеспечивается другим компонентом системы или решением XP Power.

XP Power предлагает набор DC/DC-преобразователей с высокой прочностью электрической изоляции, небольшой проходной ёмкостью между первичной и вторичной цепью, которые обеспечивают изоляцию между компонентами, находящимися под напряжением, и компонентом, имеющим контакт с пациентом.

Все стандартные источники электропитания XP Power для медицинских применений сертифицированы на соответствие требованиям стандартов EN60601-1, UL2601 и CAN/CSA – C22.2 No. 601-1 M90 и имеют, как минимум, следующие основные параметры:

- электрическая прочность изоляции между входными и выходными цепями 4000 В (действующее значение);
- электрическая прочность изоляции между первичной цепью и корпусом 1500 В (действующее значение);
- максимальное значение тока утечки на землю 300 мкА.

Оборона и авиационное оборудование: источники питания из модулей COTS

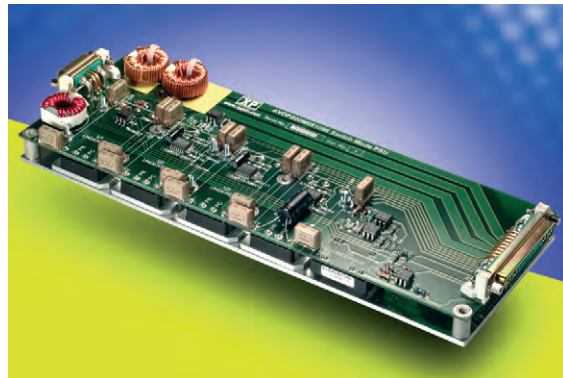
Использование коммерческих источников питания в военной технике — современная тенденция развития мирового рынка.

Готовые к применению модули коммерческого исполнения (Commercial Off-The-Shelf – COTS) обеспечивают быструю и рентабельную разработку систем электропитания, особенно по сравнению с заказными решениями. Основными преимуществами применения COTS-модулей электропитания являются следующие:

- более низкая стоимость, так как изделие уже производится для многочисленных заказчиков;
- стандартные изделия обычно не включают затраты на разработку;
- короткий производственный цикл сокращает время вывода продукции на рынок;
- более низкий риск использования, так как изделия уже испытаны в многочисленных приложениях;
- доступны нестандартные исполнения для адаптивирования изделия к конкретным применениям.

XP Power поставляет изделия для использования во многих высоконадёжных применениях, вот только несколько примеров.

- Наземное оборудование: Warrior (танк), Scimitar (БМП), Trojan (понтонный мост), Bowman (радиосистема).
- Морские применения: Type 45 (военное судно), Astute (новейшая АПЛ), многочисленные коммерческие суда.



Источник питания для военных применений, созданный с использованием стандартных модулей (COTS)

- Авиационно-космические применения: Eurofighter (истребитель), JSF (F-35 — истребитель пятого поколения), Tornado (истребитель), Sea King (вертолёт), оборудование космических аппаратов (КА), Gulfstream (самолёт бизнес-класса).

В дополнение к изделиям, специально разработанным для военных применений, XP Power предлагает ряд устройств, адаптированных к жёстким промышленным условиям, которые могут соответствовать широкому диапазону военных требований.

Стандартные опции включают в себя:

- защитное покрытие;
- дополнительное упрочнение конструкции;



DC/DC-преобразователи серии ICH для ответственных применений



- пониженную рабочую температуру;
 - подавление электромагнитных помех в соответствии с требованиями стандартов MIL-STD-461 и DEF-STAN 59-41;
 - подавление выбросов и всплесков напряжения (динамические изменения напряжения сети электропитания);
 - заказное конструктивное исполнение.
- Основные типы изделий:
- герметичные DC/DC-преобразователи, выполненные по толстоплёночной гибридной технологии;
 - силовые модули с отводом тепла через плату-основание (AC/DC и DC/DC-преобразователи);
 - ИБП и системы с аварийным аккумуляторным питанием;
 - помехоподавляющие фильтры и модули защиты от провалов и выбросов в сети электропитания, соответствующие требованиям стандартов MIL-STD-704A-E, 461-C/D, DEF STAN61-5 и 59-41;
 - заказные системные узлы, созданные с применением стандартных изделий;
 - DC/DC и AC/DC-преобразователи, инверторы и преобразователи частоты.

Одной из последних разработок является серия MCC 400-ваттных преобразователей постоянного напряжения в постоянное (DC/DC).

Преобразователи серии MCC соответствуют требованиям ко входу стандарта MIL-STD-1275A/B, техническим требованиям к ЭМИ стандарта MIL-STD-461E [4] и сохраняют работоспособность при воздействии механических ударов и вибрации в соответствии с MIL-STD-810F (Method 516.5-1 и Method 514.5C-17). Низкопрофильный источник электропитания с числом выходных каналов до 4 и дополнительным 24-вольтовым каналом (опция) с выходной мощностью 200 Вт соответствует требованиям военных применений, устраняя затраты и задержки в реализации проекта, свойственные заказным изделиям.

Модуль MCC имеет встроенные защиты от перенапряжения, перегрузки по току и короткого замыкания, перегрева и степень защиты IP20.

Целевые применения: военные транспортные средства и системы летательных аппаратов.

Финансы

В 2004 году компания XP Power продолжила увеличивать перечень изделий под своей фабричной маркой и расширила степень своих представительства в разных странах. В результате компания достигла значительного повышения прибыли. Доходы выросли на 12% и составили 66,8 млн. фунтов стерлингов (в 2003 г. — 59,4 млн. фунтов стерлингов).

Из продукции, отгруженной в 2004 году, 55% являлось собственной продукцией XP; этот пока-

затель составлял 49% за тот же период 2003 года.

James Peters, заместитель председателя правления компании XP Power, ответственный за продажи и маркетинг во всём мире, следующим образом объяснил успехи компании:

«Для того чтобы понять современное состояние индустрии источников питания, необходимо посмотреть, что произошло за последние 4 года. Мировой рынок источников питания достиг максимума в 2000 году, ведомый очень высоким ростом вычислительных ресурсов и связанного с ними оборудования, а также инвестициями в Интернет-инфраструктуру. Последовавший крах рынка привёл к тому, что большая часть компаний, производящих источники питания, стала неспособной поддерживать прежний уровень рентабельности, произошли массовые увольнения в промышленности, особенно внутри компаний с собственными производственными мощностями. В XP Power товарооборот и прибыли снизились, но компания смогла остаться с прибылью, благодаря гибкой бизнес-модели «виртуального производства».

Объём продаж в 2003 году достиг уровня 1997 года, и в 2004 году объём продаж компании находился приблизительно на уровне 1998 года. Хорошей новостью является то, что вновь началось развитие промышленности и компания стала осуществлять набор специалистов. В 2005 году рынок может вновь вернуться к высоким цифрам роста.

Имея многочисленные современные разработки, подкреплённые основательными инвестициями, и увеличение объёма продаж, компания ожидает получить прибыль от растущего рынка в 2005 году.

Основным фактором роста в США является спрос на преобразователи и регуляторы класса point-of-load в беспроводных системах и системах обеспечения безопасности.



DC/DC-преобразователь серии MCC для военных применений, созданный с использованием стандартных модулей (COTS)



James Peters, заместитель председателя правления компании XP Power



Компактные источники электропитания AC/DC серии ECM40/60 для промышленных и медицинских применений

Как и в Европе, рынок медицинского диагностического оборудования продолжает демонстрировать устойчивый рост, но происходит снижение в телекоммуникационной отрасли.

Европа обычно отстаёт от США примерно на 6 месяцев. В настоящее время отмечаются признаки роста. В 2004 году компания удвоила продажи на новейших рынках — Германии и Франции — и достигла примерно 10% роста в Великобритании, где является лидером с приблизительно 20% рынка промышленных источни-

ков питания. Рынок продукции военного назначения особенно устойчив в Великобритании и Испании, а в Германии отмечается высокий рост в медицинском электронном оборудовании».

СТРАТЕГИЯ

Компания XP Power продолжает развивать стратегию, реализацию которой начала в 2000 году:

- иметь значительный штат технических специалистов, охватывая целевые географические рынки Европы и Северной Америки;
- фокусировать внимание на ключевых заказчиках в промышленности средств связи, обороне и авиационной электронике, промышленном

и медицинском секторах;

- предлагать заказчикам широкий спектр продукции энергетической электроники, поставляя собственные изделия параллельно с продукцией основных партнёров-посредников;
- расширять техническую поддержку производимой продукции силами инженерных групп во всём мире.

Команда

Своим успехом компания XP Power обязана профессионализму сотрудников компании.

Группы разработчиков XP Power в разных странах создают продукцию миро-

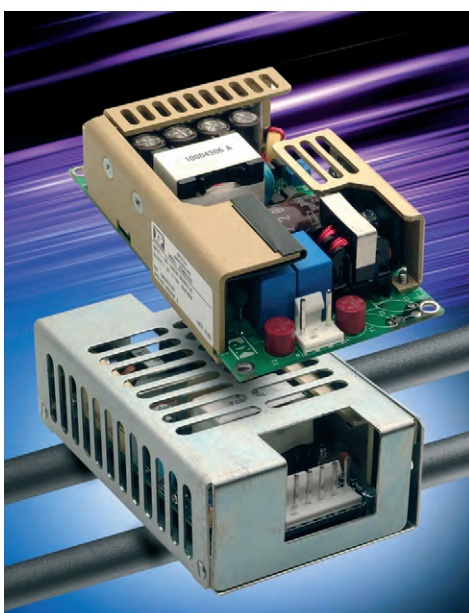
вого класса, которая находит широкое применение. Оперативный персонал составляет стержень системы обработки запросов, позволяя заказчикам быстро получать ответы и решать возникающие у них проблемы.

Необходимо отметить, что компания XP Power получила награду за серии источников электропитания ECM40 и ECM60, разработанные группой проектирования (Anaheim, США). Группа разработчиков была выбрана редакцией ведущего в отрасли электронного журнала Electronic Engineering Times (EE Times) в качестве одной из лучших команд разработчиков за создание источников электропитания серии ECM40/60. Для компании XP Power это является большой победой, так как среди других победителей в соответствующих номинациях можно видеть компании Texas Instruments, Sharp, Analog Devices и Sony.

Самой большой проблемой при создании этих источников электропитания было сделать устройства пригодными для применения в медицинском электрооборудовании, где требуются очень низкие значения тока утечки на землю, и наряду с этим обеспечить конкурентные цены на рынках информационных технологий и промышленного оборудования.

«Выполнить разработку как можно проще, рассматривать изделие как художественное произведение: если компоновка выглядит хорошо, то весьма вероятно, что изделие работает удовлетворительно» — под таким девизом работали проектировщики.

Эксперты прокомментировали свой выбор следующим образом. Перед командой разработчиков стояла сложная задача по созданию 40- и 60-ваттных источников электропитания AC/DC, которые должны были стать заменой для аналогичных изделий на рынке, но иметь при этом значительно лучшие технические характеристики и более низкую стоимость. Однотактная обратноточная структура преобразования и трансформатор с распределённым зазором обеспечили увеличение КПД на 2%. Передовая трёхслойная конструкция



Источники питания серии ECM100 — новый стандарт площади печатной платы для 100-ваттных ИВЭП AC/DC



Разработчики ИВЭП серии ECM40/60 — обладатели награды журнала EE Times



намотки основного трансформатора обеспечила дополнительное увеличение КПД на 1%. Продолжительность разработки составила один год.

Факт признания достижений компании XP представляет её общественности как серьёзного разработчика новаторских изделий силовой электроники.

Необходимо отметить также другую разработку — серию конфигурируемых источников электропитания fleXPower, собираемых по спецификациям заказчиков, с выходными мощностями от 400 до 2000 Вт.

Серия источников электропитания AC/DC fleXPower разработана для обеспечения высокой удельной мощности в корпусах, имеющих объёмы на 25% меньше, чем другие подобные изделия на рынке силовой электроники. В то же время источники fleXPower отличаются новыми свойствами: гибким последовательным и параллельным соединением между блоками с различными уровнями выходной мощности, полным соответствием медицинским и промышленным стандартам безопасности и ЭМС, имеют до шести выходных каналов с напряжениями от 3,3 до 150 В постоянного тока и универсальный вход от 85 до 264 В переменного тока или 120...370 В постоянного тока, «плавающие» управляющие сигналы и сигналы состояния, заменяемые в полевых условиях вентиляторы, передовой логический интерфейс и работают в расширенном диапазоне рабочих температур от -20 до +70°C.

В декабре 2003 года XP Power была официально вручена награда Investors in People, демонстрирующая приверженность компании обучению сотрудников и планированию бизнеса.

Investors in People является государственным стандартом, который чётко описывает порядок обучения и повышения квалификации сотрудников для достижения требуемых показателей в бизнесе. Стандарт был создан в 1990 году National Training Task Force в сотрудничестве с ведущими государственными торговыми фирмами и такими организациями, как Confederation of British Industry (CBI), Trade Union Congress (TUC) и Institute of Personnel and Development (IPD). Работа была поддержана на правительственном уровне. Опыт наиболее успешных учреждений Великобритании, больших и маленьких, представляющих все секторы экономики Объединённого Королевства, был обобщён, и стандарт получил полное одобрение заинтересованных сторон.

Стандарт является основой для улучшения деловых характеристик и конкурентоспособности компаний, которая позволяет планомерно совершенствовать бизнес наряду с развитием персонала. Награда Investors in People призвана поддерживать культуру постоянного совершенствования компании и сотрудников.

Качество продукции

Система менеджмента качества компании XP Power сертифицирована по ISO 9001:2000. Кроме того, компания применяет стандарты ISO 14001 (Управление окружающей средой) и OHSAS 18001 (Менеджмент здоровья и безопасности на производстве) в качестве краеугольных камней своей комплексной системы управления для её непрерывного совершенствования в течение хозяйственной деятельности.

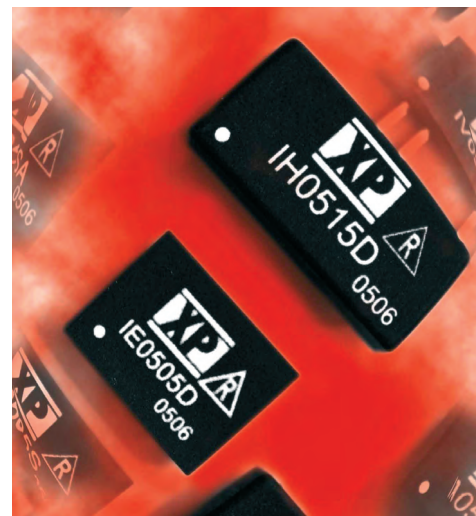
XP Power признаёт, что её деятельность не наносит ущерба окружающей среде. Компания сводит к минимуму вредные влияния на окружающую среду и совершенствует эффективность технологических процессов в соответствии со стандартом ISO 14001. Компания активно участвует в борьбе с загрязнением окружающей среды, включая охрану природных богатств и меры по предупреждению промышленного загрязнения.

Основными положениями общей стратегии XP Power по охране окружающей среды являются следующие:

- соблюдать требования всех важных законов и директив, связанных с охраной окружающей среды;
- проверять влияние деятельности компании на окружающую среду;
- прилагать усилия к постоянному совершенствованию показателей работы, связанных с окружающей средой;
- применять передовые технологии для минимизации загрязнений и отходов и увеличения рационального использования ресурсов;
- гарантировать ответственность компании за проблемы, связанные с окружающей средой, во время исследовательских работ, проектирования и модернизации продукции;
- привлекать сотрудников и подрядчиков к про-



Конфигурируемые источники электропитания серии fleXPower



Маломощные DC/DC-преобразователи серии I с маркировкой RoHS соответствуют требованиям Директивы RoHS по содержанию вредных материалов



- граммам по охране окружающей среды и проводить обучение в тех случаях, когда требуется;
- привлекать поставщиков и дистрибьюторов к совместной работе по применению передовых технологий, связанных с охраной окружающей среды.

Основными целями компании, связанными с охраной окружающей среды, являются:

- достижение соответствия требованиям директивы RoHS (The Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment) к июлю 2006 года;
- сокращение к июню 2006 года стоимости продукции, поступающей на склад путём авиаперевозок, со 100% до 90%.

ПАРТНЁРЫ КОМПАНИИ

Партнёры являются важным элементом бизнес-модели компании.

Компания не всегда располагает внутренними ресурсами для разработки всей продукции по требованиям заказчиков, поэтому XP Power также сотрудничает с ограниченным числом фирм, которые разрабатывают и производят продукцию по её спецификациям. Для обеспечения высокого объёма и низкой стоимости производства компания устанавливает связи с рядом фирм-производителей в Юго-Восточной Азии.

В последние годы значительно увеличилась доля продаж собственной продукции в соответствии со стратегией изменения бизнес-модели. Ожидается, что эта тенденция будет расширяться и что к 2007 году 75% доходов компании будут составлять продажи собственной продукции XP Power. Чтобы предоставить заказчикам широкий выбор продукции, будет продолжаться сотрудничество с рядом других производителей — ожидается, что продажи их продукции составят примерно 25%.

Каждый из партнёров является жизненно важным для XP Power, поэтому фирма вкладывает много времени и средств в развитие этих отношений. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьев Игорь. Силовая электроника — направление перспективное // PC WEEK/RE. 2004. № 47 (461). С. 8.
2. Производители источников питания. Справочник // Электронные компоненты. 2004. № 6. С. 26-35.
3. Steve Elliott. Power Supplies in Medical Electronics. Pangbourne: XP Power; 2004.
4. Power Supply Technical Guide. Pangbourne: XP Power; 2005.

В.К. Жданкин — сотрудник фирмы ПРОСОФТ
119313 Москва, а/я 81

Телефон: (095) 234-0636

Факс: (095) 234-0640

E-mail: victor@prosoft.ru



Industrial Electronic Engineers, Inc.

- Операторские терминалы с последовательным интерфейсом RS-232/422
- Вакуумно-люминесцентные индикаторы с последовательным и параллельным интерфейсами
- Символы высотой 5, 9 и 11мм
- Поддержка кириллицы
- Температурный диапазон — 40...+85°C (для индикаторов) — 20...+75°C (для операторских терминалов)

ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ



Алфавитно-цифровые
индикаторы и
операторские терминалы

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

Проверено железными дорогами



**Пружинные клеммы
WAGO SAGE CLAMP®**
работают на железнодорожном
транспорте с 1978 г.:

- при сильной вибрации,
- в диапазоне температур
от -40 до +55°C

**ОТКАЗОВ
НЕ ЗАФИКСИРОВАНО**

Закажите **БЕСПЛАТНО**
подробный **КАТАЛОГ**
продукции **WAGO**
на русском языке

по факсу: (495) 234-0640,
на сайте: www.prosoft.ru



**Пружинные клеммы
WAGO SAGE CLAMP®**

WAGO
INNOVATIVE CONNECTIONS

ProSOFT®

Москва
Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-Петербург
Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339
E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Екатеринбург
Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830
info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
Самара
Телефон: (846) 277-9165 • Факс: (846) 277-9166
E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ДИЛЕРЫ ПРОСОФТ: АЛМА-АТА: ТНС-ИНТЕК (+7-3272) 54-7162/7553 • ВОЛГОГРАД: Сервисный центр АИР (8443) 39-3812/71 • ДНЕПРОПЕТРОВСК: RTS-Ukraine (+380-56) 770-0400 www.rts.ua • КАЗАНЬ: Шатт (8432) 38-1600 • КАЛУГА: Камин-Плюс (4842) 79-4310, 56-3001 www.kaminplus.ru • КЕМЕРОВО: Конкорд-Про (3942) 35-7888/6387 • КИЕВ: Логикон (+380-44) 522-8019/8180, 261-1803 www.logicon.ua • КРАСНОДАР: ТелеСофт (861) 219-3883/4793 www.telesoft.ru
• КУРСК: Кентавр Электроникс (4712) 51-3951 www.kentavr.com.ru • МИНСК: Эпикон (+375-17) 289-6333, 211-6031 www.elicon.ru • МОСКВА: Антрел (495) 775-1721, 269-3321 www.antrrel.ru • ННОВГОРОД: СКАДА (8312) 36-6644 www.sca-da-nn.ru • НОВОСИБИРСК: Индустриальные технологии (383) 330-6556, 330-9665 www.i-techno.ru • ОЗЕРСК: Лидер (35130) 28-825, 23-906 www.liderasutp.ru • ПЕНЗА: Технолинк (8412) 55-9001/9813 www.tl.ru • ПЕРМЬ: Пром-А (342) 224-2232 www.prom-a.ru • РЯЗАНЬ: Системы и комплексы (4912) 24-1182, 27-3181 www.sys-com.ru • САРАТОВ: Трайтек Инфосистемс (8452) 52-0101, (495) 733-9332 www.tritec.ru • ТАТАРГОРГ: Квинт (8634) 31-5672/0629 • ТАШКЕНТ: АСУ-Технополджи (+998-7161) 48-495 • ТОМСК: ЛИК Технополджи (3822) 55-5761/5752 www.lik.tomsk.ru • ТУЛА: АТМ (4872) 30-7193, 38-0892 atm.tula.net • УЛЬЯНОВСК: ПОИСК (8422) 37-6567 www.poisk.mv.ru
• УСТЬ-КАМЕНОГОРСК: Техник-Трейд (+7-3232) 25-4064, 25-3251 www.technik.ukg.kz • УФА: Интек (3472) 90-8844/22 www.intekufa.ru • ЧЕЛЯБИНСК: ИСК (351) 791-6469/5440 www.isk.su • ЯРОСЛАВЛЬ: Спектр-Трейд (4852) 58-1658/59 www.spectrtrade.yaroslavl.ru

Использование скользящих режимов в регулировании

*Регулирование процесса можно считать регулированием, если можешь спроектировать для процесса закон его развития.
Мечта кибернетика*

Введение

При управлении динамическими объектами нередко ставится задача достижения оптимума в том или ином смысле. Обычно критерием оптимальности выбирают минимизацию времени переходного процесса из одного статического состояния в другое. При этом немаловажным является требование обеспечения плавности такого перехода, которое в то же время является и существенным ограничением на пути достижения оптимальности, так как при неплавном управлении можно быстрее изменить состояние объекта. Применительно к управлению технологическими процессами неплавное управление ведёт к возникновению перегрузок и часто является причиной аварии. Поэтому в дополнение ко всем прочим требованиям для регуляторов, использующихся в промышленности, безусловно, нужно добавить требование высокой надёжности.

Развитие цифровых способов управления позволяет создавать новые уникальные регуляторы на базе таких, казалось бы, старых и давно испробованных алгоритмов, каким является алгоритм управления с использованием скользящего режима (скользящего) [1]. Способ управления с использованием скользящего режима отличается чрезвычайно высокой надёжностью, поскольку он предполагает вынуждающее управление, заставляющее процесс протекать по динамической траектории, которую задаёт разработчик. Этому способу был присущ до недавнего времени один недостаток — необходимость в идеальном дифференцировании, что является большой проблемой для аналоговой техники управления. Между

тем он имеет массу замечательных преимуществ, и некоторые из них изложены в данной статье. Все представленные алгоритмы были проверены путём цифрового моделирования.

Надеюсь, что разработчики смогут успешно использовать данный способ с целью построения оптимальных и надёжных регуляторов.

Условия возникновения скользящего режима

Чтобы изобразить поведение системы в динамике, лучше всего использовать фазовую плоскость, которая содержит в качестве одной из координат скорость изменения состояния системы $\dot{x}$. Второй координатой обычно является состояние системы x , а для регулятора лучше подходит отклонение состояния от заданного x_0 , то есть ошибка регулирования $\Delta x = x_0 - x$.

Каждая динамическая система имеет, по крайней мере, два вида траекторий изменения состояния в фазовой плоскости: траекторию разгона A_+ и траекторию торможения A_- . Так вот, первым условием возникновения скользящего режима является сим-

метричность этих траекторий. На рис. 1 показаны траектории разгона и торможения, которые имеют форму параболы; при разгоне регулятор выдаёт предельно допустимое управляющее воздействие u со знаком плюс, а при торможении — со знаком минус.

Вторым условием возникновения скользящего режима будет наличие переключений регулятора, при которых происходит переход с одной траектории на другую. Задачей разработчика регулятора является расчёт и построение линии переключения Γ . Очевидно, что ось симметрии траекторий, то есть ось ординат, не может быть выбрана в качестве такой линии — в противном случае в системе будут происходить незатухающие колебания. Поэтому линия переключения должна иметь некоторый наклон. График на рис. 2 соответствует режиму скользящего режима, при котором имеются колебания, но эти колебания быстро затухают. Здесь движение начинается из произвольной точки на траектории разгона. В точке 1 происходит первое переключение, и система начинает двигаться с торможением. В

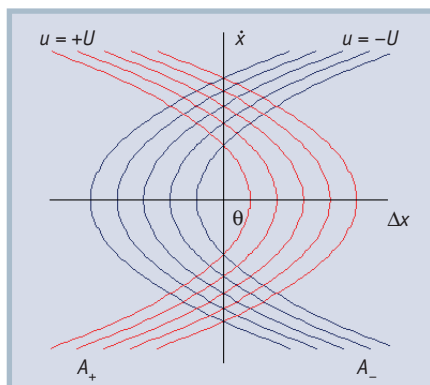


Рис. 1. Фазовый портрет системы регулирования

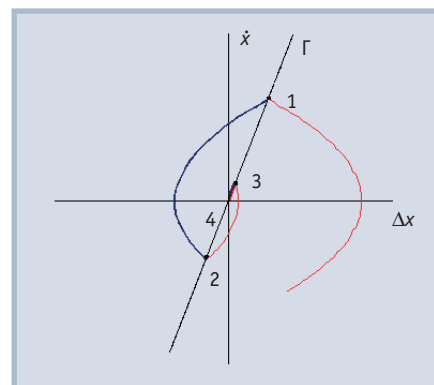


Рис. 2. Последовательность переключений при скользящем режиме по прямой

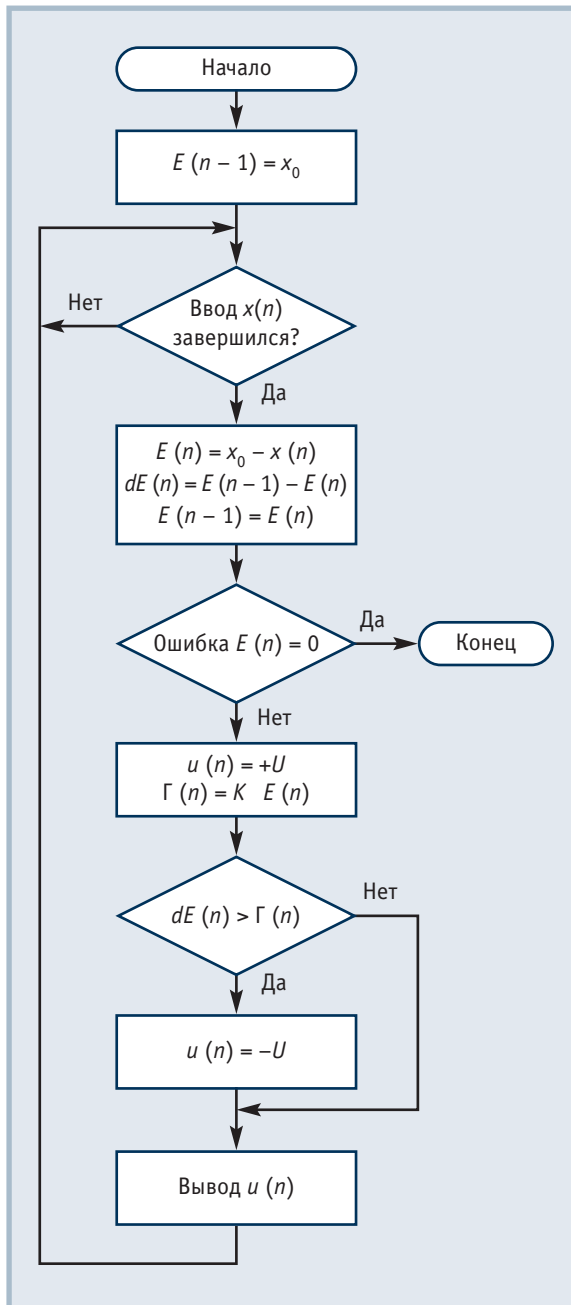


Рис. 3. Блок-схема основного алгоритма работы «скользящего» регулятора

точке 2 снова происходит переключение, но скольжение ещё не начинается. Оно начинается только после переключения в точке 3 и продолжается на всём участке от 3-й до 4-й точки. Именно здесь проявляется третье, основное условие возникновения скольжения. Оно заключается в том, что в точке переключения угол наклона линии переключения становится равным или меньшим угла наклона касательной к траектории. При этом условии точка, характеризующая текущее состояние системы, непрерывно переходит с траектории разгона на траекторию торможения и обратно, как бы скользя вдоль линии переключения. По мере того, как

число переключений стремится к бесконечности, точка текущего состояния системы асимптотически приближается к точке равновесия 4.

При построении линии переключения можно достичь соблюдения условий возникновения скольжения уже после первого переключения. После начала скольжения движение становится вынужденным и получает особую устойчивость. Однако каждое переключение — это потеря времени, что делает движение неоптимальным. Следовательно, разработчику нужно выбирать между оптимальностью по временным критериям и устойчивостью.

СОСТАВ РЕГУЛЯТОРА СКОЛЬЗЯЩЕЙ СИСТЕМЫ

Принцип действия регулятора заключается в выборе ускорения, с которым система будет двигаться до момента следующего переключения. Между переключениями движение в системе проходит равноускоренно с попеременным изменением знака ускорения.

В состав регулятора входят следующие элементы:

- вычислитель ошибки;
- вычислитель значения функции, описывающей линию переключения;
- вычислитель скорости изменения ошибки;
- вычислитель отклонения скорости изменения ошибки от соответствующего значения функции, описывающей линию переключения;
- вычислитель знака отклонения скорости;
- вычислитель величины управляющего воздействия.

При использовании цифрового способа обработки информации каждый из вычислителей реализуется очень просто и эффективно. Последовательность вычислений соответствует последовательности, с которой они перечислены.

Ошибку регулирования $\Delta x = x_0 - x$ обозначим буквой E , как это принято в теории автоматического управления. После того как с помощью цифрового измерителя в текущем n -м такте управления в систему была введена новая величина $x(n)$ при известном задании x_0 , ошибка определяется как

$$E(n) = x_0 - x(n) \quad (1)$$

После этого вычисляется соответствующее значение функции, описывающей линию переключения:

$$\Gamma(n) = K \times E(n) \quad (2)$$

Здесь K задаёт наклон прямой линии относительно абсциссы фазовой плоскости (рис. 2).

Далее вычисляется скорость изменения ошибки. Учитывая малую величину времени измерения (время такта), её можно выразить через дифференциал ошибки следующим образом:

$$dE(n) = E(n-1) - E(n) \quad (3)$$

Здесь $E(n-1)$ — величина ошибки в предыдущем такте.

Исходя из тех же соображений относительно времени измерения, отклонение скорости изменения ошибки от соответствующего значения функции, описывающей линию переключения, можно выразить так:

$$d\Gamma(n) = \Gamma(n) - dE(n) \quad (4)$$

Знак отклонения:

$$\text{sign } d\Gamma(n) = \begin{cases} 1, & \text{если } d\Gamma(n) > 0 \\ -1, & \text{если } d\Gamma(n) < 0 \end{cases} \quad (5)$$

И, наконец, величина управляющего воздействия (ускорения) вычисляется умножением:

$$u(n) = U \times \text{sign } d\Gamma(n) \quad (6)$$

Здесь U — абсолютная величина ускорения.

ОСНОВНОЙ АЛГОРИТМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Блок-схема основного алгоритма работы «скользящего» регулятора приведена на рис. 3.

Цикл работы регулятора начинается вводом нового значения регулируемой величины $x(n)$ и завершается

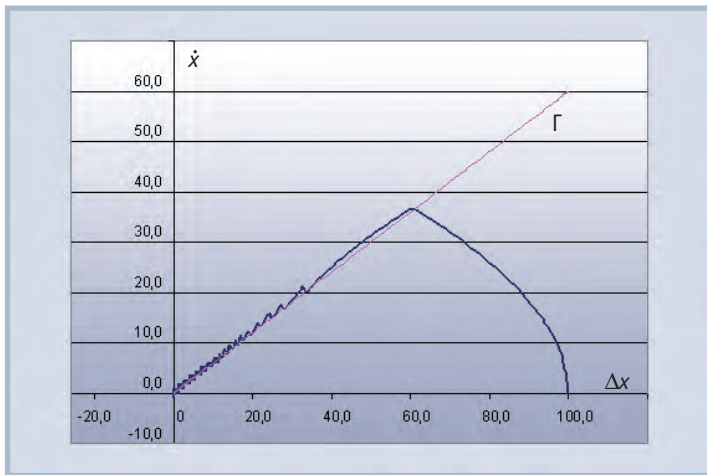


Рис. 4. Фазовая диаграмма работы регулятора в соответствии с основным алгоритмом

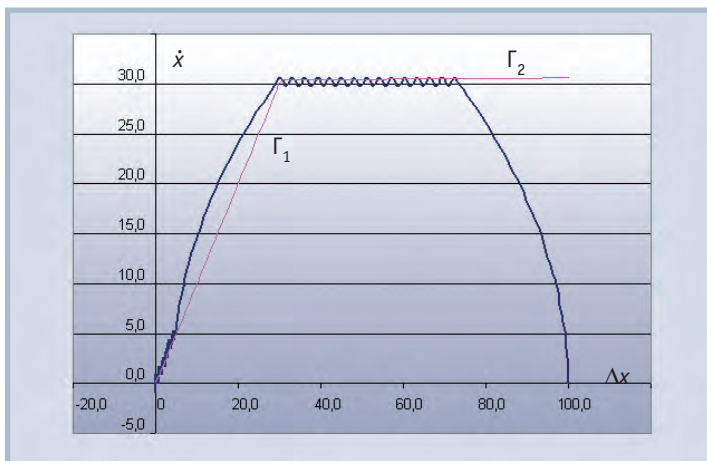


Рис. 6. Фазовая диаграмма работы регулятора с двумя линиями переключения

выводом величины управляющего воздействия $u(n)$. Определение величины управляющего воздействия заключается в выборе из двух возможных значений: $+U$ или $-U$. Алгоритм выбора основывается на сравнении скорости изменения ошибки dE со значением линейной функции при данной ошибке $\Gamma(E)$, которые рассчитываются по формулам (1)...(6).

Если скорость изменения ошибки dE не превышает значения $\Gamma(E)$, то управляющее воздействие положительно, а иначе — отрицательно. Циклы повторяются до тех пор, пока ошибка управления не станет равной нулю. Вне цикла в блоке начальных значений задаётся величина ошибки предыдущего цикла $E(n-1)$, которая соответствует заданию, то есть x_0 . Быстродействие, или скорость реакции регулятора зависит от скорости, с которой новые данные считываются с измерительного устройства и записываются в исполняющую часть системы регулирования. На рис. 4.

показана фазовая диаграмма работы регулятора по данному алгоритму.

УЛУЧШЕННЫЙ АЛГОРИТМ РАБОТЫ

Недостатком основного алгоритма часто оказывается то, что регулируемая величина в некоторые моменты времени стремится к заданному значению со слишком большой скоростью. Это может стать причиной аварий или поломок оборудования. Для ограничения скорости можно несколько усовершенствовать линию переключения, сделав её нелинейной.

На рис. 5 приведена блок-схема алгоритма работы регулятора с двумя линиями переключения Γ_1 и Γ_2 , которые пересекаются в заданной точке фазового пространства. Варьируя коэффициенты K_1 , K_2 и K_3 , можно выбрать наклон линий и положение точки

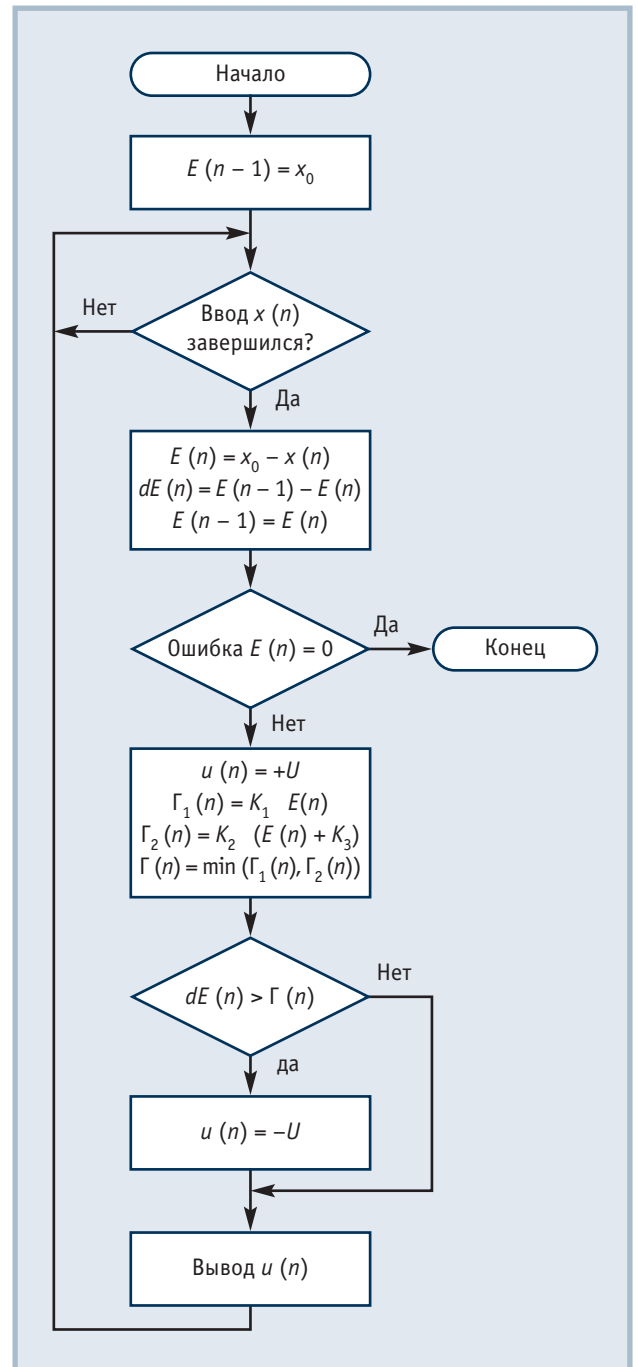


Рис. 5. Блок-схема алгоритма работы регулятора с двумя линиями переключения

пересечения. Отличие этого алгоритма заключается в том, что в качестве линии переключения выбирается та, которая при данной ошибке регулирования проходит ниже, то есть описывающая её функция принимает меньшие значения.

На рис. 6 показана фазовая диаграмма работы регулятора с двумя линиями переключения. Как видно из рисунка, скорость изменения регулируемой величины ограничивается линией переключения Γ_2 . Весь процесс регулирования протекает в первом квадранте фазовой плоскости, из чего следует, что ни скорость, ни ошибка регуля-

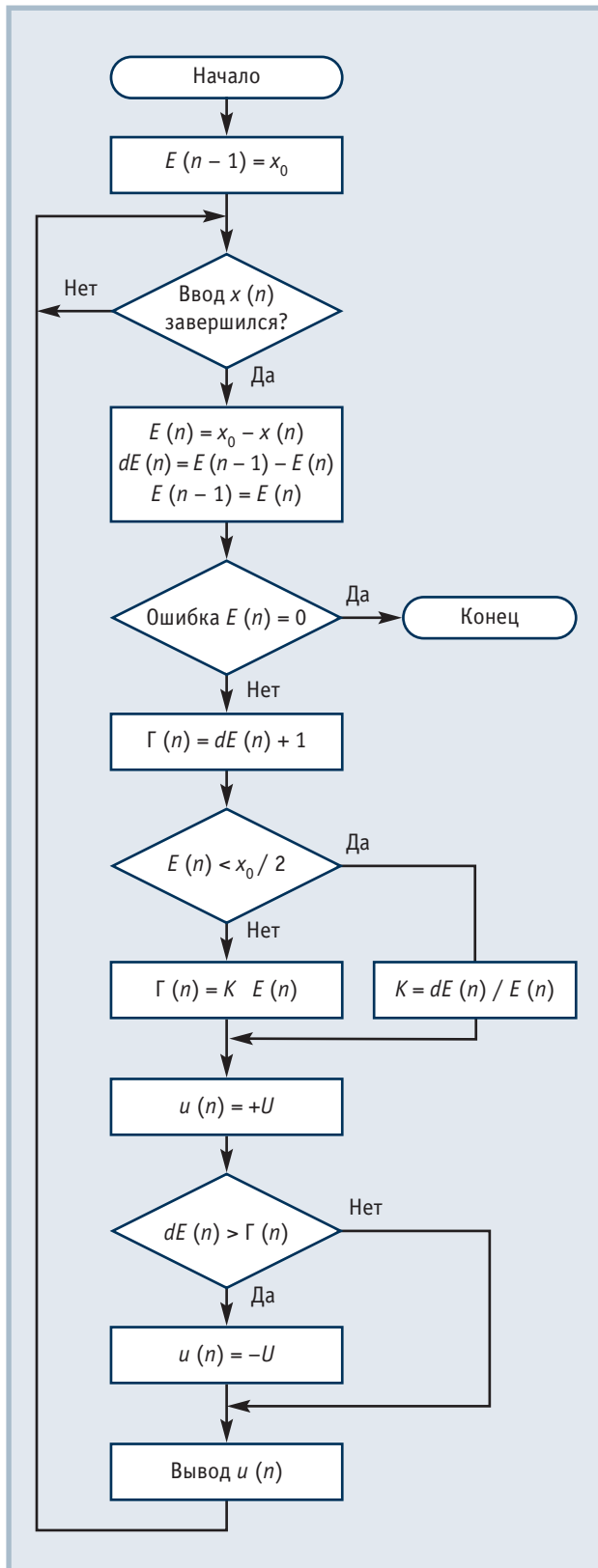


Рис. 7. Блок-схема алгоритма работы оптимального регулятора с использованием скользящего режима

вания не меняют своего знака. Это означает, что переходный процесс протекает плавно и без перерегулирования.

Алгоритм оптимального регулятора

Как известно, минимальное время переходного процесса достигается то-

Такой алгоритм очень легко можно построить в алгоритм работы «скользящего» регулятора. Для этого достаточно отследить момент, когда будет пройдена половина заданного значения регулируемого параметра. В этот момент, исходя из скорости и величины ошибки, вычисляется наклон ли-

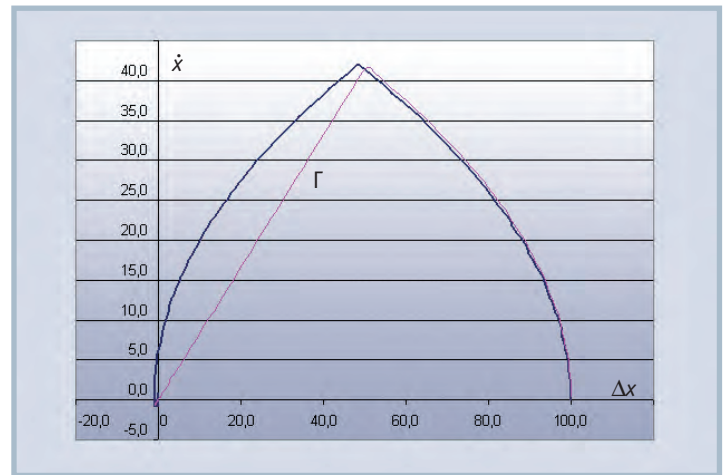


Рис. 8. Фазовая диаграмма работы оптимального регулятора

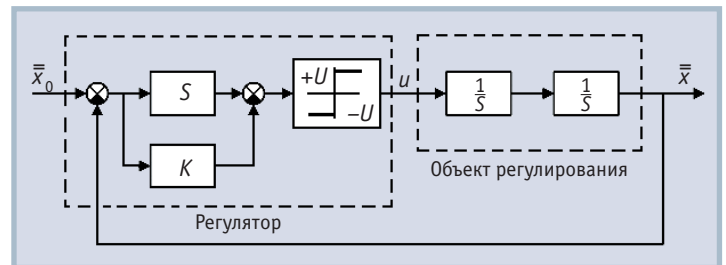


Рис. 9. Схема системы регулирования объекта с симметричным фазовым портретом

гда, когда его первая половина происходит с максимально возможным ускорением, а вторая — с максимальным торможением. Например, в практике судоходства часто встречаются команды «полный вперед» и «полный назад». Вторая команда означает не движение назад в буквальном смысле, а движение вперед с максимальным торможением. При этом винты корабля действительно вращаются в обратную сторону с максимальными оборотами. В результате происходит плавное передвижение с остановкой в заданной точке за минимальное время.

нии переключения для второй половины переходного процесса. В первой половине линии переключения как таковой нет, а её роль для определённости алгоритма будет выполнять кривая изменения скорости, сдвинутая на единицу вверх, то есть расположенная параллельно и отстоящая на малом расстоянии от исходного положения.

При точном расчёте переходный процесс завершится в нулевой точке фазовой плоскости. Если же произойдёт непредвиденное отклонение, то его скомпенсирует скольжение, но это будет скольжение вблизи нуля, и его время будет столь малым, что им можно пренебречь. На рис. 7 приведена блок-схема алгоритма работы такого оптимального регулятора.

На рис. 8 показана диаграмма процесса оптимального регулирования в фазовой плоскости, полученная путём цифрового моделирования. Перерегулирование составило около 1%.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ПОЛИНОМИАЛЬНЫМИ ТРАЕКТОРИЯМИ

До сих пор предполагалось, что объект регулирования имеет фазовый портрет, на котором траектории разгона и торможения строго симмет-

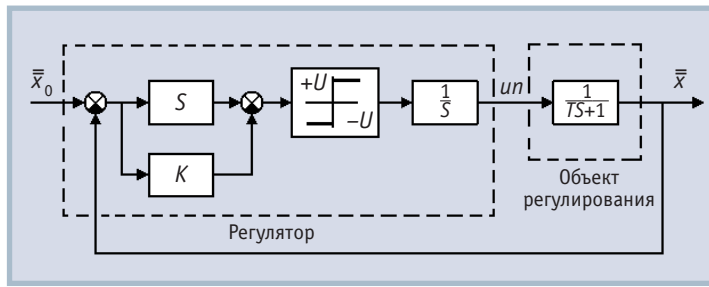


Рис. 10. Схема системы регулирования объекта с полиномиальными траекториями

ричны и имеют вид парабол. Схема такой системы приведена на рис. 9. В ней объект регулирования состоит из двух интеграторов, обозначенных в виде двух звеньев $\frac{1}{S}$ в терминах преобразования Лапласа. Регулятор состоит из измерителя скорости в виде звена дифференцирования S , построителя линии переключения в виде пропорционального звена K , переключающегося реле $(+U/-U)$ и двух сумматоров.

Однако объекты с таким фазовым портретом встречаются очень редко. В качестве примера можно назвать лишь космические летательные аппараты. Отсутствие сопротивления движению в космосе способствует тому, что накопленная инерция движения не уменьшается со временем и для торможения космического аппарата нужно прикладывать ускорение, противоположно направленное движению.

Однако в большинстве случаев объекты управления имеют в своём составе или, равно этому, в составе окружающего их пространства всевозможные источники сопротивления управляющему воздействию. Из теории регулирования известно, что такие объекты описываются схемами с одним или несколькими апериодическими звеньями. Динамические свойства апериодического звена принципиально отличаются от свойств интегратора. Главное отличие заключается в том, что оно не способно накапливать энергию управляющего воздействия, из-за чего с исчезновением управляющего воздействия объект возвращается в исходное состояние покоя. Это приводит к тому, что все траектории разгона и торможения для апериодических звеньев заканчиваются на оси абсцисс, так как скорость после первоначального изменения в конце концов всегда стремится к нулю.

Чтобы использовать скользящий режим для управления такими объекта-

ми, в состав регулятора необходимо ввести интегратор. Сочетание апериодического звена, которым описывается объект регулирования, с интегратором, введённым в состав регулятора для улучшения траекторий, вызывает некоторое искажение исходного фазового портрета (рис. 1), заключающееся в том, что уменьшение траектории после каждого переключения будет происходить по закону спирали. Вид таких траекторий отличен от параболы, их можно описать полиномами более высокого порядка, поэтому и называются они полиномиальными. В данном случае линией переключения может быть и ось симметрии, то есть ось ординат, что является дополнительным стабилизирующим фактором.

На рис. 10 показана схема системы регулирования объекта с полиномиальными траекториями. На ней объект регулирования представлен в виде одного апериодического звена $\frac{1}{TS+1}$, имеющего среднюю постоянную интегрирования T .

Как показывает цифровое моделирование, в этом случае все представленные в статье алгоритмы остаются практически без изменений. Добавка интегратора в состав регулятора приводит к тому, что управляющее воздействие будет иметь вид линейно возрастающего воздействия во время разгона и линейно уменьшающегося во время торможения. Поэтому в блок-схемах алгоритмов (рис. 3, 5, 7) следует изменить лишь самый нижний блок. В этом блоке выводу управляющего воздействия $u(n)$ будет соответствовать вывод нового воздействия $un(n)$, которое рассчитывается по формуле суммирования со значением из предыдущего цикла управления:

$$un(n) = un(n-1) + u(n) \quad (7)$$

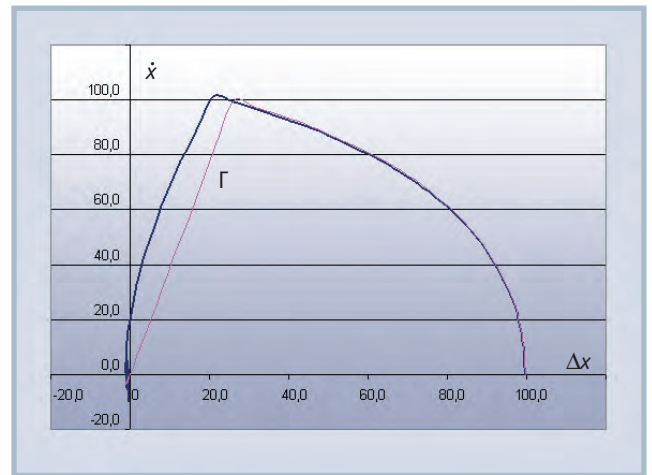


Рис. 11. Фазовая диаграмма работы оптимального регулятора апериодического объекта

Всё остальное не меняется. Возможно, только для оптимального регулятора следует производить переключение несколько позже, чем на середине ошибки регулирования. Это является следствием отличия параболы от полиномиальных кривых более высокого порядка. На рис. 11 показана фазовая диаграмма работы оптимального регулятора апериодического объекта. Здесь моменту переключения соответствует приблизительно 30-процентная ошибка регулирования. Момент переключения оптимального регулятора всегда можно подобрать экспериментальным путём. Впрочем, совсем нетрудно усовершенствовать алгоритм оптимального регулятора процедурой автоматического расчёта момента переключения, исходя из результатов работы в течение нескольких циклов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В одной статье невозможно описать все нюансы регулирования с использованием скользящего режима. В настоящее время с развитием цифровых методов обработки этот способ регулирования становится всё более распространённым. В нём скрыты большие возможности и большие резервы для построения надёжных, оптимальных и самонастраивающихся систем управления. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Сю Д., Мейер А. Современная теория автоматического управления и её применение. — М. : Машиностроение, 1972.

Автор — сотрудник
ЗАО ЦОФ «Сибирь»
Телефон/факс: (38474) 362-75



WWW.PTA-EXPO.RU

**Быть на передовой
автоматизации!**

**ВЕДУЩИЕ
МЕЖДУНАРОДНЫЕ
ВЫСТАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ
И ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ**



« ПТА СЕВЕРО-ЗАПАД 2006 »

Санкт-Петербург

ЛЕНЭКСПО в Гавани

14-17 марта 2006

**организуется совместно
с ВО «Рестэк»**

« ПТА-2006 »

МОСКВА

ЭКСПОЦЕНТР

18-20 сентября 2006

« ПТА-УКРАИНА 2006 »

КИЕВ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

28 ноября - 01 декабря 2006

**УВЕРЕННЫЙ ШАГ
В ПРОМЫШЛЕННУЮ УКРАИНУ!**

« ПТА-УРАЛ 2006 »

ЕКАТЕРИНБУРГ

КОСК «РОССИЯ»

14 - 17 ноября 2006

**ПУТЬ К ПРОМЫШЛЕННОМУ
СЕРДЦУ РОССИИ!**

Информационная поддержка:

WWW.PTA-EXPO.RU



**Промышленные
Контроллеры АСУ**



ТЕХНОЛОГИИ



**Приборы и Системы.
Управление, Контроль, Диагностика**

Галина Серёгина

Выставка ПТА официально признана лучшей российской выставкой по автоматизации

С 18 по 21 октября 2005 г. в Москве прошла пятая, юбилейная выставка ПТА (Передовые технологии автоматизации).

За пять лет своего существования международная выставка ПТА стала крупнейшим в России событием в сфере промышленной автоматизации и встраиваемых систем. И это не осталось незамеченным мировой общественностью. В 2005 году российская выставка ПТА была принята в World-F.I.M.A. – Всемирную ассоциацию выставок по приборостроению, измерениям и автоматизации, которая объединяет выставки по автоматизации, проводимые в Европе, Северной и Южной Азии, Северной, Центральной и Южной Америке, а теперь и в России. Таким образом, российская выставка ПТА официально получила международный статус.

Созданная в 1998 г. Ассоциация World-F.I.M.A. сегодня насчитывает 17 крупнейших национальных выставок. Среди её членов такие выставки, как INTERKAMA+ (Германия), ISA EXPO (США), BIAS (Италия), go.automation days (Швейцария), MICONEX (Китай) и другие. От каждой страны в Ассоциацию может войти только одна выставка в области приборостроения, средств измерений и автоматизации. Решение о приёме выставки в World-F.I.M.A. зависит не от возраста, а от значимости мероприятия.

По мнению президента World-F.I.M.A. г-на Piergiuseppe Zani, высказанному в его обращении к гостям и участникам выставки ПТА-2005, «членство в World-F.I.M.A. подразумевает, что данная выставка является ведущей в своей стране».

По случаю вступления выставки ПТА в World-F.I.M.A. 18 октября в Экспоцентре прошел брифинг для прессы и участников

выставки, на котором выступили президент World-F.I.M.A. г-н Piergiuseppe Zani и Александр Бобович, вице-президент-секретарь ISA по Европейскому, Ближневосточному и Африканскому регионам.

Как рассказал представителям специализированных СМИ президент World-F.I.M.A. г-н Piergiuseppe Zani, одним из важных направлений деятельности организации является координация проведения выставок в различных странах. На каждой из выставок, входящих в Ассоциацию, World-F.I.M.A. размещает свой стенд, на котором представляется информация обо всех её участниках.

Вступление выставки ПТА во Всемирную Ассоциацию World-F.I.M.A. позволит экспонентам продвигать свою продукцию не только на территории России, но и в других странах, а посетителям мероприятия будет представлен гораздо более широкий спектр решений от производителей во всём мире. Причем вступление выставки ПТА в World-F.I.M.A. касается не только московского мероприятия, но и всех региональных выставок проекта: «ПТА Северо-Запад», «ПТА-Урал» и «ПТА-Украина».

В выставке ПТА-2005 приняли участие около 130 компаний и профильных изданий из разных стран мира, таких как National Instruments (США), WAGO (Германия), Planar Systems (Финляндия), Siemens (Германия), «Вест» (Россия), ПРОСОФТ (Россия), Икос (Россия), Элтикон (Белоруссия), журналы «СТА», «Автоматизация в промышленности», «Computerworld Россия», Control Engineering, PC Week/RE и другие. Таким образом, количество участников выставки ПТА выросло по сравнению с прошлым годом на 30%.



Выступление президента World-F.I.M.A. г-на Piergiuseppe Zani на пресс-конференции по поводу открытия выставки ПТА-2005

Многие компании принимали участие в выставке ПТА впервые, например, Balluff (Германия), ITA (Италия), Indukey (Германия), Schneider Electric (Франция), Л-Кард (Россия), ВНИИА (Россия), Орбит Меррет (Чешская Республика), другие же являются почётными участниками выставки ПТА на протяжении всех пяти лет: SWD Software (Канада), Антрел (Россия), Элеси (Россия), «Мера» (Россия), ПРОСОФТ-Системы (Россия), Элтикон (Белоруссия) и т.д.

Выставочная компания «Экспотроники» — организатор выставки ПТА — уделяет большое внимание продвижению выставки за рубеж, повышению узнаваемости мероприятия, привлечению иностранных участников. Сотрудники компании регулярно работают на ведущих мировых выставках, посвящённых автоматизации, например INTERKAMA+ (Германия, Ганновер), Embedded Systems Conference (США, Бостон), Automatio (Финляндия, Хельсинки), SPS/IPC/Drives (Германия, Нюрнберг), и отмечают всё растущую заинтересованность зарубежных компаний в выходе на российский рынок промышленной автоматизации.

Благодаря целенаправленной работе менеджеров «Экспотроники» состав ино-



На выставке ПТА-2005



Руководители выставок, входящих в состав World-F.I.M.A.



Продвижение выставки ПТА на Embedded Systems Conference в Бостоне

странных участников на выставке ПТА-2005 по сравнению с прошлым годом увеличился в два раза.

Таким образом, привлекая на российский рынок зарубежные инвестиции, выставка ПТА способствует развитию отечественной автоматизации и экономики в целом.

Развитие выставки ПТА и её новый статус по достоинству оценены экспонентами. По мнению Александра Котлова, менеджера по маркетингу НПФ «КРУГ», «сегодня выставки ПТА — это знаковые события, они фактически являются барометром рынка промышленной автоматизации России и СНГ».

Виктория Ухтанова, руководитель отдела рекламы компании «Овен», отметила, что «в отличие от выставки прошлого года, выставка ПТА-2005 гораздо интереснее: здесь представлено больше компаний, много зарубежных представителей. А чем больше участников, тем больше посетителей придут посмотреть на новинки, и поэтому интереснее и полезнее участвовать».

Иностранные участники сами говорят о своем желании участвовать в выставке ПТА. Представитель итальянской компании ПТА г-н Maurizio Colliva признаётся: «Выставка ПТА-2005 полезна для нас, здесь мы имеем возможность продвигать свой товар на российский рынок, эта выставка будет шагом вперед для достижения наших целей».

Андрей Суарес, менеджер по продажам в регионах компании VIPA (Германия), заявил, что он «вполне мог бы рекомендовать своим коллегам принимать участие в выставках ПТА: рекомендации положительные, цены доступные, качественное обслуживание, хорошая публика...». ●

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

TDK приобретает Lambda за \$235 млн.

Компания Lambda, один из крупнейших мировых производителей источников электропитания (головной офис находится в Сан-Диего, штат Калифорния), приобретена у Invensys корпорацией TDK (Япония). Стоимость сделки составила \$235 млн. Соглашение было подписано 19 июля 2005 года и теперь подлежит заверению соответствующими государственными органами. Предметом договора является собственность Lambda в Северной Америке и её европейские акции, а также находящиеся в обращении 58,2% акций Densei Lambda KK, принадлежащие Invensys.

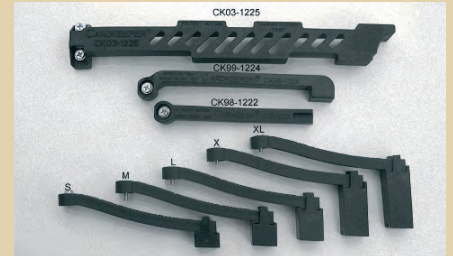
Объединение производственных возможностей TDK и Lambda создаст второго крупнейшего изготовителя источников электропитания в мире. Предприятие также займет первое место по контролируемой доле рынка в секторе источников электропитания для промышленных применений. Новый бизнес сохранит направленность на обеспечение заказчиков ведущими решениями в данной отрасли путём интеграции преимуществ и сильных сторон Lambda и TDK.

Adam Rawicz, Управляющий Lambda Europe, прокомментировал ситуацию так: «Это предложение корпорации TDK демонстрирует её уверенность в успешном будущем Lambda в сфере силовой электроники. Invensys намеревалась продать Lambda уже в течение некоторого времени. Мы одобряем окончание периода неопределённости и с нетерпением ожидаем получения сильной организационной основы, обладающей значительными инвестиционными ресурсами, которые сконцентрированы на развитии высокотехнологичного электронного бизнеса».

Объём продаж компании Lambda в прошлом году составил \$398 630 000, а прибыль от производства (без вычета издержек) — \$19 150 000. Предприятие будет продолжать действовать в мировом масштабе через свои технические, производственные и сбытовые каналы с целью обеспечения заказчиков высококачественными конкурентоспособными изделиями. ●

Компьютеры сборки компании ПРОСОФТ стали ещё надёжнее

Очень часто в состав промышленных ПК и серверов входят различные периферийные платы с интерфейсами ISA, PCI и т.д. Они вставляются в слот и прикрепляются одним винтом к корпусу. Опыт применения промышленных компьютеров показал, что по-



Промышленные компьютеры сборки компании ПРОСОФТ

добный крепёж является недостаточно надёжным, особенно в условиях повышенной вибрации или длительной транспортировки (железнодорожным или грузовым автотранспортом): плата расширения может просто выйти из своего гнезда. Естественно, это негативно сказывается на функциональности всей системы.

В принципе, для предотвращения подобных случаев в корпусах промышленных ПК предусмотрены рёбра жёсткости с выемками для резиновых уплотнителей. Их использование позволяет плотнее прижать в слот крупноформатные процессорные платы, но большинство периферийных плат имеют небольшие вертикальные размеры и не могут быть дополнительно закреплены таким образом.

Компания ПРОСОФТ успешно решила проблему надёжного крепления периферийных плат любого размера. Теперь при сборке промышленных ПК и серверов используются специальные планки, позволяющие прочно закрепить любые платы, какими бы габаритами они ни обладали.

Компания ПРОСОФТ является первой и единственной компанией, применяющей такое решение среди всех российских сборщиков ПК.

Стоит отметить, что изучать номенклатуру этих планок и специально заказывать их не нужно: в процессе сборки компьютера инженеры компании ПРОСОФТ сами подберут и установят в него подходящую модель. Кроме того, эта услуга предоставляется бесплатно.

Использование специальных крепёжных планок позволяет увеличить надёжность промышленных ПК сборки компании ПРОСОФТ без повышения их стоимости. ●

Галина Серёгина

Путь к промышленному сердцу России открыла выставка «ПТА-Урал 2005»

6-8 декабря 2005 г. в Екатеринбурге – столице Урала – в выставочном центре КОСК «Россия» прошла первая в истории региона выставка, посвящённая промышленной автоматизации и встраиваемым системам, — выставка «ПТА-Урал».

Это региональный проект крупнейшего в России мероприятия в области промышленной автоматизации — московской выставки ПТА, которая в этом году отметила свой пятилетний юбилей вступлением во Всемирную ассоциацию выставок по приборостроению, измерениям и автоматизации — World-F.I.M.A.

На территории Урала зарегистрировано 4 000 промышленных предприятий. Ведущими являются предприятия горнодобывающей, металлургической, машиностроительной отраслей, а также топливно-энергетического и военно-промышленного комплексов.

Не секрет, что большая часть предприятий нуждается в техническом переоснащении и новом оборудовании. Таким образом, в регионе назрела необходимость проведения выставки по промышленной автоматизации, призванной продемонстрировать предприятиям региона современные решения.

В выставке «ПТА-Урал 2005» приняли участие 66 компаний и профильных изданий. Часть из них — постоянные участники выставки ПТА в Москве: Beckhoff (Германия), National Instruments (США), Phoenix Contact (Германия), ITA (Италия), VIPA (Германия), «Мера» (Россия), «Круг» (Россия), «Лидер» (Россия), «Икос» (Россия). Другая часть — компании Урало-Сибирского региона: «Уралтехмаркет» (г. Екатеринбург), «Синетик» (г. Новосибирск), «Уралтехнология» (г. Екатеринбург), «Элеком» (г. Екатеринбург), «Уралэкоавтоматика» (г. Екатеринбург).



Посетители с утра выстраивались в очередь, чтобы попасть на выставку

За три дня работы на выставке побывали 7536 специалистов. Помимо Екатеринбурга посетители приезжали из городов Свердловской и Челябинской областей, были представители из Москвы, Сургута, Перми, Нижнего Новгорода, Магнитогорска, Оренбурга, Нижневартовска, Новосибирска и других российских городов.

Экспоненты выставки «ПТА-Урал 2005» по достоинству оценили высокий профессиональный уровень посетителей. По их словам, большинство специалистов, пришедших на стенды, в ближайшем будущем обещают стать клиентами.

Сергей Суханов и Сергей Зубов, представители компании «Икос» (Москва):

— Народ сюда приходит заинтересованный, с чёткими «местными» потребностями, ищет решения конкретных задач. Практически всех посетителей можно назвать потенциальными клиентами. Мы не ожидали, что региональная выставка будет иметь такой успех, обычно подобные мероприятия не собирают столько народа. Это было для нас приятной неожиданностью. Нам даже не хватило раздаточных материалов.



Торжественное открытие выставки «ПТА-Урал»

Андрей Суарес, менеджер по продажам в регионах компании VIPA (Германия):

— Самое интересное и важное на выставке «ПТА-Урал» — это качество публики, сюда пришли «правильные» люди, чувствуется сильная целенаправленная маркетинговая политика организаторов. Люди ставят конкретные задачи, которые мы стараемся решить. Почти все контакты качественные.

Для этого региона выставка очень актуальна, здесь ощущается быстрое развитие, идет обновление оборудования на предприятиях, чувствуется большой потенциал, поэтому мы хотим участвовать в этой выставке и в 2006 году.

Дмитрий Балтин и Надежда Филатова, представители компании «УралРТСофт» (Екатеринбург, уральский филиал ЗАО «РТСофт»):

— Мы оценили количество посетителей, нам просто было некогда передохнуть. Надеемся, что после мероприятия появится много новых заказчиков. Мы очень рады, что приняли участие в выставке «ПТА-Урал 2005», хотя вначале опасались, как пройдёт мероприятие в Екатеринбурге. Здесь насто-



Количество посетителей выставки «ПТА-Урал» превзошло все ожидания



Посетители выставки «ПТА-Урал» приходили на стенды с конкретными задачами



Панорама выставки «ПТА-Урал 2005»



Розыгрыш призов от компаний Siemens и WAGO

ящий аншлаг не только по сравнению с местными, но даже и со многими московскими профильными выставками.

В рамках выставки «ПТА-Урал 2005» прошла Уральская конференция по АСУ ТП и встраиваемым системам. В работе конференции приняли участие компании Витэк, «Икос», «Интек», Octagon Systems, ПРОСОФТ, «Комплексы и системы», НПП «Урал-технологии», Fastwel и другие. Конференция пользовалась особой популярностью среди посетителей выставки, поскольку это мероприятие представляло собой прекрасную возможность услышать о новинках в отрасли, а потом увидеть их собственными глазами на стендах экспонентов и обсудить все нюансы со специалистами. В ходе конференции прошел розыгрыш призов от компаний Siemens и Wago среди зарегистрировавшихся посетителей выставки.

Именно благодаря своей актуальности выставка «ПТА-Урал» получила официальную поддержку Главы Екатеринбурга М.А. Чернецкого, руководителя Уральского отделения

Российской Инженерной Академии Н.И. Данилова, заместителя полномочного представителя Президента РФ в Уральском федеральном округе В. Ф. Басаргина, председателя Комитета по промышленности, науке, связи и ИТ В.А. Клепинина.

По словам Представителя Президента РФ в Уральском федеральном округе В.Ф. Басаргина, «ориентация экспонатов выставки на конкретные потребности предприятий Уральского федерального округа, а также их адаптация к местным технологическим и климатическим условиям делают выставку интересной и продуктивной». Он также выразил уверенность, что «выставка «ПТА-Урал» внесёт свою лепту в процесс модернизации и ускоренного развития экономики Уральского федерального округа».

Выступая на пресс-конференции по поводу открытия выставки «ПТА-Урал», Олег Анастасиевич Козлов, директор Фонда поддержки стратегических исследований и инвестиций УрФО, назвал выставку «ПТА-Урал» мероприятием в контексте региона. Он напомнил, что «в сентябре главой госу-

дарства были инициированы четыре национальных проекта в сфере образования, здравоохранения, доступного жилья и сельского хозяйства, и во всех этих проектах, конечно же, будет стоять вопрос об автоматизации в самом широком спектре. И те компании, которые заранее заботятся о своём вхождении в эти проекты, я уверен, найдутся сегодня на этой выставке, поскольку на эти приоритетные проекты будут выделены достаточные суммы из регионального и федерального бюджетов.

Кроме того, а настоящее время идет работа по национальному проекту «Урал промышленный — Урал полярный», которая включает в себя развитие транспортной инфраструктуры, развитие автодорог, геологоразведку и освоение минерально-сырьевых запасов, находящихся на полярном Урале. Там тоже будут востребованы вопросы промышленной автоматизации».

Получившая всеобщее признание выставка «ПТА-Урал» становится ежегодной, в 2006 году мероприятие пройдет 14-16 ноября в Екатеринбурге, в ВЦ КОСК «Россия». ●

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Компания ПРОСОФТ — Gold Distributor 2005 фирмы Planar Systems

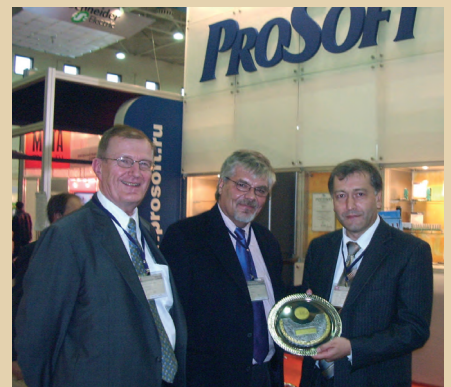
На выставке ПТА-2005, прошедшей 18-21 октября этого года, фирма Planar Systems вручила компании ПРОСОФТ награду Gold Distributor 2005 за успехи, достигнутые ПРОСОФТ в продвижении продукции Planar в РФ и странах СНГ. Компании являются партнерами уже на протяжении 10 лет.

Planar Systems (США) является первым в мире производителем электролюминесцентных дисплеев: их изготовление было начато компанией в 1983 году. Особенность ЭЛ-дисплеев заключается в их повышенной надёжности (гарантированный эксплуатационный ресурс составляет 100 000 часов). Устройства также известны своей безотказностью в тех случаях, когда необходимо дли-

тельное функционирование в неблагоприятных условиях окружающей среды. ЭЛ-дисплеи сохраняют яркость и контрастность изображения и стабильно работают в температурном диапазоне от -40 до +85°C. Они также отличаются повышенной стойкостью к ударным и вибрационным воздействиям. Широкий угол обзора (160° во всех направлениях) позволяет наблюдать изображение на экране с любой точки фронтального пространства даже при ярком внешнем освещении.

На сегодняшний день компания Planar Systems предлагает более 50 моделей ЭЛ-дисплеев для самых различных применений: контрольно-измерительного оборудования, мобильных пультов управления, медицинских мониторов, геоинформационных систем, автотранспорта и др. Дис-

плеи производства Planar Systems уже много лет безотказно работают в условиях суровой зимы и постоянной вибрации на железнодорожном транспорте. ●



ПРОСОФТ — «Золотой дистрибьютор» компании Planar Systems

Новинки от Fastwel на SPS Show

С 22 по 24 ноября компания Fastwel принимала участие в выставке SPS/IPC/Drives Show, которая проходила в Нюрнберге, Германия.

На своем стенде компания демонстрировала высоконадёжные процессорные модули собственной разработки в форматах VME, CPCI, EPIC, SBC 3,5", PC/104. Были представлены как уже хорошо зарекомендовавшие себя на рынке одноплатные компьютеры CPC303 и CPC502, так и новые разработки Fastwel: модель CPB902, серийный выпуск которой начат в 2005 году, и изделия CPC600 и CPC800, выпуск которых намечен на 2006 год. Все представленные изделия работают в расширенном температурном диапазоне, устойчивы к ударам и вибрациям и предназначены для ответственных применений в системах промышленной автоматизации и на транспорте.

Особый интерес у посетителей стенда вызвали два новых одноплатных компьютера: CPC600 в формате VME64/64X 6U, применяемый для управления подвижны-

ми объектами в системах повышенной ответственности, и CPC800 в формате EPIC, предназначенный для встраиваемых систем с повышенными требованиями к производительности. Оба изделия построены на базе высокопроизводительного процессора Intel Pentium M с частотой до 2 ГГц и набора системной логики Intel.

Внимание посетителей по-прежнему привлекает процессорный модуль CPC303 в формате PC/104, особенностью которого является наличие двух сетевых интерфейсов — Ethernet и CAN, именно такое сочетание функциональности редко встречается у других производителей.

За три дня выставки стенд компании Fastwel посетили около 200 человек, в основном это были представители компаний, занимающихся автоматизацией, системной интеграцией, дистрибуцией, а также представители транспортной отрасли и ВПК.

Такое внимание к продукции Fastwel не случайно: на сегодняшний день Fastwel является высокотехнологичной компанией мирового уровня, выпускающей надёжные изделия для ответственных применений.



Обсуждение партнёрского соглашения



Соглашение достигнуто

Во время выставки компания Fastwel провела переговоры о партнёрстве и подготовила к заключению контракты с тремя новыми дистрибьюторами из Германии, Израиля и Тайваня. ●

Только для умных голов!

новый
журнал
для
специалистов

- События рынка
- Компоненты
- Схемные решения
- Модули и приборы
- Системы и сети
- Проектирование и моделирование
- Технологии и материалы

**СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА** 2005

**СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА**

Тел.: (495) 232-0087 • WWW.SOEL.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».

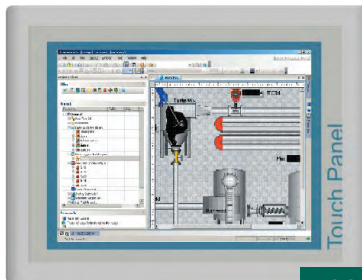
*Карточку можно также заполнить
на сайте журнала «СТА»:*

www.cta.ru

Сенсорные операторские панели VIPA

Компания VIPA начала поставки графических операторских панелей серии TP. Модельный ряд включает монохромные и цветные устройства с размером диагонали экрана от 5,4" до 10,4", которые работают под управлением ОС Windows CE.NET 4.2. Панели оснащены сенсорным экраном и имеют степень защиты IP65 по передней панели, что позволяет использовать их в жёстких промышленных условиях.

Программирование панелей осуществляется с помощью пакета MoviconX®-real flexible, поддерживающего векторную графику. Изображение может иметь как ландшафтную, так и портретную ориентацию. Для обмена данными устройства имеют различные интерфейсы: RS-232/422/485, USB и Ethernet. Стандартно поддерживаются протоколы PROFIBUS-DP и MPI. Обширный набор драйверов обеспечивает подключение панелей к контроллерам других производителей. Возможность параллельной работы до 4 коммуникационных драйверов позволяет реализовывать на базе панелей коммуникационные шлюзы различной конфигурации. ●



#284

Неприхотливые ЖК-дисплеи SHARP Microelectronics для автомобильных применений

Компания Sharp Microelectronics Europe расширила ряд своих жидкокристаллических дисплеев, выпустив на европейский рынок 6,5-дюймовые LQ065T9DZ01 и 8,8-дюймовые LQ088H9DZ01 TFT-дисплеи. Используемая в них технология Super Mobile Technology гарантирует стабильно высокое качество изображения и широкий угол обзора, независимо от условий внешней освещённости.

Новые дисплеи также обеспечивают чёткость изображения: технология Mobile ASV увеличивает угол обзора до 160°. Устройства обеспечивают широкоэкранный формат изображения 16:9 или 8:3 с разрешениями (400×RGB)×240 или (640×RGB)×240 пикселей и отображают 262 144 цветовых оттенков.

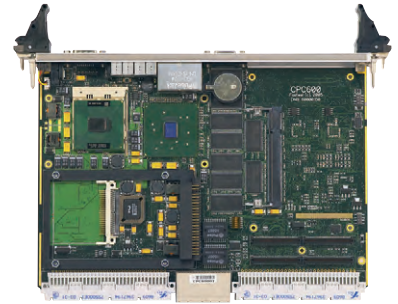
В выключенном состоянии устройства могут выдерживать температуры от -40 до +85°C. Диапазон рабочих температур лежит в пределах от -30 до +85°C. ●



#266

СРС600 — отечественная VME-платформа для ответственных приложений

Компания Fastwel расширяет ассортимент своей продукции процессорной платой СРС600 в формате VME64/64X 6U, широко распространённой в военных системах и системах повышенной ответственности. СРС600 базируется на процессоре Intel Pentium M с частотой до 2 ГГц и отвечает всем требованиям для эксплуатации в жёстких условиях. Рабочий температурный диапазон СРС600 составляет -40...+85°C (без принудительного охлаждения), хранения -55...+95°C. Плата сохраняет работоспособность при вибрациях до 5g и ударах до 50g благодаря напаянным компонентам — процессору, ОЗУ (до 2 Гбайт DDR) и флэш-диск 32 Мбайт. Высокая производительность системной шины поддерживается широким набором интерфейсов: 4×Gigabit Ethernet, 6×USB 2.0, EIDE, SerialATA. Мощная видеосистема с разрешением до 2048×1536 точек поддерживает как плоские TFT-панели, так и стандартные ЭЛТ. На плату могут устанавливаться 64-битовые модули PMC. ●



#449

Стереоскопические дисплеи SD1710 Planar Systems

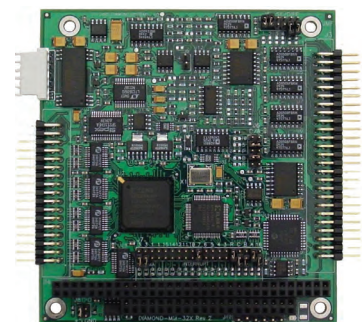
Компания Planar Systems представила изделия серии SD, в основу которых положена новаторская технология StereoMirror. В модели SD1710 используется два 17-дюймовых AMLCD-монитора с разрешением SXGA (1280×1024 пикселей). Немерцающий режим работы позволяет следить за картинкой в расширенном стереорежиме. За изображением на мониторе могут одновременно наблюдать несколько пользователей. Кроме того, прибор имеет достаточную яркость для работы при нормальном офисном освещении. Изделия серии SD могут использоваться при помощи большого количества приложений Windows, DirectX или OpenGL, поддерживающих стереорежим. Устройства совместимы с рядом доступных для приобретения графических плат. Информация для левого и правого глаза передаётся в соответствующий монитор непосредственно через интерфейс DVI. При этом не требуется дополнительного оборудования или обработки данных. ●



#153

DMM-32X — автокалибровка в действии

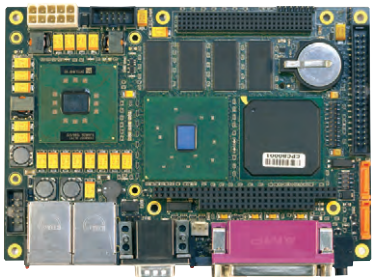
Компания Diamond Systems начала поставки платы аналогового ввода-вывода DMM-32X-AT в формате PC/104. Новинка обладает уникальным эксплуатационным достоинством: процесс калибровки аналоговых входов и выходов полностью автоматизирован. Наличие на плате высокоточного источника опорного напряжения и датчика температуры позволяет поддерживать точность измерения на максимальном уровне при любых изменениях окружающей среды. DMM-32X-AT позволяет измерять до 32 аналоговых сигналов с разрешением 16 бит и частотой 250 кГц. Буфер FIFO объёмом 1024 слова гарантирует непрерывность измерений, а поддержка прерываний позволяет использовать DMM-32X-AT в системах реального времени. Наличие 24 линий DIO, 2 счетчиков/таймеров и 4 каналов аналогового вывода позволяет полностью автоматизировать объект. Программная поддержка платы включает драйверы под DOS, Windows, Linux и QNX. Диапазон рабочих температур лежит в пределах от -40 до +85°C. ●



#222

СРС800 — надёжный «мотор» современных встраиваемых систем

Компания Fastwel объявила о скором выпуске встраиваемых процессорных плат СРС800 в формате EPIC на базе процессора Intel Pentium M с частотой до 2 ГГц. Новое изделие поставляется с напаянными памятью до 1 Гбайт DDR и флэш-дискон 32 Мбайт. Видеосистема СРС800 поддерживает разрешение до 2048×1536 точек, ЭЛТ-дисплеи и плоские панели, присутствует и аудиоконтроллер стандарта AC'97 2.3. Набор портов ввода-вывода включает 2 канала Gigabit Ethernet, 4×COM, 4×USB 2.0, 1×LPT. Поддерживаются накопители с интерфейсами EIDE, SerialATA и CompactFlash. Функциональность изделия может расширяться модулями PC/104 и PC/104-Plus. Компактный размер 115×165 мм позволяет применять плату в любых встраиваемых приложениях. СРС800 может эксплуатироваться при вибрациях до 5g и ударах до 50g в температурном диапазоне от -40 до +85°C без принудительного охлаждения. Высокая надёжность изделия обеспечивается сторожевым таймером, аппаратным мониторингом рабочих параметров и другими промышленными расширениями. ●



#449

Взять от чипсета максимум

Инженеры компании iBASE смогли полностью раскрыть потенциал популярного чипсета Intel 865G, создав полноразмерную PICMG-плату IB865. Установленный на ней процессорный разъем — не Socket478, как следовало бы ожидать, а LGA775! Это позволяет использовать вместе с ней наиболее актуальные ЦП Intel с частотой до 3,8 ГГц. Плата имеет встроенный в чипсет видеоадаптер, но её графическую функциональность можно значительно расширить, используя имеющийся слот MicroAGP, в который устанавливается, например, контроллер ATI Mobility M10 с 64 Мбайт памяти. Для работы в сети IB865 может иметь 2 интерфейса: Fast + Gigabit Ethernet. Южный мост чипсета позволяет объединить 2 жёстких диска с интерфейсом SerialATA в RAID-массив 0-го или 1-го уровня. Как и большинство PICMG-решений, IB865 поддерживает шины ISA и PCI. ●



#66

Малоформатные ЖК-дисплеи Sharp со светодиодной системой задней подсветки

Компания Sharp предлагает малоразмерные (размер диагонали 3,52") цветные активно-матричные модули ЖК-дисплеев на основе тонкопленочных транзисторов (Advanced TFT) с системой задней подсветки на основе светодиодов (LED). Работа ЖК-дисплея LQ035Q7DH02F возможна в двух режимах: просветном (источник света располагается позади поляризаторов и отражатель пропускает свет, идущий сзади) и отражательном. Модуль состоит из цветной TFT LCD-панели, схемы усилителей на интегральных микросхемах, системы подсветки, сенсорного экрана и герметизированного с обратной стороны корпуса. Графическое и текстовое изображение может быть представлено на панели с разрешением 240×320 точек с 262 144 цветами. Габаритные размеры устройств — 65×86,2×4 мм (без гибкого соединителя), вес — 45 г. Поставляется также модель без сенсорного экрана LQ035Q7DH03F. ●



#266

Источник питания Nemic-Lambda с высокой удельной мощностью

Компания Nemic-Lambda, один из крупнейших мировых производителей источников электропитания, дополнила свой ряд одноканальных источников электропитания для промышленных применений блоками питания серии HWS1500 мощностью 1500 Вт. Изделия монтируются в стандартных каркасах высотой 2U, что на 60% меньше размера источников питания предыдущего поколения. Семейство HWS1500 включает в себя модели с выходными напряжениями 12, 15, 24 и 48 В. Устройства работают от сети переменного напряжения с предельными значениями отклонения напряжения питающей сети 85 и 265 В. Серия разработана для применения в АСУ ТП, испытательном и измерительном оборудовании, системах отображения информации на основе большеформатных дисплеев, аппаратуре средств связи и телерадиовещательном оборудовании. Диапазон рабочих температур лежит в пределах от -10 до +70°C. Габариты изделий — 127×82×280 мм, масса — 3,8 кг. ●



#219

Размер Mini-ITX по вертикали — 1U

Корпус GHI-106 производства компании Akiwa является моделью для монтажа в стойку высотой 1U. Его основной «изюминкой» является то, что в него устанавливаются платы формата Mini-ITX (например, производства VIA или iBASE). Таким образом, корпус позволяет создать компактный и экономичный сервер, например, для работы с электронной почтой небольшого предприятия или обслуживания его веб-сайта. Помимо платы в корпусе помещается блок питания ATX мощностью 200 Вт, жёсткий диск и малогабаритные дисковод и оптический накопитель. На передней панели GHI-106 расположены 2 USB-порта. Для расширения функциональных возможностей платы Mini-ITX предусмотрен один отсек для установки периферийной платы. Размеры корпуса составляют всего 483×43×220 мм, его вес — 4,8 кг. ●



#63

SLX 718 — универсальный регистратор аналоговых данных

Цифровой регистратор аналоговых данных SLX 718 — это новый компактный измерительный прибор, выпущенный компанией Dataforth. Используемые в нем модули нормализации аналоговых сигналов серии 8В и встроенная микропроцессорная система позволяют использовать прибор не только совместно с персональным компьютером, но и как автономный регистратор данных. Для накопления информации в приборе используется накопитель Compact Flash.

Прибор позволяет установить 8 любых модулей нормализации сигналов серии 8В, рассчитанных на практически любой источник сигнала: термодатчики, тензомосты, токовые сигналы. Скорость записи значений может быть установлена в диапазоне от 6,2 значений в час до 14400 значений в секунду при разрешении АЦП 14 бит. Обмен данными с компьютером возможен по интерфейсам USB и Ethernet.

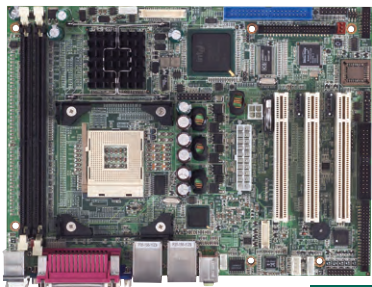
Прибор имеет хорошую программную поддержку: пакет для записи и отображения сигналов WIN-DAQ® и библиотеки ActiveX Library. ●



#97

Мини для ATX от Advantech: нравится всем

Компания Advantech приступила к продажам материнской платы AIMB-640. Благодаря новому форм-фактору miniATX AIMB-640 занимает на 25% меньше площади, чем стандартные платы microATX, оставаясь совместимой с ними по расположению разъёмов и монтажным отверстиям. Плата поддерживает процессоры Socket 478 Intel® Celeron® D/Pentium® 4 и до 2 Гбайт DDR SDRAM. Видеосистема с 2D/3D-ускорителем позволяет выводить две независимые картинки на любую комбинацию интерфейсов ЭЛТ + LVDS / DVI + LVDS / ЭЛТ + DVI. Дополнительно плата может оснащаться ТВ-выходом. Аудиоконтроллер отвечает стандарту AC'97. Набор портов включает в себя 6×USB 2.0, 6×COM, 2×SerialATA, 2×Ethernet, IrDA, FDD, LPT. Расширить функциональность платы можно при помощи карт miniPCI или стандартных плат PCI, для установки которых предусмотрены 3 слота. Повышенная надёжность обеспечивается сторожевым таймером и возможностью применения твердотельных дисков CompactFlash. ●



#111

Компактные выносные 120-ваттные AC/DC-преобразователи с конвекционным охлаждением

Компания XP Power выпустила серию AML120 — семейство компактных 120-ваттных AC/DC-преобразователей для внешней установки, характеризующихся удельной мощностью 4,9 Вт/дюйм³. Типовое значение КПД составляет 86% при полной нагрузке, диапазон рабочих температур 0...+70°C. Тепловой режим устройств полностью обеспечивается конвекционным охлаждением. Отсюда небольшие габаритные размеры (167×65×37 мм) и повышенная надёжность приборов.

Изделия имеют универсальный вход (90-264 В переменного напряжения). Стандартными сервисными функциями являются защита от перенапряжения, перегрузки по току и короткого замыкания.

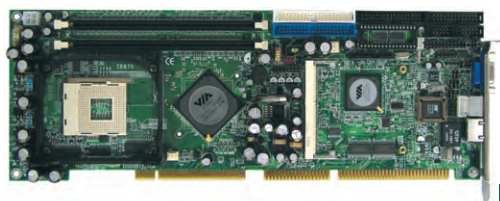
Доступны 9 моделей с номинальными выходными напряжениями от 12 до 48 В. Коэффициент стабилизации выходного напряжения составляет ±5%. Максимальное значение переменной составляющей (пульсация) выходного напряжения лежит в пределах ±2% от номинального значения (от пика до пика). ●



#224

Производительные системы могут быть доступнее

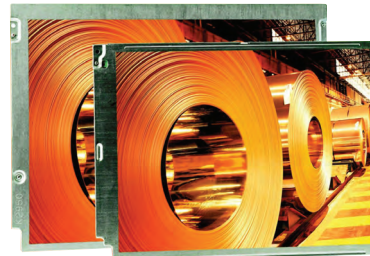
Не секрет, что высокая производительность компьютерных систем прямо пропорциональна их стоимости. С этим трудно бороться, но способы всё же существуют. Компания iBASE выпустила бюджетную PICMG-плату для процессоров Intel Pentium 4 — IB870. Экономия достигается за счёт использования набора системной логики от стороннего производителя. В данном случае это VIA PM880. Чипсет поддерживает процессоры в исполнении Socket478 с частотой до 3,2 ГГц (системная шина 800 МГц) и DDR-память класса PC3200 объёмом до 2 Гбайт. Плата имеет встроенный видеоадаптер, но также оснащена и слотом MicroAGP для расширения графических возможностей. В качестве сетевого интерфейса может выступать как Fast Ethernet, так и Gigabit Ethernet. Шинами платы являются PCI и ISA. Для подключения внешних устройств предусмотрено 4 порта USB 2.0 и 4 последовательных порта (включая 1 RS-232/422/485). ●



#66

Первый жидкокристаллический дисплей SHARP серии Strong 2 для промышленных применений

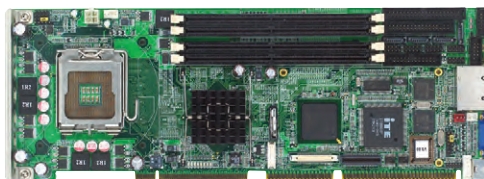
Компания Sharp Microelectronics Europe начала поставки 12,1-дюймового жидкокристаллического дисплея LQ121S1DG61 для применения в жёстких условиях. Эта модель является первой в серии ЖК-дисплеев Strong 2 (упрочнённые дисплеи). Изделия этого семейства отличаются расширенными диапазонами рабочих температур и температур хранения (от -30 до +80°C), повышенной устойчивостью к вибрационным и ударным воздействиям, а также давлению на поверхность экрана. Высокие яркость (450 кд/м²) и контрастность (600:1) создают оптимальные условия для просмотра изображения даже при ярком внешнем освещении. Устройства имеют разрешение 800×600 пикселей и отображают 262144 цветовых тона. Габариты изделий составляют 276×209×11 мм. Дисплеи серии Strong 2 подходят для применений в сложных промышленных условиях и в оборудовании наружной установки. ●



#267

Новый виток производительности однопроцессорных промышленных ПК

Сочетание процессора Intel Pentium 4 и платы в формате PICMG обрело новое дыхание: на его основе компания Advantech разработала новое решение — PCA-6190. Плата построена на базе системной логики Intel 915GV (системная шина 800 МГц) и имеет процессорный разъём LGA775 для ЦП Intel Pentium 4 с частотой до 3,8 ГГц. Плата поддерживает до 4 Гбайт памяти класса DDRII 400/533, оснащена 4 разъёмами SATA и двухканальным IDE-контроллером. Внешними шинами PCA-6190 являются PCI 32 бит/33 МГц и ISA (без поддержки режима DMA). Для работы в сетях предусмотрено до двух интерфейсов Gigabit Ethernet, работающих на шине PCI Express. PCA-6190 имеет встроенные видео- и аудиоконтроллеры, причем первый может иметь 2 выхода: VGA и DVI. Для подключения периферийных устройств плата поддерживает 2 порта USB 2.0 и 2 с интерфейсом RS-232. ●



#118

UNIDRIVE SP — платформа для построения распределённых систем управления

Компания Control Techniques (Великобритания) представляет универсальный электропривод нового поколения — Unidrive SP. (220-690 В, до 1,5 МВт).

Такие функции, как синхронизация, намотка/размотка, вычисление длины и диаметра, поддержание момента и скорости (0,001%), рекуперация, а также встроенный ПЛК и работа с любыми типами электродвигателей переменного тока, позволяют решить абсолютно все задачи.

Unidrive SP спроектирован для применения в металлургии, ЦБП, резиновой, кабельной промышленности, на объектах энергетики и в подъёмно-транспортном оборудовании.

Контроль Техникс располагает в России сетью профессиональных сервисных центров и обеспечивает лучшую техническую поддержку оборудования. ●

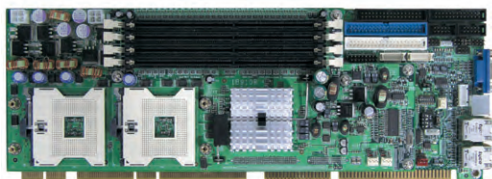
Представительство
Контроль Техникс:
Москва, 115114
Телефон: (495) 981-9811
Факс: (495) 981-9815
E-mail: ct.moscow@controltechniques.com



#135

2 процессора Xeon и 1 слот PICMG

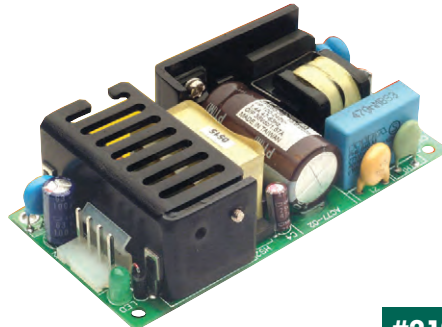
Способность компании iBASE создавать уникальную и технологически очень сложную продукцию ярко демонстрирует процессорная PICMG-плата IB910. Она построена на базе чипсета Intel E7501 и поддерживает установку 2 процессоров Intel Xeon с частотой до 3,06 ГГц. Максимальный объем ОЗУ равен 8 Гбайт (используются буферизованные DDR-модули с автоматической коррекцией чётности). В качестве видеоадаптера выступает интегрированный контроллер ATI Mobility M7 с 16 Мбайт памяти. Для подключения накопителей предусмотрены 4 канала SerialATA и 2 канала UltraATA/100. IB910 поддерживает традиционную для PICMG-решений шину ISA, а также шину PCI-X, предназначенную для интенсивного обмена данными. Плата имеет 2 интерфейса Gigabit Ethernet, для подключения периферийных устройств может быть задействовано 4 порта USB, 1 — RS-232 и 1 — RS-232/422/485. ●



#66

Источники питания Nemic-Lambda серии ZPS/ZPD/ZPT для компактных приложений

Компания Nemic-Lambda представила ряд ИВЭП с выходными мощностями 40-60 Вт. Серия состоит из 27 моделей; одноканальные модели имеют набор выходных номинальных напряжений 3, 5, 9, 12, 15, 24, 30, 36 и 48 В в диапазоне выходных мощностей от 40 до 60 Вт, в то время как двухканальные модели обеспечивают 5 и 12 или 5 и 24 В при 40 Вт выходной мощности. Трёхканальные модели имеют номинальные значения выходных напряжений 3, 5, 12, 15 и 24 В с положительными и отрицательными полярностями. ИВЭП серии ZPS/ZPD/ZPT способны работать от сетей переменного напряжения в диапазоне от 90 до 264 В или сетей постоянного напряжения с предельными отклонениями 120-370 В. Стандартная площадь печатной платы составляет 51×102 мм, высота профиля — всего 30,5 мм. ●



#219

Жидкокристаллический малыш

Популярная линейка промышленных плоскочеловеческих мониторов Advantech пополнилась компактной моделью FPM-3060G, предназначенной для приложений, имеющих высокие требования к размерам оборудования. Монитор имеет диагональ размером всего 6" и максимальное разрешение 640×480 пикселей. Корпус FPM-3060G изготовлен из нержавеющей стали, степень защиты передней панели соответствует уровню IP65. Монитор способен отображать до 262 тысяч цветов и имеет высокий уровень яркости — 400 кд/м². FPM-3060G может быть оснащён резистивным сенсорным экраном с интерфейсом RS-232 или USB. Удобству использования монитора способствует разнообразие способов его крепежа: он может быть вмонтирован в панель, прикручен к подставке стандарта VESA или напрямую к устройствам серий UNO-2000 и MBPC-200. Благодаря своей ударо- и вибростойкости, а также диапазону рабочих температур от 0 до 60°C, модель FPM-3060G является оптимальной для эксплуатации в жёстких промышленных условиях. ●



#101

PCM-9374: всё вдвое

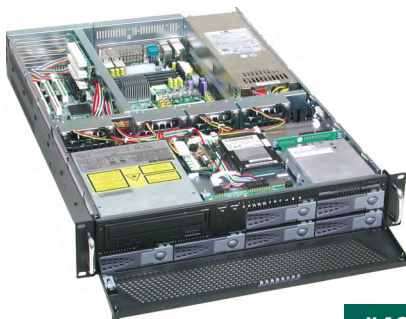
Новая компактная (3,5") платформа для встраиваемых систем от компании Advantech PCM-9374 — эффективное решение для киосков, АСУ ТП и многих других приложений. Процессор VIA Eden с рабочей частотой 400/667 МГц (без вентилятора до +60°C) и 1 ГГц, а также поддержка до 1 Гбайт SDRAM составляют мощное вычислительное ядро. Мультимедийные функции включают поддержку двух независимых мониторов, аудиоинтерфейс и ТВ-выход (опция). 2D/3D-ускоритель, до 64 Мбайт видеопамати и разрешение до 1920×1440 точек обеспечивают человеко-машинный интерфейс любой степени сложности. Два канала Ethernet, 5 портов USB 2.0 и 2×COM позволяют подключать широкий спектр периферийных устройств. Расширение функциональности также возможно посредством применения стандартных модулей с высокопроизводительной шиной PCI-104. Поддержка твердотельных дисков CompactFlash позволяет создавать на базе PCM-9374 высоконадёжные системы управления, не содержащие движущихся частей. ●



#109

Храните данные в 2U

Корпус компании Akiwa GHI-281 позволяет создать компактный файловый сервер среднего уровня: его высота составляет 2U, на его передней панели находятся 6 отсеков для дисков «горячей» замены с интерфейсом IDE, SATA или U320 SCSI. Там же находятся 2 порта USB. Кроме дисков «горячей» замены, в корпус можно установить оптический накопитель формата 5,25", малогабаритный дисковод и НЖМД формата 2,5". Модель GHI-281 совместима с материнскими платами вплоть до формата Extended ATX (то есть подойдут и двухпроцессорные решения для процессоров Intel Xeon) и может комплектоваться как одиночными, так и резервированными блоками питания мощностью до 600 Вт. В состав корпуса также входят 4 мощных вентилятора и плата термодатирования. Для периферийных плат расширения предусмотрено 3 отсека. Модель GHI-281 имеет стандартную для решений подобного класса глубину 650 мм и весит 18,5 кг. ●



#63

Мощная графика в маленьком формате

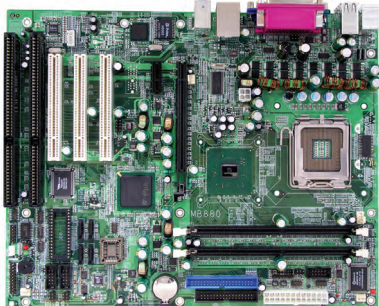
Целый класс приложений выдвигает жёсткие требования к обслуживаемым им системам: они должны быть компактными и производительными, включая и графическую составляющую. Аргументированным ответом на данный вызов является материнская плата формата Mini-ITX — iBASE MB870. Она построена на базе чипсета ATI RS300M и поддерживает ЦП Intel Pentium 4 с частотой до 3,2 ГГц (исполнение Socket478, системная шина до 800 МГц). Графическая подсистема платы — чип IGP910 — является самой мощной среди всех встроенных видеоадаптеров (на плате есть выходы VGA и TV-out). MB870 оснащена двумя каналами UltraATA/100 и двумя SerialATA, для работы в сети используется контроллер Fast Ethernet. Плата поддерживает до 4 портов USB 2.0 и 4 последовательных портов. Для расширения функциональности платы можно использовать слот PCI. ●



#67

Современная классика

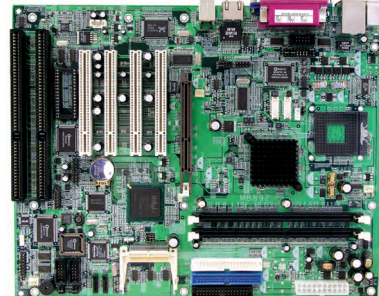
iBASE MB880 является точным ответом на вопрос, какой должна быть современная материнская плата для промышленных приложений. Это решение в формате ATX построено на базе системной логики Intel 915G и поддерживает ЦП Intel Pentium 4 в конструктиве LGA755 с частотой до 3,8 ГГц. На MB880 можно установить до 2 Гбайт DDR-памяти класса PC3200. Для подключения жёстких дисков предусмотрено 4 порта Serial ATA. Плата может похвастаться разнообразием слотов для подключения периферийных плат: 1 PCI Express X16, 1 PCI Express X1, 3 PCI и 2 ISA, которые до сих пор востребованы в промышленных приложениях. MB880 поддерживает 6 портов USB 2.0 и 4 последовательных порта (3 RS-232 и 1 RS-232/422/485). Плата имеет встроенные видео- и аудиоконтроллеры, в качестве сетевых интерфейсов выступают 2 канала Gigabit Ethernet. ●



#67

Pentium M «подружился» с ISA в формате ATX

На рынке промышленной автоматизации уже есть материнские платы для Pentium M, но компания iBASE представила решение, которое имеет свою изюминку. MB892F также поддерживает производительные и малогорячие процессоры Pentium M с частотой до 2 ГГц, но при этом оснащена двумя слотами ISA, чего не было у ранее представленных моделей. Вдобавок к слотам ISA на плате также распаяны 4 слота PCI и 1 AGP. Последний задействовать необязательно, так как чипсет Intel 855GME, на котором построена плата, уже имеет встроенный видеоконтроллер (как, впрочем, и аудиоконтроллер). MB892F имеет 2 сетевых интерфейса: Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, для подключения периферийных устройств предусмотрено 6 портов USB 2.0, 1 Firewire (IEEE 1394) и 4 последовательных (3 RS-232 и 1 RS-232/422/485). ●



#67

DC/DC-преобразователи серии PSS/PSD для поверхностного монтажа

Компания Nemic-Lambda анонсировала новый ряд устройств сверхкомпактной серии DC/DC-преобразователей PSS/PSD для поверхностного монтажа (SMT). Линейка состоит из 48 различных моделей в одноканальном исполнении (серия PSS) и 20 моделей в двухканальном исполнении (серия PSD). Обе серии включают модели для работы от напряжений 5, 12, 24 и 48 В, каждая с номинальными выходными напряжениями 3,3, 5, 12/15 В и значениями токов нагрузки от 0,4 до 2,5 А в зависимости от конкретной модели. Приборы имеют небольшую массу и отвечают требованиям европейской директивы RoHS по применению бесвинцовых припоев. Кроме того, они являются полностью автономными устройствами. Суммарная неустойчивость выходного напряжения составляет $\pm 5\%$, типичные значения КПД — от 73 до 84% в зависимости от выбранной модели. Габариты устройств серий PSS и PSD варьируются от 20х16х8 мм до 41х26х8,5 мм. ●



#220

Устройства сбора данных Advantech: теперь и для USB

Компания Advantech начала поставки новой серии устройств сбора данных и управления, базирующихся на интерфейсе USB. Первое изделие серии называется USB-4711 и представляет собой универсальный модуль ввода-вывода, который имеет в своем составе 16 каналов аналогового ввода, позволяющих оцифровывать сигналы с 12-разрядным разрешением и максимальной скоростью до 100 тыс. отсчетов в секунду. Кроме того, в модуле имеется 2 канала аналогового вывода с 12-разрядным разрешением, по 8 каналов дискретного ввода и вывода с уровнями ТТЛ, а также один 16-разрядный счетчик/таймер. Для подключения сигналов применяется съемный клеммный соединитель. Благодаря использованию интерфейса USB внешний источник питания для изделия не требуется. С модулем USB-4711 поставляется богатый набор функциональных библиотек и элементов ActiveX для самостоятельной разработки приложений, а также драйверы для пакета LabVIEW. ●



#119

В ногу со временем

Актуальность продукции — это один из важнейших факторов её успеха. Понимая это, компания Advantech произвела ревизию 4U-корпуса IPC-623, поддерживающего 20-слотовые кросс-панели и мультисистемные конфигурации. Новая модель IPC-623-B сохранила такие достоинства предшественницы, как облегчающая обслуживание двухсекционная верхняя крышка, мощные вентиляторы «горячей» замены, антивибрационное крепление дисковой корзины, индикационное табло на передней панели. Основные изменения в новой модели коснулись подсистемы питания корпуса. Появились модификации корпуса с резервированными блоками питания мощностью 570 Вт (схема 2+1) и 810 Вт (3+1), которые отлично подходят для работы с современными 2- и 4-системными конфигурациями. Исходя из пожеланий пользователей, компания Advantech оснастила IPC-623-B двумя входами для подачи питания (а не одним, как предыдущую модель), что повысило уровень её отказоустойчивости. ●



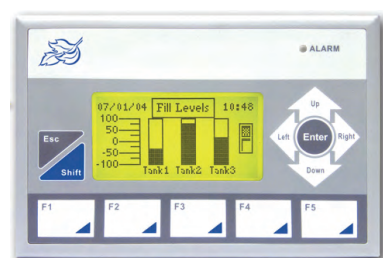
#116

Маленькая панель с большими возможностями

Компания ПРОСОФТ начала поставки компактной панели оператора BLU300M, предназначенной для использования в относительно простых системах управления. Панель имеет монохромный графический ЖК-дисплей с диагональю 3" и разрешением 128х64 точки, 5 функциональных и 7 служебных клавиш, порты RS-232 и RS-485, а также часы реального времени.

Простой в освоении пакет конфигурирования обеспечивает создание в рамках проекта до 999 экранных форм с использованием в них более чем 500 готовых графических элементов, столбчатых и аналоговых индикаторов, а также текстовых сообщений, в том числе и на русском языке.

Панель может работать с контроллерами таких производителей, как Siemens (Simatic S7-200), Allen-Bradley, Omron, GE Fanuc и Kooyo. Наличие поддержки протокола ModBus RTU позволяет также подключать её к таким контроллерам, как WAGO I/O, Fastwel I/O, ADAM-5510KW и др. ●



#136

Блоки питания Nemic-Lambda серии DPP для установки на DIN-рейку

Компания Nemic-Lambda представила новое поколение одноканальных источников электропитания AC/DC для монтажа на DIN-рейку. Серия DPP состоит из восьми изделий с выходными напряжениями 5, 12, 15, 24 и 48 В (в зависимости от конкретной модели). Компактность, высокий КПД, низкое тепловыделение и длительный срок службы – вот основные достоинства ИВЭП новой серии. Приборы производятся с выходными мощностями 15, 25, 30, 50 и 100 Вт. Габаритные размеры моделей составляют от 22,8×75×91 мм для мало-мощных устройств до 72,5×75×96,7 мм для 100-ваттного модуля. Изделия работают от сетей переменного (85-264 В) и постоянного (90-375 В) напряжения и обладают встроенной защитой от перегрузки по току и перенапряжения. Конвекционное охлаждение применяется в диапазоне рабочих температур от -10 до +71°C. Типичное значение КПД составляет 89%, типичное значение среднего времени безотказной работы – 270 000 часов. Срок гарантийного обслуживания устройств – 2 года. ●



#219

Взрывозащищенные операторские терминалы серии iPC-Ex

Компания Pepperl+Fuchs ELCON начала поставки IBM PC совместимых операторских терминалов для установки во взрывоопасных зонах классов 1 и 2. Изделия имеют степень защиты IP65 и снабжены цветными дисплеями TFT (доступны 15", 18" и 21" мониторы). Операторские терминалы также включают в свой состав взрывозащищенные клавиатуры и мышь. Ряд конструкций может применяться в химической, нефтехимической и фармацевтической промышленности. Доступны различные серии изделий: варианты для монтажа на стенку, кронштейн и пол (AXENA, ORTRA, LETO, REX). Данные передаются из взрывоопасной зоны во взрывобезопасную по двухпроводному волоконно-оптическому кабелю на расстояние до 500 м. Устройства имеют маркировку взрывозащиты Ex qe [ib] IIC T4. Изделия сертифицированы в РФ (Сертификат соответствия № РОСС DE.МЕ92.В00450) и имеют Разрешение Федерального службы по технологическому надзору № PPC 00-14378. ●

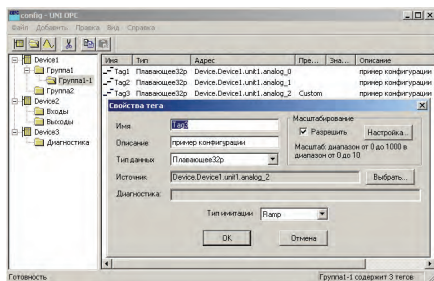


#123

Новая версия Universal OPC Server

Компания Fastwel выпустила очередную версию Universal OPC Server. Этот продукт представляет собой комплект разработчика OPC-серверов и обладает низким «порогом освоения». Он давно пользуется заслуженной популярностью там, где необходимо в короткий срок обеспечить подключение нестандартного оборудования к SCADA-системе. При этом программисту не требуется разбираться в тонкостях спецификаций OPC и заниматься созданием пользовательского интерфейса. Всё, что нужно сделать, это написать динамическую библиотеку (DLL), реализующую обмен данными с оборудованием, а остальное сервер возьмет на себя.

В версии 2.47 добавлена возможность работы с тегами строкового типа, а также реализовано автоматическое создание конфигурации сервера, что в ряде случаев позволяет избавиться от необходимости описывать все используемые теги вручную. Обновление программы, а также документацию и бесплатную оценочную версию можно загрузить с сервера ftp.prosoft.ru. ●



#440

Многофункциональная мощь для бескомпромиссной защиты

Компания Advantech представила платформу FWA-6280A для обеспечения Интернет-безопасности на предприятии. Данная основа для межсетевого экрана/VPN-шлюза представляет собой корпус высотой 2U, в котором находится специализированная плата, построенная на базе чипсета E7520 и поддерживающая до двух ЦП Intel Xeon с системной шиной 800 МГц. Платформу можно укомплектовать регистровой памятью класса DDR-II 400 с автоматической коррекцией ошибок объемом до 12 Гбайт и двумя жесткими дисками, которые могут быть заменены в «горячем» режиме с передней панели. Там же находятся выходы восьми сетевых интерфейсов Gigabit Ethernet, одного Fast Ethernet для удаленного управления (для локального управления платформа оснащена ЖК-дисплеем), 2 порта USB и 1 — RS-232. Система может иметь как одиночный, так и резервированный блок питания мощностью до 500 Вт. Для подключения плат расширения предусмотрено до двух слотов PCI-X. ●



#119

SCAIME производит замену

Французская фирма SCAIME начала поставки измерительных преобразователей для датчиков веса серии CPJ, которые заменяют изделия сразу двух серий — CMJ и SMJ. При более низкой цене устройства новой серии обладают улучшенными техническими характеристиками:

- класс точности 0,05%;
- 4- и 6-проводная схема подключения;
- регулируемая чувствительность 0,1...20 мВ/В;
- полоса пропускания до 20 кГц;
- встроенный источник калибровочного сигнала;
- встроенный фильтр с 5 вариантами частоты среза;
- выходной сигнал 0-10 В, ±10 В или 4-20 мА;
- напряжение питания 24 В пост. тока.

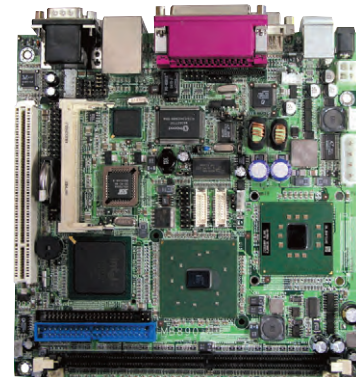
Преобразователи CPJ имеют три варианта по исполнению: в виде открытой платы, в корпусе для монтажа на DIN-рейку, а также в герметичном корпусе со степенью защиты IP66. Диапазон рабочих температур лежит в пределах от 0 до +70°C. ●



#413

Pentium M для компактных «малышей»

От современных компактных систем требуется не меньший уровень производительности, чем от их крупногабаритных собратьев, при этом вопрос их надлежащего охлаждения стоит намного острее. В таких ситуациях очень удобным решением является процессор Intel Pentium/Celeron M, и поэтому компания iBASE выпустила Mini-ITX плату MB890. Её основой является чипсет Intel 855GME, в который интегрированы видео- и аудиоадаптеры, а также контроллер Fast Ethernet. Плата поддерживает установку до 1 Гбайт DDR-памяти, для подключения накопителей предусмотрено 2 канала UltraDMA/100. Функциональные возможности MB890 могут быть расширены использованием слотов PCI и MicroPCI. Плата поддерживает до 6 портов USB 2.0 и 2 порта RS-232. Опционально этот список может быть расширен интерфейсами IEEE 1394 (Firewire) и TV-out. ●



#67

Система менеджмента качества Инженерной компании ООО «Прософт-Системы» соответствует требованиям ISO 9001:2000

В августе 2005 г. Инженерная компания ООО «Прософт-Системы» прошла сертификационный аудит, в ходе которого было подтверждено соответствие системы менеджмента качества компании требованиям стандарта ISO 9001:2000. Аудит проводился специалистами международной компании



Вручение сертификатов ISO 9001:2000 Инженерной компании ООО «Прософт-Системы»

KEMA Quality B.V., входящей в Международную Сеть органов по сертификации IQNet.

Действие сертификатов распространяется на следующие виды деятельности:

- проектирование, изготовление и внедрение автоматизированных информационно-измерительных систем контроля и управления энергоресурсами;
- проектирование, изготовление и внедрение автоматизированных систем контроля и управления технологическими параметрами;
- разработка, изготовление и внедрение приборов и систем электроавтоматики;
- разработка, изготовление и внедрение аппаратуры ВЧ-связи по ЛЭП;
- разработка и поставка программных продуктов;
- гарантийное и постгарантийное обслуживание поставленной продукции;
- поставка электронных компонентов и программного обеспечения для автоматизированных систем по номенклатуре фирмы ПРОСОФТ.

С момента основания компании совершенствование качества продуктов и решений и повышение эффективности деятельности являются одними из приоритетных



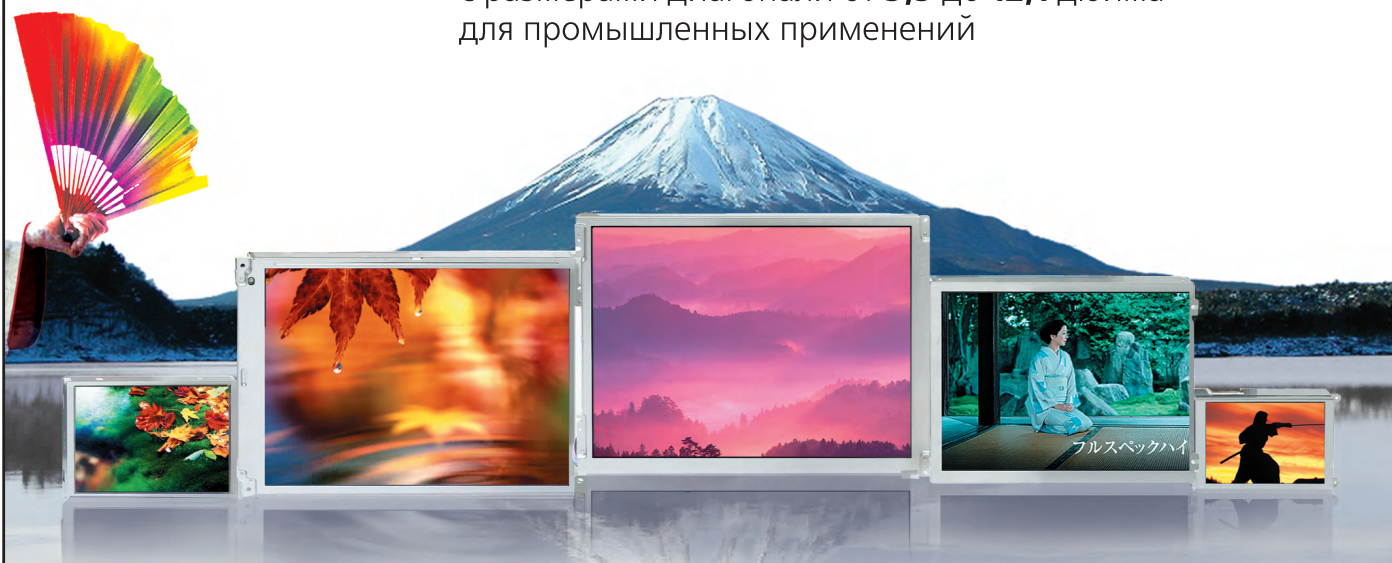
задач руководства. Внедрение системы менеджмента качества (СМК) компании началось в 2004 году и сопровождалось укреплением принципов эффективного управления качеством во всех подразделениях организации, на всех стадиях разработки и внедрения проектов. В процессе работы по созданию СМК приглашённые консультанты отметили, что эффективные принципы управления качеством уже давно и продуктивно использовались в компании, что заметно сказалось на общем успехе деятельности компании на рынке.

Признание независимым сертификационным органом соответствия системы управления качеством международным стандартам открывает новые перспективы для компании и способствует дальнейшему совершенствованию эффективности бизнес-процессов. ●

SHARP

Изображение японского качества

Цветные жидкокристаллические дисплеи с размерами диагонали от 3,5 до 12,1 дюйма для промышленных применений



- Разрешение: 240×320, 320×240, 400×240, 640×480, 800×600 пикселей
- Яркость: до 500 кд/м²

- Широкий угол обзора 140° (по горизонтали)/110° (по вертикали)
- Сменная система задней подсветки на основе люминесцентных ламп с холодным катодом и светодиодов

- Диапазон рабочих температур от -30 до +85°C
- Устойчивость к вибрационным и ударным воздействиям

Дистрибьютор ЖК-дисплеев фирмы Sharp – компания ПРОСОФТ
(495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

#267

ProSoft®

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 участвующими 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, обмениваясь опытом системной интеграции средств автоматизации производства,

контроля и управления. Публикация в этой рубрике является прекрасным шансом прорекламировать свою фирму и её возможности перед многотысячной аудиторией читателей нашего журнала и с минимальными затратами привлечь новых заказчиков. Рубрика призвана расширить для специалистов кругозор в области готовых решений, что, несомненно, создаст условия для прекращения «изобретательства велосипедов» и для выхода на более высокие уровни системной интеграции.

Система стабилизации величины pH в питательном тракте ТЭЦ

На Ефремовской ТЭЦ ОАО «ПТГК» успешно введена в эксплуатацию система автоматического управления процессом дозирования аммиака в питательный тракт котельно-турбинного цеха. Система реализует все функции типовой АСУ ТП. Однако особенностью системы является использование новейших алгоритмов идентификации объекта и цифрового модального управления процессом дозирования, в том числе:

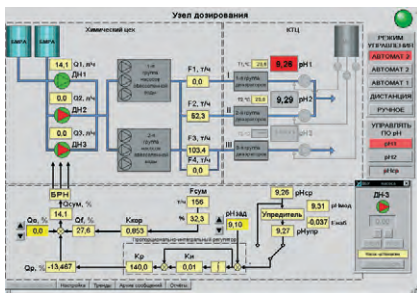
- автоматическая идентификация параметров передаточной функции объекта управления;
- автоматический расчёт оптимальных параметров алгоритмов упреждения и управления процессом;
- формирование упреждённых координат объекта с помощью его цифровой модели и наблюдателя полного порядка;
- формирование управляющего воздействия по возмущению и отклонению с использованием астатического регулятора.

Введение блока упреждения позволило компенсировать транспортное запаздывание в системе, равное примерно одному часу, обеспечив тем самым устойчивую и качественную стабилизацию величины pH на уровне 9.1 ± 0.1 ед.

Аппаратное обеспечение системы:

- контроллер WAGO I/O 750-841 с модулями ввода-вывода;
 - станция оператора АСУ модель IPC-510-SYS1.
- Программное обеспечение:
- пакет МЭК 61131-3 программирования контроллеров CoDeSys;
 - SCADA-система GENESIS 32 7.0. ●

ООО «АТМ», г. Тула
Телефон/факс: (4872) 30-7193, 38-0692
E-mail: atm@tula.net
Web: atm.tula.net



#61

Стенд проверки УОО СПИ «Ахтуба»

Научно-технический центр «АИР» разработал стенд для тестирования устройств оконечных объектов (УОО) автоматизированной системы охранно-пожарной сигнализации «Ахтуба».

Стенд предназначен для автоматизированного контроля УОО по электропараметрам в процессе производства и при ремонте в сервисных центрах по обслуживанию системы «Ахтуба».

В комплект программного обеспечения входят тесты для контроля семи типов УОО, а также программное обеспечение метрологической аттестации стенда. Программное обеспечение стенда работает под операционной системой Windows 98.

Стенд изготавливается на основе компонентов в промышленных компьютерах фирмы Advantech: платы центрального процессора PCA-6753F, объединительной восьмислотовой платы PCA-6108, источника питания стандарта ATX PS-260-610.

В один из слотов объединительной платы устанавливается адаптер проверки УОО, выполненный в виде платы стандарта ISA с применением SMD-технологии и микросхем ПЛИС.



В корпусе стенда устанавливается жёсткий диск ёмкостью 40 Гбайт. Для переноса файлов на стенд используется накопитель USB Flash Drive ёмкостью 128 Мбайт. ●

НТЦ «АИР», г. Волжский
Волгоградской обл.
Телефон/факс: (8443) 39-3812, 39-3871, 39-3505
E-mail: ahtuba@stclair.ru

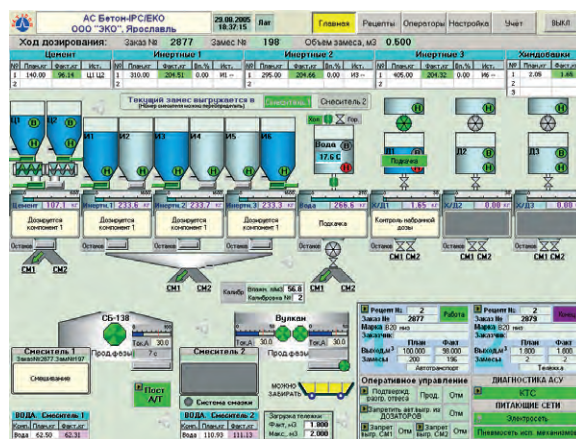
#260

АСУ ТП производства бетонных смесей

АСУ ТП под названием «Бетон-ИРС/ЕКО» (проект № 207 компании «Элтикон») введена в эксплуатацию в 2005 году на заводе железобетонных конструкций ООО «ЭКО» г. Ярославля.

Система управляет технологическим процессом производства товарного бетона, отгружаемого в автотранспорт, и бетонных смесей, поступающих в цех формовки конструкций. Режим исполнения заказов автоматический, включая контроль водоцементного отношения смесей непосредственно в смесителе с помощью СВЧ-сенсора влажности. АСУ ТП обеспечивает одновременное (параллельное) выполнение заказов с конвейеризацией процессов на общих технологических ресурсах, что позволяет достичь максимальной для конкретной линии производительности.

Человеко-машинный интерфейс оперативно-го управления имеет развитую систему отображения состояний механизмов, условных и текстовых сообщений о текущих фазах механизмов и агрегатов, оконную систему объявления директив, инструкций, уставок. Имеющаяся база данных обеспечивает хранение банка рецептов, сопровождение текущих заказов, архивирование и печать отчетных данных и т.д.



Управляющий комплекс АСУ ТП построен на вычислительных устройствах Octagon Systems, Advantech и УСО серии СА «Композит» компании «Элтикон».

В результате ввода АСУ ТП в эксплуатацию (взамен предшествующей) достигнуты необходимая производительность и надёжность работы линии, требуемое качество смесей. ●

Группа компаний «Элтикон»
г. Москва, телефон: (+7-495) 786-7670
г. Минск, телефон: (+375-17) 289-6333
E-mail: com@elticon.ru
Web: www.elticon.ru

#489

Средства связи для распределённых систем автоматизации

Предприятием ООО «Радиосистемы» введена в строй первая очередь системы автоматизации высокодебитного фонда скважин на месторождениях УДНГ-3 ОАО «Удмуртнефть» компании «ТНК-ВР».

Оборудование для автоматизации ГЗУ выполнено на базе контроллера RTU-188 фирмы Fastwel, что позволяет получать информацию от датчиков технологических параметров и управлять исполнительными механизмами.

Сбор и передача информации внутри куста или между близко расположенными кустами нефтедобычи (расстояние до 2 км), ведётся с использованием маломощных радиомодемов «Гамма-4151» или «Гамма-433», которые можно применять без получения разрешения Госсвязнадзора. Радиомодемы обеспечивают достоверную передачу цифровой информации от телеметрических датчиков измерительного, контрольного и технологического оборудования, устанавливаемого на стационарных объектах.

Успешная реализация проекта по автоматизации нефтяного месторождения подтвердила правильность решения в организации связи между удалёнными объектами и пунктами сбора информации посредством применения маломощных радиомодемов серии «Гамма», разработанных и выпускаемых ООО «Радиосистемы».

ООО «Радиосистемы», г. Ижевск
Телефон/факс: (3412) 42-4812,
42-3157, 40-4644
E-mail: info@radiosystem.ru
Web: www.Radiosystem.ru

Представитель в Перми:
ООО «Пром-А», г. Пермь
Телефон/факс: (342) 224-2232
E-mail: info@prom-a.ru
Web: www.prom-a.ru



#62

Система автоматического управления аппаратами воздушного охлаждения газа (САУ АВО)

Система предназначена для контроля поддержания требуемой температуры газа на выходе аппаратов воздушного охлаждения газа (АВО) путём автоматического управления двигателями АВО и МЭО (механизм электрический однооборотный) жалюзи.

Основные функции

- Автоматическое поддержание температуры газа в выходном коллекторе в заданных пределах.
- Защита от гидратообразования теплообменных труб АВО путём поддержания температуры воздуха под пучками труб или температуры стенок теплообменных труб выше точки гидратообразования.
- Контроль температуры окружающего воздуха и газа во входном коллекторе.
- Контроль параметров двигателей АВО (вибрационных характеристик, времени наработки на каждый двигатель и т.д.) и управление двигателями с учётом контролируемых параметров.
- Автоматический допуск и контроль сопротивления изоляции электродвигателей вентиляторов.
- Программный, последовательный плавный запуск группы электродвигателей или регулирование частоты вращения.
- Осуществление основных защит электродвигателей.
- Создание и хранение электронного «журнала событий», работа с технологическим ПК и информационный обмен с системой верхнего уровня по протоколу ModBus RTU.

Система построена на базе комплектующих таких фирм, как Octagon Systems, Wago, Schroff Siemens, Schneider Electric и др.

САУ АВО внедрена на объектах ОАО «Надымгазпром», ОАО «Сургутгазпром», ОАО «Томскгазпром», ЗАО «Пургаз», ООО «Ноябрьскгазодобыча», Коробковского ГПЗ и ОАО «Белтрансгаз» (Белоруссия).

ООО «Прософт-Системы», г. Екатеринбург
Телефон: (343) 376-2820
Факс: (343) 376-2830
E-mail: info@prosoftsystems.ru
Web: www.prosoftsystems.ru



#24

Автоматизированная система управления технологическими процессами сухой газоочистки

ЗАО «ВЕГА Плюс» совместно с АОЗТ «СРВ-Украина» сдали в промышленную эксплуатацию автоматизированную систему управления установкой сухой газоочистки для РТП4 на ООО «БЗФ», г. Братск.

Внедрение системы осуществлено в рамках комплексной программы по автоматизации всего технологического цикла ООО «БЗФ». Ранее в рамках этой программы были внедрены в промышленную эксплуатацию АСУ ТП «РТП1» и АСУ ТП «РТП4» (РТП — рудотермическая печь).

Основные функции АСУ ТП «ГОУ-4»: автоматизированное управление процессом регенерации рукавных фильтров, постоянный мониторинг основных параметров газоочистной установки (разрежения и температуры), газопылевого потока в различных точках установки, температуры подшипников дымососов, других параметров, аварийная и предупредительная сигнализация, ведение архивов, протокола работы системы, формирование отчетных форм и графиков.

КТС «ГОУ-4» спроектирован на базе IBM PC совместимых контроллеров и УСО фирмы Advantech, размещенных в 19" стойках фирмы Schroff.

Управляющие контроллеры выполнены на базе шасси АСР-4001 с процессорной платой PCL-6004. Наличие встроенного ЖК-дисплея и клавиатуры позволяет контроллеру быть полностью автономным.

ПО разработано с использованием SCADA Silver2.0 («СРВ-Украина») и функционирует под управлением ОС РВ QNX6.2.

АОЗТ «Системы реального времени-Украина», г. Днепропетровск
Телефон: (38-0562) 39-2223
Факс: (38-0562) 32-4759
E-mail: integration@rts.ua
Web: www.rts.ua



#209

Индексы продукции для карточки обратной связи

Страница	Компания	Индекс
2	Advantech	#113
19		#112
103		#111
104		#109
103		#118
104		#101
105		#119
106		#119
105		#116
102	Akiva	#63
104		#63
54	Belden CDT	#331
102	Dataforth	#97
101	Diamond	#222
21	Fastwel	#449
1		#439
55		#439
27		#449
44		#450
101		#449
102		#449
106		#440

Страница	Компания	Индекс
102	iBASE	#66
103, 104		#66
104		#67
105		#67
105, 106		#67
88	IEE	#363
71	Lippert	#195
105	Maple Systems	#136
69	Mitac	#171
24	M-Systems	#31
18	National Instruments	#228
73	Nemic-Lambda	#220
102, 104		#219
105		#220
106		#219
39	Octagon Systems	#5
61	Omron	#92
106	Pepperl+Fuchs Elcon	#123
53	Planar	#151
101		#153
106	Scaime	#413
65	Schroff	#74
13		#86

Страница	Компания	Индекс
107	Sharp	#267
101		#266
102		#266
103		#267
2-я обл.	Siemens	#226
16	SWD Software	#200
101	VIPA	#284
89	WAGO	#391
68	XP Power	#225
103		#224
108	ATM	#61
103	Контрол Текникс	#135
108	НТЦ АИР	#260
109	Пром-А	#62
4-я обл.	ПРОСОФТ	#27
11		#440
8		#30
64	Прософт-Системы	#24
109		#24
109	Радиосистемы	#62
109	Системы реального времени-Украина	#209
108	Элтикон	#489

Редакция журнала «Современные технологии автоматизации» 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 свое отражение в журнале.

Уважаемые рекламодатели,

журнал «СТА» имеет довольно большой для специализированного издания тираж до 20 000 экземпляров. Схема распространения журнала: по подписке, в розницу, через региональных распространителей, а также прямая рассылка ведущим компаниям стран СНГ — позволит вашей рекламе попасть в руки людей, принимающих решения о применении тех или иных аппаратных и программных средств.

Для оформления бесплатной подписки

на журнал «СТА» заполните форму на стр. 111 или на сайте www.cta.ru.

Принимается подписка

на 2006-й год во всех почтовых отделениях страны.

Индекс по каталогу «Роспечати» на полугодие — 72419, на год — 81872.

Индекс по объединенному каталогу «Пресса России» на полугодие — 27861, на год — 27862.

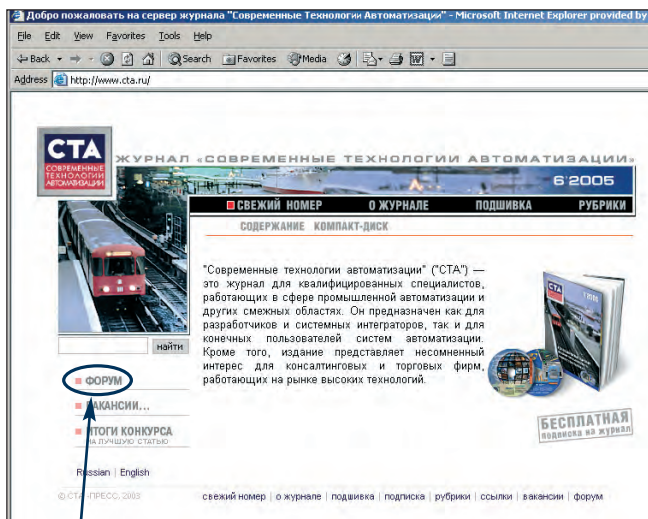
Телефоны агентства «Книга-сервис»: (495) 124-7110, 124-7113.

Подписку в странах дальнего зарубежья можно оформить в ЗАО «МК-Периодика»: тел. (+7 495) 681-9137, факс (+7 495) 681-3798.

Конкурс на лучшую статью

Продолжается конкурс на лучшую статью, опубликованную в журнале с 1-го номера 2005 г. по 4-й номер 2005 г. Авторы-победители будут отмечены денежными премиями. В качестве жюри конкурса выступают все читатели «СТА» (см. карточку обратной связи на стр. 111). Голосование также проводится на сайте www.cta.ru с первого января по двадцатое февраля 2006 года. Подведение итогов конкурса состоится во втором номере журнала за 2006 год.

«СТА» в Internet: www.cta.ru



Приглашаем читателей принять участие в работе форума на сайте журнала «СТА»: www.cta.ru

Заполните карточку для получения бесплатной информации или оформления подписки.
Отправьте её по адресу: 119313 Москва, а/я 26 или по факсу (495) 232-1653.
Карточку можно заполнить на web-странице журнала «СТА»: <http://www.cta.ru>



Если Вы получили журнал «СТА» бесплатно, укажите в этом поле номер из двух чисел, который напечатан на адресной наклейке конверта — это ускорит обработку анкеты.

Фамилия, имя, отчество: _____
Предприятие: _____
Должность: _____ Отдел: _____
Телефон: (_____) _____ Факс: (_____) _____
Код города (кроме Москвы) Номер Код города (кроме Москвы) Номер
E-mail: _____ Web: _____

Адрес предприятия:

Почтовый индекс: _____
Город, район, область: _____
Адрес: _____

Почтовый адрес для доставки журнала «СТА», если он отличается от адреса предприятия:

Почтовый индекс: _____
Город, район, область: _____
Адрес: _____

Какая продукция необходима Вашей фирме?

- | | |
|---|--|
| ☐ Компьютеры для встраиваемых применений | ☐ Твердотельные накопители на базе флэш-памяти |
| ☐ Промышленные компьютеры | ☐ Клеммы, соединители и кабели |
| ☐ PLC (программируемые логические контроллеры) | ☐ Корпуса, шкафы и стойки |
| ☐ Промышленные дисплеи, клавиатуры, «мыши» | ☐ ПО РВ и SCADA-системы |
| ☐ Платы ввода-вывода и модули УСО | ☐ Взрывобезопасное/искрозащищенное оборудование |
| ☐ Источники питания | ☐ Ноутбуки в промышленном и военном исполнении |
| ☐ Датчики и первичные преобразователи | ☐ Другое _____ |
| ☐ Радиоэлектронные компоненты | |

Область деятельности Вашей фирмы:

- | | |
|--|---|
| ☐ Авиация и космонавтика | ☐ Пищевая промышленность |
| ☐ Автоматизация зданий, строительство | ☐ Приборостроение |
| ☐ ВПК | ☐ Производство аппаратуры АСУ ТП |
| ☐ Горнодобывающая промышленность | ☐ Телекоммуникации |
| ☐ Добыча/транспортировка нефти/газа | ☐ Транспорт |
| ☐ Машиностроение | ☐ Фундаментальные НИОКР |
| ☐ Медицина | ☐ Химическая промышленность |
| ☐ Металлургия | ☐ Электроэнергетика |
| | ☐ Другая _____ |

Ваша фирма использует средства автоматизации для

- ☐ собственных нужд предприятия
☐ комплектации серийных изделий
☐ реализации проектов «под ключ»
☐ нужд НИОКР
☐ продажи

Количество работающих на Вашем предприятии:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ☐ до 10 чел. | ☐ более 100 чел. |
| ☐ 10–50 чел. | ☐ более 1000 чел. |
| ☐ 50–100 чел. | |

Оборудование каких фирм Вы применяете?

Конкурс на лучшую статью.

Укажите фамилию автора и название лучшей, по Вашему мнению, статьи из опубликованных в 2005 г.

- ☐ Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы желаете получить бесплатную подписку на журнал «СТА» на 2006 г. Мы оформляем подписку только для квалифицированных специалистов, которые предоставили сведения о себе и о своей фирме.
- ☐ Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы оформили подписку на 2006 г. через «Роспечать» или «Книгу-сервис».

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

SYSTEM INTEGRATION/Distributed Control Systems

6 Automation of geographically distributed objects using MicroPC

By Victor Sumitelnov, Konstantin Kozlov and Denis Afonin

The article suggests solutions on geographically distributed objects automation with signal transmission between the devices via radio channel and message generation according to IEC 870 series standards. These solutions are implemented using MicroPC hardware.

SYSTEM INTEGRATION/Food Industry

14 Production operations management tasks solution at different information structure levels of an enterprise

By Vladimir Demidov

The consideration is given to enterprise information structure, its components' positioning and interaction, their place in management hierarchical structure, tasks and methods of their integration into industrial environment. Special attention is paid to ERP, MES and the integration of process control systems for production operations management.

22 Complex approach to the process control systems construction in alcohol production

By Aleksandr Gunko, Igor Komissarov and Aleksandr Dorofeyev

The article presents the complex approach to the construction of the alcohol production process control system at Kozlovskiy distillery. The components of this approach are: hardware and software tools selection in accordance with the formulated tasks and requirements; control parameter optimization; functional and structural flexibility provision; real time administration; explosive environment consideration; user-friendly interface development, etc.

The article presents quantitative indexes proving the effectiveness of the described system.

SYSTEM INTEGRATION/Electric Power Engineering

28 Modernization of Dnepropetrovsk electric power grid automated dispatcher control system operational information complex

By Nikolay Titov, Vladimir Prokhvatilov, Anatoliy Krivososov, Natalya Levenets, Dmitriy Borodin and Mikhail Galperin

Modernization objectives are formulated; the new operational information complex structure appropriate to these objectives and the applied hardware and software description are presented. The applied high reliability measures are listed and the extended features of the improved complex and unified nature of the suggested solutions are shown.

SYSTEM INTEGRATION/Railway Transport

34 Safety and efficiency — main features of Kazan underground traffic control system

By Victor Belov, Anatoliy Golynskiy, Konstantin Potapov, Mikhail Garkusha and Lev Korenev

The architecture and composition of the Kazan underground traffic control system are considered. The system is characterized by a high level of passengers safety and effectiveness in operation. The latest scientific and practical achievements in the field of automated control and underground train traffic management are implemented in this system, which serves as a sample of innovation in domestic industry.

40 Electronics for railway traffic safety

By Boris Nikiforov

The article is dedicated to the description of the Unified integrated railway traffic control and accident prevention system, the aims and objectives pursued during its development, and the tasks accomplished. The system's main functions, new advantages, structure, technical solutions and design features are described.

DEVELOPMENT/Railway Transport

46 Automated rail flaw detection — 5 years later

By Roman Belyaev, Vitaliy Gribov, Aleksei Eroshin, Aleksei Kirillov, Aleksandr Reiman and Aleksandr Shishkov

This reference to the problems of automated rail flaw detection is dedicated to several fundamental issues, deriving from the need to comply with the new requirements of rail condition control and diagnostics. The article presents the appropriate solutions realized in the ADS-02 flaw detector, as well as the main trends in further system development aimed at raising the search system reliability, secondary inspection productivity, wireless data transmission capability and railway line certification.

50 TEM21 — 21st century locomotive

By Yuri Babkov, Oleg Kotov and Pavel Chudakov

TEM21 is a new generation diesel-locomotive shunter with AC/AC electric transmission. The article describes its design features and microprocessor control system.

DEVELOPMENT/Marine Equipment

56 GTG-100K gas-turbine generator automatic control and regulation system

By Pavel Morozov, Anatoliy Skripnichenko, Irina Ivanova, Valeriy Lisokon, Aleksandr Orekhov and Vladimir Obodan

The article depicts a successful development of the shipboard 100 kW gas-turbine generator GTG-100K automatic control and regulation system based on MicroPC modules. System requirements are considered, as well as development stages and ways to achieve the required reliability and durability and to minimize time and financial expense. Developed within limited time frames, the automation system provided military quality and allowed engineering solutions common for any gas turbines.

62 Three hundred and fifty feet below the sea level

By Rob van Rossum

The nuclear submarine Kursk lay on the sea bed at a depth of 350 ft. In the bitterness of the tragedy, the technical aspects of the unique salvage operation paled into insignificance, but the unfortunate crew could not otherwise been buried with military honors. Little-known details of the operation are now made public. This article was received from Raster, a Dutch company which took part in the raising of the Kursk submarine. It describes the hoists' automated control system. One of the main tasks of this system was compensating for relative movement of the vessel in the sea swell.

DEVELOPMENT/Astronautics

66 Software component model for space vehicle onboard systems testing

By Igor Turkin, Pavel Luchshev, Ivan Perekopskiy and Igor Mosienko

The problems related to complex engineering systems testing are stated in this article. The tasks of presentation and processing information concerning the technological processes of testing such systems are described. The article includes tried and tested solutions to the above-mentioned difficulties.

DEVELOPMENT/Agriculture

74 Mixed fodder production process control system based on Fastwel RTU188-BS controller

By Victor Bukreyev, Nikolay Gusev, Mikhail Nechayev, Ivan Krasnov, Ruslan Guryev and Sergey Kremis

The article describes the automated process control system for fodder mixing and dosing at the hog-raising farm of the Siberian Agrarian Group. The functional capabilities and hardware/software implementation of the control system are described. The performance and accuracy requirements of the customer were exceeded as a result of its implementation.

PORTRAIT OF THE COMPANY

80 XP Power — power electronics expert

By Victor Zhdankin

ENGINEER'S NOTEBOOK

90 Sliding mode use in regulation

By Vladimir Ivaikin

The article presents a description of sliding mode control algorithms for discrete control devices. Variations of such algorithms are discussed, from ideal object regulator basic algorithm, to real aperiodic object optimal regulation algorithm.

EXHIBITIONS, CONFERENCES, SEMINARS

96 PTA has been officially recognized as the best automation technologies trade show in Russia

By Galina Seryogina

98 PTA-Ural 2005 trade show has opened the way to the industrial heart of Russia

By Galina Seryogina

SHOWROOM

101

SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF

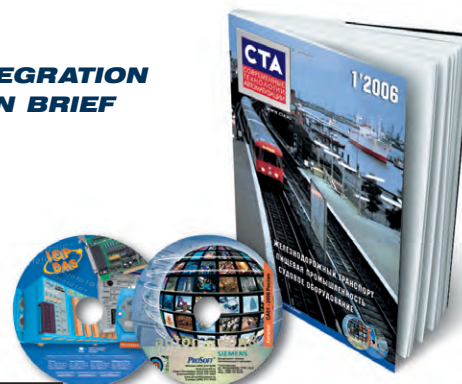
108

News

43, 97, 99,
100, 107

CD-ROMS in this issue

Siemens, ICOS





РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ

от производителя популярных серий I-7000 и I-8000

Прекрасное знание потребностей рынка промышленной автоматизации движет всем, что делает компания ICP DAS. На сегодняшний день компания предлагает наиболее современные средства автоматизации технологических процессов и производств. Успех продукции компании напрямую связан с ее простым и быстрым внедрением, эффективностью ее эксплуатации и высокой надежностью.

В настоящее время компания ICP DAS предлагает платы ввода/вывода сигналов для установки в компьютеры, модули удаленного ввода/вывода, PC-совместимые промышленные контроллеры, оборудование для промышленных коммуникаций на основе последовательных интерфейсов и устройства ввода и отображения информации. Если же этого окажется недостаточно, компания ICP DAS с удовольствием рассмотрит варианты изготовления нестандартного оборудования, удовлетворяющего всем потребностям Заказчика.



ICPDAS Co., LTD

Официальный дистрибьютор
ICPDAS Co., LTD в России -
ЗАО «Индустриальные компьютерные системы»

подробные технические
характеристики и цены
на сайте

www.ipc2u.ru

Industrial PC to you

электронный каталог

ICNEWS
Industrial Computer News

новости, статьи, обзоры



**ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ
КОМПЬЮТЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ**

Качество продукции и услуг
компании ИКОС соответствует
мировым стандартам

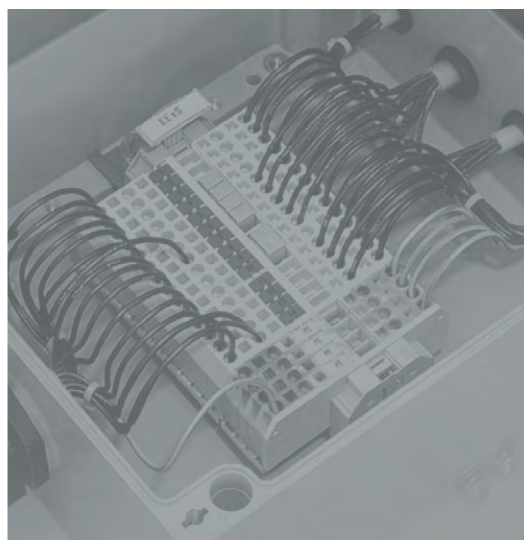


109428, г. Москва,
Рязанский проспект, 8а,
офис 200
Тел.: (495) 232-0207
Факс: (495) 232-0327
<http://www.icos.ru/>
E-mail: sales@icos.ru

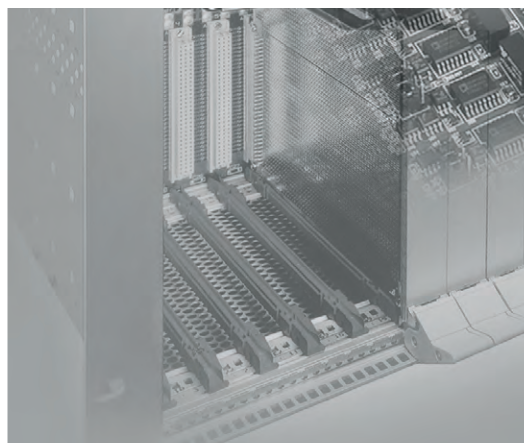
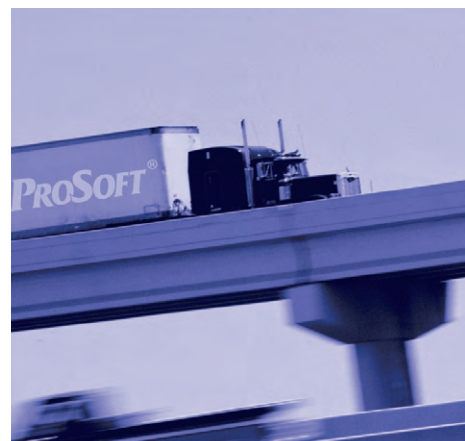
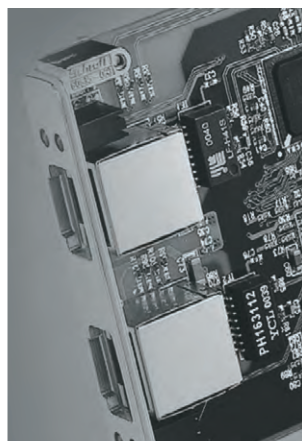
193144, г. Санкт-Петербург,
6-я Советская ул., 24,
офис 206
Тел.: (812) 271-5602
Факс: (812) 271-5606
<http://www.icos.ru/>
E-mail: spb@icos.ru

620034, г. Екатеринбург,
ул. Бебеля, 11а,
офис 6
Тел.: (343) 381-56-26
Факс: (343) 381-56-27
<http://www.icos.ru/>
E-mail: ekb@icos.ru

423810, г. Набережные Челны,
Промкомзона, ЗРД (КИП «Мастер»),
офис №305
Телефон: (8552) 38-94-40
Факс: (8552) 38-94-17
<http://www.icos.ru/>
E-mail: chelny@icos.ru



- **крупнейший склад оборудования** для промышленной автоматизации
- **поставка** со склада за 24 часа
- **доставка** в любую точку России



За 15 лет успешной работы мы выбрали 63 ЛУЧШИХ мировых производителя и готовы поставить БОЛЕЕ 400 000 наименований оборудования для АСУ ТП

Москва

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

С.-Петербург

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

Екатеринбург

Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830
info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru

Самара

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

ДИЛЕРЫ ПРОСОФТ: АЛМА-АТА: ТНС-ИНТЕК (+7-3272) 54-7162/7553 • ВОЛГОГРАД: Сервисный центр АИР (8443) 39-3812/71 • ДНЕПРОПЕТРОВСК: RTS-Ukraine (+380-56) 770-0400 www.rts.ua • КАЗАНЬ: Шатл (8432) 38-1600 • КАЛУГА: Камин-Плюс (4842) 79-4310, 56-3001 www.kaminplus.ru • КЕМЕРОВО: Конкорд-Про (3842) 35-7888/6387 • КИЕВ: Логикон (+380-44) 522-8019/8180, 261-1803 www.logicon.ua • КРАСНОДАР: ТелеСофт (861) 219-3883/4793 www.telescada.ru • КУРСК: Кентавр Электроникс (4712) 51-3951 www.kentavr.com.ru • МИНСК: Элтикон (+375-17) 289-6333, 211-6031 www.elticon.ru • МОСКВА: Антрел (495) 775-1721, 269-3321 www.antrel.ru • Н.НОВГОРОД: СКАДА (8312) 36-6644 www.scada-nn.ru • НОВОСИБИРСК: Индустриальные технологии (383) 330-6556, 330-9665 www.i-techno.ru • ОЗЕРСК: Лидер (35130) 28-825, 23-906 www.liderasutp.ru • ПЕНЗА: Технолинк (8412) 55-9001/9813 www.tl.ru • ПЕРМЬ: Пром-А (342) 224-2232 www.prom-a.ru • РЯЗАНЬ: Системы и комплексы (4912) 24-1182, 27-3181 www.sys-com.ru • САРАТОВ: Трайтек Инфосистемс (8452) 52-0101, (495) 733-9332 www.tritec.ru • ТАГАНРОГ: Квинт (8634) 31-5672/0629 • ТАШКЕНТ: АСУ-Технолоджи (+998-7161) 48-495 • ТОМСК: ЛИК Технолоджи (3822) 55-5761/5752 www.lik.tomsk.ru • ТУЛА: АТМ (4872) 30-7193, 38-0692 atm.tula.net • УЛЬЯНОВСК: ПОИСК (8422) 37-6567 www.poiisk.mv.ru • УСТЬ-КАМЕНОГОРСК: Техник-Трейд (+7-3232) 25-4064, 25-3251 www.technik.ugk.kz • УФА: Интек (3472) 90-8844/22 www.intekufa.ru • ЧЕЛЯБИНСК: ИСК (351) 791-6469/5440 www.isk.su • ЯРОСЛАВЛЬ: Спектр-Трейд (4852) 58-1658/59 www.spectrtrade.yaroslavl.ru