



® ISSN 0206-975X

4'2001

Космонавтика

**Контрольно-
измерительные системы**

**Программное обеспечение
АСУ ТП**



Компакт-диск с каталогом продукции компании ПРОСОФТ

ADVANTECH

Всё необходимое из одних рук

**ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ,
КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕЛЕФОНИИ
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

SPC-520 Отказоустойчивое шасси для промышленного файл-сервера



- 19" шасси высотой 5U
- 10 отсеков для установки 5,25" накопителей
- Встроенный RAID-контроллер с интерфейсом Ultra II SCSI
- Резервированный источник питания с «горячей» заменой
- Контроль исправности источника питания, вентиляторов, температурного режима

SPC-200 2U шасси промышленного Internet/Intranet сервера



- Возможность установки серверной системной платы
- До 2 процессоров Pentium III, до 2 Гбайт ОЗУ
- Резервированный источник питания мощностью 400 Вт
- Каркас для дисковых накопителей вмещает до пяти 3,5" устройств и малогабаритный FDD/CD-ROM
- Система обнаружения отказов

IPC-601 1U шасси промышленного компьютера для Web-хостинга



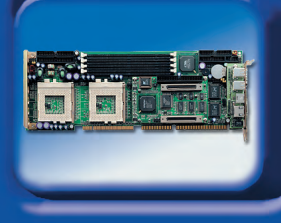
- Минимальная высота – всего 1U (44,45 мм)
- 3 отсека для установки 3,5" НЖМД
- Слот для процессорной платы полной длины (PICMG)
- Малогабаритные FDD и CD-ROM
- Источник питания 320 Вт, время наработки на отказ – 50000 ч

MIC-3031/14 6U/12U 14-слотовый каркас CompactPCI с объединительной платой



- Вмещает до 13 модулей высотой 6U
- Возможность подключения каналов ввода-вывода с передней и задней стороны (IEEE1101.11)
- Системная шина соответствует требованиям стандартов PCI 1.10 и PICMG 2.5 R1.0 для компьютерной телефонии
- N+1 резервированный (560 Вт + 280 Вт) источник питания, 3 вентилятора для охлаждения с возможностью «горячей» замены

PCA-6277 Одноплатный промышленный компьютер на базе двух процессоров Intel Pentium III



- Два процессора Intel Pentium III до 1 ГГц
- ОЗУ: до 2 Гбайт SDRAM (4xDIMM), ECC
- Контроллер Ultra 160/Ultra 2 SCSI
- Два контроллера Ethernet 10/100Base-T
- Контроллер VGA/AGP ATI 3D Rage 128 Pro, 32 Мбайт SDRAM
- Повышенная нагрузочная способность по шине ISA



Монтажный кожух для монитора

Низкопрофильное шасси промышленного ПК IPC-602

20-слотовое 4-системное отказоустойчивое шасси промышленного компьютера IPC-623

Клавиатура с указательным устройством

Переключатель консоли

Серверное шасси (промышленный файловый сервер SPC-520)

RAID-массив SCSI-to-SCSI

15-слотовое отказоустойчивое шасси промышленного компьютера

Отказоустойчивость

Резервирование

Промышленный стандарт



Запросите бесплатный каталог Advantech

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

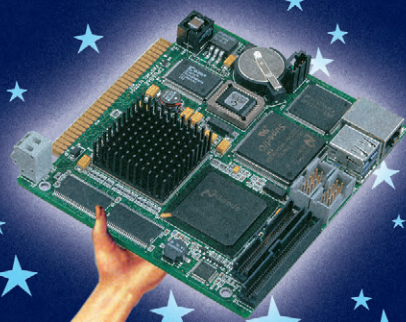
Москва: Телефон: (095) 234-0636 (доб. 210 – отдел поставок, доб. 203 – техн. поддержка) • Факс: (095) 234-0640
Для писем: 117313, Москва, а/я 81
www.prosoft.ru • E-mail: root@prosoft.ru

С.-Петербург: (812) 325-3790, 325-3791
Екатеринбург: (3432) 75-1871, 49-3011/3459



ВЫСОЧАЙШЕ УТВЕРЖДЕННОЕ ТОВАРИЩЕСТВО

ПРОСОФТЪ
ПОЗДРАВЛЯЕТ



С НОВЫМ ГОДОМ!

Время переходить на ЖК – цена позволяет!

FPM-3150TV превосходит самые смелые пожелания к ЖК-мониторам, включая дополнительные возможности, разработанные для Вас.

ЗАПРОСИТЕ ЦЕНЫ, ОНИ ВАС ПРИЯТНО УДИВЯТ

FPM-3150TVE Промышленный 15" ЖК-монитор

- Пылевлагозащита передней панели IP65
- Яркость 350 кд/м²
- Сверхплоская конструкция
- Корпус из нержавеющей стали
- Возможность использования с кабелем до 50 м
- Разрешение XGA, SVGA, VGA



84 мм



АСВ ТР

Промышленный мониторинг

Транспорт и информационные киоски

Медицинское оборудование

Подробности –
в бесплатном каталоге
Advantech!



#101

Advancing eAutomation

ADVANTECH

Industrial Automation

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

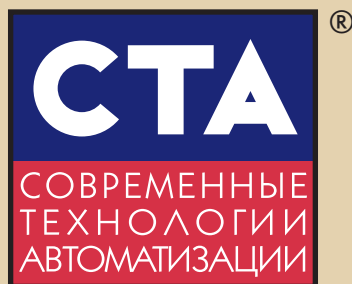
Москва:

Телефон: (095) 234-0640
Факс: (095) 234-0640
(доб. 210 – отдел поставок;
доб. 203 – техн. поддержка)
Для писем: 117313, Москва, а/я 81
www.prosoft.ru
E-mail: root@prosoft.ru

Свердловск: (812) 325-3790, 325-3791

Екатеринбург: (3432) 75-1871, 49-3459
www.prosoft.ural.ru

Издательство «СТА-ПРЕСС»
Директор Константин Седов



Главный редактор Сергей Сорокин

Зам. главного редактора Леонора Турок

Редакционная коллегия Михаил Бердичевский, Виктор Гарсия, Виктор Жданкин, Андрей Кузнецов, Александр Липницкий, Александр Локотков

Дизайн и вёрстка Константин Седов, Станислав Богданов, Дмитрий Юсим

Web-мастер Дмитрий Романчук

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

Служба распространения Елена Гордеева
E-mail: gordeeva@cfa.ru

Почтовый адрес: 117313 Москва, а/я 26
Телефон: (095) 234-0635
Факс: (095) 232-1653
Web-сайт: www.cfa.ru
E-mail: root@cfa.ru
Прием рекламы: knv@cfa.ru

Выходит 4 раза в год
Журнал издается с 1996 года
№ 4'2001 (21)
Тираж 15 000 экземпляров
Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати
Свидетельство о регистрации № 015020
Индекс по каталогу «Роспечати» – 72419
Индексы по объединенному каталогу «Почта России»: на полугодие – 27861, на год – 27862
ISSN 0206-975X
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 продуктов и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.
© СТА-ПРЕСС, 2001



Уважаемые друзья!

Приближаются новогодние праздники с магией новогодней ночи, с небом, озаряемым иллюминацией и фейерверками, а если повежёт, то и с по-зимнему мерцающими звёздами. Наверное, именно в такие ночи зарождалась у человечества непреодолимая тяга оставить на Земле все проблемы и улететь к манящим ночным светилам...

Главная тема этого номера — космонавтика, которая стала своеобразным символом высоких технологий. Однако эта отрасль, похоже, не собирается задерживаться в роли только символа, и мы всё чаще слышим о космических технологиях, космической связи, транспортных космических кораблях, а вот недавно появился и космический туризм. Конечно, ещё далеко до реализации мечты С.П. Королёва о межпланетных путешествиях по профсоюзным путёвкам, да и профсоюзы нынче уже не те, но для некоторых людей и 20 миллионов долларов — не деньги, если наскучили сафари, страусиные бега и прочие земные развлечения.

Не менее важной темой номера являются контрольно-измерительные системы.

Представленные решения ориентированы на применение в металлургии, машиностроении и пищевой промышленности и отличаются разнообразием используемых методов и масштабом (от весов до распределённых систем). И хотя классики марксизма говорили, что «социализм — это контроль и учёт», похоже, всерьёз этим занялись только в последнее время.

Многих наверняка порадует оживление рубрики «Программное обеспечение», тут главное — не испугаться зоологических названий некоторых материалов.

Но вернёмся к тому, с чего начали — к новогодним праздникам. От имени редакции желаю всем читателям в наступающем году здоровья, как у космонавтов, счастья немереного, успехов во всех намеченных программах!

Главный редактор

С. Сорокин



В этом номере Вы найдете компакт-диск, содержащий расширенную электронную версию 7.1 каталога продукции фирмы ПРОСОФТ

СОДЕРЖАНИЕ 4/2001

Системная интеграция

Контрольно-измерительные системы

6 Учет сырья и готовой продукции

Игорь Адаменко, Елена Фоменко

Описана система автоматизации процессов взвешивания, дозирования и учета на базе комплектующих изделий фирмы SIEMENS.

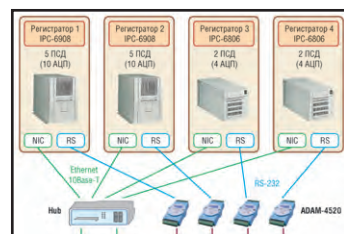


стр. 6

12 Автоматизированный комплекс для научных исследований

Максим Галицкий, Олег Жугин, Владимир Калинин, Вячеслав Сорокин

В статье описан автоматизированный измерительный комплекс, построенный на базе открытых международных стандартов и современного программно-аппаратного обеспечения.



стр. 12

Разработки

Контрольно-измерительные системы

16 Система автоматического дозирования флотационных реагентов на обогатительной фабрике

Сергей Рогожников, Василий Кинёв

В статье рассматривается система автоматического дозирования флотационных реагентов для 1-й и 2-й секций главного корпуса обогатительной фабрики ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод», созданная на основе IBM PC совместимого программируемого контроллера ADAM-5510.



стр. 16

22 Оптический измеритель скорости слитка машины непрерывного литья заготовок

Александр Аникин, Игорь Иерусалимов, Игорь Суковатин

В статье описан оптический измеритель перемещений горячего слитка для машин непрерывного литья заготовок. Измеритель предназначен для контроля положения и скорости горячего слитка при непрерывной разливке стали.



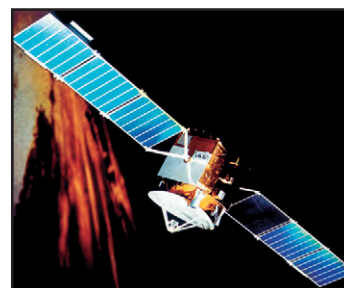
стр. 22

Космонавтика

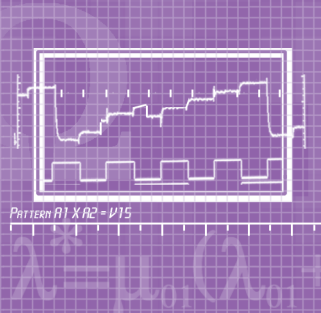
28 Проблемы создания бортовых вычислительных комплексов малых космических аппаратов

Олег Гобчанский

В статье рассматриваются некоторые проблемы, возникающие при разработке аппаратуры бортовых вычислительных комплексов, и возможные пути их решения. Приводится структура унифицированного комплекса, использующего MicroPC.



стр. 28



Учёт сырья и готовой продукции

Игорь Адаменко, Елена Фоменко

Описана система автоматизации процессов взвешивания, дозирования и учета на базе комплектующих изделий фирмы Siemens.

Особенности новых технологий

Весовая техника сегодня вступает в новый этап развития. Как известно, технологии устаревают, как и то оборудование, воплощением которых они являются. Более полувека Армавирский завод тяжелых весов выпускал надежные качественные автомобильные и вагонные весы. Они до сих пор работают в России и во многих странах мира. Но век их окончен, потому что в весовую технику пришли новые высокие технологии.

Главная особенность новых технологий — переход от рычажных весов к электронным тензометрическим весоизмерительным системам.

После тщательного анализа всего спектра современных весоизмерительных систем специалисты ООО НОИИТ выбрали в качестве базы перехода к весам нового типа комплектующие изделия и устройства немецкой фирмы Siemens. Почему?



Рис. 1. Тензометрический датчик SIWAREX M с узлом сборки

Почему именно Siemens?

Хорошие датчики и весовые системы выпускают многие производители, но техника Siemens имеет ряд отличительных особенностей.

Начнем хотя бы с такого показателя, как срок службы. Недавно мы меняли тензодатчики фирмы Philips в системе дозирования сахарной пудры на кондитерской фабрике «Кубань» в г. Тимашевске. Восемь лет, как по расписанию, датчики отработали и в течение двух-трех месяцев один за другим вышли из строя. Срок службы продукции Siemens — 20 лет. На Кубани мы успели проверить этот показатель в течение пятнадцати лет, случаев отказа тензометрических датчиков серии SIWAREX фирмы Siemens (рис. 1) у нас не установлено.

Далее следует выделить такой важный показатель, как точность измерений. Специалисты знают, что стандартные 60-тонные весы 2РС60-ДА01 выпускаются с разрешающей способностью 6000 поверочных делений. В июне 2001 года специалисты ООО НОИИТ на Волгоградском металлургическом заводе «Красный Октябрь» сдали в эксплуатацию 60-тонные весы этого типа, но их реальная погрешность составляет всего 2-3 кг на всем диапазоне взвешивания, что обеспечивает уже 60 000 поверочных делений. По существу, погрешность весов соизмерима с суммарной погрешностью гирь при калибровке. И это не предел. Весовой модуль SIWAREX M имеет разрешение в 524288 делений. Часто нам приходится сталкиваться с тем, что технический потенциал электронных тензометрических весов выше современных запросов потребителей. Однако, получив в руки технику нового класса, заказчик быстро переоценивает свои потребности и ставит перед разработчиками всё более сложные технологические задачи.

Например, высокая точность измерения может стать инструментом определения качества продукции. На рис. 2 показан фрагмент журнала работы весов № 1 Кропоткинского элеватора на операции загрузки муки в мешки. В первой колонке журнала фиксируется время дозирования; мы видим, что на заполнение одного мешка уходит около тридцати секунд. В третьей колонке показана «разность» между весом загруженной в мешки и выгруженной из бункера муки. Увеличение разности является следствием «залипания» муки, характерного явления при отклонении работы мельницы от штатной технологии. Анализ данного параметра

вой модуль SIWAREX M имеет разрешение в 524288 делений. Часто нам приходится сталкиваться с тем, что технический потенциал электронных тензометрических весов выше современных запросов потребителей. Однако, получив в руки технику нового класса, заказчик быстро переоценивает свои потребности и ставит перед разработчиками всё более сложные технологические задачи.

Дата	Загружено	Разность	Выгружено	Отклонение	Кто
24.12.2000 14:07:11	49952	10	49962	10	Мальгина
24.12.2000 14:07:39	50011	-25	50036	25	Мальгина
24.12.2000 14:08:21	49965	-12	49977	12	Мальгина
24.12.2000 14:08:53	49994	0	49994	0	Мальгина
24.12.2000 14:09:31	49998	11	49987	-11	Мальгина
24.12.2000 14:10:11	50027	0	50027	0	Мальгина
24.12.2000 14:10:37	49969	0	49969	0	Мальгина
24.12.2000 14:11:06	49984	-23	50007	23	Мальгина
24.12.2000 14:11:37	49978	31	49947	-31	Мальгина
24.12.2000 14:12:04	50010	-17	50027	17	Мальгина
24.12.2000 14:12:31	49987	-33	50020	33	Мальгина
24.12.2000 14:13:03	49990	-39	50029	39	Мальгина
24.12.2000 14:13:29	49995	27	49968	-27	Мальгина
24.12.2000 14:14:01	49994	44	49950	-44	Мальгина
24.12.2000 14:14:28	50008	-29	50037	29	Мальгина
24.12.2000 14:14:57	49988	27	49961	-27	Мальгина

Рис. 2. Экранная форма АРМ оператора мельницы (фрагмент журнала весов № 1 Кропоткинского элеватора)

позволяет реализовать новую функцию весов — косвенный контроль качества муки и обеспечение тем самым стабильности конечного веса мешка.

Теперь остановимся на показателе скорости измерения. Он особенно важен для потребителей с большим грузооборотом. Весовой модуль SIWAREX M позволяет увеличить скорость до 50 усреднённых измерений в секунду. Полная стабилизация веса происходит в течение двух-трёх секунд, при этом не теряется чувствительность весов. На Таганрогском металлургическом заводе нам удалось добиться данной скорости измерения в электронной системе взвешивания железнодорожных составов в движении (рис. 3).

На рис. 4 показана экранная форма автоматизированного рабочего места (АРМ) «Весовая бункеров» системы отпуска зерна для перевозки водным и железнодорожным транспортом Ейского портового элеватора. Система управляет четырьмя элеваторными весами. На первых весах происходит взвешивание набранной порции: верхняя и нижняя задвижки закрыты, текущий вес зерна — 15385 кг. На вторых весах оператор в ручном режиме открыл нижнюю задвижку и высыпает набранную порцию зерна. Третьи весы находятся в состоянии ожидания работы: оператор задает маршрут «Перемещение» для 100000 кг пшеницы. На четвертых весах началась отгрузка подсолнечника на теплоход «Леонид Быков»: из заданных 2340000 кг отгружено всего 11896 кг. Обычно на один теплоход работают одновременно трое весов. В результате внедрения системы время погрузки теплохода значительно сократилось.

Особо следует выделить проблему настройки весов. Достоинством модуля SIWAREX является уникальная техно-



Рис. 3. Таганрогский металлургический завод: вагонные весы для взвешивания в движении

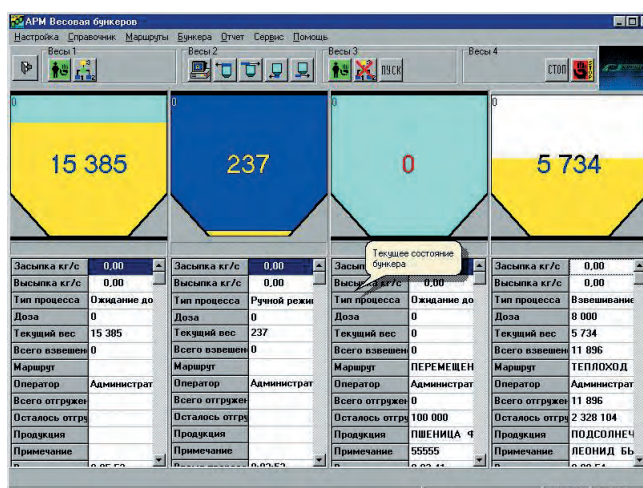


Рис. 4. Экранная форма АРМ «Весовая бункеров»

логия, позволяющая создать такую весовую систему, на калибровку которой требуется не более трёх часов. Например, работникам Госстандарта во время плановой настройки (после трех лет безупречной работы) весов Ейского портового элеватора не пришлось даже останавливать производственный цикл, калибровка проводилась при действующем оборудовании рабочей башни элеватора. Все дело в том, что сконструированные специалистами НОИИТ весы калибруются всего по двум точкам: «0» и «10% от наибольшего предела взвешивания». Весы, созданные на базе комплектующих изделий других фирм-производителей, требуют настройки, как минимум, по десяти точкам, при этом в память контроллера приходится заносить целую калибровочную таблицу. Технология Siemens значительно упрощает эту процедуру.

Быстро и качественно настроить весы в условиях действующего производства — важная задача, но не единственная. Практика показала, что заказчикам часто бывает необходима за-

Прочнее не бывает



Промышленный ноутбук

MITAS CA 35

- Процессор: Intel Pentium II/III/ Celeron (MMC2)
- Сенсорный экран
- Размер экрана: 12,1"/13,3", ЖКИ на активной матрице
- Беспроводная клавиатура
- Видеоадаптер: 2X AGP, 8 Мбайт SDRAM
- «Интеллектуальная» Li-Ion батарея
- Устойчивость к ударам до 70г
- Степень защиты корпуса: IP51
- Диапазон рабочих температур: -20...+50°C

Docking Station



#171

MITAS



Рис. 5. Ейский портовый элеватор: автомобильные весы 2РС60-ДА

шита калибровочных данных от несанкционированных влияний. Далеко не все производители весоизмерительных систем сумели её обеспечить. В весовом модуле SIWAREX M функция перекалибровки защищена аппаратно на весь период между поверками. Именно это свойство модуля позволило работникам Ейского портового элеватора уйти от ежегодной настройки весов. Реконструированные в 1997 году автомобильные рычажные весы в

2000 году в ходе поверки показали максимальную погрешность в 3 кг. Сегодня, спустя четыре года эксплуатации, это лучшие «арбитражные» весы района (рис. 5).

А вот еще одна сложная технологическая задача — устранение несанкционированного влияния на результаты взвешивания. Ни для кого не секрет, что раньше на каждого весовщика приходилось держать одного контролера, следящего за точностью взвешивания.

Рис. 6. Экранная форма АРМ «Весовая» (Волгоградский металлургический завод «Красный Октябрь»)

Но обилие людей у дозатора или весовой платформы — самый неэффективный путь к «честным» результатам. Если тетя Клава не соглашалась за шоколадку изменить запись показаний в тетрадке, на помощь приходил дядя Ваня, получив из рук в руки прозрачную платформу, плюс тайная гиречка — и вот весы уже показывают чуточку больше-меньше. С электронными весами это сделать невозможно. Информация о весе поступает непосредственно в компьютер. Весовой модуль SIWAREX постоянно проверяет вес тары, и если значения «уходят» за пределы заданных интервалов, то весы прекращают работу. Изменить технологические значения возможно только под определенным паролем. Система дает возможность специалистам задать 9 уровней защиты информации от внешнего несанкционированного влияния.

Рассмотрим вопросы защиты информации на примере АРМ автомобильных весов. На рис. 6 показана экранная форма АРМ «Весовая». Комплекс паролей ограничивает доступ оператора к настройкам системы и к корректировке введенной информации. Мы видим, что в форму приемно-сдаточного акта заложены необходимые показатели: отправитель и получатель груза, номер договора предприятий, вид поставки, марка и номер автомобиля, имя водителя и т.д. Внизу показан вес «брутто», «тара», «нетто». В правой части экрана фиксируются номера машин, у которых еще не взяты показатели «нетто», «брутто». Данные из заполненных карточек группируются в журнале взвешивания (рис. 7). Мы видим отчет о взвешивании четырех автомобилей, состоящий из 19 пунк-

Кабельные вводы и сальники

от ведущего производителя этой продукции

- Предназначены для фиксации кабелей, вводимых в электротехнические корпуса и клеммные коробки, с обеспечением полной герметичности
- Материал: полиамид/латунь
- Прокладки: неопрен
- Обеспечиваемая степень защиты: до IP68 при давлении до 5 атмосфер, полностью пылевлагозащищенные
- Температурный диапазон: -40...+100°C, кратковременно допускается +120°C
- Не содержат токсичных компонентов
- Поставляется взрывозащищенное исполнение

Rabe-System-Technik
RST
... das Zeichen für Partnerschaft



141

Пластиковые кабельные вводы

Герметичные латунные кабельные вводы

тов-показателей: дата, время, поставщик, получатель, продукция, госномер автомашины, марка, вид поставки и т.д. Этот перечень задает заказчик системы индивидуально для своего предприятия. Вся информация передается на центральный сервер, что позволяет полностью контролировать работу операторов.

Надежность электронных весов обеспечивается не только аппаратной и программной защитой настроечных параметров, но и двойной системой сохранения информации. На Кропоткинском элеваторе фирма НОИНТ осуществила модернизацию дозаторов для загрузки муки в мешки. Система была оснащена модулем центрального процессора CPU 314 фирмы Siemens. Процессорный модуль хранит в памяти информацию о последних 100 взвешиваниях и автоматически переносит ее в соответствующие журналы. АСУ предприятия не теряет текущую производственную информацию в случае внезапной остановки или перегрузки центрального компьютера; более того, процессорный модуль на время бездействия компьютера восстанавливает возможность управления технологическим процессом. При последующем включении основного компьютера вся пропущенная информация автоматически переписывается в рабочую базу данных.

Производственникам не раз приходилось испытывать на себе обратный эффект «дешевого» оборудования: потери из-за частых ремонтов и остановок производственного цикла значительно перекрывают первоначальную экономию при покупке ненадежной техники. Качество оборудования Siemens обеспечивает дееспособность весовой системы даже в условиях грубой эксплуатации. Возьмем, к примеру, такой рабочий момент, как въезд грузовика на платформу автовесов. Водители часто позволяют себе резко тормозить на платформе или начинать поворот, не съехав с весов. Увеличенные боковые нагрузки, энергия грубого торможения быстро приводят в негодность узлы встройки датчиков. Весы приходится останавливать, и начинается процедура перекалибровки. Сотрудники ООО НОИНТ при монтаже весов обязательно используют специальные элементы фиксации плат-

1. Номер карточки	2. Дата	3. Время	4. Поставщик	5. Получатель	6. Продукция	7. Госномер а/м	8. Марка а/м	9. ФИО водителя	10. Вид поставки	11. Вид лома по ГОСТ	12. Номер договора	13. Номер акта	14. Засоренность	15. Номер удостоверения	16. Брутто	17. Тара	18. Нетто	19. Весовщик
4247	02.10.2001	19:50:43	Эскорт-Телеком	ЗАО ВМЗ Красный Октябрь	Шикта	Н027СС	ЗИЛ	Браков	Договорная	ЗА	7М	0	2	0	16540	7490	8869	Забрускова
4402	11.10.2001	19:49:54	Евроойл	ЗАО ВМЗ Красный Октябрь	Шикта	Е463КН	МАЗ	Емасев	Договорная	5А1	156М	0	2	4	19220	7330	11652	Козлова
4492	11.10.2001	19:47:00	Скай-Ларк-Юг	ЗАО ВМЗ Красный Октябрь	Шикта	Н377СВ	КАМАЗ	Коломейченко	Договорная	5А	92М	0	2	193	28660	16630	11789	Козлова
3743	14.09.2001	19:44:28	Втормет	ЗАО ВМЗ Красный Октябрь	Шикта	5170НА	КАМАЗ	Килячков	Договорная	ЗА	10М	0	2	240	20270	7380	12632	Козлова

Рис. 7. Экранная форма журнала «Взвешивание»

формы, которые являются оригинальной разработкой фирмы Siemens. Они способны предотвращать любые движения в узле встройки датчиков. Кажется бы, мелочь, но находка немецких производителей в несколько раз сокращает потери предприятий из-за поломки весов.

Просто, как детский конструктор

Специалисты сравнивают комплектующие изделия фирмы Siemens с игрушкой Lego. Унифицированные мо-

дули дают возможность для бесконечных вариантов построения систем управления производственным процессом в любой отрасли промышленности: в металлургии, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте.

Как и в конструкторе Lego, добавляя те или иные необходимые модули, мы можем наращивать систему автоматизации производства, поэтапно проводить реконструкцию цехов и предприятий. Два года назад

ООО «Астра» заказало у нас автоматическую систему дозаторов для комбикормового цеха. Система быстро окупилась, судите сами: цехом производительностью 10 тонн в час управляют всего два человека, автоматический контроль рецепта резко сократил потери сырья и повысил качество продукта. Теперь на очереди линия гранулирования.

Она обойдется предприятию значительно дешевле, так как к центральному процессору мы добавим лишь модули расширения.

ВАШ ПАРТНЕР В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА

ДАТЧИКИ ВЕСА ВТОРИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Широкий выбор для любых областей применения
Степень защиты до IP67

#411

Оперативный и точный контроль веса от 30 г до 50 т

Взрывобезопасное исполнение



Schroff®

Совершенная форма для Ваших идей

Широчайшая номенклатура корпусов для электронного и электротехнического оборудования с невысокой стоимостью и лучшими в отрасли эксплуатационными параметрами, в том числе:

- электротехнические монтажные шкафы серии PROLINE высотой от 1400 до 2200 мм, шириной 600-1200 мм и глубиной от 300 до 800 мм со степенью защиты IP55;
- универсальные электротехнические шкафы с защитой IP66 серии CONCEPTLINE с габаритами от 300×250×150 мм до 1200×1000×420 мм;
- настенные стальные электротехнические ящики с защитой IP66 и размерами от 150×150×80 мм до 400×600×120 мм серии INLINE;
- стойкие к агрессивным средам корпуса и шкафы из пластика с размерами от 53×55×36 мм до 1025×825×429 мм, с защитой до IP68 серий QLINE, A-48 и ULTRX, допускающие использование вне помещений.

#71

Корпуса Schroff обеспечивают

- внутренний монтаж на панель, на DIN-рельс, а также установку 19" оборудования;
- удобный подвод и разделку кабелей;
- установку принадлежностей для термостатирования, вентиляции, контроля влажности.

 **Pentair**
Enclosures

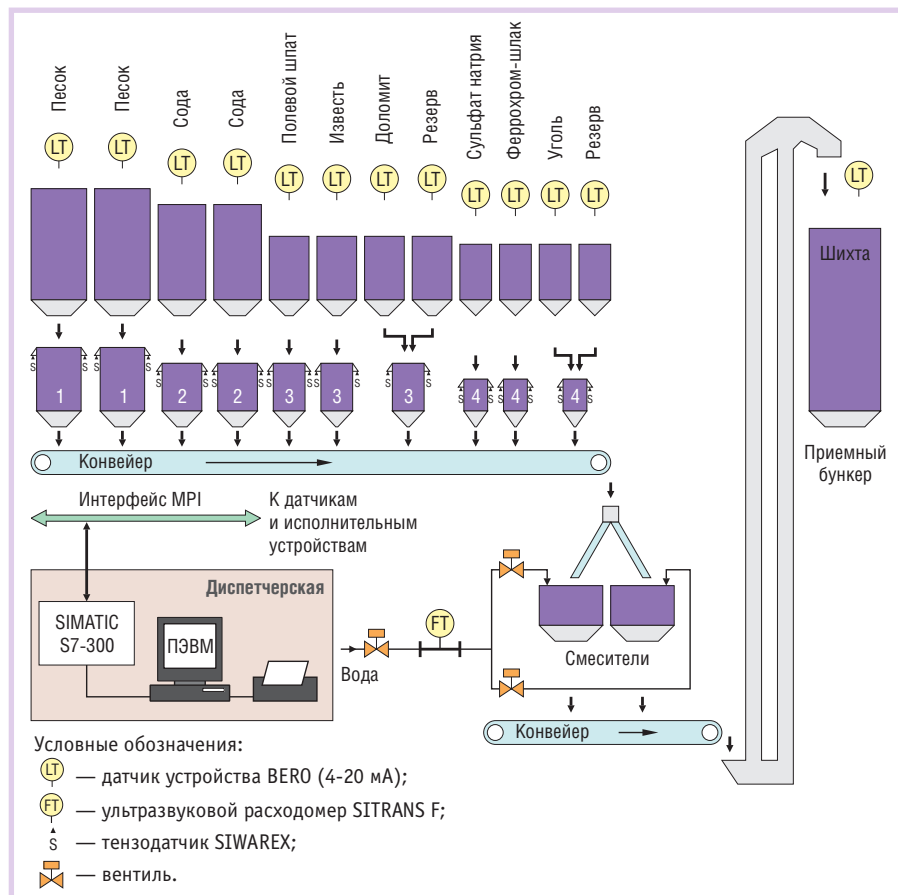


Рис. 8. АСУ составного цеха стеклозавода на основе SIMATIC S7-300

Схему системы автоматизации дозирочно-смесительной линии на базе контроллера SIMATIC S7-300 можно увидеть на рис. 8. В данном случае речь идет о производстве шихты по заданному рецепту на стеклозаводе. В схеме задействованы модули взвешивания SIWAREX R тип SB (1 т), SIWAREX R тип SB (0,5 т), SIWAREX R тип BB (200 кг), SIWAREX R тип BB (100 кг), ультразвуковой расходомер SITRANS F, ультразвуковые датчики BERO с аналоговым выходом 4-20 мА, индуктивные датчики BERO с дискретным сигналом, контроллер управления SIMATIC S7-300. При построении сети обмена данными, ввода и вывода информации в системе используется многоточечный интерфейс MPI (Multi-Point Interface). Устройства сети получают доступ к контроллеру через MPI без дополнительных модулей.

Система имеет три уровня доступа к управлению: для операторов, технологов и администратора. Рецепт шихты и общее количество отгружаемого продукта задаются технологом. Оператор отслеживает текущую информацию: наличие компонентов в расходных бункерах, дозы по каждому компоненту, состояние конвейеров, задвижек и

смесителей, готовность шихты в приемном бункере.

Визуализация технологического процесса на ПЭВМ происходит в режиме реального времени с помощью специализированной SCADA-системы. Система имеет принципиальные возможности для расширения технологической задачи.

Цена и качество

Качественное оборудование — обязательное условие для получения стабильного дохода. Предприятия, которые поняли эту простую истину, не торопятся вложить деньги в первое попавшееся предложение. За низкой ценой, как правило, прячутся будущие потери от ремонтов и простоев. Электронные тензометрические весоизмерительные системы, созданные на базе комплектующих изделий Siemens, — это интеллектуальный инструмент в руках потребителя. Качество данного оборудования снижает потери, а возможность наращивания системы создает условия для поэтапного финансирования реконструкции и развития производства. ●

Авторы — сотрудники ООО НОИИТ

Телефон: (8612) 55-2158

Телефон/факс: (8612) 63-2080

Удобный интерфейс для любых условий



Промышленные клавиатуры и указательные устройства

- **Степень защиты до IP66**
- **Корпус или передняя панель из нержавеющей стали**
- **До 10 миллионов нажатий**
- **Диапазоны рабочих температур 0...+55°C и -32...+70°C**
- **Модели с подсветкой клавиатуры**
- **Модели для монтажа в панель**

#28

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА: Телефон: (095) 234-0636

доб. 210 — отдел поставок,
доб. 203 — тех. поддержка

Факс: (095) 234-0640

Адрес: 117313, Москва, а/я 81

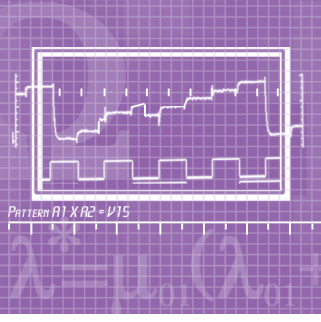
www.prosoft.ru

E-mail: root@prosoft.ru

С.-ПЕТЕРБУРГ: (812) 325-3790, 325-3791

ЕКАТЕРИНБУРГ: (3432) 75-1871, 49-3459

www.prosoft.ural.ru



Автоматизированный комплекс для научных исследований

Максим Галицкий, Олег Жугин, Владимир Калинин, Вячеслав Сорокин

В статье описан автоматизированный измерительный комплекс, построенный на базе открытых международных стандартов и современного программно-аппаратного обеспечения.

Введение

Представляемый измерительный комплекс предназначен для автоматизации процесса регистрации электрических параметров однократных быстротекущих процессов.

Специфика выполняемых комплексом измерений предполагает вынесение операторских узлов управления от регистраторов на некоторое расстояние (от десятков метров до двух километров). Поэтому за основу была взята распределённая структура. Уникальность и высокая стоимость проводимых физических экспериментов требуют высокой степени надёжности функционирования комплекса и гарантированности сохранения зарегистрированной информации. Помимо этого, комплекс должен обладать малым временем развёртывания, транспортабельностью и, самое главное, способностью работать в жёстких условиях эксплуатации, приближенных к полевым.

Аппаратные и программные средства

В качестве аппаратной базы комплекса были выбраны IBM PC совместимые промышленные компьютеры. Это было сделано в силу целого ряда причин:

- возможность их эксплуатации в жестких условиях;
- доступность и низкие цены (относительно систем VXI и PXI);
- использование хорошо освоенных программистами открытых магистральных интерфейсов ISA и PCI (большой объём доступного программного обеспечения — ПО);

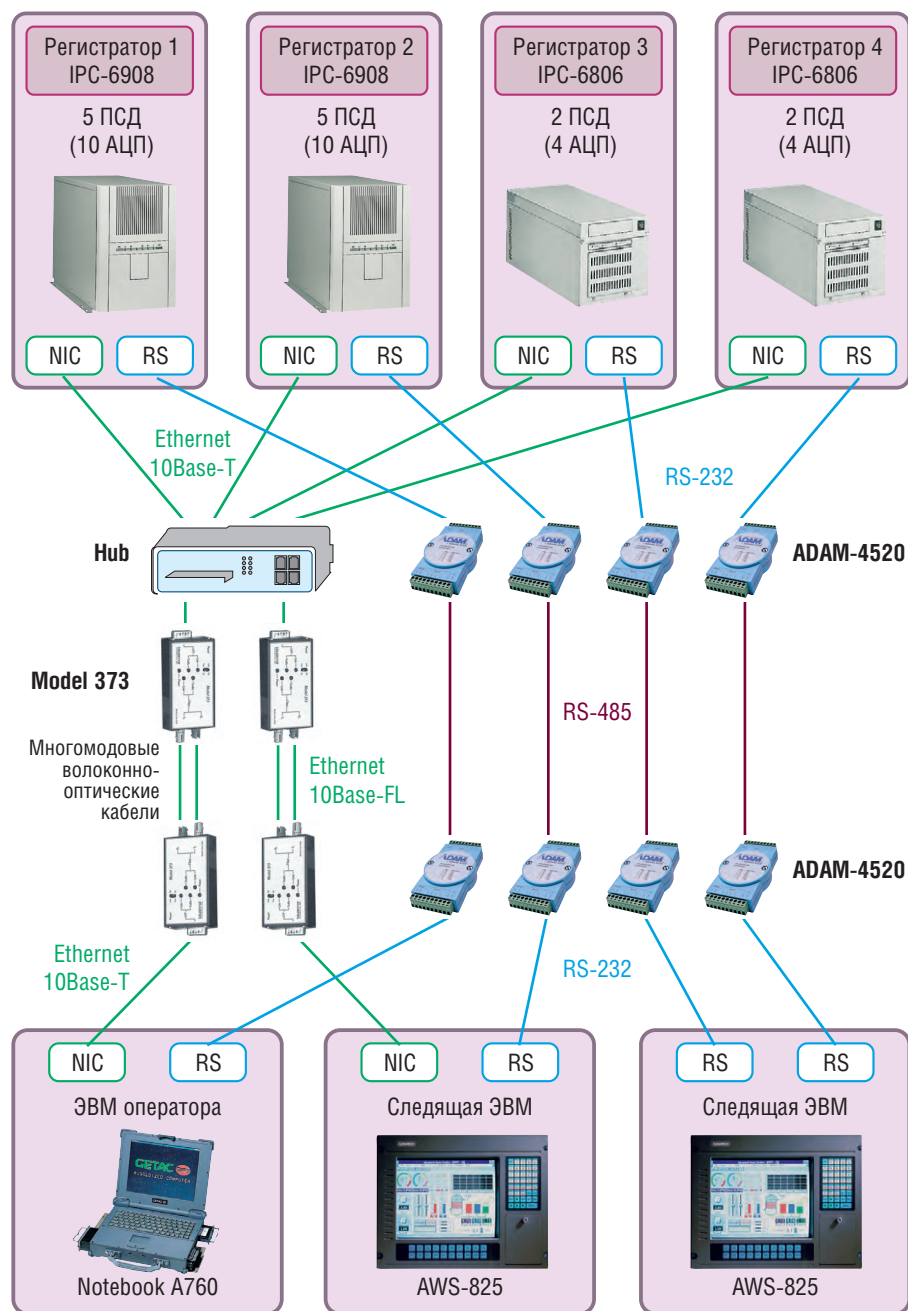
- появление за последнее десятилетие большого рынка разнообразных измерительных модулей (плат PC) с системными интерфейсами ISA и PCI;
- удобство построения распределённых структур, простая реализация визуализации и архивирования.

Структурная схема автоматизированного измерительного комплекса показана на рис. 1. Его аппаратная часть собрана в основном из комплектующих ведущих производителей IBM PC совместимых устройств промышленного назначения:

- два регистратора на базе 8-слотового шасси промышленного компьютера IPC-6908 (Advantech) с магистралью ISA, в состав которого входят
 - полноразмерная процессорная плата PCA-6159L (Advantech) со встроенным интерфейсом VGA, процессором Pentium MMX 200 МГц и ОЗУ 32 Мбайт;
 - пять двухканальных плат сбора данных (ПСД) AMBISM+ADM212x50M — 12-разрядные АЦП с максимальной частотой выборки 50 МГц и встроенным ОЗУ 128К 32-разрядных слов (АО «Инструментальные системы»),
 - сетевой адаптер (NIC) Ethernet 10Base-T,
 - НГМД 1,44 Мбайт и НЖМД 2,1 Гбайт;
- два регистратора на базе 6-слотового шасси промышленного компьютера IPC-6806 (Advantech) с магистралью ISA, на которое установлены
 - процессорная плата PCA-6145L (Advantech) половинного размера

со встроенным контроллером VGA, процессором 80486 DX4 и ОЗУ 32 Мбайт,

- две ПСД AMBISM+ADM212x50M,
- сетевой адаптер Ethernet 10Base-T;
- НГМД 1,44 Мбайт и НЖМД 2,1 Гбайт;
- ЭВМ оператора на базе защищённого ноутбука A760 фирмы Mitac с процессором Pentium MMX 233 МГц, ОЗУ 64 Мбайт, НГМД 1,44 Мбайт, НЖМД 2,1 Гбайт и сетевым адаптером Ethernet 10Base-T для шины PCMCIA CN40BC (CNet);
- две следящие ЭВМ на базе промышленной рабочей станции AWS-825 (Advantech) с магистралью ISA, в состав которых входят процессорная плата PCA-6153 (Advantech) половинного размера с контроллером SVGA, процессором Pentium MMX 200 МГц и ОЗУ 32 Мбайт, НГМД 1,44 Мбайт, НЖМД 2,1 Гбайт и сетевой адаптер Ethernet 10Base-T;
- внешние модули-преобразователи интерфейсов связи RS-232C в RS-422/485 — ADAM-4520 (Advantech), Ethernet 10Base-T в Ethernet 10Base-FL — Model 373 (Telebyte);
- сетевой концентратор Hub (CNet) Ethernet 10Base-T (8+1 порт UTP и 1 порт BNC);
- в качестве линий связи применяются
 - неэкранированные витые пары UTP категории 5 для сегментов Ethernet 10Base-T,
 - коаксиальные кабели типа РК-75-9-13 для протяженных участков интерфейсов,



Условные обозначения:

ПСД — плата сбора данных; NIC — сетевой адаптер; RS — интерфейс RS-232.

Рис. 1. Структурная схема автоматизированного измерительного комплекса для научных исследований

- многомодовые волоконно-оптические кабели по 6 и 12 жил (производства РФЯЦ-ВНИИТФ) для Ethernet 10Base-FL;
- управляемые источники бесперебойного питания (ИБП) с защитой от импульсных помех Back-UPS Pro BP650IPNP 410Вт (APC).

Удаленность операторской и следящих ЭВМ от места установки регистраторов и необходимость прокладки кабелей связи в непосредственной близости от зон действия источников мощных электромагнитных и импульсных помех (силовое и высоковольтное оборудование) обусловили применение

недорогих и достаточно надёжных устройств на основе интерфейса связи RS-485. Однако получаемая для кабеля РК-75 длиной 1 км пропускная способность (ПС) в лучшем случае не превышала 57,5 кбит/с, что было явно недостаточно для удовлетворения требованиям используемого прикладного ПО. В связи с этим в состав комплекса было введено сетевое оборудование Ethernet с пропускной способностью 10 Мбит/с, а большая протяжённость коммуникаций (до двух километров) через зоны электромагнитных помех обусловила применение волоконно-оптических кабелей.

Внешний вид приборной стойки с регистраторами, ИБП и другим оборудованием комплекса показан на рис. 2.

В качестве операционной системы (ОС) в силу ограниченных сроков по введению измерительного комплекса в эксплуатацию была принята ОС Windows 98, необходимая для функционирования поставляемого с измерительными модулями прикладного ПО — оболочки ISVI (АО «Инструментальные системы»). Также используется программа VNC (The Olivetti & Oracle Research Lab) для дистанционного управления регистраторами из операторской и следящих ЭВМ.

Субмодуль аналогового ввода ADM212x50M предназначен для преобразования и обработки случайных, периодических, модулированных сигналов с амплитудами от 50 мкВ до 10 В в диапазоне частот 0...45 МГц. Он имеет два канала 12-разрядных АЦП, генератор опорной частоты 60, 50 и 40 МГц и переключатель входного сопротивления любого из каналов (1 МОм — «осциллографический вход» или 50 Ом). Программируемый входной усилитель и программная калибровка смещения нуля в сочетании с хорошими динамическими свойствами обеспечивают универсальность применения.

Функционирование системы

Работа измерительного комплекса реализуется в автоматическом режиме, то есть загрузка системных и прикладных программ, разблокировка внешних входов, запуск системы на регистрацию, регистрация экспериментальных данных и их передача осуществляются без участия оператора по приходу сигналов автоматики. Оператор лишь контролирует прохождение команд и имеет возможность вмешаться в работу системы в случае необходимости. Алгоритм работы включает в себя следующие этапы:

- по команде автоматики или оператора на удаленные регистраторы, операторскую и следящие ЭВМ через источники бесперебойного питания подается напряжение 220 вольт;
- производится загрузка ОС и прикладного ПО (ISVI и VNC) на регистраторах, в частности, загружается конфигурация комплекса (количество регистрирующих каналов, частота выборки, ожидаемые диапазоны входных сигналов, параметры запуска и т. п.) и устанавливается связь регистраторов с ЭВМ;

- оператор с помощью программы дистанционного управления VNC проверяет конфигурацию и в случае необходимости корректирует её;
- по команде автоматики происходит программная разблокировка входа внешнего запуска;
- с приходом на вход внешнего запуска пускового импульса начинается процесс регистрации входных сигналов; оцифрованные данные записываются во встроенную на ПСД оперативную память, по заполнению которой процесс регистрации прекращается;
- далее комплекс автоматически блокирует вход внешнего запуска (режим «однократное измерение») и начинает копировать зарегистрирован-



Рис. 2. Приборная стойка с оборудованием измерительного комплекса

ные данные на жёсткие магнитные диски соответствующих регистраторов, затем оператор вручную копирует эту информацию на жёсткие магнитные диски операторской и следящих ЭВМ.

Отличительные особенности

Применение готовых программных продуктов и современных унифицированных аппаратных средств позволило в кратчайшие сроки, что называется «с колёс», ввести измерительный комплекс в работу и в течение трёх лет успешно его эксплуатировать.

Высокая степень надёжности комплекса обусловлена его архитектурными особенностями. В представлен-

ной структуре использовано дублирование основных элементов. Так, в случае сбоя ЭВМ оператора управление переходит к следящей ЭВМ. Помимо этого, оба тракта передачи данных (Ethernet и RS-232/485) дублируют друг друга: в случае возникновения неис-

правности в оборудовании основного тракта Ethernet (волоконно-оптические кабели и трансиверы, концентратор, сетевые адаптеры) производится переход на резервный тракт интерфейсов RS-232/485 с коаксиальным кабелем. Следует заметить, что все кабели длинных линий связи разнесены в пространстве, что почти полностью исключает их одновременный обрыв.

Заключение

Успешный опыт эксплуатации описанного автоматизированного измерительного комплекса в течение последних трёх лет подтвердил правильность принятых во ВНИИТФ принципов построения базовой модели измерительных систем распределённого типа.

Апробированная структура легко масштабируется, что позволяет наращивать общее количество регистрирующих каналов измерительного комплекса. ●

Авторы — сотрудники физико-экспериментального отделения РФЯЦ-ВНИИТФ

Телефон: (351-72) 243-56

Факс: (351-72) 323-51

E-mail: c5@five.ch70.chel.su

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ МОНТАЖА В 19"

APC
AMERICAN POWER CONVERSION

Серии Smart-UPS RM и RM XL, Smart-UPS 2URM

ИБП Smart-UPS построены по архитектуре Line-interactive и предназначены для защиты сетей питания оборудования, устанавливаемого в 19" стойки. Серия XL имеет увеличенное время работы от батарей.



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ UPS RM и RM XL

- ▶ **Мощность:** 700, 1000, 1400, 2200, 3000 и 5000 В-А.
- ▶ **Высота в стойке:** 3U (5U для XL и 5000 В-А).
- ▶ **Глубина ИБП:**
 - мощностью 700, 1000, 1400 В-А — 381 мм (для стоек глубиной 600 мм);
 - мощностью 2200 и 3000 В-А — 660 мм (для стоек глубиной 800 мм);
 - в серии XL мощностью 1400 и 2200 В-А — 451 мм (для стоек глубиной 600 мм);
 - мощностью 5000 В-А — 635 мм (для стоек глубиной 800 мм).
- ▶ **Типичное время работы при 70% нагрузке:** 11 минут (для XL — 24 минуты).
- ▶ **Серия XL допускает установку до 5 дополнительных батарей.**
- ▶ **В комплекте все необходимое для подключения к сетям Windows NT, NetWare, SCO Unix и OS/2.**
- ▶ **Наработка на отказ:** более 300 тыс. часов.
- ▶ **Обеспечивается защита от провала напряжения, провалов напряжения, перенапряжений, несинусоидальной формы входного напряжения, наводок и электромагнитных помех по сетям питания, грозовых разрядов и скачков напряжения.**

Серия Smart-UPS 2URM

- ▶ **Мощность:** 700, 1000, 1400 В-А.
- ▶ **Высота в стойке:** 2U.
- ▶ **Увеличенное время автономной работы.**
- ▶ **Замена батарей без выключения системы.**

ProtectNet™ — сетевые фильтры

линий передачи данных для комплексной защиты сетей и автономных ПК

#216

Москва: Тел.: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640
www.prosoft.ru • E-mail: root@prosoft.ru

С.-Петербург: (812) 325-3790, 325-3791
Екатеринбург: (3432) 75-1871, 49-3459

web: www.prosoft.ural.ru

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

ADAM-5000/TCP

**Надежность ПЛК
Скорость Ethernet**

**Контроллер для распределенных систем управления
с интерфейсом Ethernet 10/100Base-T**

- Непосредственное подключение к сети Ethernet 10/100 Мбит/с
- Поддержка протоколов Modbus/TCP, UDP, IP
- Полная гальваническая развязка
- 32-разрядный коммуникационный RISC-процессор
- Время реакции на событие не более 5 мс
- Вмещает до 8 модулей ввода-вывода сигналов
- Поддерживается Modbus/TCP OPC-сервером



Evolved for the eWorld

ADVANTECH

#114



Система автоматического дозирования флотационных реагентов на обогатительной фабрике

Сергей Рогожников, Василий Кинёв

В статье рассматривается система автоматического дозирования флотационных реагентов для 1-й и 2-й секций главного корпуса обогатительной фабрики ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод», созданная на основе IBM PC совместимого программируемого контроллера ADAM-5510.

Введение

Одним из основных технологических процессов при обогащении медесодержащего сырья является процесс флотации, для успешного протекания которого требуется дозированная подача флотационных реагентов в различные точки технологической цепочки. В настоящее время на обогатительной фабрике ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод» основным сырьем для обогащения служат шлаки медеплавильного производства (конвертерные и комплекса плавки в печи Ванюкова). В качестве флотореагента используется бутиловый ксантогенат калия, производящийся на этом же заводе.

В течение 15 лет для дозировки флотореагента использовалась полуавтоматическая система АДФР-5, разработанная и выпускаемая в своё время НПО «Союзцветметавтоматика». В последние годы система физически устарела и дозировка реагента практически велась вручную — посредством запорной арматуры, что снижало процент извлечения меди в концентрат и вело к перерасходу флотореагента. Поэтому было решено разработать и внедрить новую систему автоматической дозировки флотореагентов с использованием средств вычисли-

тельной техники и программируемых контроллеров.

Небольшой удельный расход флотореагента (граммы на тонну сырья) не позволяет использовать для дозирования обычные регулирующие клапаны с плавным регулированием расхода. В связи с этим было принято решение создавать систему с импульсным принципом дозирования, используя для этой цели имеющиеся на фабрике в достаточном количестве питатели реагентов ПРИУ-4-1, представляющие собой специально разработанные для реагентов соленоидальные клапаны с небольшим условным проходом, а также источник питания (30 В постоянного тока) от АДФР-5 для их питания.

В качестве контроллера решено было использовать IBM PC совместимый программируемый контроллер ADAM-5510 фирмы Advantech. Причи-



ны выбора контроллера ADAM-5510 следующие.

1. Нами была разработана на базе двух контроллеров данного типа система автоматизации и КИП установки испарительного охлаждения и очистки отходящих газов отражательной печи для получения медного штейна. Система к настоящему времени в непрерывном круглосуточном режиме проработала более 10 месяцев без сбоев в функционировании контроллеров.
2. Также на заводе к тому времени работало 4 системы, реализованных на базе YCO ADAM-5000, что позволило при их комплектации создать некоторый запас модулей ввода-вывода. Наличие в лаборатории данных модулей и одного базового блока ADAM-5510 позволяет разрабатывать и тестировать программы до того, как будет приобретено оборудование по спецификации проекта.
3. Наличие лицензионного пакета UltraLogik не требовало дополнительных затрат на базовое программное обеспечение.



Среднеуральский медеплавильный завод

4. Поскольку мы располагаем лишь HMI-пакетом Genie v.3.04. для визуализации технологического процесса и управления, то наличие в составе UltraLogik динамических библиотек для связи с программами, выполненными в Genie, позволяет решать проблему стыковки программ контроллеров с программой host-компьютера без привлечения программистов-профессионалов.

5. Стоимость систем, создаваемых на базе контроллеров ADAM-5510, значительно ниже, чем при использовании контроллеров других фирм: Simatic, Modicon, Smart I/O, Direct и так далее (данное примечание никак не умаляет качеств и достоинств названных контроллеров, а касается лишь стоимостных характеристик). При использовании других контроллеров потребовались бы дополнительные затраты на базовое программное обеспечение.

Система разработана и внедрена в июне 2001 года без привлечения специалистов сторонних организаций. Она позволяет выполнять все функции дозирования в автоматическом режиме, практически без участия оператора-технолога.

НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

Система автоматического дозирования флотационных реагентов (в дальнейшем — система АДФР) для 1-й и 2-й секций главного корпуса обогатительной фабрики (ОФ) предназначена для автоматической подачи реагентов для использования в технологическом процессе флотации.

Система выполняет следующие основные функции.

1. Измерение технологических параметров, в том числе измерение расхода сырья на каждую секцию с помощью конвейерных весов. Интегрирование расходов.
2. Визуализация технологического процесса с отображением информации о технологических параметрах в цифровом и графическом виде на

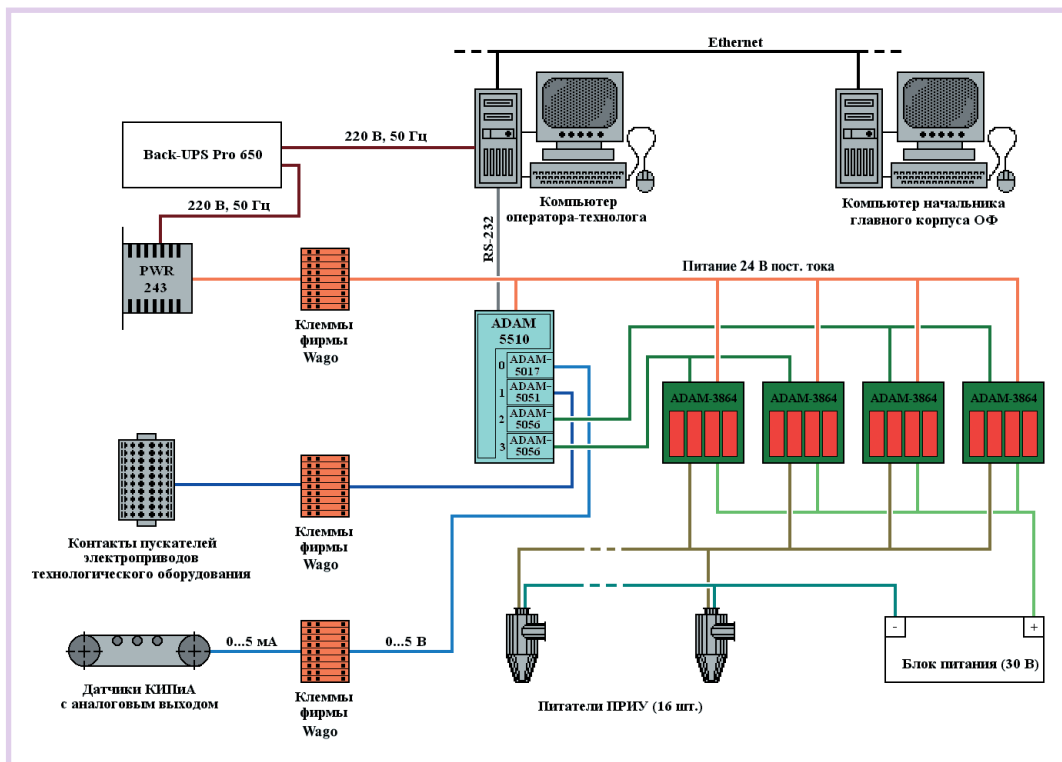


Рис. 1. Структурная схема системы АДФР

дисплеях монитора компьютера оператора-технолога.

3. Автоматическое регулирование расхода флотореагента в 16 точках технологической цепочки на основе фактических значений расходов сырья на секции и задаваемых оператором-технологом удельных расходов флотореагента.
4. Ведение суточных и формирование исторических протоколов (в виде текстовых файлов) о значениях технологических параметров и заданий с интервалом 15 минут.
5. Контроль работы технологического оборудования с отображением информации на дисплеях.
6. Звуковая и световая предупредительная и аварийная сигнализация о выходе технологических параметров за предельно допустимые значения и об останове технологического оборудования. Ведение суточных и формирование исторических протоколов аварийных сообщений с указанием даты, времени и характера аварийной ситуации.
7. Хранение на жестком диске компьютера оператора-технолога текущих суточных и исторических протоколов и их просмотр.

СТРУКТУРА И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМЫ

Система АДФР построена по трёхуровневой иерархической схеме (рис. 1).

Нижний уровень системы включает в себя датчики КИПиА, контакты пускателей электроприводов оборудования, питатели реагентов ПРИУ-4-1 и источник питания для управления питателями.

Все датчики КИПиА данной системы, в том числе и конвейерные весы, имеют токовый выход 0...5 мА; на клеммах Wago установлены прецизионные сопротивления 1000 Ом между двумя линиями выходного сигнала, что позволяет снимать с клемм сигнал напряжением 0...5 В, который подается на плату аналогового ввода ADAM-5017.

Реагент поступает в питатели из напорного бака, расположенного над питателями. При подаче напряжения на электромагнит ПРИУ клапан питателя открывается и реагент из бака поступает для использования в технологическом процессе, при обесточенном электромагните клапан закрывается.

Второй уровень системы строится на основе программируемого микроконтроллера серии ADAM-5510 фирмы Advantech, к платам ввода-вывода которого подключается оборудование нижнего уровня. В операторском помещении находится шкаф микроконтроллеров, в котором размещается оборудование второго уровня:

- базовый блок микроконтроллера ADAM-5510 с платами аналогового ввода ADAM-5017, дискретного вво-

да ADAM-5051 и двумя платами дискретного вывода ADAM-5056;

- платы для установки 4 модулей гальванической изоляции ADAM-3864 с выходными модулями постоянного тока ODC24;
- источник питания PWR-243 для питания контроллера и плат ADAM-3864;
- клеммники фирмы Wago.

При поступлении логической единицы с платы ADAM-5056 на выходной модуль ODC24 открывается выходной транзистор последнего и на питатель подается напряжение от источника питания. В данном случае обычные реле не подходят для создания гальванической развязки между низовым оборудованием и контроллером, так как число управляющих импульсов в минуту составляет от 2 до 5, что при круглосуточной работе системы приведет к износу реле уже через 1-3 месяца.

Третий иерархический уровень системы строится на основе двух IBM PC совместимых персональных компьютеров.

Компьютер оператора-технолога находится в операторском помещении рядом со шкафом микроконтроллеров и служит для визуализации технологического процесса и управления. Обмен данными между управляющим компьютером и контроллером осуществляется с помощью интерфейса RS-232.

Второй компьютер является рабочим компьютером начальника главного корпуса обогатительной фабрики, он соединен с компьютером оператора-технолога через сеть Ethernet, на нем могут быть открыты файлы с рапортами ведения технологического процесса флотации и файлы с рапортами аварийных сообщений.

Электропитание напряжением 220 В источника питания PWR-243 и компьютера оператора-технолога системы АДФР осуществляется через источник бесперебойного питания Back-UPS Pro мощностью 650 В·А, который обеспечивает работоспособность данного оборудования при исчезновении напряжения в сети 220 В в течение 15-30 минут.

В настоящее время система управляет 16 питателями ПРИУ-4-1. Аппаратно система позволяет довести число точек подачи флотореагентов, а соответственно и питателей, до 32 штук без дополнительных материальных за-



трат. В данный момент ведутся работы по расширению системы — число точек подачи реагента увеличено до 24 в связи с добавлением ещё 8 точек для подачи второго флотореагента — азрофлота.

В шкафу контроллеров имеется место для установки дополнительных контроллеров и оборудования для дальнейшего развития системы автоматизации главного корпуса ОФ.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение (ПО) системы АДФР разделяется на две группы: базовое и прикладное.

К базовому ПО относятся: операционная система Windows 98 SE, программный пакет Genie 3.04 и пакет для программирования контроллеров UltraLogik 1.03. Пакет Genie служит для разработки программы визуализации и управления технологическим

процессом. UltraLogik является программным средством разработки программы для контроллера ADAM-5510.

Прикладное программное обеспечение — это программа визуализации технологических параметров и управления процессом дозирования флотационных реагентов, созданная в среде Genie, и откомпилированная программа для загрузки в контроллер, созданная средствами UltraLogik и предназначенная для управления процессом дозирования, в том числе при отключенном компьютере оператора-технолога.

Фрагменты программы, выполненной в UltraLogik, приведены на рис. 2. На верхнем фрагменте изображена часть программы, которая выполняет линейное масштабирование сигнала с весов 1-й секции с помощью блока AILI_241 и интегрирование расхода сырья с помощью блока COUNT_1. По восходящему фронту сигнала res происходит обнуление интегрального значения расхода сырья за смену. На выходах блока COUNT_1 получаем интегральные значения расходов за текущую смену (CNT) и за предыдущую (CNT1). На нижнем фрагменте изображена часть программы, управляющая питателем ПРИУ в автоматическом режиме с помощью блока PULSER_M, который генерирует на выходе импульсы с

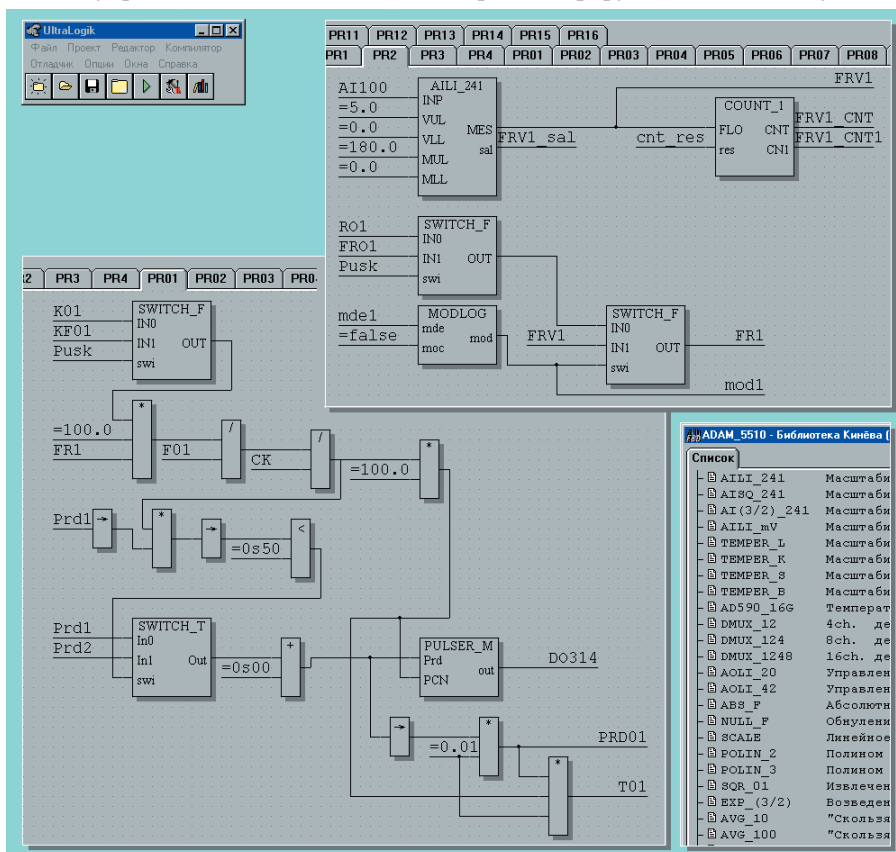


Рис. 2. Фрагменты управляющей программы контроллера, выполненной в UltraLogik

рассчитанными программой периодом и длительностью.

Программа в UltraLogik выполнена с использованием функциональных блоков библиотеки, специально разработанной авторами статьи для контроллера ADAM-5510. В настоящее время библиотека содержит около 70 функциональных блоков и позволяет в короткое время (5-10 человеко-дней на 1 контроллер) разрабатывать программы практически для любых систем контроля и регулирования технологических параметров и управления технологическим оборудованием.

Принцип работы управляющей программы контроллера

Работа питателя ПРИУ-4-1 в импульсном исполнении характеризуется тем, что расход реагента, проходящего через клапан питателя, определяется как частотой следования, так и длительностью управляющих импульсов. Программа управления питателями основана на принципе широтно-импульсного модулятора. В зависимости от расхода сырья на секцию и задания удельного расхода флотореагента для каждой точки подачи рассчитывается своё значение длительности управляющих импульсов по формуле (1):

$$t = (T \times F \times k) / (f_0 \times C \times 3600) \quad (1)$$

Здесь

t — длительность управляющих импульсов (с),

T — период следования импульсов (с),

F — расход сырья на секцию (т/ч),

k — удельный расход флотореагента на тонну сырья (г/т),

f_0 — расход флотореагента через полностью открытый клапан ПРИУ (мл/с),

C — концентрация твердого реагента в воде (г/мл),

3600 — константа перевода часов в секунды (с/ч).

Был выбран основной период следования импульсов (T) 12 секунд (5 отсечек в минуту). Если в результате расчета t при $T = 12$ с получается значение $t < 0,5$ с, программа контроллера автоматически присваивает значение $T = 24$ с и пересчитывает значение длительности t . Расход флотореагента через полностью открытый клапан ПРИУ f_0 зависит от диаметра отверстия шайбы питателя и от уровня фло-

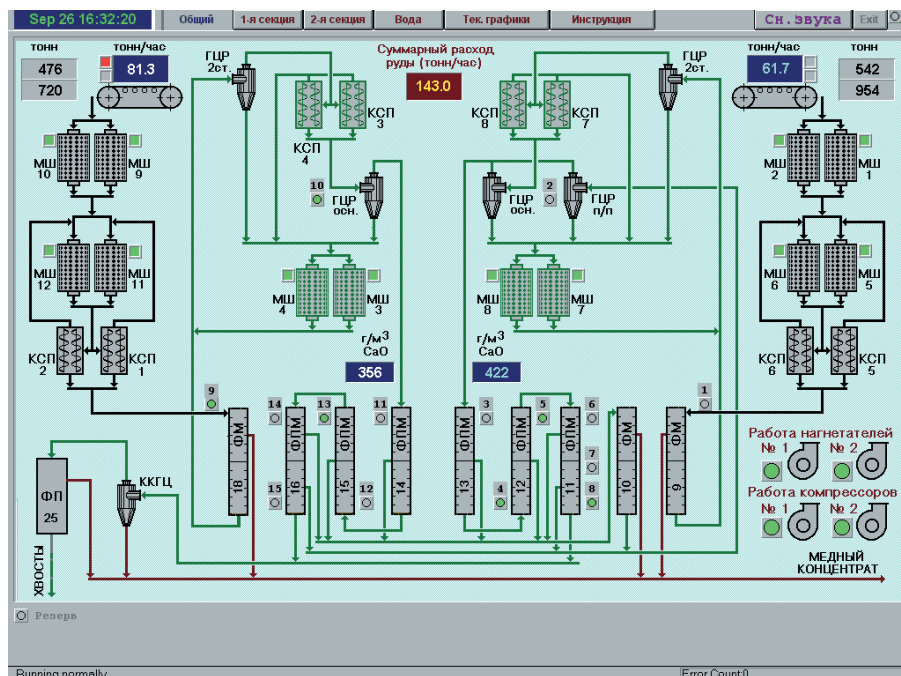


Рис. 3. Копия экрана с мнемосхемой технологического процесса флотации

торагента в напорном баке. Так как количество реагента в баке поддерживается на постоянном уровне, то f_0 для каждого питателя постоянный (f_0 определяется посредством замеров при проведении пусконаладочных работ). Таким образом, длительность управляющих импульсов t для каждой точки

подачи зависит от 3 переменных: F , k и C .

Переменные k и C являются условно-постоянными и изменяются при отработанном технологическом режиме в незначительных пределах. Переменная C — концентрация твердого реагента в воде — должна выдержи-

WAGO I/O SYSTEM

Это — свобода!

WAGO дает инженерам АСУ ТП свободу выбора

Свобода!

- при создании и модернизации распределенных систем АСУ ТП
- выбирать наиболее подходящий для Вашего проекта тип Fieldbus
- в создании наиболее экономически эффективных и компактных систем АСУ ТП по сравнению с традиционными ПЛК
- комбинировать в любом количестве аналоговые и цифровые каналы, входы и выходы

#405

ISO 9001
TUV
No. 74 100 5038
WAGO-USA

CAGE CLAMP®

Запросите у нас по факсу (095) 234-0640 дополнительную информацию по WAGO-I/O-SYSTEM

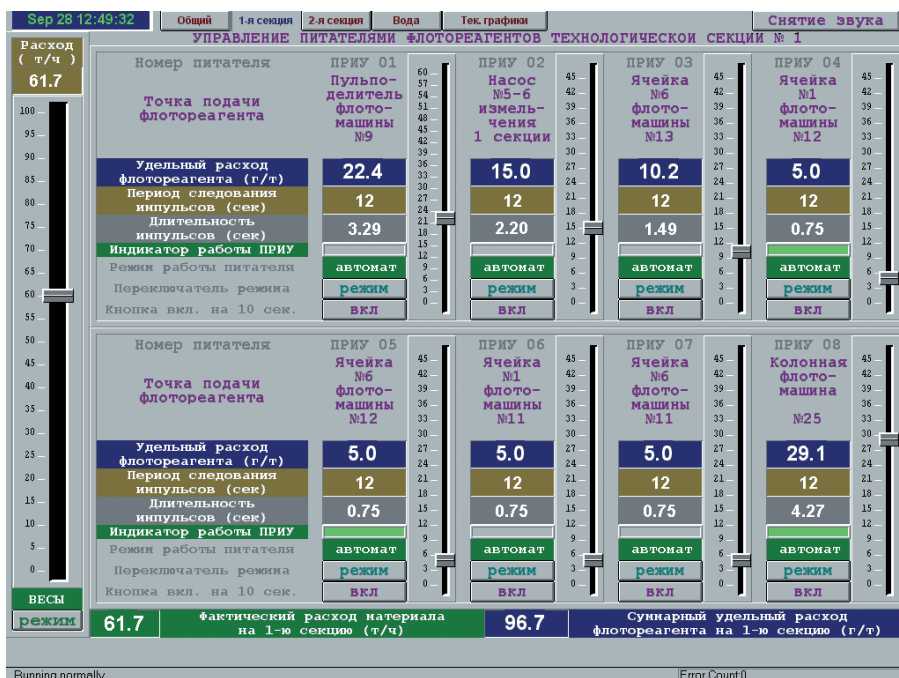


Рис. 4. Копия экрана управления питателями 1-й секции (8 питателей)

ваться на этапе изготовления раствора флотореагента в пределах, заданных технологической инструкцией, и контролируется специалистами ОТК. Переменная k — удельный расход флотореагента для каждой точки дозирования — регламентируется режимной технологической картой, её

значения могут изменяться при изменении состава сырья, а также на основе данных аналитического контроля продуктов флотации. Переменная F — расход сырья на секцию — является результатом измерения. Но для нормального ведения всего технологического процесса главного корпуса ОФ

требуется, чтобы он был стабилизирован на каком-либо значении достаточно длительное время (не менее 3-5 часов).

В зависимости от заданного режима технологического процесса оператор с помощью программы визуализации и управления выставляет значения удельного расхода реагента (для каждой точки подачи), на основе данных ОТК задает C . При включении питания контроллера или при его перезагрузке в первом цикле прохода программы инициализируются значения k и C , записанные в программу на основе режимной технологической карты. И если компьютер оператора-технолога не был включен, то автоматическое регулирование подачи реагента будет выполняться на основе этих данных. Если же компьютер включен, то при последующих циклах программы контроллер считывает значения k и C из программы компьютера. При выключении компьютера программа контроллера будет использовать те значения k и C , которые были считаны последними.

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ АДФР

Визуализация технологического процесса и управление системой АДФР осуществляются с помощью компьютера оператора-технолога, находящегося в помещении операторской главного корпуса обогатительной фабрики. Копии экранов дисплеев компьютера оператора-технолога приведены на рис. 3 и 4.

Управление питателями может осуществляться в двух режимах — автоматическом и ручном. Для каждого питателя оператор-технолог может выбрать свой режим путём нажатия на видеоклавишу переключения режимов на видеопульте управления питателем (рис. 5).

В автоматическом режиме оператор-технолог в соответствии с режимной картой задаёт вручную с помощью задатчика удельный расход флотореагента для выбранной точки подачи и при необходимости корректирует значение концентрации C . Питатель работает с частотой и длительностью импульсов, рассчитанными программой микроконтроллера. На дисплее высвечивается надпись «автомат».

В ручном режиме оператор может открыть клапан питателя на определённый промежуток времени, который задан в программе, нажав на видеоклави-

Программа быстрой поставки шкафов и принадлежностей для сетевых применений

The advertisement for Schroff network cabinets features a large image of a Schroff cabinet on the left. To its right is the Schroff logo. Below the logo is the text 'Вы строите сети? Мы можем помочь!' (You build networks? We can help!). Further right is a catalog titled 'Программа быстрой поставки шкафов и принадлежностей для сетевых применений' (Fast delivery program for network cabinets and accessories). The catalog is shown with its cover and several pages. The number '#86' is displayed in a red box. At the bottom right is the Pentair Enclosures logo.



Рис. 5. Вид видеопульта управления питателем № 1 в автоматическом (слева) и ручном (справа) режимах

шу «вкл». Всё остальное время клапан питателя находится в закрытом положении. На дисплее — надпись «ручной». Ручной режим используется при пусконаладочных работах, а также для вывода из работы данного ПРИУ по каким-либо технологическим причинам.

Задание расхода сырья также может осуществляться в двух режимах — автоматическом и ручном. Переключение режимов производится с помощью соответствующей видеоклавиши.

В автоматическом режиме расход сырья на секцию определяется с помощью сигнала от весов. Если по какой-либо причине сигнал от весов не поступает на контроллер, то оператор может задавать расход сам с помощью видеозадатчика, переключившись в режим «оператор».

Состояние системы при включении контроллера или при его перезапуске (например, сторожевым таймером) инициализируется следующим образом: все питатели переведены в режим «автомат» и задание расхода материала находится в режиме «весы».

Запись и хранение технологической информации

Значения технологических параметров через каждые 15 минут записываются в 4 файла с текущими текстовыми рапортами. В пятый файл заносятся текущие аварийные сообщения. По истечении суток все текущие текстовые рапорты автоматически копируются в исторические файлы, которые накапливаются в отдельной папке на жестком диске компьютера (имена исторических файлов содержат данные о дате записи). Ярлыки для вызова файлов с текстовыми рапортами и папки с историческими файлами расположены на панели задач.

О ПРОБЛЕМАХ

Производство на ОАО «СУМЗ» отличается повышенной запыленностью и наличием диоксида серы в атмосфере помещений. До сих пор нами при создании систем автоматизации в качестве host-компьютеров использовались обычные персональные компьютеры в офисном исполнении. Слабым местом компьютеров являются вентиляторы для охлаждения блока питания и центрального процессора, так как в вентиляторах используются подшипники скольжения, забивка которых микрочастицами пыли ведет к остановке вентиляторов, что тре-

бует остановка компьютеров для прочистки вентиляторов (1-3 раза в год). Это мы пытаемся учесть при разработке новых систем автоматизации в той степени, которую нам предоставляют возможности финансирования работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение данной системы позволило заменить часть морально и физически устаревшего оборудования на более современное, повысить точность дозировки флотационных реагентов и улучшить организацию труда технологического персонала.

Стоимость приобретенного оборудования: два компьютера, контроллер, модули гальванической изоляции, источник питания 24 В пост. тока, UPS, шкаф, клеммники — составила 3750 USD с учетом всех пошлин и налогов, включая НДС. ●

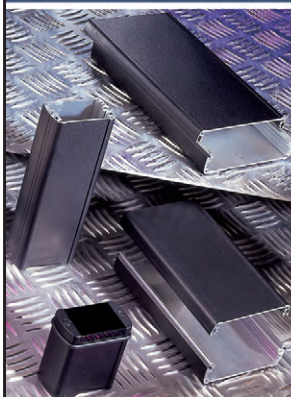
**Авторы — сотрудники
Центральной лаборатории
автоматизации и измерительной
техники
ОАО «Средуралмедьзавод»
Телефон: (34397) 248-07**

Большой выбор корпусов и мембранных клавиатур

Компактные, надежные, прочные корпуса фирмы BOPLA позволяют вам идеальным образом разместить и защитить аппаратуру от вредных воздействий

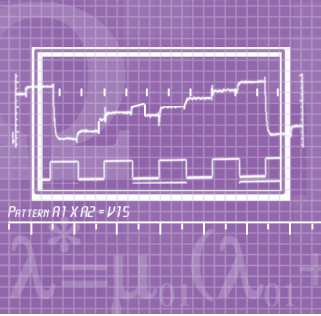


BOPLA
A Phoenix Mecano Company



ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ
Генеральный дистрибьютор
в России
www.prosoft.ru

#43



Оптический измеритель скорости слитка машины непрерывного литья заготовок

Александр Аникин, Игорь Иерусалимов, Игорь Суковатин

В статье описан оптический измеритель перемещений горячего слитка для машин непрерывного литья заготовок. Измеритель предназначен для контроля положения и скорости горячего слитка при непрерывной разливке стали.

Введение

Непрерывная разливка стали является одним из передовых технологических процессов в металлургическом производстве. Помимо автоматики, основная нагрузка при непрерывной разливке ложится на измерительную аппаратуру. От надежности контроля положения и скорости слитка напрямую зависит качество получаемой литой заготовки.

В машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), для слежения за перемещением слитка используют недорогие импульсные датчики. Самыми известными в металлургии оптическими приборами для измерения скорости проката являются лазерные доплеровские измерители скорости (ЛДИС). ЛДИС обеспечивают более высокую точность слежения за скоростью проката. Однако высокая стоимость заставляет применять их только в случае крайней необходимости.

Для решения большого круга измерительных задач в металлургии желателен некоторый промежуточный вари-

ант измерительной системы. С одной стороны, такая система должна обеспечивать точность измерений, сравнимую с ЛДИС, с другой, её стоимость должна быть невысокой. До недавнего времени не удавалось достичь желаемого компромисса между стоимостью и точностью. И только в последнее время, благодаря появлению производительных встраиваемых вычислительных устройств, появилась реальная возможность использовать в промышленности недорогие оптические измерители скорости и перемещения проката.

Способ измерений перемещений слитка МНЛЗ

Принцип работы разработанного оптического измерителя основан на регистрации изображения движущегося объекта. Схематично измеритель показан на рис. 1 и представляет собой оптическую камеру, в состав которой входят объектив, линейный матричный фотоприемник, блок электроники и встраиваемый промышленный компьютер.

С помощью объектива на линейном матричном фотоприемнике формируется изображение участка поверхности объекта. Это изображение преобразуется в сигнал, который считывается, оцифровывается и запоминается в памяти встроенного компьютера. Фактически эта часть функционирования измерителя аналогична работе современного цифрового фотоаппарата.

Сущность используемого для регистрации перемещения объекта метода состоит в следующем. Оптическая камера производит непрерывную и покадровую регистрацию участка поверхности объекта, который находится в поле зрения камеры. Каждый зарегистрированный и хранящийся в памяти компьютера кадр представляет собой массив, размер которого соответствует количеству пикселей линейной матрицы фотоприемников. Значение элемента массива соответствует амплитуде фотосигнала в соответствующем пикселе. Для обнаружения перемещения объекта необходимо сравнить два кадра, полученных оп-



Готовые заготовки МНЛЗ



Нижне-Тагильский металлургический комбинат

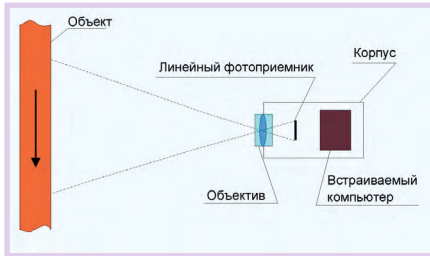


Рис. 1. Схема оптического измерителя

тической камерой через некоторый интервал времени. В случае, когда объект неподвижен, различие между двумя кадрами минимально. При перемещении объекта характерные участки текущего изображения будут смещены относительно предыдущего изображения. На рис. 2 приведены два последовательных кадра, полученных при перемещении объекта. Сравнивая их, можно обнаружить и рассчитать перемещение изображения объекта на фотолинейке.

Для сравнения кадров используются хорошо известные методы корреляционного анализа [1]. В первом кадре выбирается окно между пикселями I_0 и I_2 шириной T . Во втором кадре также выбирается окно ширины T , но смещенное относительно первого на величину n , его границы будут иметь значения I_0+n и I_2+n . По известным формулам рассчитывается зависимость коэффициента корреляции между двумя распределениями амплитуд пикселей в выбранных окнах двух кадров от параметра n . Взаимная корреляционная функция $K(n)$ при ее реализации программными методами в цифровой аппаратуре используется в виде своего дискретного аналога.

$$K(n) = \frac{1}{(I_2 - I_0)} \sum_{i=I_0}^{i=I_2} (x_i - \bar{x}) \cdot (y_{i+n} - \bar{y}) \quad (1)$$

Здесь x_i и y_i — массивы амплитуд пикселей для 1-го и 2-го кадров соответственно, $\bar{x}$ и $\bar{y}$ — математические ожидания распределений x и y соответственно, I_0 и I_2 — границы интервала выборки, n — программное смещение. На рис. 3 показана зависимость функции $K(n)$ для двух кадров, приведенных на рис. 2.

На рис. 3 можно видеть, что полученное межкадровое смещение составляет примерно 16 пикселей. Зная оптическое увеличение системы и расстояние до объекта, нетрудно получить реальное смещение объекта. В разработанном измерителе способ, примененный для определения перемещения объекта, также был использован для измерения расстояния до него. Фактически конструкция измерителя представляет собой цифровую оптическую стереокамеру. В

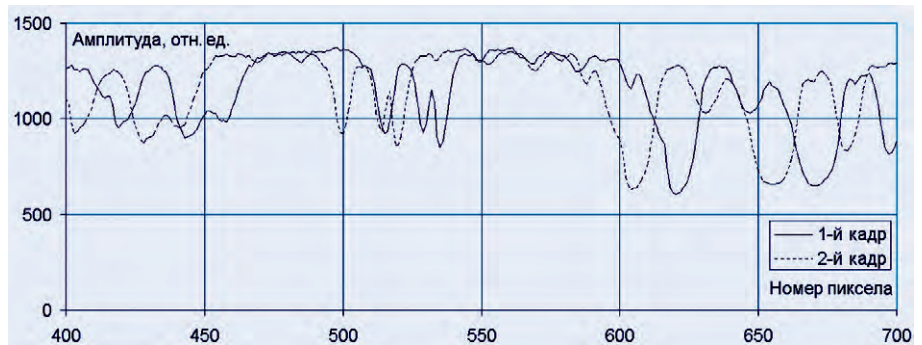


Рис. 2. Два кадра, полученных при перемещении объекта

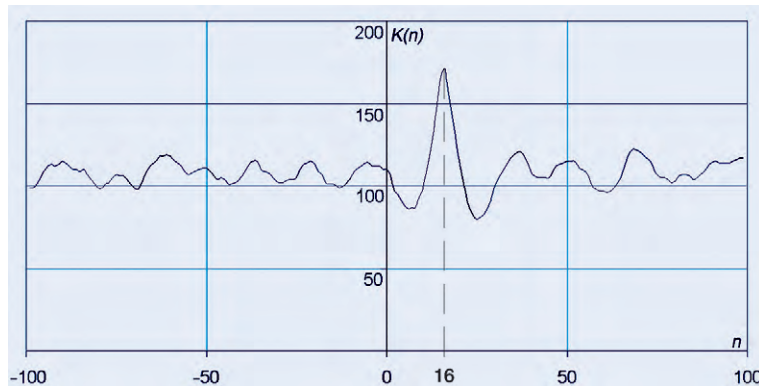


Рис. 3. Корреляционная функция для двух последовательных кадров

такой оптической системе изображение, полученное правым объективом камеры, сравнивают с изображением левого объектива. Расстояние до объекта получается с использованием известного метода триангуляции.

Конструкция измерителя перемещений слитка МНЛЗ

Оптический измеритель предназначен для работы вблизи горячего слитка МНЛЗ. Температура слитка составляет 800...1200°C. Диапазон рабочих расстояний от слитка до оптического измерителя может составлять 1500...4000 мм. Небольшое расстояние до горячего слитка приводит к значительному нагреву конструкции оптического измерителя до 70°C. Если для оптической части измерителя такая степень нагрева вполне допустима, то для электроники это выдвигает серьезные требования по надежности.

К счастью, в настоящее время на рынке присутствует достаточный выбор фирм-производителей плат для жестких условий эксплуатации. По размерам в наибольшей степени подошли платы в формате MicroPC. В качестве встроенного компьютера была выбрана процессорная плата 5066 фирмы Octagon Systems (США), а для АЦП использована плата параллельного аналогового ввода AI8S-5A-1 фирмы Fastwel (Россия). Эти платы работают в заданном для измерителя диапазоне температур от -20 до +70°C. На рис. 4 приведена схема компоновки оптического измерителя.

В качестве блока питания измерителя использован стандартный блок NAL25 фирмы Artesyn Technologies. Наличие на выходе NAL25 набора напряжений +5 В, -12 В и +12 В позволило обойтись одним блоком питания как для процессорной платы, так и для блока

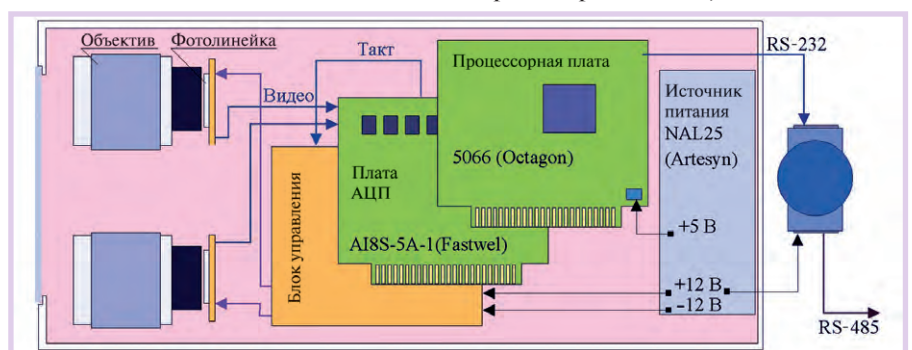


Рис. 4. Схема компоновки оптического измерителя перемещений слитка МНЛЗ

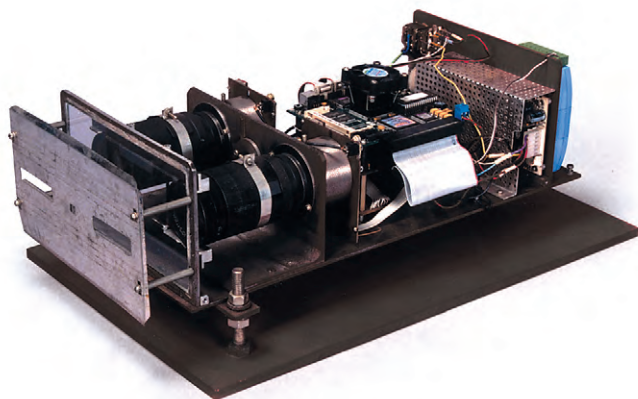


Рис. 5. Вид оптического измерителя со снятым кожухом

управления фотолинками. Следует отметить удобство использования для работы с несколькими фотолинками платы АЦП AI8S-5A-1 [2]. Благодаря параллельному вводу плата AI8S-5A-1 позволяет одновременно вводить видеокдры с нескольких фотолинеек. Максимальные размеры плат АЦП и встраиваемого компьютера составляют 125 мм. Между собой они соединяются простым соединительным шлейфом. На рис. 5 приведен вид измерителя в открытом состоянии, он имеет компактные габариты и небольшой вес.

Оптическая часть измерителя состоит из двух объективов, образующих

оптическую стереопару. За объективами располагается плата АЦП и процессорная плата. К задней стенке измерителя непосредственно примыкает блок питания. На рис. 6 показано расположение измерителя.

Предварительная настройка и калибровка измерителя осуществлялись в лабораторных условиях. Для опытного экземпляра измерителя перемещений слитка МНЛЗ был установлен диапазон рабочих расстояний от 1750 мм до 2500 мм. Связь с измерителем осуществляется по двум последовательным портам RS-232 и RS-422.



Рис. 6. Расположение оптического измерителя на МНЛЗ

РАЗМЕЩЕНИЕ И УСТАНОВКА ОПТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ НА МНЛЗ

Опытные испытания разработанного измерителя проводились на существующей МНЛЗ. Место установки измерителя было выбрано в районе машины газовой резки. Расстояние от кристаллизатора МНЛЗ до измерителя составляло примерно 25 метров по длине слитка. Рядом с измерителем расположена начальная позиция измерительного ролика существующей системы контроля положения слитка. Такое расположение позволило сравнивать длину отрезаемого слитка при использовании импульсного датчика ролика с длиной, полученной оптическим измерителем. На рис. 7 показана схема расположения измерителя на МНЛЗ.

При опытной эксплуатации основными контролируемыми параметрами были скорость слитка и длина отрезаемой заготовки. Проверить точность измерения можно, сравнивая последнее значение с реальной длиной отрезанной заготовки. Поэтому работа оптического измерителя строилась следующим образом. В компьютер, связанный с измерителем, вводился сигнал реза от существующей системы контроля. По этому сигналу в компьютере выделяется отрезанная длина, которая вычисляется как разница между текущим положением слитка и положением слитка в момент поступления предыдущего сигнала реза.

Скорость продвижения слитка, или скорость разлива, рассчитывалась как среднее перемещение слитка за выбранный интервал времени, при опытной эксплуатации брался интервал в 3 секунды. Все измеряемые параметры ежесекундно записывались в суточную базу данных.

Приведенная на рис. 7 схема показывает подключение нескольких измери-

ВСЕ ЧТО НЕОБХОДИМО ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ



SCADA и база данных для АСУ ТП

материалы для компьютерных сетей



Rockwell Automation
Allen-Bradley

PLCs и компоненты автоматизации

GSM и WAP беспроводные технологии

KLINKMANN

коробки, реле, клемники и др.

смотри русский 700 страничный web-каталог

WWW.KLINKMANN.COM

Санкт-Петербург
тел.: (812) 327 37 52

Москва
тел.: (095) 956 49 07

#36

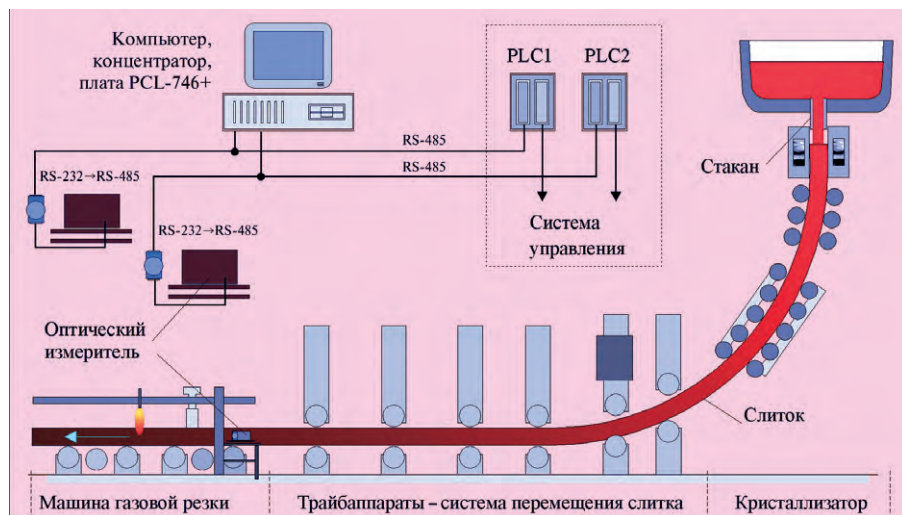


Рис. 7. Схема расположения оптического измерителя на МНЛЗ

телей к автоматике МНЛЗ. Информация о текущем положении слитка поступает непосредственно на контроллеры управления его порезкой. Компьютер-концентратор служит для архивирования технологических параметров движения слитка.

Результаты опытной эксплуатации оптического измерителя

Основным параметром, по которому оценивалась точность оптического измерителя, являлась длина слитка. В процессе разливки измеритель непрерывно выдает текущую длину слитка, которая рассчитывается суммированием межкадрового перемещения слитка встроенным компьютером самого измерителя. Текущая длина хранится в измерителе и выдается по запросу извне по каналу связи. На рис. 8 показана типичная зависимость текущей длины слитка L от времени.

Начальная точка приведенной на рис. 8 зависимости отсчитывалась от момента включения измерителя. По наклону кривой можно судить о скорости разливки. Видно, что кривая на рис. 8 состоит примерно из трех участков. Первый участок от 15:00:00 до 15:24:00 — разливка с обычной скоростью. Второй участок от 15:24:00 до 15:30:00 — остановка слитка. Третий участок от 15:30:00 до 16:00:00 — также разливка с обычной скоростью. Технологическая скорость разливки получалась дифференцированием кривой $L(t)$. На рис. 9 показана полученная таким образом скорость разливки. Представленная зависимость скорости включает в себя временной интервал, во время которого производилась замена стакана первого ручья МНЛЗ.

Данная операция длится около 3 минут и характеризуется остановкой разливки. Эта ситуация и показана на рис. 8 в интервале времени от 15:24:00 до 15:28:00.

Для оценки точности измерителя использовалось сравнение реальных длин отрезанных заготовок с данными, полученными от измерителя. Погрешность при замерах горячих длин заготовок рулеткой составила около 5...10 мм. В табл. 1 приведены некоторые результаты замеров.

Таблица 1. Замеры горячих заготовок, квадрат

Номер заготовки	Длина по измерителю, мм	Длина по рулетке, мм	Разница между измерителем и рулеткой, мм
1	5442	5430	12
2	5440	5430	10
3	5438	5430	8
4	5422	5410	12
5	5439	5430	9
6	5442	5430	12

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что точность определения длины отрезаемой заготовки по измерителю составляет около 0,2%.

В отличие от существующей системы измерений оптический измеритель позволяет получить дополнительную информацию о поперечном положении слитка относительно ручья МНЛЗ. Измеритель непрерывно производит определение расстояния до слитка, и по его изменению можно судить о боковых перемещениях слитка. На рис. 10 показано изменение расстояния D между измерителем и слитком за время наблюдения.

Приведенная на рис. 10 зависимость показывает, что боковой уход слитка во время разливки может составлять около 10 мм. Следует отметить, что измеритель

Наивысшая безопасность

Точное измерение

Широкий выбор изделий для автоматизации предприятий

Двоичные и аналоговые датчики с различным принципом действия:

- индуктивные и емкостные датчики
- магнитные датчики
- ультразвуковые датчики
- фотоэлектрические датчики

Шифраторы приращений и абсолютные поворотные шифраторы

Измерительное и управляющее оборудование

Системы идентификации

АС-интерфейс

Блоки искрозащиты на стабилизаторах

Разделительные модули

www.prosoft.ru

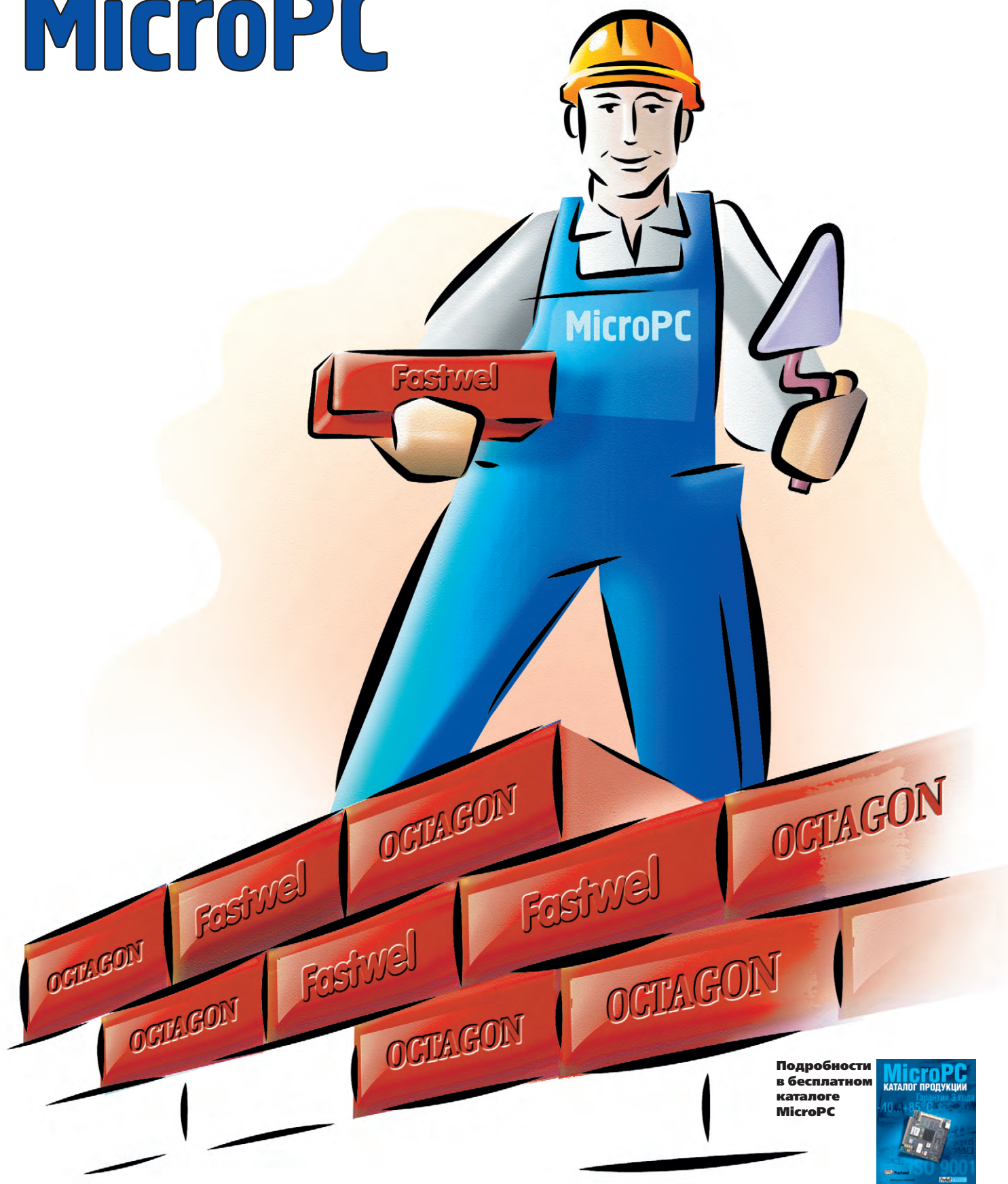
E-mail: root@prosoft.ru

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Данное оборудование поставляется и во взрывобезопасном исполнении

#123

MicroPC



Подробности
в бесплатном
каталоге
MicroPC



ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА: Телефон: (095) 234-0636
доб. 210 — отдел поставок,
доб. 203 — тех. поддержка
Факс: (095) 234-0640
Адрес: 117313, Москва, а/я 81
www.prosoft.ru
E-mail: root@prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ: (812) 325-3790, 325-3791
ЕКАТЕРИНБУРГ: (3432) 75-1871, 49-3459
www.prosoft.ural.ru

ДИЛЕРЫ ФИРМЫ ПРОСОФТ: **АЛМА-АТА:** ТНС-ИНТЕК (3272) 54-7162/7553 • **ВОРОНЕЖ:** Воронежжпромавтоматика (0732) 53-8692/5968 • **ДНЕПРОПЕТРОВСК:** RTS (056) 770-0400 www.rts-ukraine.com • **ЕРЕВАН:** МШАК (8852) 27-7734/1928, 27-6991 www.mshak.am
• **ИРКУТСК:** Инэкс-Групп-Сервис (3952) 25-8037, 20-0550/0660 www.inex-group.ru • **КАЗАНЬ:** Шатл (8432) 38-1600
• **КЕМЕРОВО:** Конкорд-Про (3842) 35-7591 • **КИЕВ:** Логикон (044) 252-8019/8180, 261-18-03 www.logicon.com.ua • **КРАСНОЯРСК:**
ТокСофт-Сибирь (3912) 65-3009 www.toxsoft.ru • **МИАСС:** Интех (35135) 27-905, 23-933, 28-764 • **МИНСК:** Элтикон (+375-17)
263-3560/4066/5191 • **МОСКВА:** Антрел (095) 269-3321 www.antrrel.ru • **Н.-НОВГОРОД:** СКАДА (8312) 36-6644 • **НОВОСИБИРСК:**
Индустриальные технологии (3832) 34-1556, 39-6380 www.i-techno.ru • **ОЗЕРСК:** Лидер (35171) 28-825, 23-906 • **ПЕНЗА:** Технолинк
(8412) 55-9001 www.tl.ru • **ПЕРМЬ:** Пром-А (3422) 19-5566 www.prom-a.ru • **РИГА:** MERS (+371), 780-1100, 75-43325, 92-43271,
www.mers.lv • **РЯЗАНЬ:** Системы и комплексы (0912) 24-1182 • **САМАРА:** Бинар (8462) 66-2214, 70-5045, 16-5385, 63-2737
• **САРАТОВ:** Трайтек Системс (8452) 52-0101, (095) 733-9332 www.tritec.ru • **ТАГАНРОГ:** Квинт (8634) 31-5672 • **УСТЬ-**
КАМЕНОГОРСК: Техник-Трейд (3232) 25-4064 http://technik.ugk.kz • **УФА:** Интек (3472) 74-4841 www.intek.ufanet.ru •
ЧЕЛЯБИНСК: ИСК (3512) 62-6464, 35-5440 • **ЯРОСЛАВЛЬ:** Спектр-Трейд (0852) 21-4914/0363 http://spectrtrade.yaroslavl.ru

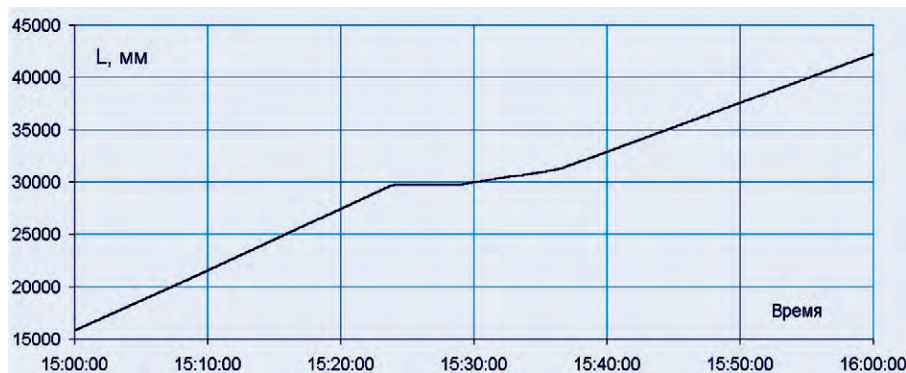


Рис. 8. Зависимость длины слитка L от времени

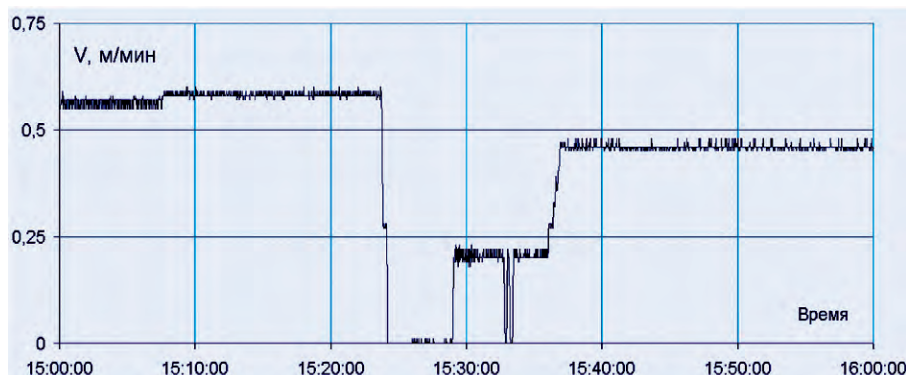


Рис. 9. Зависимость скорости разлива V от времени

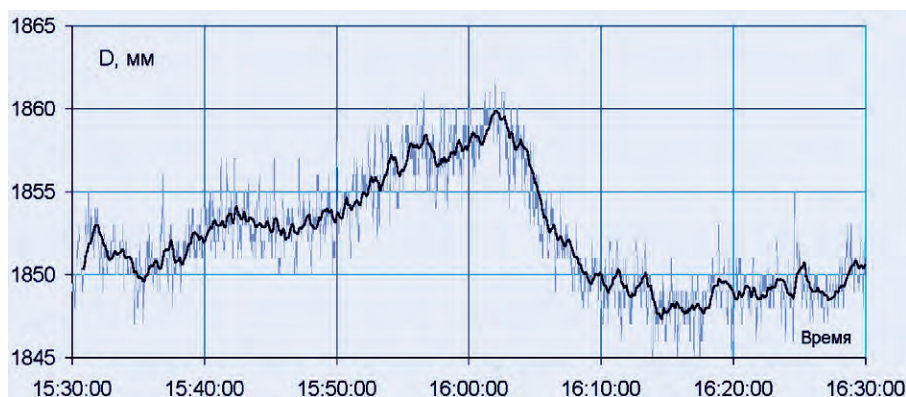


Рис. 10. Изменение поперечного положения слитка за время наблюдения

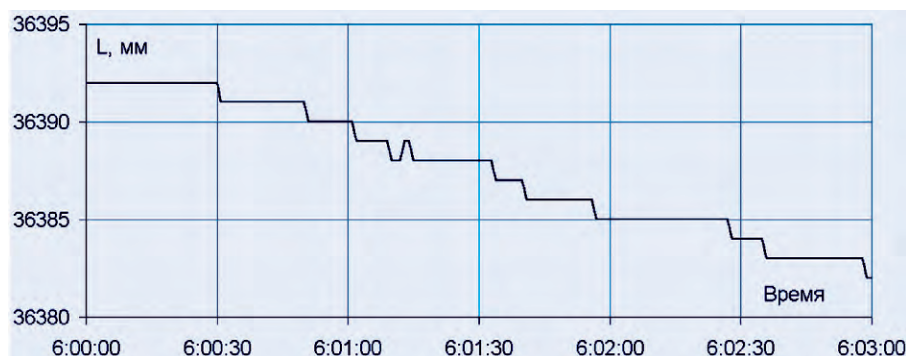


Рис. 11. Изменение длины слитка во время остановки разлива

обнаруженное во время остановки уменьшение длины слитка. На рис. 11 показано изменение длины слитка, зафиксированное измерителем в течение 3 минут. В этом интервале времени скорость разлива равнялась нулю.

Показанное на рис. 11 изменение длины слитка за время наблюдения объясняется его сокращением при уменьшении локальной температуры слитка. Видно, что в рассматриваемом интервале времени (3 минуты) длина слитка уменьшилась примерно на 10 мм. Теоретическая оценка показала соответствие расчетной и экспериментальной величин сокращения слитка.

Полученные в процессе опытной эксплуатации результаты показывают высокие возможности оптического измерителя. Его опытная эксплуатация продолжалась с перерывами в течение 9 месяцев, включая как летние, так и зимние месяцы. Температура окружающей среды колебалась в пределах от -10 до 60°C . Температура корпуса измерителя доходила до 70°C . Измеритель эксплуатировался в условиях металлургического производства при соответствующем уровне вибраций и наводок от силовой части электрооборудования. За время эксплуатации не произошло ни одного сбоя измерителя и ни разу не было разрыва связи по информационному каналу. По результатам эксплуатации можно сделать вывод, что оптический измеритель представляет собой хорошую альтернативу существующим средствам контроля перемещения слитка МНЛЗ. При замене импульсных датчиков оптическими измерителями повышается как точность порезки слитка на МНЛЗ, так и точность слежения за его технологическими параметрами. Ожидаемый экономический эффект от внедрения системы составит около 700 тыс. руб. в год. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелик-Шахназаров А.М., Маркатун М.Г. Цифровые измерительные системы корреляционного типа. — М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Кашин М., Корнеев К. Средства автоматизации, совместимые с продукцией фирмы Octagon Systems //Современные технологии автоматизации. — 1998. — № 4. — С.8.

**Авторы — сотрудники
Нижнетагильского
металлургического комбината
Телефон: (3435) 29-2087, 29-2022**

производит определение расстояния до слитка с довольно высокой точностью, порядка 0,1%. На практике это может оказаться важным для постоянного контроля за механической частью МНЛЗ, обеспечивающей точную проводку слитка при разливе. С точки зрения

эксплуатации измерителя, его способность определять расстояние до слитка позволяет осуществлять быструю установку измерителя или его замену.

Хорошей иллюстрацией высоких возможностей измерителя по определению перемещения слитка является

Проблемы создания бортовых вычислительных комплексов малых космических аппаратов

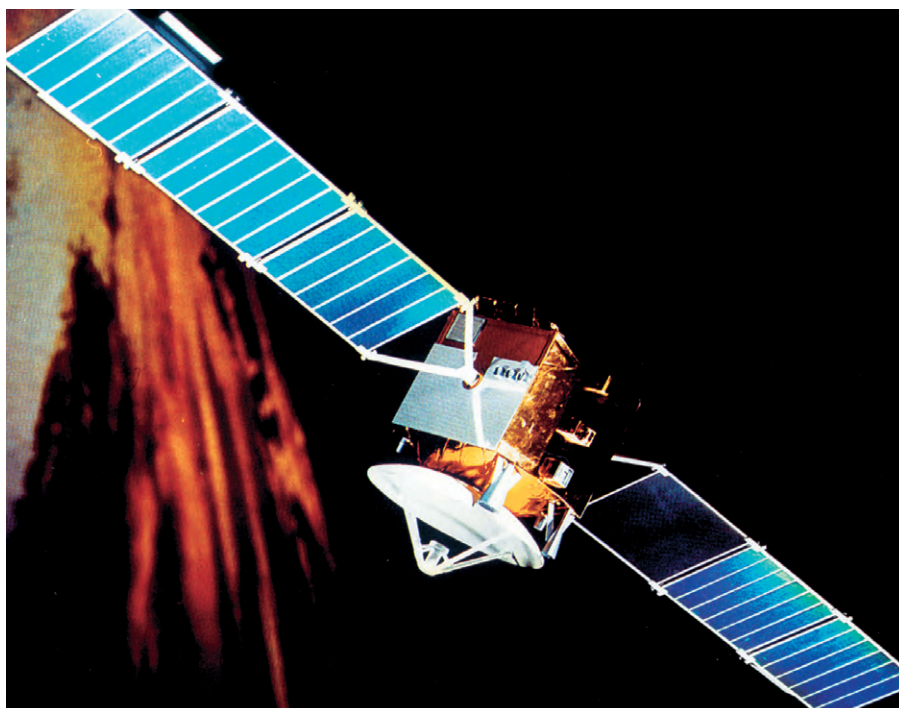
Олег Гобчанский

В статье рассматриваются некоторые проблемы, возникающие при разработке аппаратуры бортовых вычислительных комплексов, и возможные пути их решения. Приводится структура унифицированного комплекса, использующего MicroPC.

Особенности малых космических аппаратов

К малым космическим аппаратам (МКА) обычно относят аппараты с массой в пределах 500-1000 кг. Для них характерна относительно низкая стоимость вывода на орбиту, основные области применения — дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и телекоммуникация. Бортовая аппаратура (БА) МКА должна отвечать следующим особым эксплуатационным и функциональным требованиям:

- размещение в аппаратном негерметизированном отсеке объёмом 1-2 м³ с толщиной стенок отсека 1-3 мм;
- отвод тепла от приборов БА через металлические узлы на термоплиты с температурой 0...40°C;
- большое число запусков в течение длительного периода (10-20 лет) базовой платформы МКА с разной комплектацией полезной нагрузки на орбиты, существенно отличающиеся по радиационным условиям;
- срок активного существования (САС) — до 10-15 лет;
- двойное использование платформы — для хозяйственных и оборонных целей;
- автономное функционирование, минимальное использование средств наземного комплекса управления (НКУ);
- использование ресурсов бортовых вычислительных комплексов (БВК) для наземных предстартовых проверок, минимизация функций наземного контрольно-испытательного комплекса (НКИК);



Наиболее тяжёлая проблема — обеспечение радиационной стойкости на длительный срок активного существования.

Архитектура зарубежных бортовых компьютеров

Доступные характеристики трех бортовых компьютеров (БК) для МКА, позволяющие определить основные тенденции зарубежных разработок, представлены в таблице 1.

Структура БК ОВСУ показана на рис. 1. БК содержит несколько резервированных модулей (процессорный модуль, отказоустойчивая память и часы, реконфигуратор, интерфейсный модуль, модуль вторичного питания), каж-

дый из которых подключён к дублированной быстродействующей внутренней шине, функционирующей под управлением процессора. Резервные модули БК находятся в холодном резерве.

Процессорный модуль непосредственно связан с радиоканалом командно-телеметрической системы (КТС), выполняя функции удалённого терминала машины НКУ. Помимо цифровой информации от КТС может также поступать на процессорный модуль и модуль реконфигурации ограниченное число декодированных высокоприоритетных релейных команд для безусловного исполнения. В состав процессорного модуля входят оперативная и постоянная память и средства обнаруже-

Таблица 1. Бортовые компьютеры в блочном исполнении

№	Фирма	Шифр	Радиационная стойкость, надёжность	Архитектура, вычислительные ресурсы	Интерфейсы ввода-вывода	Конструктивные особенности	Примечание
1	Astrium (Германия)	OBCU01	100 крад, 4×10^{-8} сбоев/сутки	P1750A, 16 разрядов, 1 млн. оп./с, резервированная внутренняя шина, 256 кбайт ОЗУ, 256 кбайт ПЗУ	Специализированные радиальные каналы: - команды и телеметрия, - ориентация и стабилизация, - магнитометр Интерфейсы обмена: RS-422 и специализированные	Крейт Евромеханика 6U на 7×2 модуля, потребление 17 Вт, масса 13 кг, объём 21 дм ³	Холодное резервирование каждого из 7 модулей
2	EMS Technologies (Канада)	ESP603		PowerPC, 16 разрядов, 177-459 млн. оп./с, CompactPCI, 32 Мбайт ДОЗУ, 512 кбайт СОЗУ, 1 Мбайт ППЗУ	Унифицированные и специализированные каналы	Крейт Евромеханика 6U	COTS-технология для низкоорбитальных МКА
3		ESP3000	100-300 крад	R3000, 16 разрядов, 60-75 млн. оп./с CompactPCI, 2 Мбайт СОЗУ, 1 Мбайт ППЗУ		Крейт Евромеханика 3U	

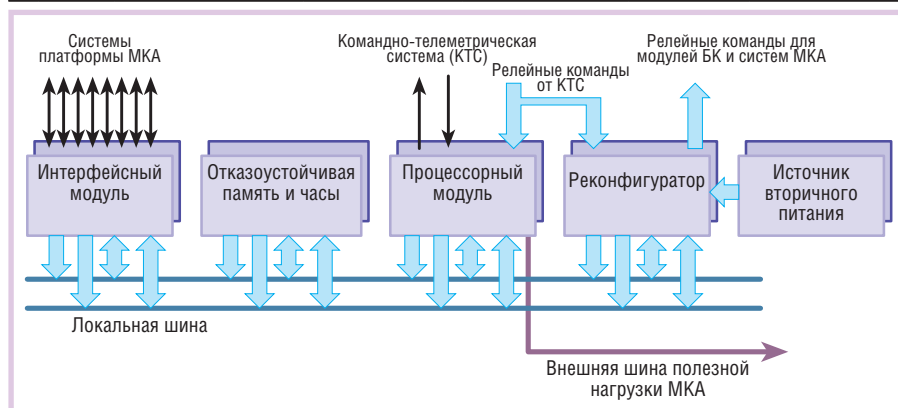


Рис. 1. Структура бортового компьютера OBCU

ния сбоев. В модуле отказоустойчивой памяти и часов также обеспечивается автономное обнаружение и исправление одиночных ошибок.

Переключением резерва управляет модуль реконфигурации, который анализирует признаки состояния, поступающие от модулей и систем МКА. Командам на изменение конфигурации, поступающим от КТС, обеспечивается приоритет. Модуль вторичного источника питания имеет независимые выходы на каждый модуль, коммутируемые модулем реконфигурации. БК обеспечивает непосредственный обмен через специализированные интерфейсные узлы со всеми системами платформы. При изменении комплектации МКА разрабатывается новый интерфейсный блок. В качестве средств связи БК с полезной нагрузкой используется отдельная последовательная шина. Одна из российских фирм заложила этот БК в свои проекты.

Общим для представленных в табл. 1 и ряда других известных БК является:

- унификация на базе конструктива Евромеханика 6U (3U), высокопроизводительной внутренней шины и совместимого набора модулей;
- прямой обмен процессора БК с НКУ через КТС;
- обмен с датчиками и исполнительными устройствами базовых систем МКА через модули БК по специализированным радиальным связям или через специализированные контроллеры;
- модульная архитектура, позволяющая адаптировать структуру комплекса для разных проектов;
- использование внешних последовательных магистралей наряду со специализированными радиальными связями;
- радиационно-стойкая (от 100 крад и выше) элементная база для высоких орбит, COTS-компоненты для низкоорбитальных МКА;
- относительно высокие вычислительные ресурсы (производительность — 1-5 миллионов операций в секунду, ёмкость ОЗУ, ПЗУ — 1-4 Мбайт);
- кратность резервирования — 2 (основной модуль и резервный — «холодный»);

- парирование сбоев внутренними средствами встроенного контроля одноканального процессора (сторожевой таймер, ЗУ с избыточностью и восстановлением и т.п.);

- формирование команд, сбор и выдача телеметрической информации проводится БК (за небольшим исключением);

- потеря живучести при отказе БК.

Несколько иной подход к унификации используется в разработке фирмы Lockheed Martin Astro Space. БВК представляет собой распределённую структуру на базе внешней высокоскоростной магистрали, используемой в режиме реального времени. Роль интерфейсных модулей для связи с датчиками и исполнительными элементами платформы МКА выполняют выделенные блоки, подключаемые к внешней (а не внутренней) магистрали. Для БА, не имеющей соответствующих MIL-STD-1553 терминалов, используются удалённые интерфейсные блоки. Интерфейсные блоки, комплектуемые из унифицированных плат, собирают телеметрическую информацию, формируют команды, согласуют нестандартные сечения аппаратуры платформы и полезной нагрузки с магистралью.

Тенденции в отечественных разработках

Сегодня разработчики БК вынуждены учитывать состояние в отечественной электронной промышленности:

- отсутствие полного комплекта радиационно-стойких ИМС с гарантированными характеристиками для построения высокопроизводительного БК с освоенным общим программным обеспечением;
- отсутствие единого технологического конструктива (например, Евромеханика).

Это вынуждает использовать зарубежные комплектующие, в том числе и не радиационно-стойкие, но обладающие необходимыми функциональными возможностями, элементную базу и отдельные платы, реализуя специальные меры по их отбору, дополнительной защите и адаптации для космических применений.

С другой стороны, создают определённые проблемы укоренившиеся решения Главных конструкторов, не учитывающие особенности МКА:

- использование многоканальной архитектуры БК (до 5) с аппаратным или программным мажорированием

трех постоянно включённых комплектов;

- излишняя автономность систем, включающих большое число автономных приборов, не позволяющая эффективно использовать возможности БВК;
- дешифрация основного числа команд управления НКУ автономными средствами бортовой аппаратуры командно-измерительной системы (КИС), а не приборами БВК;
- сбор, хранение, обработка и сброс результатов телеметрических измерений средствами автономной бортовой системы телеметрических измерений (СТМИ);
- использование мультимплексного канала обмена (МКО) по ГОСТ 26765.52-87 (MIL-STD-1553) при малой информативности обмена.

Эти решения, в свою очередь, создают ряд проблем при проектировании систем КА. Например, автономность систем разделяет сферы ответственности разработчиков и ведёт к увеличению сложности аппаратуры, снижению надёжности, повышению массы и потребления. Особенно это характерно для систем, эксплуатируемых в сеансном режиме.

Отдельно следует остановиться на использовании МКО, который обеспечивает пропускную способность около 1000 кбод на расстояние до 100 м, причем расстояние между согласующими трансформаторами шлейфов должно быть не менее 1 метра. При объеме МКА 1-2 м³ длина резервированной магистрали будет около 10 м, а вес (с согласующими трансформаторами) — 1-2 кг. С другой стороны, фактическая скорость передачи данных по магистрали МКА не превышает 7 кбод, что определяет КПД информационного обмена [1] менее 0,7%. Однако затраты при этом весьма впечатляют: стоимость одной микросхемы оконечного устройства канала или контроллера составляет \$1000-1500, что в два раза превышает стоимость микроЭВМ. Радиационно-стойкие зарубежные микросхемы для МКО стоят ещё дороже. Затраты на проект с учётом отработочных комплектов, наземных средств и контрольно-измерительной аппаратуры достигают 10-20% стоимости БВК, а отработка бортовой сети, кроме того, требует высокой квалификации специалистов и занимает много месяцев. Ис-



пользование сети на 15 резервированных абонентов потребует также дополнительной мощности порядка 10-15 Вт. В [1] МКО характеризуется как продукт затратной экономики холодной войны, на который «...потрачено уже около миллиарда рублей в старом доперестроечном исчислении» и для которого «создано шесть элементных баз, и все они не годятся...» и финансируется создание новых.

Структура унифицированного БВК МКА

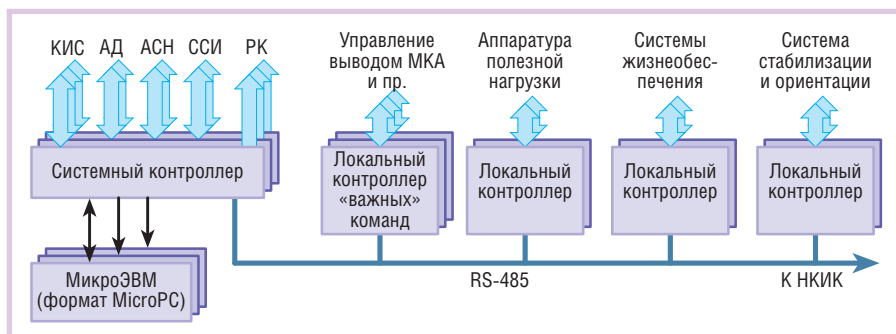
На рис. 2 приводится альтернативная структура БВК МКА, в которой учтены тенденции, просматриваемые как в зарубежных, так и в отечественных проектах, а также предлагаются некоторые новые решения, продиктованные сегодняшними реалиями. В частности, за счёт организации периодического переключения (ППР) [2] предлагается создать унифицированный БВК на базе доступных ИМС и MicroPC как для низких орбит, так и для «тяжёлых» орбит, например, для геостационарной орбиты (ГСО).

БВК представляет собой распределённую вычислительную систему, которая

включает системный контроллер (СК), высокопроизводительную микроЭВМ формата MicroPC и специализированные локальные контроллеры (ЛК), обслуживающие несколько систем.

СК является ядром БВК и контроллером сети, а во время сеанса связи с НКУ — удалённым терминалом радиоканала Земля — МКА. СК выполняет следующие функции:

- двусторонний обмен по радиальным связям (RS-232/422):
 - с приёмником и передатчиком бортовой командно-измерительной системы (КИС),
 - аппаратурой систем сбора измерений (ССИ),
 - аппаратурой спутниковой навигации (АСН),
 - астродатчиком (АД);
- двусторонний обмен с микроЭВМ;
- низкоинформативный обмен с ЛК систем по магистрали RS-485;
- верификация команд и командно-программной информации, поступающей по радиолнии с НКУ, передача их в микроЭВМ и ЛК или хранение в отказоустойчивом ОЗУ в форме временных программ;
- выдача разовых команд в соответствии с информацией, полученной от НКУ, микроЭВМ или при обработке временной программы;
- отработка режимов включения ЛК и другой БА с выдачей соответствующих разовых команд;
- диагностика состояния и реконфигурация микроЭВМ, КИС, ССИ, АСН, АД, ЛК и магистрали;
- формирование бортовой шкалы времени (БШВ) и синхронизация её со шкалой времени НКУ и таймерами ЛК;
- отказоустойчивое хранение системной информации;
- поддержка отказоустойчивости вычислений микроЭВМ;
- обеспечение прямой передачи командно-программной информации с



Условные обозначения: РК — разовые команды; КИС — командно-измерительная система; АД — астродатчик; АСН — аппаратура спутниковой навигации; ССИ — система сбора измерений.

Рис. 2. Структура бортового вычислительного комплекса малого космического аппарата

НКУ через сеть в ЛК (например при отказе микроЭВМ).

ЛК являются оконечными устройствами сети для систем платформы и полезной нагрузки и выполняют следующие функции:

- диагностика состояния и реконфигурация аппаратуры обслуживаемых систем;
- выполнение автономных программ управления системами;
- хранение и обработка временных программ для обслуживаемых систем;
- декодирование и выдача локальных релейных команд, передаваемых кодом по сети с НКУ или от микроЭВМ;

Системный контроллер и локальные контроллеры komponуются из единой номенклатуры модулей, обеспечивающей обмен дискретными и аналоговыми сигналами с системами и обмен между собой (по сети).

МикроЭВМ выполняет вычисления, не требующие жесткой привязки к реальному времени, но использующие значительные ресурсы:

- обработка полётного задания;
- формирование планов целевой работы;
- проведение навигационных вычислений по информации АСН и АД;

- подготовка отчётов для НКУ;
- подготовка временных программ для СК и ЛК, выполняемых в процессе целевой работы.

Обработанная информация, необходимая для управления, выдаётся в форме временных программ, реализуемых СК или ЛК одновременно с программами, прошитыми в ПЗУ. Имеется возможность «прозрачного» обращения через СК и ЛК ко входам или выходам систем без точной привязки ко времени для технологических и аварийных программ.

В БВК предусматриваются три режима управления, которые могут реализовываться в зависимости от состояния аппаратно-программных средств, при появлении незапланированных ситуаций, при выработке ресурса или при отработке новых режимов.

1. Режим координатно-временного управления в автономном полёте согласно полётному заданию, по результатам выполнения алгоритмов в микроЭВМ, а также автономных и временных программ, реализуемых СК и ЛК.
2. Программно-временной режим. В этом режиме вычисления выполняются на Земле, а в сеансе связи через

КТС происходит загрузка аналогичных временных программ непосредственно в СК и ЛК и их отработка. Естественно, при этом возможно неполное выполнение целевой функции в части оперативности и точности. Режим может использоваться при отработке непредусмотренных ситуаций, в случае отказа аппаратно-программных средств микроЭВМ, при реализации частных программ.

3. Аварийный режим не предусматривает выполнения целевой функции, а служит для сохранения оставшихся ресурсов МКА, получения максимально возможной диагностической информации при полном или частичном функционировании систем жизнеобеспечения. При этом СК и ЛК реализуют автономные программы, оставляя во включённом состоянии необходимый минимум аппаратуры.

В любом режиме сохраняется возможность выдачи разовой команды для немедленного исполнения в сеансе связи через командную матрицу СК.

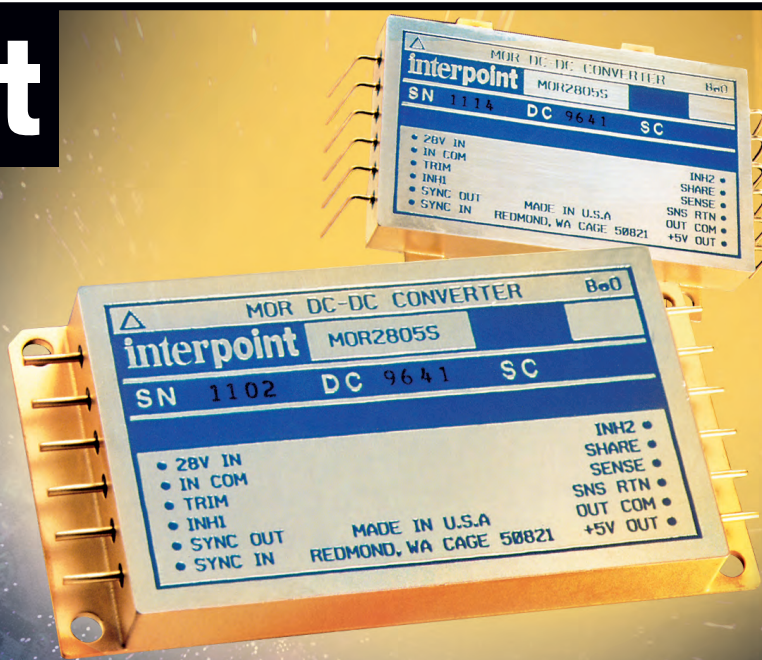
Элементная база

К сожалению, в настоящее время и в ближайшем будущем невозможно бу-

interpoint

Более 500

ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ
для военного,
аэрокосмического
и промышленного
оборудования



ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА: Телефон: (095) 234-0636
доб. 210 — отдел поставок,
доб. 203 — тех. поддержка
Факс: (095) 234-0640
Адрес: 117313, Москва, а/я 81
www.prosoft.ru
E-mail: root@prosoft.ru

С.-ПЕТЕРБУРГ: (812) 325-3790, 325-3791
ЕКАТЕРИНБУРГ: (3432) 75-1871, 49-3459
www.prosoft.ural.ru

#131

Основные достоинства:

- многообразие вариантов конструктивного исполнения, в том числе возможность монтажа на поверхность;
- удельная мощность свыше 5000 Вт/дм³;
- выходная мощность от 1 до 200 Вт;
- выходные напряжения: 2,2, 3,3, 5, 12, 15, ±5, ±12, ±15, 28 В;
- диапазон рабочих температур: от -55°C до +125°C;
- высокая радиационная стойкость;
- входные напряжения: 16...40 В и 160...400 В постоянного тока;
- выходной контроль по MIL-STD-883.

дет спроектировать высокопроизводительный БК на отечественной элементной базе с характеристиками, соответствующими зарубежным образцам. Поставка в Россию комплекта зарубежной радиационно-стойкой элементной базы для большинства проектов тоже практически невозможна.

В такой ситуации взоры разработчиков обращаются к высоконадёжным не радиационно-стойким изделиям, хорошо себя зарекомендовавшим в жёстких условиях эксплуатации, в надежде найти среди них устройства, потенциально пригодные для использования в составе бортовой космической аппаратуры. Наибольший интерес специалистов вызывают модули и процессорные платы MicroPC фирмы Octagon Systems, тем более, что уже имеется опыт их применения в космосе.

В качестве микроЭВМ для предложенной структуры БВК рассматривались модули центрального процессора MicroPC 6024 и 5025. Элементная база, используемая в этих модулях, зарекомендовала себя достаточно хорошо. Проведённые отработочные и квалификационные испытания показали её устойчивость к космическим воздей-

ствиям при предельной накопленной дозе радиации (ПНД) в непрерывном режиме функционирования (НР) порядка 10 крад [2]. В дальнейшем предполагается использовать модули MicroPC 2133 и 5066, имеющие достаточно большие вычислительные ресурсы (процессор AMD 586/133 МГц, 4 Мбайт ОЗУ, твердотельный диск ёмкостью до 144 Мбайт; ожидаемая радиационная стойкость в НР — порядка 4 крад (в 2-3 раза ниже, чем у модулей 6024 и 5025).

Бортовые контроллеры СК и ЛК (ОЗУ и ПЗУ по 32-64 кбайт, разрядность — 16 бит, тактовая частота — 12 МГц) можно создать с использованием практически только отечественной элементной базы. Комплект содержит микроконтроллер 1874ВЕ36, ОЗУ 537РУ21, ПЗУ серий 1623 или 556, заказные СБИС на базовых матричных кристаллах серии 1537ХМ3, КМОП ИМС средней интеграции. Все перечисленные ИМС имеют гарантированную радиационную стойкость не менее 30 крад.

Для повышения надёжности перед использованием все элементы должны пройти отбраковку по результатам диа-

гностического неразрушающего контроля [3]. Для особо важных элементов может проводиться отбор по результатам радиационно-термической обработки [2]. Планируется проведение квалификационных испытаний для MicroPC 2133 с принятием соответствующих мер по повышению надёжности.

Выбор сетевого интерфейса

В рассматриваемой структуре БВК используется сеть, объединяющая 4-5 абонентов (СК и ЛК), со скоростью передачи данных 2-5 кбод и общей длиной порядка 1-3 м. При наземных испытаниях к сети подключается аппаратура НКИК, находящаяся на удалении до 50 м. Для такой сети наиболее удобно использовать интерфейс RS-485 с символьной частотой порядка 100-300 кГц. Протокол RS-485 поддерживается практически всеми компьютерами промышленного назначения и микроконтроллерами. Более 5 зарубежных фирм поставляют интерфейсные приёмопередатчики 50 наименований. Испытания ИМС Max1480 и Max480 подтвердили достаточную радиационную стойкость [2]. Отечественные аналоги разработаны, но не выпускаются.



Belden

КАБЕЛИ

- бронированные
- экранированные
- волоконно-оптические
- сетевые категорий 3 и 5
- для интерфейсов RS-232/422/485
- для различных промышленных сетей: Industrial Ethernet, PROFIBUS, DeviceNet, Foundation Fieldbus, SDS, Interbus-S
- для контроллеров Siemens, Omron и других

#331

Учитывая устоявшиеся терминологию и идеологию протоколов по ГОСТ 26765.52-87, предлагается максимально использовать те же термины и форматы и в протоколе RS-485. При этом реализация протокола поддерживается программным способом, а обмен с абонентом допускается в заданные моменты по системным циклам.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ

Для обеспечения радиационной стойкости и отказоустойчивости могут быть использованы избыточные ресурсы микроЭВМ.

Приборы БВК (рис. 2) имеют «холодный» резерв и рассчитаны на функционирование с принудительным переключением режима (ППР) [2]. Все связи с БА, внутри БВК и между модулями ЛК и СК (за исключением микроЭВМ) выполнены с «крестами». Во включённом состоянии находятся один или два комплекта СК (один из них — ведущий), микроЭВМ, один ЛК ориентации и стабилизации и один комплект ЛК жизнеобеспечения. ЛК «важных» команд содержит три комплекта с мажорированием выходов, но включается только в заданный момент на время работы заложенной временной программы. Системы жизнеобеспечения имеют резервный контур управления с командной матрицы СК на случай отказа обоих комплектов ЛК.

При сеансовом режиме работы ЛК полезной нагрузки (один из комплектов) включается только на время сеанса. Приборы переключаются жёсткой временной программой СК из одного состояния (резерв/работа) в другое при смене месяца (или с некоторой задержкой, если в момент переключения невозможно приостановление выполнения целевой программы). Модули основного и резервного комплектов размещаются попеременно в одном моноблоке, для того чтобы выключенный модуль подогревался и релаксация накопленной дозы проходила более интенсивно. При отсутствии резерва, например по причине отказов по мере истечения САС, для достижения максимального значения ПНД необходимо выключать питание на время 30-50 часов после набора каждой очередной дозы в 100-300 рад за несколько месяцев работы во включённом состоянии. Этого может оказаться достаточно, чтобы накопленный в процессе работы

Таблица 2. Оценка запаса по радиационной стойкости при использовании ППР

Узлы БВК, элементная база	Режим работы	Толщина защиты (Al), мм	ПНД критического узла, крад	Поглощённая в течение САС доза, крад	Коэффициент запаса
ИМС приёмка 5 для СК и ЛК	НР	8	30	10,0	≥ 3
	ППР	8	180	10,0	≥ 18
МикроРС, зарубежные ИМС промышленного назначения	НР	12	4	2,9	$\geq 1,4$
	ППР	12	24	2,9	$\geq 8,3$

избыточный по сравнению с выключенным состоянием заряд полностью релаксировал.

В таблице 2 в соответствии с результатами испытаний [2] приведены ожидаемые значения ПНД в разных режимах для используемой зарубежной элементной базы промышленного назначения и отечественной элементной базы с приёмкой 5. На рис. 3 приведен график зависимости поглощённой дозы в кремнии ИМС от толщины по алюминию защиты для срока активного существования космического аппарата на геостационарной орбите, равного 10 годам. Для элементной базы МикроРС выбираем защиту толщиной 12 мм, для отечественной — 8 мм, что определяет величину поглощённой дозы. В таблице 2 показаны значения соответствующих коэффициентов запаса по ПНД для режима ППР при существующих радиационных условиях на орбите. Полученные результаты гарантируют устойчивость к низкоинтенсивному излучению при эксплуатации (ГОСТ 20.57.308-98).

Тяжёлые заряженные частицы (ТЗЧ) космического пространства, воздействуя на ИМС, могут вызвать искажения отдельных битов данных или программы. Интенсивность сбоев зависит от типа используемой памяти, параметров орбиты и активности Солнца. Для статической памяти 537-й серии объёмом 32 кбайт, используемой в СК и ЛК, ожидаемая средняя интенсивность сбоев для высоких орбит может достигать в сутки до 0,0001 сбоя, а пиковая — до 1 сбоя. Сбои динамической памяти объёмом 2-4 Мбайт могут достигать интенсивности 0,01 сбоя в сутки, а флэш-памяти — 0,0000001 сбоя в сутки (по данным Кузнецова Н.В., НИИ ЯФ МГУ). ПЗУ СК и ЛК, не использующее зарядовое хранение информации, подобным сбоям не подвержено.

В БВК предлагается использование следующей концепции парирования последствий сбоев.

Для команд управления, ложная выдача которых или невыдача в заданное время имеет фатальные последствия, используется отдельный трёхканальный ЛК с аппаратным мажорированием.

В СК и ЛК предусматриваются сторожевой таймер, ОЗУ с обнаружением и исправлением одиночных отказов, контекстная проверка, а для некоторых задач — двойной подсчёт.

Программы микроЭВМ (ОС РВ и прикладные с общим объёмом 1-1,5 Мбайт) хранятся в 5-10 копиях на твёрдых дисках и защищаются контрольной суммой, проверяемой при загрузке. В случае её искажения проводится загрузка другой копии, а первая восстанавливается, если это возможно (кстати, флэш-память имеет ПНД в режиме записи в несколько раз ниже, чем в режиме считывания).

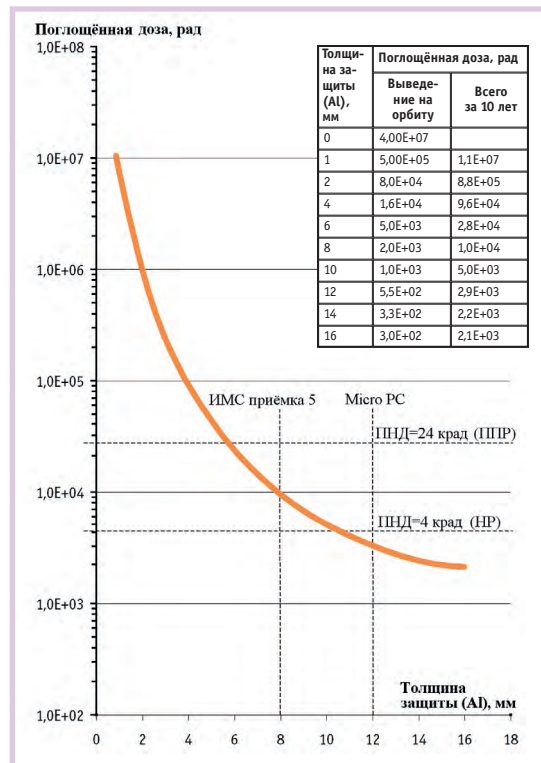


Рис. 3. Зависимость поглощённой дозы от толщины защиты при выводе и эксплуатации БВК на геостационарной орбите в течение 10 лет

На случай искажения программы в ОЗУ после загрузки здесь также хранится не менее 3 защищенных копий.

В MicroPC каждая задача разбивается на фрагменты, которые выполняются под управлением разных копий несколько раз как независимые задачи с разными областями данных. Результаты сравниваются и в случае положительного результата передаются для дальнейшей обработки и исполнения в ЛК или соответствующей программе СК для непосредственного управления БА, а в случае отрицательного результата информация выдается с другого комплекта БК или в этом цикле не выдается вовсе и расчеты по фрагменту повторяются с задержкой на время реабилитации.

Для MicroPC используется специальная тестовая программа, с заданной интенсивностью искажающая информацию в случайно адресуемых ячейках ОЗУ. Исполнение всех прикладных программ на всех этапах наземной отработки проверяется при одновременной работе этой тестовой программы; по сбоям в выполнении отдельных фрагментов программ может быть проверена эффективность защиты программного обеспечения от сбоев и критичность задержки выдачи результатов при реабилитации микроЭВМ.

В некоторых случаях воздействие ТЗЧ может привести к возникновению тиристорного пробоя в структуре КМОП. Состояние тиристорного пробоя может длиться в течение нескольких секунд, характеризуется прекращением работы и, как правило, увеличением тока потребления, после чего наступает необратимый отказ. При зна-

чительном увеличении тока срабатывает на короткое время защита вторичного источника. При отсутствии отклика от микроЭВМ системный контроллер отключает её питание и ведущим становится другой комплект, находящийся в «горячем» резерве, а перезагрузка данных для восстановления вычислений производится через магистраль в фоновом режиме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными особенностями рассматриваемой структуры являются:

- возможность использования компонентов промышленного назначения (например изделий MicroPC) в бортовой отказоустойчивой аппаратуре с длительным САС и повышенными требованиями радиационной стойкости за счёт ППР;
- применение выделенного системного контроллера с системообразующими функциями;
- прямые связи с системами, максимально использующими ресурсы БК, и применение локальных контроллеров, обеспечивающих автономность других систем;
- сбор, хранение, обработка и сброс через обратный канал КИС телеметрических сообщений под управлением БК;
- повышенная живучесть в условиях катастрофических и радиационных отказов бортового компьютера (использование избыточности ресурсов и разных контуров управления, временное отключение питания в конце САС и т.п.);
- возможность замены микроЭВМ без изменения архитектуры БВК;

- применение низкоскоростной магистралей с программируемой поддержкой обмена и протоколом с форматами по ГОСТ 26765.52-87.

Предлагаемая концепция построения БВК была заложена в проекты по двум изделиям, при этом учитывались возможности унификации, сокращения сроков и трудоёмкости изготовления с перспективой дальнейшей модификации.

Объективные причины, препятствующие унификации, на практике определяются отсутствием единого технологического конструктива для приборов БВК и стремлением разработчиков смежных систем (КИС, СТМИ, АСН, СУД) к максимальной автономности, не позволяющей полностью использовать ресурсы БК; кроме того, сохраняется странная приверженность к МКО.

Тем не менее некоторые решения, такие как ППР, обеспечение отказоустойчивости MicroPC на одном комплекте, специализированные ЛК, получают реальное воплощение. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А. Ацюковский. Приключения инженера. — Минск: Петит, 1997.
2. Гобчанский О.П., Попов В.Д., Николаев Ю.М. Повышение радиационной стойкости промышленных средств автоматики в составе бортовой аппаратуры // «СТА». — 2001. — № 4.
3. Н.С. Данилин, Ю.Л. Нуров. Диагностика и контроль качества изделий цифровой микроэлектроники. — М.: Издательство стандартов, 1991.

**Автор — сотрудник РНИИ КП
Телефон: (095) 273-9354**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

31 июля осуществлен успешный запуск научного спутника «КОРОНАС-Ф», главной задачей которого является наблюдение за Солнцем. В настоящее время данный спутник является единственным российским научным спутником, работающим на орбите. В ходе эксперимента АВС-Ф (Амплитудно-временная спектроскопия Солнца), проводимого Московским инженерно-физическим институтом (МИФИ), на борту спутника установлена аппаратура системы сбора и первичной обработки информации, в качестве вычислительного ядра которой используется многофункциональный процессорный модуль 4020 фирмы Octagon Systems. В состав измерительного комплекса экспе-

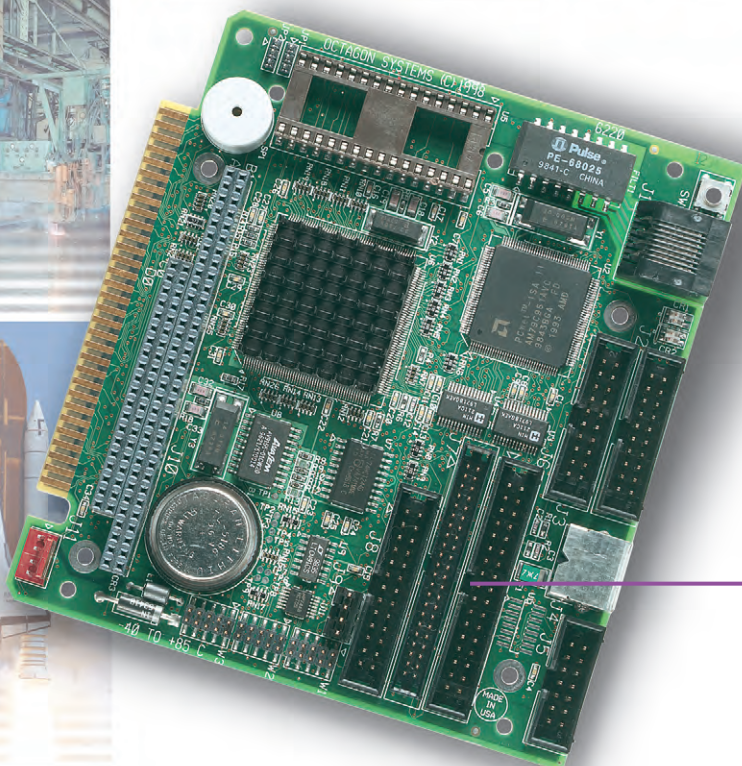
римента АВС-Ф входят 4 амплитудно-цифровых преобразователя, схемы первичного отбора информации, многоканальный анализатор временных профилей космического излучения, спецпроцессор для статистического анализа потоков излучений, предназначенный для выделения солнечных вспышек и космических гамма-всплесков, узлы сопряжения с телеметрической системой и приема метки времени и т.д. Увеличение вычислительной мощности бортовой системы, связанное с применением модуля 4020, позволило в одном эксперименте решить задачу комплексной обработки информации с двух детекторов (сцинтилляционного и полупроводникового на основе теллурида

кадмия), что позволяет исследовать характеристики электромагнитного излучения и спокойного Солнца, и солнечных вспышек в диапазоне от мягкого рентгеновского (3-30 КэВ) до высокоэнергетического гамма-излучения (0,1-8,0, 2,0-80,0 МэВ), а также регистрировать энергичные нейтроны солнечного происхождения. Этот эксперимент подготовлен в Институте Астрофизики МИФИ. К началу декабря 2001 г. с орбиты получено уже около 500 Мбайт научной информации, выделено и зарегистрировано несколько десятков солнечных вспышек и космических гамма-всплесков. Анализ поступающей информации показывает, что бортовая аппаратура работает нормально.



OCTAGON SYSTEMS®

Надёжны в любых условиях



6225

- 4 Мбайт RAM, 4 COM, LPT, FDD, EIDE, 10Base-T Ethernet
- Слот PC/104
- 24 канала дискретного ввода-вывода

- Процессор 386SX-25/40
- 2 Мбайт ОЗУ
- 1 Мбайт флэш-диск
- 128 кбайт статическое ОЗУ
- 2 порта RS-232
- Встроенная среда разработки и исполнения программ CAMBASIC™
- DOS 6.22 в ПЗУ
- Защита портов от статического разряда
- Низкое энергопотребление
- Питание напряжением одного номинала +5 В
- Диапазон рабочих температур от -40° до +85°С
- Среднее время безотказной работы около 15 лет

IBM PC совместимые микроконтроллеры серии 6000 —

**идеальное сочетание
надёжности,
гибкой архитектуры PC
и функций промышленного
ввода-вывода**

Подробности в бесплатном каталоге MicroPC



ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА: Телефон: (095) 234-0636
доб. 210 — отдел поставок,
доб. 203 — тех. поддержка
Факс: (095) 234-0640
Адрес: 117313, Москва, а/я 81
www.prosoft.ru
E-mail: root@prosoft.ru

С.-ПЕТЕРБУРГ: (812) 325-3790, 325-3791
ЕКАТЕРИНБУРГ: (3432) 75-1871, 49-3459
www.prosoft.ural.ru

ДИЛЕРЫ ФИРМЫ ПРОСОФТ: АЛМА-АТА: ТНС-ИНТЕК (3272) 54-7162/7553 • ВОРОНЕЖ: Воронежпромавтоматика (0732) 53-8692/5968 • ДНЕПРОПЕТРОВСК: RTS (056) 770-0400 www.rts-ukraine.com • ЕРЕВАН: МШАК (8852) 27-7734/1928, 27-6991 www.mshak.am • ИРКУТСК: Инэкс-Групп-Сервис (3952) 25-8037, 20-0550/0660 www.inex-group.ru • КАЗАНЬ: Шатл (8432) 38-1600 • КЕМЕРОВО: Конкорд-Про (3842) 35-7591 • КИЕВ: Логикон (044) 252-8019/8180, 261-18-03 www.logicon.com.ua • КРАСНОЯРСК: ТокСофт-Сибирь (3912) 65-3009 www.toxsoft.ru • МИАСС: Интех (35135) 27-905, 23-933, 28-764 • МИНСК: Элитон (+375-17) 263-3560/4066/5191 • МОСКВА: Антрел (095) 269-3321 www.antrel.ru • Н.-НОВГОРОД: СКАДА (8312) 36-6644 • НОВОСИБИРСК: Индустриальные технологии (3832) 34-1556, 39-6380 www.i-techno.ru • ОЗЕРСК: Лидер (35171) 28-825, 23-906 • ПЕНЗА: Технолиник (8412) 55-9001 www.tl.ru • ПЕРМЬ: Пром-А (3422) 19-5566 www.prom-a.ru • РИГА: MERS (+371), 780-1100, 75-43325, 92-43271, www.mers.lv • РЯЗАНЬ: Системы и комплексы (0912) 24-1182 • САМАРА: Бинар (8462) 66-2214, 70-5045, 16-5385, 63-2737 • САРАТОВ: Трайтек Системс (8452) 52-0101, (095) 733-9332 www.tritec.ru • ТАГАНРОГ: Квинт (8634) 31-5672 • УСТЬ-КАМЕНОГОРСК: Техник-Трейд (3232) 25-4064 http://technik.ukg.kz • УФА: Интек (3472) 74-4841 www.intek.ufanet.ru • ЧЕЛЯБИНСК: ИСК (3512) 62-6464, 35-5440 • ЯРОСЛАВЛЬ: Спектр-Трейд (0852) 21-4914/0363 http://spectrtrade.yaroslavl.ru



Повышение радиационной стойкости промышленных средств автоматики в составе бортовой аппаратуры

Олег Гобчанский, Виктор Попов, Юрий Николаев

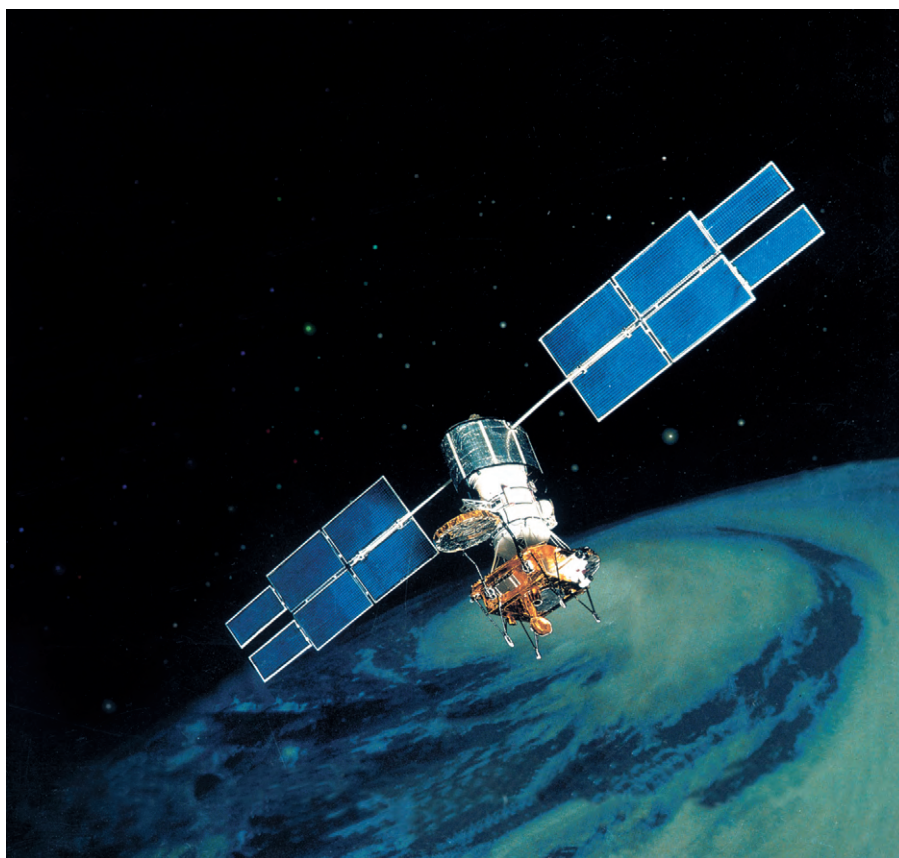
Рассматривается способ повышения радиационной стойкости, позволяющий использовать устройства промышленного назначения в составе бортовой аппаратуры космического аппарата. Приводятся результаты испытаний модулей MicroPC и некоторых ИМС, подтверждающие существенное увеличение предельной накопленной дозы радиации в выключенном состоянии. Предлагается использование периодического переключения режима (ППР) при эксплуатации бортовой аппаратуры.

Возможность применения промышленных средств автоматики

По своим функциональным возможностям и ряду эксплуатационных параметров промышленные средства автоматики: микроЭВМ, контроллеры, УСО, сетевые устройства — оказываются пригодными для решения многих задач в составе бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА). Их использование привлекательно тем, что позволяет существенно снизить стоимость БА. Препятствием к этому являются особые эксплуатационные требования, предъявляемые к аппаратуре КА, и, прежде всего, требования по обеспечению радиационной стойкости.

Радиационные условия в космосе

При эксплуатации бортовая аппаратура подвергается воздействию ионизирующих излучений (ИИ) заряженных частиц естественного радиационного поля Земли (ЕРПЗ), галактических и солнечных космических лучей (ГКЛ и СКЛ). ЕРПЗ образовано электронами и протонами, захваченными магнитосферой Земли, а ГКЛ и СКЛ — это потоки тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) — протонов, ядер химических элементов, ионов, обладающих относительно высокой энергией.



Радиационная стойкость аппаратуры определяет в основном её срок активного существования (САС) и вероятность безотказной работы.

Радиационные условия на разных орбитах существенно различаются.

Потоки частиц с энергией до 1 МэВ при длительном воздействии на БА

приводят к параметрическим и функциональным отказам, частицы более высоких энергий могут вызвать одиночные сбои. Далее будут рассматриваться меры защиты от параметрических и функциональных отказов. Способы системной защиты от сбоев рассматриваются в [1].

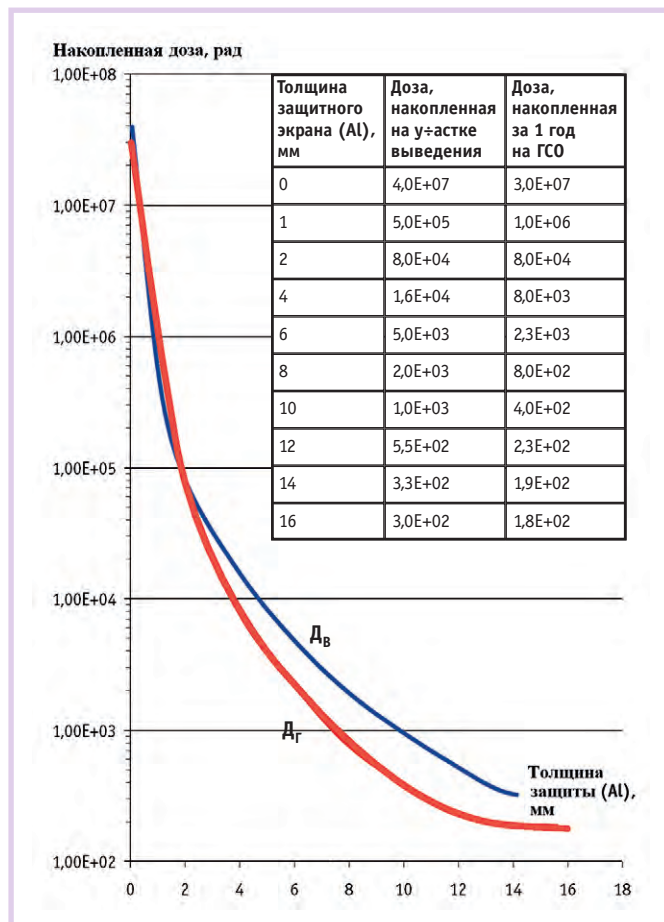


Рис. 1. Зависимость величины накопленной за один год нахождения на ГСО дозы от толщины защиты (по материалам Кузнецова Н.В., НИИ ЯФ МГУ)

Предельная накопленная доза и срок активного существования БА

Воздействие ионизирующих излучений (ИИ) приводит к накоплению заряда в КМОП-структуре интегральной микросхемы (ИМС). Скорость возрастания заряда уменьшается при наличии внешней защиты (оболочка КА, смежная аппаратура, стенки прибора, дополнительный алюминиевый экран и т.п.).

Существуют методы расчёта накопленной дозы для разных орбит в точке расположения ИМС с учётом ослабления ИИ от внешней защиты, компоновки КА, конструкции приборов. Накопленная (поглощённая) доза в кремнии ИМС измеряется в радах. На рис. 1 приведены графики зависимости накопленной дозы от толщины защиты для геостационарной орбиты (ГСО).

Параметрический или функциональный отказ ИМС наступает при достижении предельной накопленной дозы (ПНД), определяющей её радиационную стойкость. Значение ПНД определяется при постоянно включённом питании для наиболее тяжёлого нагру-

женного режима (НР). Для получения данных по ПНД проводят облучение ИМС или БА на γ -установках до возникновения отказа при интенсивностях 1-10 рад/с, что на 3-4 порядка выше, чем интенсивность облучения на орбите.

Для ИМС и устройств, специально предназначенных для использования на КА, ПНД является одним из гарантируемых классификационных параметров. Значение ПНД даётся для активного (включённого) состояния и находится в пределах 100-500 крад. Для коммерческих ИМС такой параметр не регламентируется, а его измеренное значение может находиться в пределах 1-50 крад и иметь разброс, отличающийся в несколько раз, для ИМС одного типа, для ИМС разных партий или в партиях от разных поставщиков.

При оценке ПНД спектральный состав и интенсивность облучения отличаются от условий в космическом пространстве, что является одной из причин погрешности в определении ПНД.

Значение ПНД критических (наименее радиационно-стойких) ИМС опре-

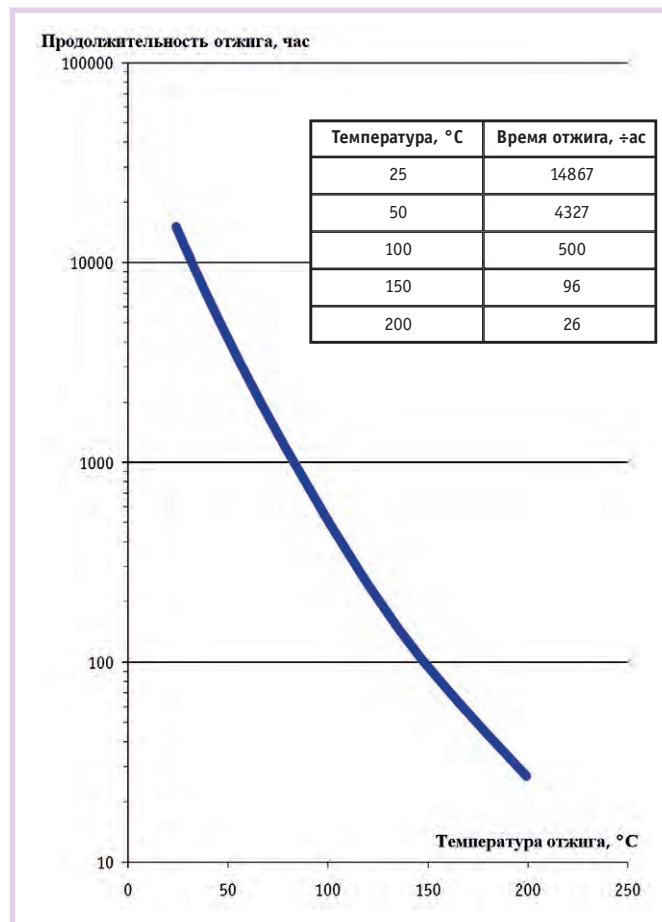


Рис. 2. Время восстановления КМОП ИМС после радиационного отказа при различной температуре отжига

деляет предельный срок активного существования ($SAC_{пр}$) всего прибора:

$$SAC_{пр} = ПНД_{кр} / ((D_v + D_r) \times k)$$

Здесь $ПНД_{кр}$ — значение ПНД критического элемента, D_v — доза, накопленная на участке выведения, D_r — годовая накопленная доза на заданной орбите, k — коэффициент запаса ($k \geq 7$), обеспечивающий приемлемую вероятность безотказной работы при радиационном воздействии [2].

Радиационно-термическая обработка

Радиационный отказ для ИМС может быть обратимым, если он не вызвал дефектов структуры микросхемы или вторичных неисправностей. Накопленный под воздействием ИИ заряд с течением времени рассасывается (релаксирует). При повышенной температуре рассасывание накопленного заряда происходит с большей скоростью. На рис. 2 приведена зависимость времени восстановления работоспособности ИМС после полного радиационного отказа от окружающей температуры (по результатам [3] и [4]). Полностью восстанавливают работоспособность дале-

ко не все ИМС. В дефектных ИМС заряд остаётся в местах аномалий структуры. На этом основан метод радиационно-термической обработки (РТО), проводимой с целью отбора ИМС с гарантированной радиационной стойкостью и повышенной надёжностью. Перед использованием ИМС подвергаются радиационному облучению до требуемого уровня, отказавшие ИМС отбраковываются, а оставшиеся выдерживаются при температуре 100-125°C в течение 100-500 часов и ещё раз отбраковываются. Накопленный заряд в радиационно-стойких ИМС полностью рассасывается, и после термотренировки и перепроверки они могут устанавливаться в аппаратуру.

Накопление заряда при выключенном питании

В ИМС под воздействием радиации в каждый момент времени происходит накопление заряда и его релаксация. На величину ПНД существенно влияет локальное электрическое поле в структуре ИМС, задерживающее процесс релаксации. Поэтому ПНД ИМС одного и того же типа может существенно (в несколько раз) отличаться в зависи-

Таблица 1. Результаты радиационных испытаний

№	Наименование ИМС или устройства	Предельная накопленная доза (крад)			Дата и место испытаний
		Включено	Переключение	Выключено	
1	564ЛН2	50	110	>300,0	июнь-декабрь 1997 г., НПП «ОПТЭКС»
2	Некорпусированная флэш-память, 256 кбайт	30		240	январь-февраль 2001 г., НПП «ОПТЭКС»
3	Am 28F020, флэш-память, 256 кбайт	15...16,5	24	80...83	апрель-декабрь 2000 г., МИФИ
4	AT 29C256, флэш-память, 256 кбайт	20...22			
5	TC55257 DPI-85L, ОЗУ, 32 кбайт	16			
6	MAX1480 АЕР1, приёмник-передатчик RS-485	27...35,0			
7	MAX480, приёмник-передатчик RS-485	33,5	42	78	январь-октябрь 1996 г., октябрь 2000 г. РНЦ «Курчатовский институт»
8	Модуль MicroPC 6024, Octagon Systems	7...9,5			
9	Модуль MicroPC 5025, Octagon Systems	9,5		65	январь-апрель 2000 г. РНЦ «Курчатовский институт»
10	Модуль MicroPC 6024, Octagon Systems	10,1			

мости от режима работы (величина тактовой частоты, режим записи или считывания, параметры входного сигнала и т.п.). В выключенном состоянии накопление заряда происходит медленнее, так как электрическое поле отсутствует и не препятствует релаксации заряда. В связи с этим ПНД в выключенном состоянии оказывается в несколько раз выше, чем во включённом.

Принудительное переключение режима (ППР)

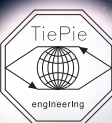
При периодическом чередовании включённого и выключенного состояний избыток заряда, накопленный во включённом состоянии, рассасывается в выключенном состоянии. При времени, достаточном для релаксации избыточного заряда, ПНД стремится к значению, соответствующему выключенному состоянию. Длительность включённого состояния выбирается так, чтобы накопленный заряд был в несколько раз меньше, чем при ПНД включённого состояния.

Механизм релаксации в КМОП ИМС более подробно рассматривался в докладе Николаева Ю.М. на Всероссийской научно-технической конференции по радиационной стойкости электронных систем «Стойкость-2000» в [3] и в других источниках.

Результаты испытаний

В таблице 1 приведены результаты радиационных испытаний, проведённых в ходе работ РНИИ КП с РНЦ «Курчатовский институт», МИФИ и в НПП «Оптэкс» в течение последних лет. В отличие от общепринятого режима определения ПНД во включённом состоянии, испытания предусматривали определение ПНД для выключенного состояния и для режима с периодической сменой включённого и выключенного состояний. Испытания подтвердили увеличение предельной накопленной дозы в этих режимах до 10 раз.

ИМС флэш-памяти 28F020 испытывались дважды: после первоначальной проверки ПНД они подвергались отжи-



Высокопроизводительные измерительные средства, управляемые компьютером

Изделия фирмы TiePie engineering находят применение в автоматизации промышленных процессов, исследовательских центрах и учебных заведениях



Измерительные платы работают в режимах

- запоминающего осциллографа,
- спектрального осциллографа,
- вольтметра,
- записи переходных процессов

Число каналов – до 16
Частота опроса – до 100 МГц/2 канала
Полоса пропускания – от 0 до 200 МГц








#451

гу и испытывались повторно — в результате были получены практически те же значения ПНД, что и в первом цикле.

Испытания проходили при интенсивности облучения на 3 порядка выше, чем в реальных условиях на орбите, и при одинаковом времени в цикле для включенного и выключенного состояний. Однако в ходе испытаний за это время (2-3 часа) не успевала закончиться релаксация избыточного, накопленного при облучении заряда. В реальных условиях при естественной интенсивности облучения и такой же накопленной дозе время на релаксацию в режиме ППР будет больше времени НР на 3 порядка и составит 50-100 часов; за счёт этого можно ожидать накопление за время НР меньше, чем при испытаниях, заряда и создание более благоприятных для его релаксации условий, а в конечном счёте — и более высокую ПНД, стремящуюся к ПНД в выключенном состоянии. Таким образом, условия испытаний оказались более жесткими, чем на орбите, и было принято решение о коррекции методики эксперимента.

В следующем году планируется продолжение испытаний по откорректи-

рованной методике и получение соответствующих характеристик для модулей MicroPC 2133 фирмы Octagon Systems, а также для ряда отечественных и зарубежных ИМС.

Методика радиационных испытаний ИМС

Внедрение предложенных режимов требует создания базы данных по ПНД не только для включённого, но и для выключенного состояния. Для радиационных испытаний элементной базы предполагается использовать следующую методику:

- радиационным испытаниям подвергаются только ИМС, прошедшие предварительную отбраковку в режиме диагностического контроля параметров;
- определяется ПНД первого образца, находящегося в выключенном состоянии, питание подаётся только на время проверки функционирования;
- при отсутствии данных на втором образце определяется ПНД во включённом состоянии;
- третий образец испытывается в режиме переключения: обеспечивается суммарная доза порядка 5-10% ПНД

включённого состояния, затем образец выдерживается в выключенном состоянии в течение 50-100 часов до получения такой же дозы, что и при включенном состоянии (интенсивность облучения соответственно снижается). ПНД первого образца должно быть близким к ПНД третьего;

- в случае если подтверждается предположение, что ПНД в режиме переключения и в выключенном состоянии достаточно близки, испытания аналогичных образцов в переключающем режиме могут не проводиться.

Методика радиационных испытаний аппаратуры

Радиационные испытания приборов БА обходятся весьма дорого и проводятся для одного нерезервированного комплекта в режиме переключения по методике, аналогичной методике для испытаний ИМС в режиме переключения. Одновременно с испытаниями прибора в той же камере при аналогичной интенсивности облучаются критические ИМС (для MicroPC это флэш-память) в трех режимах (включенном, выключенном и при переключении). При корректном проведении

Оценка вероятности безотказной работы платы MicroPC 6024 в условиях КА

В стандарте РД 11 1003-2000 «Изделия полупроводниковой электроники. Метод прогнозирования вероятности безотказной работы в условиях низкоинтенсивного ионизирующего облучения» вероятность безотказной работы ($ВБР_{\Sigma}$) определяется как произведение вероятности безотказной работы при отсутствии радиации (P_{λ}) на вероятность отсутствия радиационного отказа (P_p),

$$ВБР_{\Sigma} = P_{\lambda} \times P_p$$

В свою очередь,

$$P_{\lambda} = \exp(-\lambda t),$$

где λ — интенсивность отказов аппаратуры (для платы 6024 $\lambda = 2,57 \times 10^{-6}$),

t — время эксплуатации (САС).

$$P_p = \prod_{i=1}^k (p_{pi})^n,$$

где p_{pi} — вероятность отсутствия радиационного отказа комплектующих микросхем,

n — общее число микросхем.

Для отдельной микросхемы

$$p_{pi} = 2 - \exp(K_p D)^2,$$

где K_p — коэффициент радиационного повреждения микросхемы,

D — доза, накопленная за время эксплуатации.

Испытания [5] показали, что наиболее критическим к радиации элементом на плате 6024 является СБИС флэш-памяти типа Am28F020, которая фактически и определяет радиационную стойкость всей платы. Поэтому полагаем

Вероятность безотказной работы MicroPC 6024 при САС 5 лет

Кратность резерва	Режим и вид резервирования	Без воздействия радиации	Геостационарная орбита (D=800рад/год)
Без резерва	Непрерывная работа	0,893147	0,168227
	Сеансовый режим (2 часа в сутки)	0,990229	0,943254
2	«Горячий» резерв	0,988582	0,277925
	«Холодный» резерв	0,917560	0,755419
	ППР один раз в месяц	0,945066	0,935498
3	«Горячий» резерв	0,998780	0,386417
	«Холодный» резерв	0,999560	0,864222
	ППР один раз в месяц	0,962670	0,955894

$$ВБР_{\Sigma}(6024) = P_{\lambda}(6024) \times p_p(Аm28F020)$$

Для определения K_p микросхемы Am28F020 проводились радиационные испытания при низкой мощности дозы (0,1 рад/с) в выключенном и включённом состояниях. В режиме ППР была вычислена постоянная D_t экспоненциальной функции, описывающей переходный процесс из включённого состояния в выключенное.

Результаты испытаний использовались для прогнозирования $ВБР_{\Sigma}(6024)$ на геостационарной орбите при толщине алюминиевого защитного экрана 8 мм, в различных режимах и конфигурациях.

Полученные значения вероятности безотказной работы (см. таблицу) иллюстрируют существенное снижение надёжности при радиационном облучении и эффективность использования сеансового режима и «холодного» резерва при ППР.

испытаний значения ПНД в режимах переключения и в выключенном должны быть примерно равны (10-20%).

Режимы БА

Электронные приборы КА, как правило, резервируются с кратностью 2 или 3. Резервные комплекты могут находиться во включённом или выключенном состоянии («холодный» или «горячий» резерв). В свою очередь, аппаратура может использоваться в сеансовом или дежурном режиме.

В сеансовом режиме приборы включаются на определённый промежуток времени, а большую часть времени могут находиться в выключенном состоянии. Для аппаратуры сеансового режима определяющим является величина ПНД в выключенном состоянии. Для такой аппаратуры проще обеспечить длительный САС, требуется меньшая толщина защитного экрана, может использоваться менее радиационно-стойкая элементная база. Именно в сеансовом режиме желательно применять промышленные средства типа процессорных модулей MicroPC фирмы Octagon Systems. Для равномерного и более глубокого рассасывания накопленной дозы радиа-

ции между сеансами нужно чередовать включение основного и резервного комплектов на предстоящий сеанс.

В дежурном режиме аппаратура должна функционировать практически постоянно, перерывы допускаются на ограниченное время и в определённые моменты. Для этого режима работы характерно, как правило, «горячее» резервирование аппаратуры, поэтому радиационная стойкость определяется ПНД включённого состояния. Если использовать «холодный» резерв, можно повысить радиационную стойкость аппаратуры. Для этого необходимо периодически через 1-2 месяца переводить резервированные комплекты из одного состояния в другое. При принудительном переключении режима накопленная во включённом состоянии доза после выключения рассасывается в течение времени, на три порядка большего, чем при испытаниях, и перед следующим включением практически становится равной величине дозы, накопленной в выключенном состоянии.

Использование ППР значительно повышает вероятность безотказной работы в условиях воздействия радиации (см. врезку).

Выводы

Для ИМС и аппаратуры, функционирующих в сеансовом режиме или в условиях ППР, радиационная стойкость в несколько раз выше, чем для постоянно включённых устройств БА.

Повышение радиационной стойкости аппаратуры КА за счёт целенаправленного использования эффекта повышения ПНД в выключенном состоянии определяет требования к архитектуре БА и организации управления при эксплуатации КА [1].

Использование сеансового режима и ППР позволит более широко применять для комплектации БА готовые вычислительные средства промышленного назначения и коммерческие ИМС.

Предлагаемый метод может повысить радиационную стойкость аппаратуры и при искусственном излучении (ядерный реактор и т.п.). ●

Авторы выражают благодарность Кузнецову Н. и Поливанову А. за предоставленные при подготовке данной статьи материалы.

Литература

1. Олег Гобчанский. Проблемы создания бортовых вычислительных комплексов малых космических аппаратов// СТА. — 2001. — № 4.
2. Попов В.Д. Вероятность безотказной работы ИС при различных «запасах» по дозе ионизирующего излучения/ Радиационная стойкость электронных систем «Стойкость-2001»: Научно-технический сборник. Вып. 4. — М.: Паимс, 2001.
3. Поливанов А.П., Попов В.Д. Модель восстановления работоспособности элементов СБИС ОЗУ после γ -облучения/ Шумовые и деградационные процессы в полупроводниковых приборах: Материалы докладов XXX международного научно-технического семинара. — М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, 2000.
4. Катеринич И.И., Курин Ф.М., Попов В.Д. Метод радиационно-термической отбраковки и повышения надёжности МОП интегральных схем// Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру. — 1995. — Вып. 3-4.
5. Гобчанский О.П. Применение MicroPC в вычислительных комплексах специального назначения// СТА. — 1997. — № 1.

Авторы — сотрудники РНИИ КП, МИФИ, ЗАО НП «ОПТЭК»
Телефоны: (095) 273-9354,
323-9068, 532-8026

Сетевые адаптеры

- для основных типов промышленных сетей Fieldbus
- для установки в IBM PC совместимые компьютеры

- Полный набор сетевых адаптеров Fieldbus для шин ISA, PCI, PCMCIA и PC/104
- Адаптеры для PROFIBUS, Interbus, CANopen, DeviceNet, SDS, ASI и ModBus
- Конверторы протоколов (Fieldbus → RS-232)
- Недорогие модули для встраиваемых систем
- Драйверы и программы конфигурации для Windows 95 и Windows NT

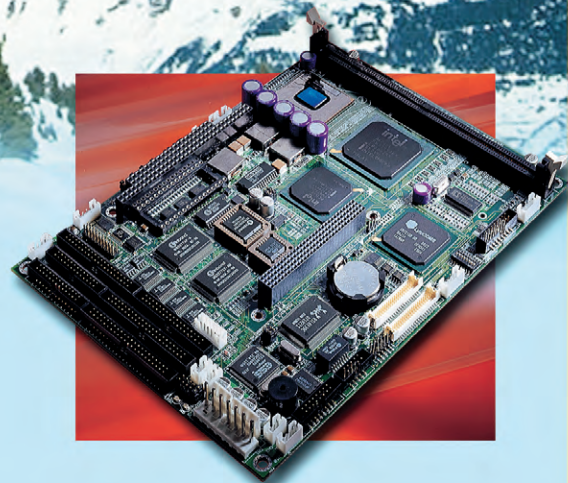
#181

Подробности —
в бесплатном
каталоге ПРОСОФТ
Факс для заказа:
(095) 234-0640
или e-mail:
market@prosoft.ru



Мощный Компактный Экономичный

Встраиваемый мультимедийный
одноплатный компьютер без вентиляторов



PCM-9572F

- Процессор Intel Pentium III 500 МГц с малым энергопотреблением
- Потребляемая мощность не более 60% от стандартного Pentium III
- Контроллер 3D VGA/48-бит LCD
- Выход TV-сигнала PAL/NTSC
- 3D-звук и Ethernet 10/100 Мбит/с
- Шина расширения PC/104+
- Цифровые входы/выходы
- Размеры 203×146 мм (формат EBX)
- Длительная доступность на рынке



ADVANTECH

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

www.prosoft.ru

#107



Медицинское оборудование



Коммуникационные контроллеры



Торговые терминалы

Комплекс контроля и управления научно-технологическими экспериментами в космосе

Игорь Озерных, Александр Подтуркин, Александр Драков,
Александр Макаренков, Владимир Шишулин, Александр Колотовкин

В статье описаны структура и состав комплекса, предназначенного для оперативного контроля и управления процессом кристаллизации методом зонной плавки в космических ростовых установках. Благодаря выбранной элементной базе комплекс отвечает требованиям высокой надежности в сочетании с эффективностью выполнения штатных задач.

Основные задачи комплекса

Повышение эффективности научных экспериментов в космосе в значительной степени связано с внедрением новых технологий контроля и управления экспериментами, которые в настоящее время определяются новым понятием — «космический телесайенс».

В статье рассматривается вариант реализации такой технологии на базе специального программно-технического комплекса. Комплекс контроля и управления космическими научно-технологическими экспериментами (КНТЭ) предназначен для решения следующих основных задач:

- осуществление оперативного контроля параметров, определяющих динамику технологических экспериментов;
- контроль микродинамического фона и других видов внешних возмущений при проведении КНТЭ;
- бортовая обработка информации о параметрах КНТЭ и поступающих команд управления;
- оптимизация технологических режимов КНТЭ при автоматическом и оперативном управлении;
- оперативная доставка информации о параметрах КНТЭ в наземный терминал комплекса (НТК) и далее непосредственно постановщику эксперимента (исследователю) и разработчику бортового технологического оборудования (БТО), обеспечиваю-



Рис. 1. Опытный образец бортового терминала на этапе наземных испытаний

щая эффект присутствия при проведении КНТЭ;

- обеспечение возможности проведения в НТК анализа поступающей информации о протекании КНТЭ с последующей корректировкой технологических режимов в квазиреальном времени с использованием технических и программных средств НТК и постановщика эксперимента;
- возможность корректировки постановщиком эксперимента режима проведения КНТЭ по результатам его анализа и диагностики непосредственно из НТК или средствами исследователя.

Решение данных задач позволяет обеспечить более рациональное проведение эксперимента в условиях космического полета и более эффективное использование полетного времени.

Описываемый в статье комплекс находится на этапе испытаний, бортовой терминал выполнен в качестве опытного образца (рис. 1); наземный терминал комплекса находится в стадии эскизного проекта и в ходе испытаний программно эмулируется.

Назначение комплекса и технология проведения эксперимента

Комплекс выполняет информационные, управляющие и вспомогательные функции (прием-передачу данных, хранение, обработку, и т.д.) при проведении научно-технологических экспериментов. Он предназначен для оперативного контроля и управления процессом кристаллизации методом зонной плавки в космических ростовых установках. Сотни экспериментов по

выращиванию монокристаллов в космосе не дали ожидаемых результатов: существенного улучшения воспроизводимого качества кристаллов добиться пока не удалось. Это связано с наличием микрогравитации (g) на борту космического аппарата, изменяющейся во времени и пространстве и оказывающей существенное влияние на рост и качество кристалла при значениях отношения g/g_0 ($g_0=9,8 \text{ м/с}^2$) более 10^{-5} .

В существующих космических ростовых установках отсутствуют средства оперативной диагностики и управления параметрами процесса, поэтому разработка представляемого комплекса весьма актуальна.

Схема ростовой установки, реализующей выращивание монокристаллов методом зонной плавки, представлена на рис. 2. Цилиндрическая заготовка в капсуле (поликристалл) помещена внутри многосекционной цилиндрической печи, и концы закреплены в графитовых вставках.

После запуска установки печь включается, нагреватели выводят на заданный температурный режим, при котором в центре печи создается зона расплавления заготовки. Далее включается система перемещения, образец протягивается с малой скоростью через печь, расплавленный материал попадает в более холодную зону печи и кристаллизуется с образованием монокристалла. На качество получаемого монокристалла влияет ряд факторов, основные из которых — температурное поле в печи и образце, скорость перемещения образца относительно печи, величина и направления микроускорений на установке, скорость перемещения фронта кристаллизации. На рис. 2 показаны графики распределения температурного поля по оси заготовки и скорости перемещения фронта кристаллизации для конкретной бортовой технологической установки. Взаимосвязь перечис-

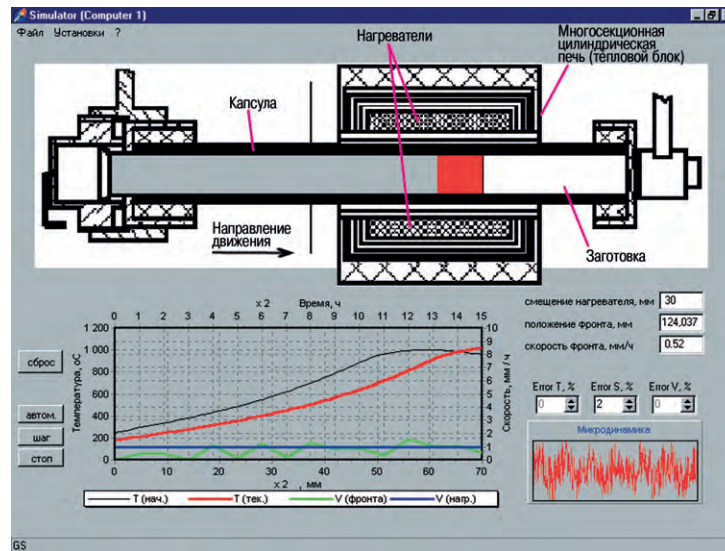


Рис. 2. Общий вид тепловой зоны технологической установки

ленных факторов, их влияние на качество выращиваемых кристаллов могут быть учтены только с использованием корректной математической модели процесса.

Такая модель позволит рассчитать параметры тепловых процессов вне зоны расположения датчиков, выбрать характер и величину управляющих воздействий для получения высококачественного монокристалла.

Обобщающим параметром, по которому можно судить о качестве моно-

кристалла в процессе выращивания, является форма поверхности раздела «расплав-кристалл», которая должна быть близкой к плоской для получения высококачественного монокристалла.

Таким образом, задача управления ростом кристалла заключается в изменении формы фронта кристаллизации и выработке на основании расчетов по математической модели процесса управляющих воздействий для изменения температурного поля печи, скорости перемещения образца относительно печи, снижения уровня ускорений за счет виброзащитной платформы и др.

Состав комплекса

Структурная схема комплекса приведена на рис. 3.

В состав комплекса входят следующие основные части: бортовой терминал (БТК), наземный терминал (НТК), система программного обеспечения. БТК и НТК соединены между собой каналами связи для передачи данных и команд управления. Каналы связи образованы существующим бортовым и наземным оборудованием следующих систем: бортовая измерительная и информационно-управляющая системы, бортовой радиотехнический комплекс, командно-измерительные пункты (КИП), центр управления полетом (ЦУП). БТК производит сбор, обработку и управление бортовым технологическим оборудованием, а НТК обеспечивает возможность исследователю контролировать режимы работы технологического оборудования и изменять их. Взаимодействие исследователя с технологическим процессом на борту реализовано в квазиреальном масштабе времени.

БТК выполнен в основном на оборудовании формата MicroPC фирмы Octagon Systems (рис. 4): 5066-586 — процессорная плата;

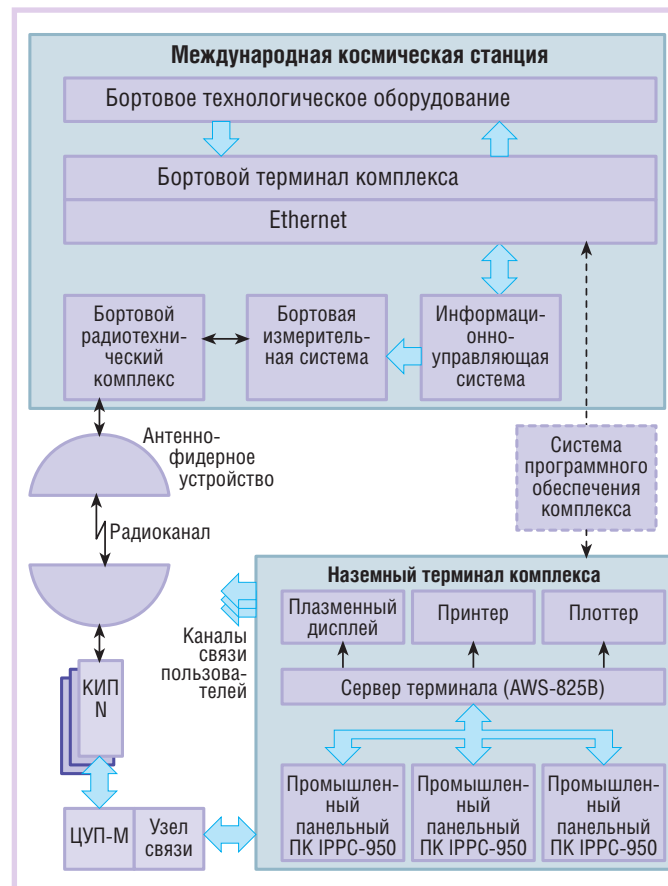


Рис. 3. Комплекс технических и программных средств «космического телесайенса»

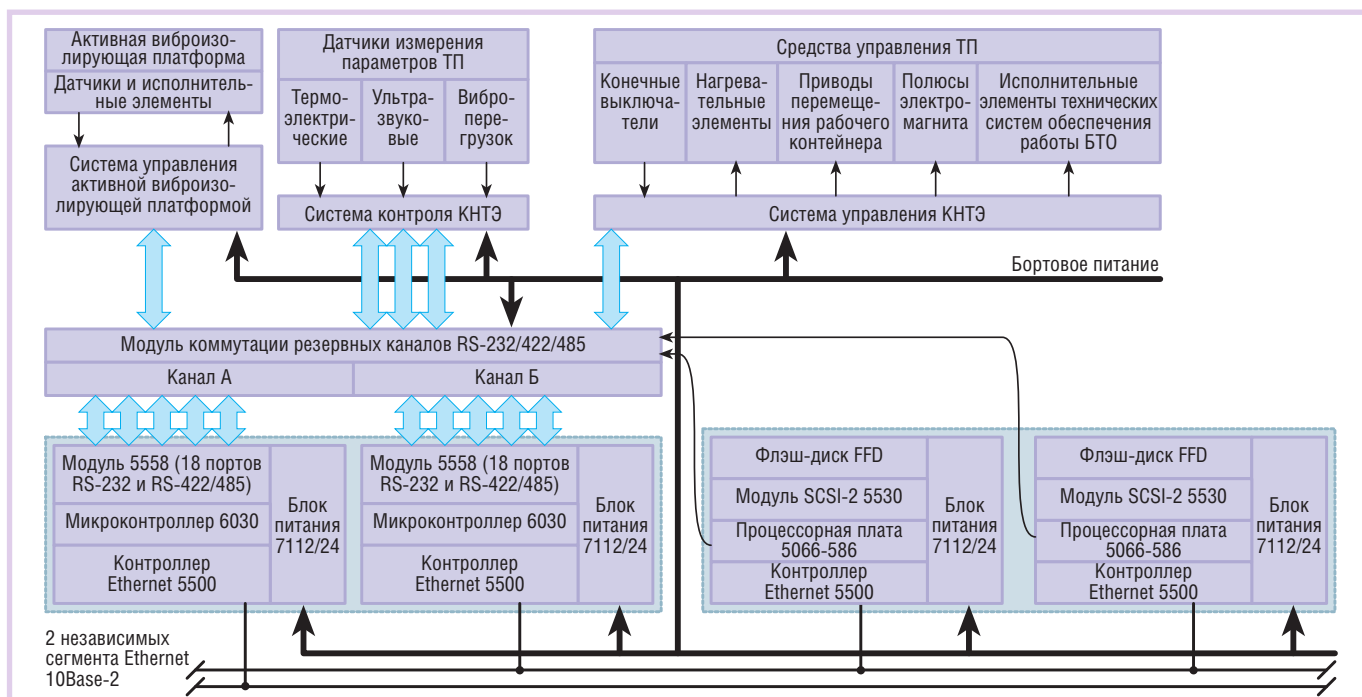


Рис. 4. Структурная схема бортового терминала комплекса

6030 — микроконтроллер с дополнительными последовательными портами;

5500 — контроллер локальной сети Ethernet;

5664 — интерфейсный модуль с подсистемой аналого-дискретного ввода-вывода;

5530 — плата интерфейса SCSI-2;

5558 — высокопроизводительная плата последовательного интерфейса;

7112/24 — блок питания от входного напряжения 9...36 В постоянного тока.

В БТК также используется флэш-диск серии FFD M-Systems с интерфейсом SCSI.

Все платы MicroPC не требуют принудительного воздушного охлаждения и могут устанавливаться в герметизированные корпуса. Для питания достаточно одного источника 5 В серии 7112/24. Независимо от вариантов компоновки аппаратной части используются восьмислотовые монтажные каркасы модели 5278 (4 штуки). Выбранные для реализации терминала аппаратные средства обеспечивают диапазон рабочих температур от -40 до $+85^{\circ}\text{C}$ и устойчивость к вибрациям до 5g и ударам до 20g, что соответствует техническим требованиям к БТК.

В структуре аппаратной части бортового терминала предусмотрено двойное резервирование.

Для построения аппаратной части НТК выбраны промышленная рабочая станция Advantech AWS-825B (сервер

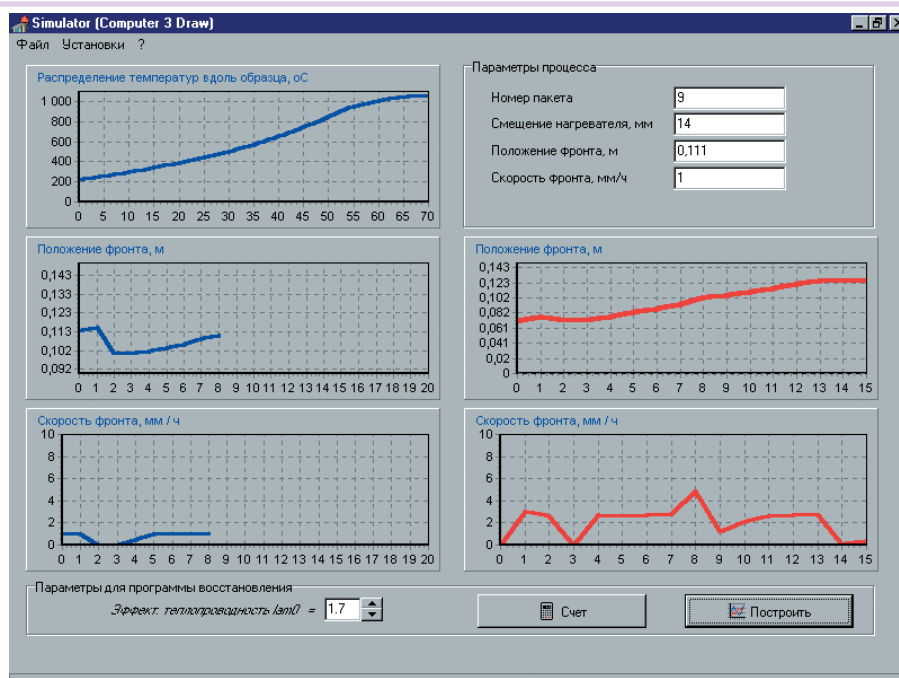


Рис. 5. Графики параметров, получаемых оператором-исследователем в НТК

терминала) и высокоинтегрированные мультимедийные IBM PC совместимые панельные компьютеры IPPC-950 фирмы Advantech, позволяющие решать широкий круг задач в области построения интерфейсов «человек-машина» (HMI) и отличающиеся высокой степенью надежности и защиты (IP65).

Система программного обеспечения комплекса построена на основе принципов и архитектуры SCADA-систем и состоит из средств архивирования, системы визуализации технологических параметров, средств обнаружения аварийных событий и оповещения персонала, средств проектирования в открытом промышленном стандарте, банка

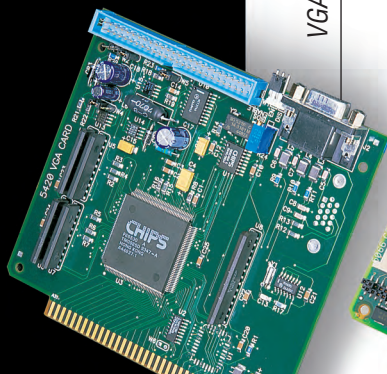
математических моделей технологических экспериментов, библиотеки программных средств пользователя, а также прикладных программных средств наблюдения, управления, обработки и телекоммуникационной поддержки.

Функционирование комплекса

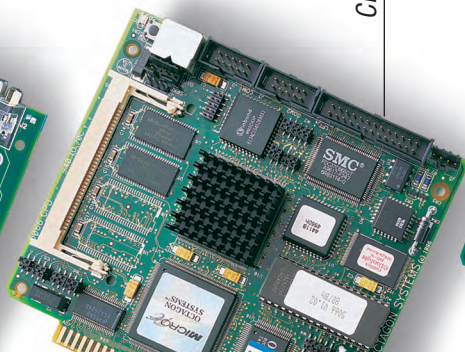
Работа комплекса осуществляется следующим образом. После загрузки в БТО исследуемых образцов оператором-космонавтом и получения по каналам телеметрии информации о готовности бортового комплекса к проведению экспериментов из НТК подается команда на начало научно-технологиче-

CPU686E

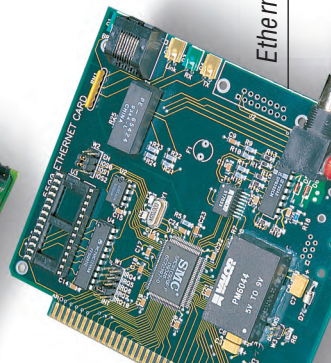
ТРИ В ОДНОМ!



VGA



CPU



Ethernet



ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Москва:
Тел.: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640
www.prosoft.ru • E-mail: root@prosoft.ru
С-Петербург: (812) 325-3790, 325-3791
Екатеринбург: (3432) 75-1871, 49-3459
web: www.prosoft.ural.ru

Подробности –
в бесплатном
каталоге MicroPC.
Факс для заказа:
(095) 234-0640
или e-mail:
market@prosoft.ru



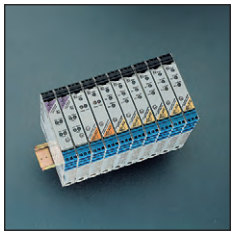
ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Процессор Geode™ GX1/300 МГц (производительность P55C-250)
- ОЗУ 32/128 Мбайт (SDRAM) на плате
- Флэш-диск 8 Мбайт на плате
- Порт EIDE
- Порт для подключения НГМД
- Видеоадаптер SVGA
- Поддержка плоских ЖК-дисплеев
- Контроллер 10/100Base-T Ethernet
- Контроллер USB
- Встроенный контроллер звука AC'97
- COM1 (RS-232); COM2 (RS-232/IR)
- Клавиатура; мышь
- Сторожевой таймер
- Возможность быстрой загрузки (минимум 1,5 с)
- Среднее время наработки на отказ не менее 100 тыс. часов

#449



Fastwel



Разделительные элементы серии μ D

Компактный монтаж на направляющую типа DIN. Двухканальные аналоговые и дискретные модули с питанием от сетей постоянного и переменного тока, идеальны для небольших приложений.



Барьеры искрозащиты на стабилитронах серии μ Z 600

Характеризуются возможностью монтажа на направляющую типа DIN, низкой стоимостью, наличием сменяемых предохранителей, имеют одно- и двухканальное исполнение.



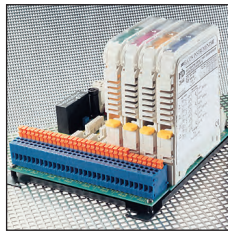
Источники питания серии PS-2500

Компактная конструкция для монтажа в 19" конструктив, номинальное значение выходного напряжения 24 В, значение тока нагрузки до 30 А, N+1 резервирование, эффективный способ симметрирования токов нагрузки, модули со значением тока нагрузки 15 А, обеспечивающие режим «горячей» замены.

Серии HiD 2000 и 3000

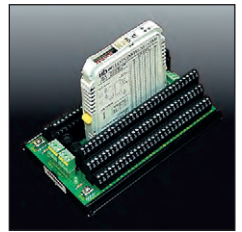
HiD 2000 — серия традиционных разделительных элементов, обеспечивающих гальваническую развязку между искробезопасными и искроопасными цепями.

HiD3000 — серия разделительных модулей удаленного ввода-вывода, обеспечивающих наивысшую плотность элементов соединения. Доступны решения с протоколами PROFIBUS и др.



HIS, HART-мультиплексоры

Монтаж на направляющую типа DIN или на заказные сменные распределительные щиты конечных станций распределенных систем управления. HART-мультиплексоры связывают HART-устройства посредством усовершенствованной инструментальной системы для эмуляции и тестирования.



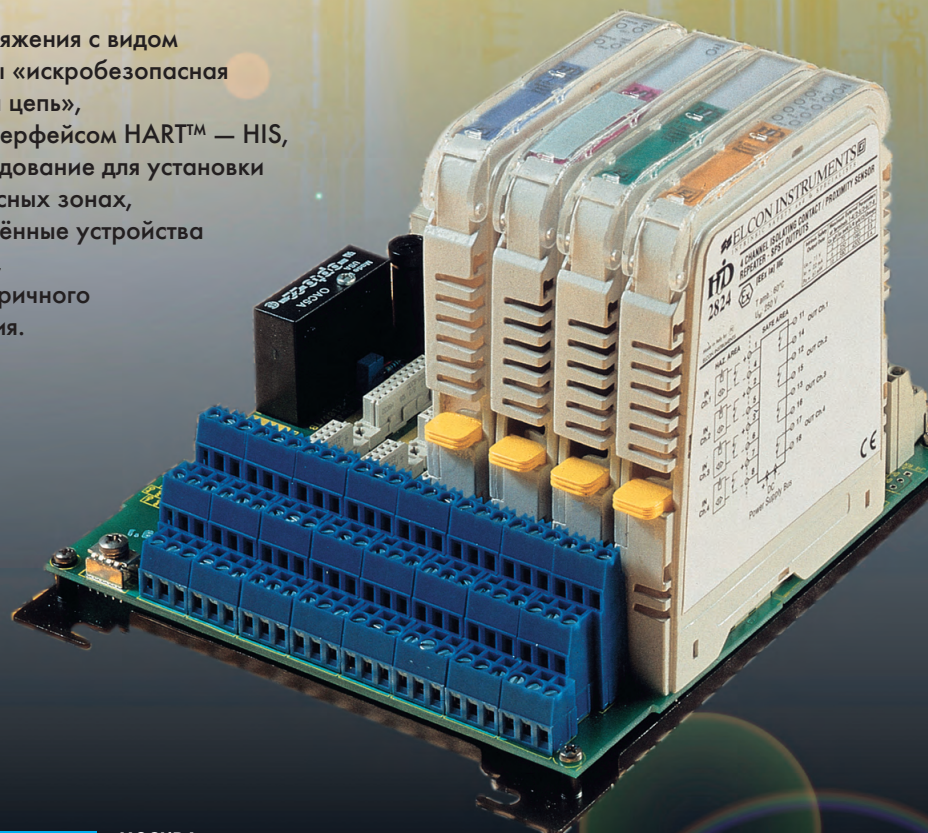
**PEPPERL+FUCHS
ELCON**

Решения Взрывозащита Средства сопряжения

Pepperl+Fuchs - Elcon является мировым лидером в области производства взрывозащищенного электрооборудования для установки во взрывоопасных зонах и обладает богатым опытом разработки и производства средств взрывозащиты.

Линия продукции в настоящее время представлена средствами сопряжения и решениями по взрывозащите, включая

- средства сопряжения с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь»,
- решения с интерфейсом HART™ — HIS,
- электрооборудование для установки во взрывоопасных зонах,
- взрывозащищенные устройства ввода-вывода,
- источники вторичного электропитания.



ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА:

Телефон: (095) 234-0636 (доб. 210 — отдел поставок, доб. 203 — техническая поддержка); факс: (095) 234-0640; 117313, Москва, а/я 81; Web: www.prosoft.ru; E-mail: root@prosoft.ru

С.-ПЕТЕРБУРГ: (812) 325-3790, 325-3791

ЕКАТЕРИНБУРГ: (3432) 75-1871, 49-3459; Web: www.prosoft.ural.ru

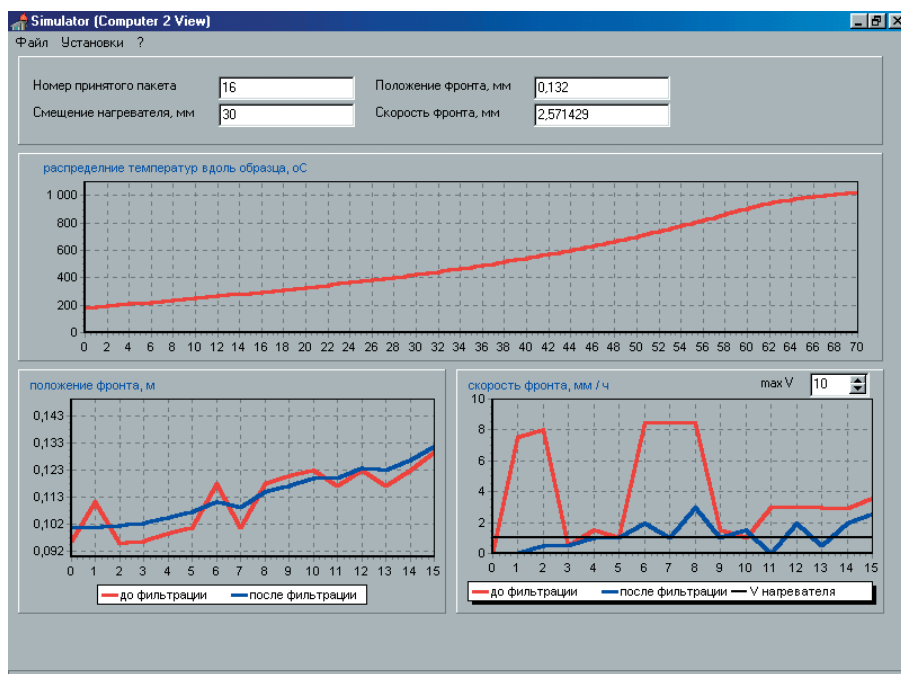


Рис. 6. Графики параметров тепловой зоны технологической установки до и после фильтрации помех каналов связи

ческого эксперимента в автоматическом режиме. При этом происходит самотестирование оборудования, включение нагревателя и выход на заданный режим теплового блока (печи) с исследуемым образцом до полного плавления материала в пределах зоны нагрева, после чего производится кристаллизация образца по заданным технологическим режимам. В процессе проведения эксперимента непрерывно функционирует система оперативного контроля, диагностики и управления ростом кристаллов, использующая сигналы датчиков термометрического, ультразвукового и микродинамического контроля. Одновременно в наземный терминал исследователя передается информация о параметрах КНТЭ: температуре расплава и образца, положении и форме (прогибе) фронта кристаллизации и скорости его перемещения, толщине расплавленного слоя. Передается также информация об уровнях микроускорений на образцах в процессе проведения эксперимента.

По информации, полученной с борта космической станции, в наземном терминале комплекса или у исследователя восстанавливается полная динамика технологического процесса. В результате наблюдения за ходом КНТЭ и анализа получаемых параметров исследователем принимается решение, и через ЦУП-М в бортовой терминал комплекса подаются команды об изменении технологических режимов проведения КНТЭ либо корректируется вся

программа эксперимента, и последующий эксперимент проводится в новых режимах. После проведения экспериментов над всеми образцами оператор-космонавт производит перезагрузку комплектов образцов и сообщает о готовности к проведению на БТО следующей серии научно-технологических экспериментов.

На первом этапе наземных испытаний БТК осуществлялись контроль и управление тремя параметрами конкретной технологической установки: температурой, местоположением и скоростью перемещения фронта кристаллизации.

Рис. 5, 6 отражают результаты испытаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор и использование инструментальных программных средств разработки и эксплуатации комплекса на базе SCADA-системы, а также применение аппаратных средств фирмы Octagon Systems позволили обеспечить заданные технические характеристики и эффективность выполнения задач при эксплуатации комплекса.

Конструкция комплекса технологична и реализуема. Блочный-модульный принцип построения составных частей комплекса обеспечивает их независимое изготовление, испытание, отработку и модернизацию. ●

**Авторы — сотрудники
ФГУП «НИЦ КС», ООО «ИЦ КАЭС»
Телефон/факс: (08439) 426-01**

Реальное время? Это просто!



Нарисовал

Разрабатывайте приложения "жесткого" реального времени в удобной среде графического программирования National Instruments LabVIEW™ RT, работающей на обычном ПК под Windows.

Загрузил

Загрузите программу для выполнения под управлением операционной системы реального времени на специальный процессор на платах ввода/вывода серии RT DAQ для PCI или в PXI™/CompactPCI крейте.

Работай!

Выполнение программы управления происходит без задержек и перерывов, независимо от операционной системы основного компьютера, даже в случае его перезапуска.

ni.com/russia

Для получения подробной информации посетите
Вэб-сайт компании



(095) 238 7139 тел./факс
117049, Москва, Ленинский проспект 1/2,
офис 1013, e-mail: ni.russia@ni.com

Дистрибьютер: Москва: ИнСис (095) 921-0902
Системные интеграторы:
Москва: АСК (095) 973-0935, ЦАТИ (095) 362-7674
С.-Петербург: ВИТЭК (812) 259-9591

#228

© 2001 National Instruments Corporation. All rights reserved. Product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.

Автоматизированная система балансировки роторов

Дмитрий Егоров, Любовь Глазырина, Петр Жиганов, Александр Ключников, Александр Пелевин

В статье описывается автоматизированная система для выполнения работ по динамической балансировке роторов на вертикальном балансировочном стенде с газостатическими подшипниками.

Введение

Современная техника предъявляет всё возрастающие требования к точности балансировки и определению массо-центровочных и инерционных характеристик (МЦИХ) жёстких межопорных роторов, в частности, главных моментов инерции, смещения центра масс, угла отклонения главной продольной центральной оси инерции ротора от оси вращения и других.

Мерой неуравновешенности тела является дисбаланс — векторная величина, равная произведению неуравновешенной массы на ее эксцентриситет. Дисбаланс полностью определяется значением и углом в системе координат, связанной с осью ротора. Процесс определения значения и угла дисбаланса ротора и уменьшения их величин корректировкой масс называют балансировкой ротора. При статической балансировке определяют и уменьшают главный вектор дисбалансов обычно в одной плоскости. Статическую неуравновешенность можно определить без вращения ротора с помощью силы тяжести. При этом статическая балансировка не позволяет выявить и устранить динамическую неуравновешенность ротора [1].

Однако в процессе эксплуатации для функционирования ротора с заданной точностью его ось вращения должна совпадать с его главной продольной центральной осью инерции. Решение этой задачи может быть выполнено только методом моментного уравнивания ротора после его сборки. Динамическая балансировка уменьшает как главный вектор, так и момент дисбалансов ротора. Она требует вращения ротора и обязательно двух плоско-

стей коррекции. Для устранения действия нагрузок от массы тела балансировка ротора выполняется при вертикальном положении оси вращения. Использование газостатических подшипников обеспечивает отсутствие механического контакта между поверхностью ротора и поверхностями подшипников и исключает износ поверхности ротора в процессе его балансировки (что может быть полезно, например, при балансировке роторов летательных аппаратов и в ряде других ответственных приложений).

Объект балансировки

Объект представляет собой тело вращения (жёсткий ротор) с двумя плоскостями коррекции. В каждой плоскости имеются равномерно расположенные по окружности резьбовые отверстия, угловые положения которых известны и связаны с системой координат ротора, для установки контрольных и балансировочных грузов.

Описание конструкции стенда

Работы по динамической балансировке роторов и определению их МЦИХ выполняются на вертикальном низкочастотном балансировочном стенде с «жёсткими» измерительными опорами в виде двух конических газостатических подшипников. Стенд также оборудован пневмо-распределительной системой (ПРС), предназначенной для очистки воздуха и стабилизации его давления.

Конструктивно балансировочный стенд (рис. 1) выполнен в виде массивного фундамента, на вертикальной стойке которого закреплены верхняя и

нижняя измерительные опоры. Опоры представляют собой плоскопараллельные подвески, к упругим пластинам которых крепятся соответственно верхний и нижний конические газостатические подшипники. Нижняя опора с помощью механизма регулировки радиальных зазоров имеет возможность продольного (вдоль оси ротора) перемещения. Установочные базы подшипников соответствуют установочным базам ротора. Подшипники оборудованы пневматическими приводами для разгона и торможения ротора, воздух в которые от пневмосети после очистки и осушки поступает через электромагнитные пневмораспределители (клапаны), входящие в состав ПРС стенда.

В упругих подвесках каждого из подшипников установлены включенные по дифференциальной схеме датчики силы, измеряющие реакции опор на проявления динамической неуравновешенности ротора при его вращении. На рис. 1 показаны только датчики верхнего подшипника, датчики в подвесках нижнего подшипника установлены аналогично.

Для определения частоты вращения ротора используется световодный фотодатчик. Светоотражающее зеркало на цилиндрической части боковой поверхности ротора с помощью клея закрепляется на уровне свободного торца световода, и его угловое положение однозначно связано с системой координат ротора.

Задачи, решаемые автоматизированной системой

Автоматизированная система контроля и управления (СКУ) процессом

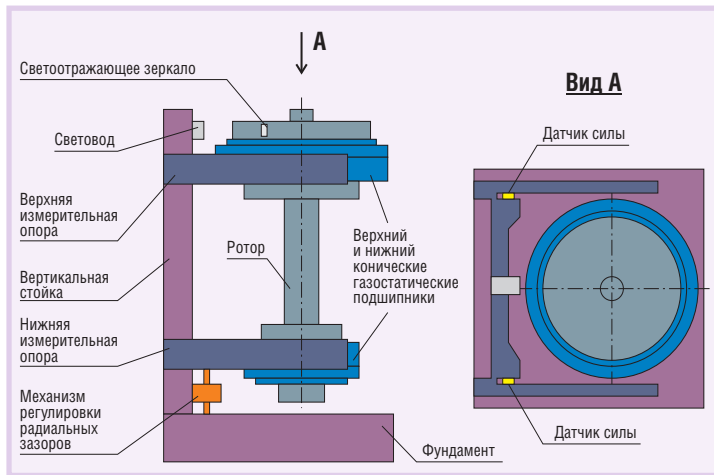


Рис. 1. Конструкция балансировочного стенда

балансировки роторов создана на базе персонального компьютера и модулей аналогового и дискретного ввода-вывода производства фирмы Advantech. SKU предназначена для

- контроля сетевого давления воздуха на входе в ПРС с помощью реле давления;
- управления исполнительными механизмами (клапанами);
- измерения скорости вращения ротора;
- ввода аналоговых сигналов от датчиков силы;
- выделения полезной информации из смеси сигнала и помехи, вызываемой в основном движениями воздуха, электромагнитными наводками, неравномерностью воздушных зазоров и другими причинами (на рис. 2 показаны типовой сигнал, снимаемый с датчика силы при вращении ротора в подшипниках стенда, и тот же сигнал после его усиления, фильтрации и цифровой обработки);
- определения значений и углов дисбалансов в системе координат, связанной с осью ротора;
- расчета массы и мест установки балансировочных грузов в плоскостях коррекции ротора.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА SKU

SKU представляет собой одноуровневую систему на базе IBM PC совместимого персонального компьютера. Структурная схема системы показана на рис. 3. Система содержит:

- датчики силы AC20 с блоками согласования аналоговых сигналов (усилителями) AB02;
- двухканальное устройство связи с измерительными усилителями и фильтрами низких частот в каждом канале;
- световодный фотодатчик;
- тактовый генератор с частотой 10 кГц;

- модуль дискретного ввода-вывода PCL-725 для управления клапанами разгона, торможения и ввода сигналов от фотодатчика и аварийного реле давления;
- модуль ввода аналоговых сигналов PCL-818L, один из счетчиков-таймеров которого используется также для счета количества импульсов, поступающих на его вход от тактового генератора за время одного полного оборота ротора;
- источник питания NFS80-7602K, предназначенный для обеспечения

питающими напряжениями постоянного тока +5, +12, -12 и +24 В фотодатчика, устройства связи, а также клапанов и реле давления. Питание тактового генератора осуществляется непосредственно от модуля PCL-818L;

- программное обеспечение.

Модули PCL-725 и PCL-818L производятся фирмой Advantech, источник питания NFS80 — фирмой Artesyn Technologies; датчики силы AC20 и усилители AB02 также являются покупными изделиями.

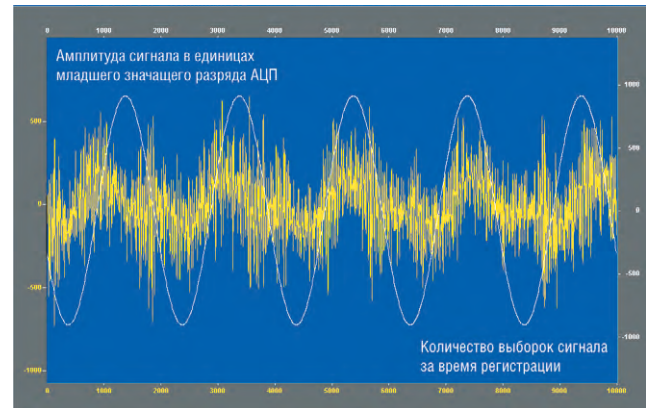


Рис. 2. Вид типового сигнала с датчика силы (жёлтый цвет) и того же сигнала после усиления, фильтрации и цифровой обработки (белый цвет)

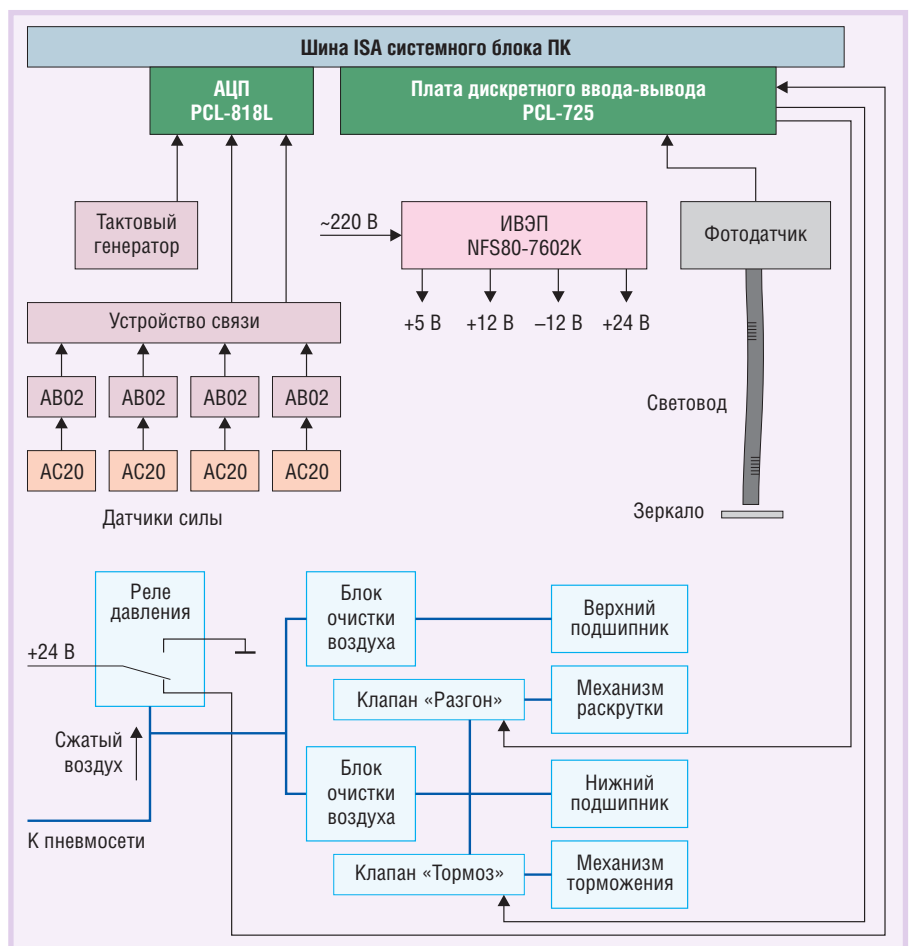


Рис. 3. Структурная схема системы

Модули PCL-725 и PCL-818L установлены в системном блоке компьютера. Фотодатчик, содержащий в своем составе генератор инфракрасного излучения, световод и фотоприемник, выполнен в виде отдельного блока. Для прохождения по световоду прямого и отраженного пучков света стеклянные волокна на одном конце световода разделены на два отдельных световода, закрепленных в корпусе фотодатчика. Тактовый генератор, устройство связи, усилители, а также источник питания смонтированы в металлическом корпусе, имеющем габариты 270×270×85 мм и расположенном рядом с системным блоком компьютера на рабочем месте оператора.

Программное обеспечение

В процессе функционирования системы участвует оператор. Для удобства восприятия информация о процессе балансировки ротора представляется графически в виде нескольких кадров, позволяющих оператору вводить начальные данные, управлять исполнительными механизмами, корректировать диапазоны измерения АЦП, просматривать промежуточные результаты измерений, а также содержащих средства визуализации процессов раскрутки и торможения ротора, регистрации сигналов от датчиков силы.

Пилотная версия функционального программного обеспечения СКУ написана на языке Pascal и выполняется под управлением операционной системы Windows NT. Программа контролирует рабочее давление воздуха и частоту вращения ротора, обеспечивает раскрутку и торможение ротора, ввод, цифровую обработку и графическое представление данных в режимах реального времени и их накопление на жестком диске, определяет значения и углы дисбалансов в двух плоскостях измерения, выводит на монитор промежуточные результаты измерения и обработки сигналов, рассчитывает массы и места установки балансировочных грузов в двух плоскостях коррекции, рассчитывает величину смещения центра масс ротора и угол отклонения главной продольной центральной оси инерции, печатает протокол балансировки ротора.

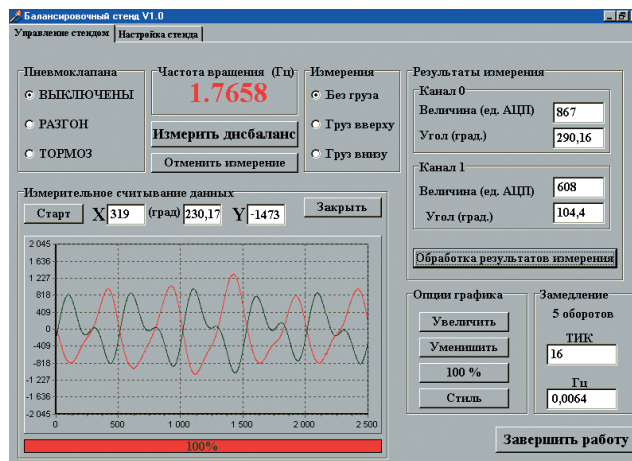


Рис. 4. Вид экрана оператора после регистрации вибросигналов

Методика балансировки ротора

После подачи в газостатические подшипники рабочего давления воздуха и установки ротора на рабочие поверхности подшипников с воздушным зазором выполняется регулировка этих зазоров между ротором и рабочими поверхностями подшипников перемещением нижнего подшипника вдоль оси ротора. В программу вводятся начальные данные, необходимые для последующих расчетов МЦИХ ротора (масса ротора, массы балансировочных грузов и элементов крепления, радиусы установки грузов в плоскостях коррекции и др.).

Пуск ротора включает в себя следующие фазы: разгон, свободное вращение под действием сил инерции и сил трения (выбег), регистрация сигналов от датчиков силы, установленных в верхней и нижней измерительных плоскостях стенда, торможение до полного останова ротора.

При неизменности в процессе балансировки давления сжатого воздуха, а также таких параметров ротора и опор, как расстояния от плоскостей коррекции до опор, массы, жесткости и т.п., балансировочная чувствительность за-

висит от частоты вращения ротора. Поэтому при каждом пуске запись сигналов от датчиков силы проводится в процессе выбега ротора на постоянной частоте вращения.

После регистрации сигналов начального неизвестного дисбаланса ротора выполняются несколько дополнительных пусков для определения балансировочной чувствительности стенда по массе и углу в верхней и нижней плоскостях коррекции ротора. Для этого контрольные грузы известной массы устанавливаются в соответ-

ствующие известным углам резьбовые отверстия обеих плоскостей коррекции. В каждом пуске после усиления и фильтрации, выполняемой с целью устранения шума производственного характера, сигналы оцифровываются и регистрируются в памяти компьютера в течение заданного времени. Начало регистрации осуществляется по сигналу от фотодатчика при достижении ротором заданной частоты вращения. На рис. 4 показан вид экрана оператора с графиками сигналов по окончании их регистрации: красный цвет соответствует сигналу от датчиков, установленных в верхней измерительной плоскости, зеленый — сигналу от датчиков в нижней измерительной плоскости; по оси абсцисс отложено время регистрации в секундах, по оси ординат — амплитуда сигналов в единицах младшего значащего разряда АЦП. Спектр типового регистрируемого сигнала приведен на рис. 5.

Как видно из рис. 4 и 5, зарегистрированные процессы изменения силы в опорах подшипников представляют собой сумму нескольких гармонических составляющих. Кроме дисбалансов, вибрации на кратных частотах могут вызывать несоосность подшипников, овальность ротора в плоскостях подшипников и другие причины.

Дальнейшая обработка сигналов с применением цифровой фильтрации производится с целью выделения гармонических составляющих зарегистрированных сигналов с частотой, равной частоте вращения ротора (рис. 2), то есть чувствительных к дисбалансу ротора. По значениям амплитуды этих гармонических составляющих и

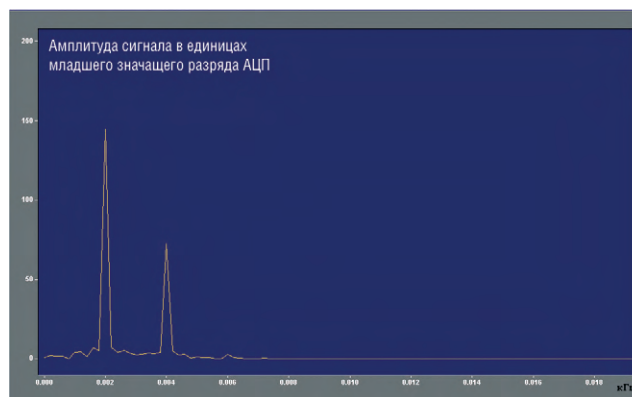


Рис. 5. Спектр зарегистрированного вибросигнала



Ultralogik™

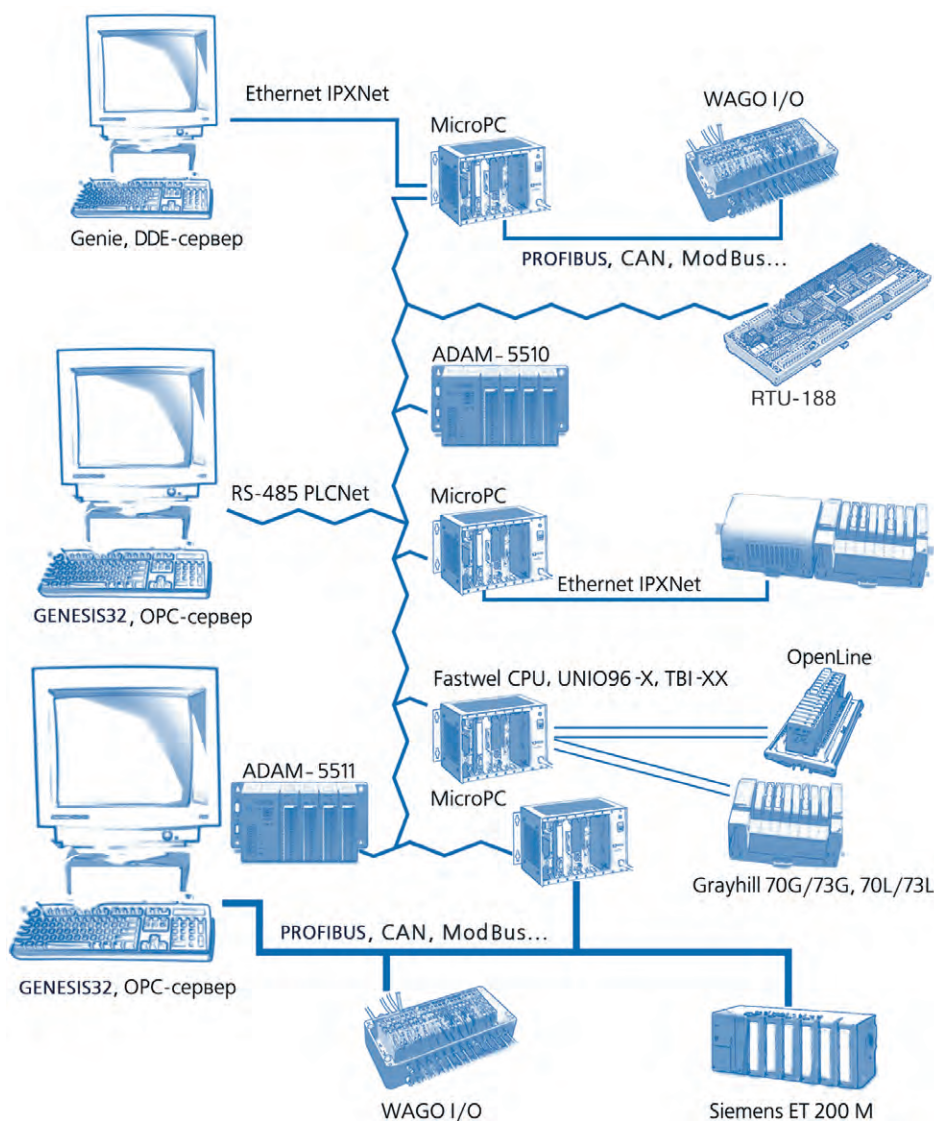
НОВАЯ

ВЕРСИЯ СИСТЕМЫ

v. 1.03

IEC 61131

Универсальная система программирования распределенных систем сбора данных и управления на базе компьютеров серии MicroPC™, контроллеров ADAM-5510 и других IBM PC совместимых контроллеров в стандарте МЭК 61131.3 (язык функциональных блок-диаграмм)



В комплект поставки Ultralogik v. 1.03 входят

- Единый дистрибутив для всех ключей, доступен через Internet
- Библиотеки для всех модулей ввода-вывода MicroPC™ и ADAM-5510
- Библиотеки алгоритмов сбора данных и управления
- Средства поддержки сетей Arcnet и Ethernet (протокол IPX) и многоточечных сетей на базе RS-485
- Поддержка сетевых контроллеров fieldbus фирмы Hilscher
- OPC-сервер для современных SCADA-систем (бесплатен для пользователей GENESIS32)
- Отладчик-симулятор с осциллографированием переменных
- DDE-сервер для связи с пакетами SCADA для Windows 95
- Возможность подключения функций на языке Си, Ассемблер, Паскаль
- Встроенная возможность создания драйверов для модулей ввода-вывода оригинальной разработки
- **Бесплатное обновление всех ранее приобретенных версий до версии 1.03**
- **OPC-сервер для сети PLC Net**
- **Демо-версия по адресу: [ftp://ftp.prosoft.ru/pub/software/ultralogik](http://ftp.prosoft.ru/pub/software/ultralogik) или почтой по запросу**

TRACE MODE®

Первая в мире
интегрированная
SCADA/HMI- и
SOFTLOGIC- система

- единая линия программирования
- до 1.000.000 точек ввода-вывода
- автопостроение проекта

Запросите бесплатную
инструментальную систему!
www.adastra.ru



Микро МРВ - быстрый монитор реального времени для PC-контроллеров. Прием данных, непосредственное цифровое управление, резервирование. Связь с МРВ через сеть, полевую шину, RS485, модем, радиомодем.

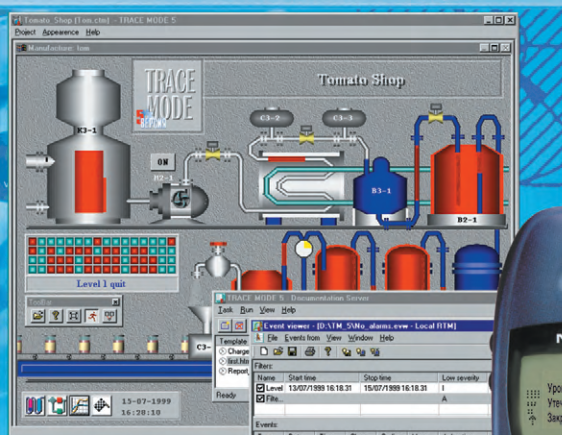
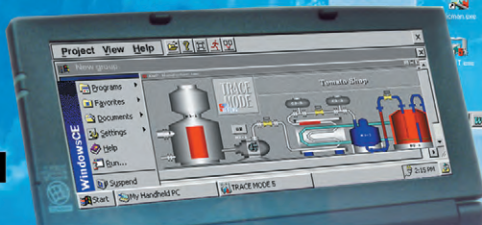
Микро МРВ модем+ - сбор данных и управление через коммутируемую телефонную сеть.

АВТОПОСТРОЕНИЕ

ActiveX

OPC
OLE for Process Control

Microsoft®
DCOM



Для получения информации обращайтесь к специалистам в области

AdAstra®
RESEARCH GROUP, LTD

Россия, Москва, 107076, а/я 38,
Телефон: (095) 737-59-33,
Факс: (095) 232-00-92,
E-mail: adastra@adastra.msk.ru,
<http://www.adastra.ru>

Приглашаем на Восьмую Международную
конференцию и выставку:
**РАЗРАБОТКА АСУ ТП
В СИСТЕМЕ ТРЕЙС МОУД**
Конгресс-центр ОАО ГАЗПРОМ Москва, 20-22 февраля, 2002 г.



значениям углов, при которых достигаются первые максимумы, определяют значения и углы дисбалансов в верхней и нижней плоскостях коррекции.

Векторно исключив влияние сигналов начального дисбаланса ротора из суммарных сигналов дисбалансов, зарегистрированных после установки контрольных грузов в плоскостях коррекции, можно вычислить коэффициенты балансировочной чувствительности системы. Затем, используя полученные коэффициенты, по ранее зарегистрированным сигналам начального неизвестного дисбаланса ротора определяются значения и углы начального дисбаланса ротора в плоскостях коррекции.

После расчета начального дисбаланса ротора и определения массы и мест установки балансировочных грузов выполняется контрольный цикл раскрутки ротора с грузами, установленными в плоскостях коррекции, для определения остаточного дисбаланса и величины смещения центра масс относительно оси ротора, а также его углового положения в связанной с ротором системе координат. Если значения параметров МЦИХ находятся в пределах допуска, то процесс балансировки завершается, в противном случае рассчитываются и устанавливаются дополнительные балансировочные грузы и повторяется контрольный цикл раскрутки ротора.

Система завершает свою работу выпуском итогового протокола, содержащего информацию о МЦИХ ротора до и после балансировки на стенде.

Надёжность и точность результатов

Надёжность результатов балансировки обеспечивается следующими мерами:

- при работе системы регистрируется информация в течение нескольких оборотов ротора;
- относительное изменение частоты вращения ротора за время съёма информации не превышает 0,4% (обеспечивается автоматический контроль изменения частоты вращения);
- производится исключение внешних шумов при определении параметров дисбалансов;
- автоматически реализуются начало регистрации сигналов в каждом цикле раскрутки и измерения по достижении в процессе выбега ротора заданной частоты вращения;



После изготовления ротора балансировка на стенде с газостатическими подшипниками обеспечит полную сохранность его поверхности

- подбор оптимального диапазона измерения АЦП каждого канала осуществляется по командам оператора с консоли.

Для моделирования процесса балансировки и отработки методики использовался контрольный ротор с известным начальным дисбалансом. На этапе предварительной наладки удалось уменьшить величину суммарного начального дисбаланса за четыре итерации в 18-20 раз, при этом смещение центра масс ротора относительно оси вращения не превышало 0,005 мм и отклонение главной продольной центральной оси инерции от оси вращения ротора было меньше 30 угловых секунд.

Заключение

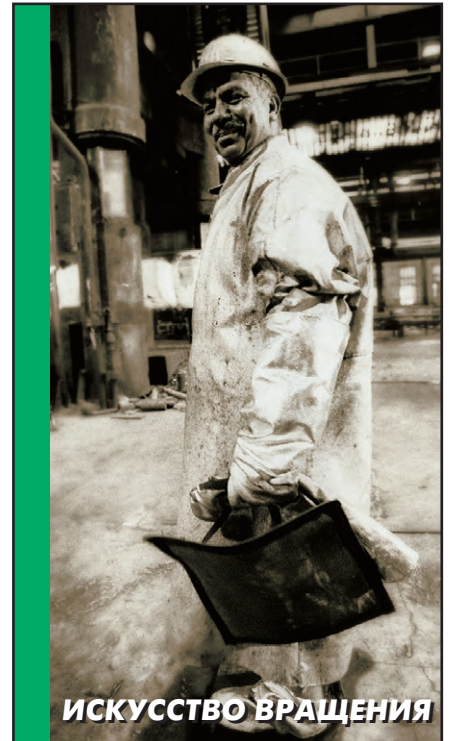
Проведенные работы подтвердили эффективность применяемого метода и оборудования для низкочастотной балансировки роторов с повышенными эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к качеству их поверхности. В настоящее время проводится подготовка к метрологической аттестации стенда и вводу системы в опытную эксплуатацию.

Эффект от внедрения системы заключается в повышении точности определения массо-центровочных и инерционных характеристик ротора в 2-3 раза по сравнению с устройствами, использующими метод крутильных колебаний, в сокращении капитальных затрат на изготовление технологической оснастки, а также в повышении производительности процесса балансировки. ●

Литература

1. Левит М.Е., Рыженков В.Н. Балансировка деталей и узлов. — М.: Машиностроение, 1985. — 248 с.

Авторы — сотрудники РФЯЦ-ВНИИФ им. акад. Е.И. Забабахина
Факс: (351-72) 326-25



ИСКУССТВО ВРАЩЕНИЯ

Вам необходимо, помимо управления двигателем, осуществлять комплексный контроль и управление технологическим процессом? Финская компания Vacon предлагает вам оборудование 21 века — преобразователь частоты VACON NX.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ — VACON NX

Вы можете упростить свою систему управления, реализовав её не в отдельном контроллере, а непосредственно в модуле управления преобразователя частоты.

ПРОГРАММИРУЕМОСТЬ

Программирование ведется с помощью пакета NC1131-3, поддерживающего языки Функциональных Блоковых Диаграмм FBD и Релейных Диаграмм LD (стандарт МЭК 61131-3), через встроенный интерфейс RS-232.

В блок управления возможна установка до 5 модулей ввода-вывода (дискретные, аналоговые сигналы, подключение датчиков температуры, скорости вращения, интерфейсы промышленных шин fieldbus и т.д.).

Диапазон мощностей предлагаемых преобразователей от 0.37 до 1500 кВт.



vacon

ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ

VACON Plc Представительство в Москве
Тел.: (095) 974-14-47
Факс: (095) 974-15-54 **#377**
 VACON.RUSSIA@VACON.COM WWW.VACON.COM



Где зарыт барсук?

Николай Горбунов

Рассматриваются средства программирования и способы построения распределённых АСУ ТП с использованием операционной системы QNX.

Китайская пословица гласит: «Лучше один плохой генерал, чем десять хороших». Древняя мудрость актуальна и по сей день — отсутствие централизованного управления и единой концепции порождает хаос и неразбериху, часто сводя на нет какую бы то ни было эффективность работы отдельных подсистем, и к системам автоматизации это относится в первую очередь. Когда вопрос построения единого информационного пространства предприятия перешел из области мифов в разряд насущных проблем, оказалось, что проблема эта лишь немногим проще той, с которой столкнулись строители Вавилонской башни, когда вроде и задача ясна, и решение существует, и строители есть, и материалы в наличии, а совместимость предусмотреть почему-то забыли. Казалось бы, достаточно квалифицированного системного интегратора — и вопрос решен?..

Однако системных интеграторов такого масштаба, специализирующихся на автоматизации всех уровней предприятия и способных предложить единое готовое решение для любого спектра задач, просто не существует в природе — слишком уж разнообразны потребности. Поэтому всё более актуальным становится вопрос создания открытых систем управления, позволяющих интегрировать между собой решения различных подзадач от различных производителей. Очевидно, такой подход дает как раз искомую «золотую середину», поскольку найти готовое комплексное решение гораздо сложнее (а зачастую его просто нет), чем собрать систему на месте из подходящих «кубиков», что, кстати, можно сделать как прибегнув к помощи системного интегратора, так и силами локального отдела АСУ.

Название статьи — не случайность. Слово «барсук» по-немецки пишется

как Dachs. Цель данного материала — рассказать о линейке продуктов DACHS® (Distributed Automation, Control and Host System — «Распределенная вычислительная система автоматизации и управления»), разработанной и поставляемой немецкой компанией Steinhoff Automation & Fieldbus-Systems. Эта линейка содержит программные и аппаратные средства, позволяющие строить открытые распределенные системы управления, пригодные как для АСУ ТП, так и для других применений, где требуются быстрый цикл опроса, надежность передачи данных и богатые возможности интеграции с верхними уровнями, в том числе в гетерогенных вычислительных средах.

Концепция DACHS

Если говорить в двух словах, концепция DACHS строится на понятии расширенного виртуального ПЛК (soft-PLC). Целью введения такого понятия было сохранить удобство программирования в стандарте МЭК 61131-3, но обойти свойственные «реальным» ПЛК функциональные ограничения (о том, как это реализуется, пойдёт речь далее).

Под «расширенным» виртуальным ПЛК понимаются четыре вещи: расширенные возможности программирования, расширенные возможности коммуникаций, расширенные интерфейсные возможности и расширенные возможности хранения данных; фактически три последние непосредственно вытекают из первой.

Аппаратной базой для виртуальных ПЛК в DACHS являются IBM PC совместимые ЭВМ: поскольку благодаря своим расширенным возможностям виртуальные ПЛК в DACHS могут выполнять самые разнообразные функции, конструктивное исполнение их

может быть самым разнообразным. Например, при использовании виртуального ПЛК в качестве низового контроллера в зависимости от требуемой компоновки и разрядности системной шины (8 или 16 бит) это может быть либо PC/104 или MicroPC (Advantech, Octagon Systems, Fastwel), либо AT96 (Lippert) и т.п. Практически все современные встраиваемые контроллеры оборудованы твердотельными дисками CompactFlash, DiskOnChip и т.п., что облегчает разработку и обслуживание программного обеспечения.

При использовании виртуального ПЛК в качестве цехового контроллера удобным решением является реализация его на базе промышленной рабочей станции или панельного ПК (богатый выбор таких решений есть у компании Advantech) с необходимой периферией и возможностью эксплуатации в жёстких промышленных условиях.

Расширенные возможности программирования

Оговоримся сразу, что речь идет не о непосредственном расширении возможностей программирования логики виртуальных ПЛК, а о расширенных возможностях ее дополнения в рамках все того же МЭК 61131-3, причем в основном дело касается языка функциональных блоков.

Классический вариант расширения ПЛК новыми функциями подразумевает написание модулей расширения на С и оформление их в библиотеку функциональных блоков для среды программирования МЭК 61131-3. Разумеется, эти модули должны поддерживаться виртуальной машиной МЭК 61131-3, для этого в нее тоже необходимо внести соответствующие изменения. Как это сделать? Классический способ расширения виртуальной машины МЭК

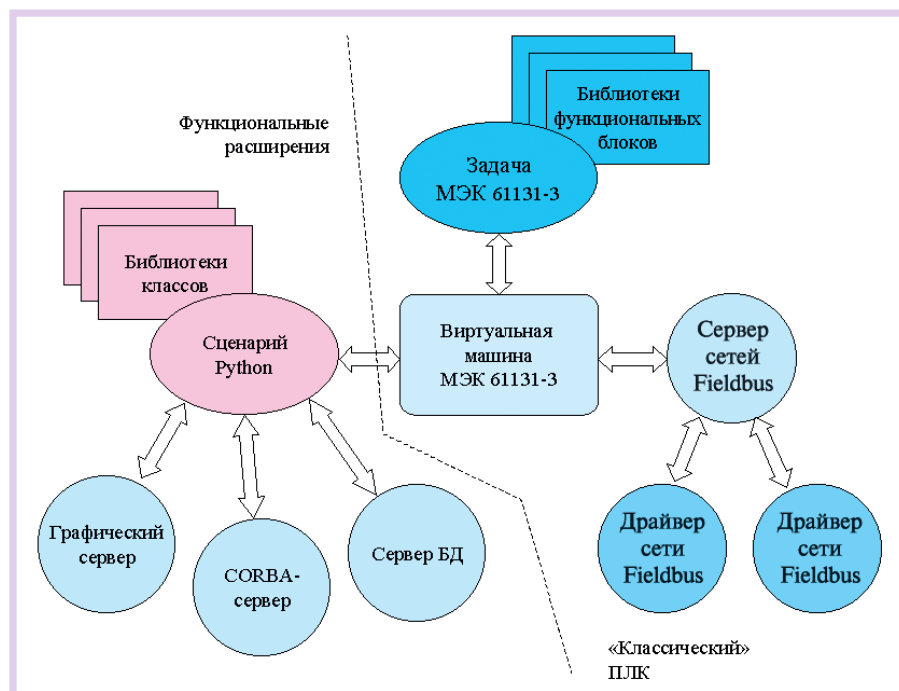


Рис. 1. Расширенный виртуальный ПЛК в DACHS®

61131-3 заключается в дописывании дополнительного кода на С. Этот метод содержит несколько неприятных подводных камней: во-первых, «распухает» сама целевая задача, а во-вторых, любое изменение кода виртуальной машины несет опасность внесения в него ошибки, а значит, угрожает задачам МЭК 61131-3, выполняющимся под ее управлением. Альтернативным способом расширения виртуальной машины МЭК 61131-3 может служить использование динамических библиотек (DLL), однако, хотя этот подход и позволяет сэкономить на объеме кода виртуальной машины, безопасности программному обеспечению не добавляет.

Разработчики виртуальной машины МЭК 61131-3 для DACHS пошли по другому пути (рис. 1) Как виртуальная машина, так и ее модули расширения в виртуальных ПЛК DACHS оформлены как отдельные процессы в операционной системе; модули расширения можно запускать и выгружать динамически — на объем кода виртуальной машины они не влияют. Мало того, являясь отдельными процессами, они выполняются каждый в своем собственном защищенном адресном пространстве и не могут навредить ни друг другу, ни виртуальной машине. Но и это еще не все. Вариативную (то есть зависящую от конкретного приложения) часть модуля расширения тоже можно изменять динамически — сделано это за счет применения в модулях расширения интерпретатора объектно-ориен-

тированного языка сценариев Python; эта концепция получила название PyDACHS. Инвариантная часть модуля расширения оформляется как подключаемая библиотека классов Python, вариативная же пишется как сценарий Python, и ее можно в любой момент отредактировать обычным текстовым редактором и импортировать снова, что, кстати, еще и упрощает обслуживание на стадии тестирования.

Почему был выбран именно Python? Можно назвать как минимум пять причин. Во-первых, интерпретация дает гораздо более короткий цикл отладки: результат корректировки исходного текста можно проверить сразу, не прибегая каждый раз к цепочке «компиляция — компоновка — прогон». Во-вторых, объектная ориентация упрощает проектирование, особенно если говорить о сопряжении со средствами программирования МЭК 61131-3: объекты Python — фактически готовые функциональные блоки. В-третьих, код Python компактен: выигрыш по сравнению с С++ может достигать 5-10 раз! В-четвертых, Python очень популярен, хорошо документирован, и для него существует огромный выбор прикладного программного обеспечения с открытым исходным текстом. И, наконец, в-пятых, Python легко расширяем — дополнительные библиотеки классов без труда реализуются на С или С++.

Изменения, которые при этом претерпела сама виртуальная машина

МЭК 61131-3, оказались минимальны: в нее просто добавились примитивы межзадачного взаимодействия (IPC — Inter-Process Communication), позволяющие задачам МЭК 61131-3 стандартным способом обращаться к модулям расширения. Таким образом, с точки зрения задач МЭК 61131-3, исполняющую их виртуальную машину можно рассматривать как микроядро с динамически подключаемыми сервисами.

К операционной системе (ОС), под управлением которой работает такой виртуальный ПЛК, должны предъявляться достаточно жесткие требования. Во-первых, система управления должна быть предсказуемой — потеря данных в системе управления абсолютно недопустима. Следовательно, применяется ОС жесткого реального времени с вытесняющей многозадачностью. Во-вторых, необходимо поддерживать большое количество различного оборудования: коммуникационных адаптеров, плат ввода-вывода и т.п., — ассортимент которого постоянно меняется. Значит, применяемая ОС должна предоставлять простые механизмы интерфейса с оборудованием, чтобы можно было в случае необходимости быстро разработать нужный драйвер. В-третьих, ОС должна легко встраиваться в устройства с ограниченными ресурсами и поддерживать бездисковые конфигурации. И, наконец, в-четвертых, для повышения отказоустойчивости необходимо обеспечить безопасность процессов, чтобы они своими действиями не могли навредить как друг другу, так и системе. Это реализуется в ОС, которые предоставляют процессам отдельные защищенные адресные пространства.

Исходя из перечисленных критериев, для реализации виртуального ПЛК в DACHS была выбрана встраиваемая ОС жесткого реального времени QNX. Сначала это была QNX4, теперь же в DACHS применяется и QNX6, что позволило еще больше понизить «порог встраиваемости». Дополнительным преимуществом QNX является то, что она обладает встроенной поддержкой прозрачных механизмов сетевого взаимодействия, позволяя объединять узлы QNX-сети в единую логическую совокупность ресурсов и упрощая тем самым построение распределенных систем. В ряде отраслей очень популярны SCADA-системы, работающие под управлением QNX, соответственно применение в таких случаях QNX и на

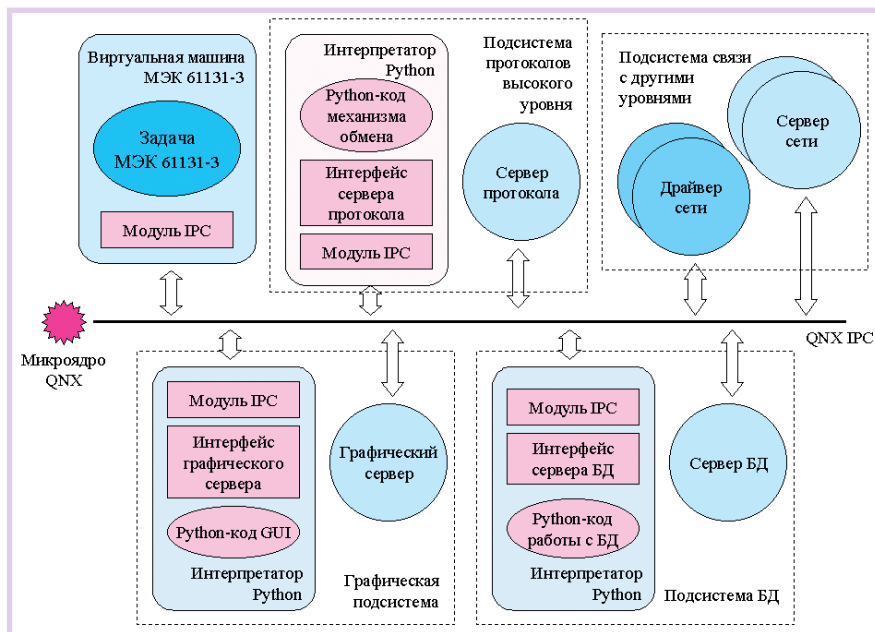


Рис. 2. Программная реализация расширенного виртуального ПЛК в DACHS®

уровне низовых контроллеров значительно упрощает интеграцию уровней.

Схема программной организации виртуального ПЛК в DACHS приведена на рис. 2. В данный пример включены, кроме собственно виртуальной машины МЭК 61131-3, два сервера сетевого взаимодействия (они предоставляют процессам сетевые сервисы) и два

соответствующих драйвера сети, а также три модуля расширения на основе интерпретатора Python: подсистема протоколов высокого уровня, графическая подсистема и подсистема БД. Все компоненты общаются друг с другом посредством программной шины QNX IPC — механизма межзадачного взаимодействия QNX на основе обмена со-

общениями. Для этого в те из них, которые изначально не поддерживали этот механизм, добавлен модуль QNX IPC — для виртуальной машины МЭК 61131-3 это означало расширение ее собственного программного кода, для интерпретатора же Python этот модуль подключается как внешняя библиотека классов. Казалось бы, без внесения изменений в код виртуальной машины обойтись все-таки не удалось, а значит, где обещанный выигрыш по надежности? Выигрыш по надежности здесь состоит в том, что модуль IPC — единственное изменение, внесенное в код виртуальной машины. Механизм обмена сообщениями универсален, а значит, будучи однажды реализован, он обеспечивает поддерживающим его задачам доступ сразу ко всем имеющимся сервисам. В случае же «классического» варианта пришлось бы всякий раз дописывать код виртуальной машины с добавлением каждого нового модуля расширения.

Работают модули расширения предельно просто. Запрашивая определенный сервис, задача МЭК 61131-3 фактически через встроенный в виртуальную машину модуль IPC вызывает соответствующий сценарий Python, ко-

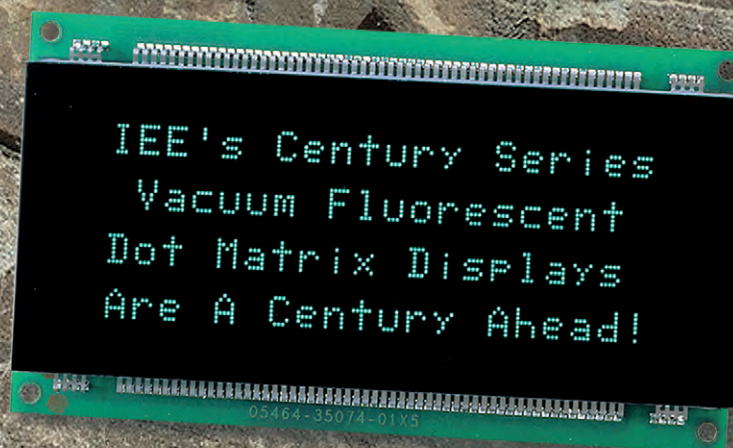
АЛФАВИТНО-ЦИФРОВЫЕ ДИСПЛЕИ

**Поддержка
кириллицы**

**Встроенные
контроллеры
с последовательным
и параллельным
интерфейсом**

**Символы высотой
5, 9 и 11 мм**

**Температурный
диапазон
-40...+85°C**



Подробности —
в бесплатном каталоге ProSoft.
Факс для заказа: (095) 234-0640
или e-mail: market@prosoft.ru



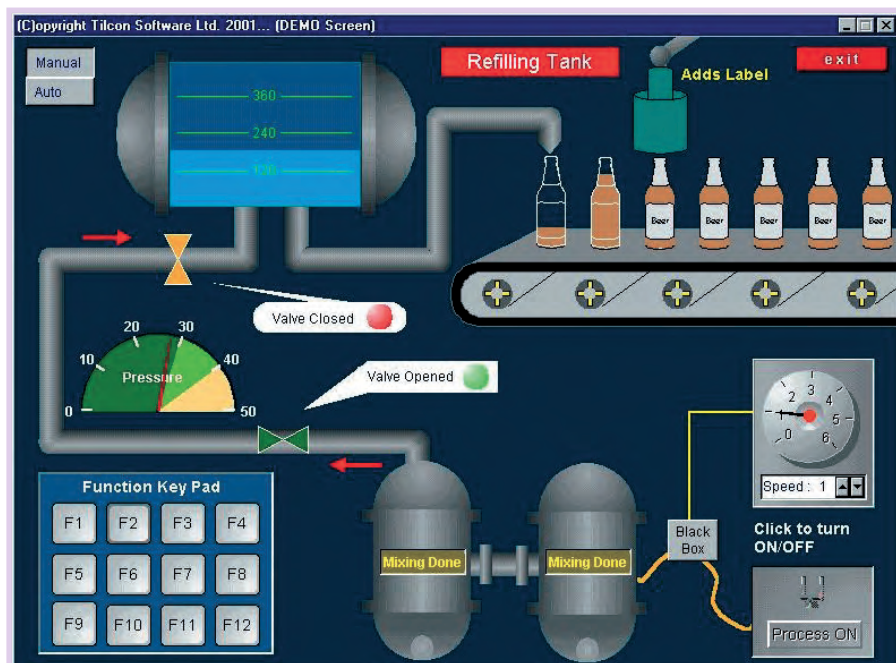


Рис. 3. Пример графического интерфейса, реализованного с помощью Tilcon

торый и обрабатывает запрос, обращаясь по мере необходимости к нужному серверу (посредством QNX IPC) через подключенную интерфейсную библиотеку. Если возникает необходимость изменить схему обработки того или иного запроса, достаточно внести коррективы в соответствующий сценарий Python, поскольку именно он несет специфичную для приложения смысловую нагрузку. Библиотека интерфейса с сервером и библиотека IPC при этом остаются теми же самыми.

На настоящий момент разработано множество интерфейсных библиотек PyDACHS, позволяющих писать сценарии Python для работы как с серверами БД, так и с графическими и коммуникационными серверами.

Расширенные возможности коммуникаций

Одна из слабых сторон ПЛК — их ограниченные способности коммуникаций как на уровне стыков, так и на уровне протоколов. Возможно, именно это как раз и привело разработчиков к мысли использовать PC-архитектуру в системах управления. Но если до сих пор ситуация была в известной мере паритетной из-за подчинения как «реальных», так и виртуальных ПЛК ограничениям одного и того же стандарта, то теперь наметился явный перелом в пользу решений на основе виртуальных ПЛК, и вот почему.

В 2001 году наконец вышел проект стандарта МЭК 61131-5, описывающий средства коммуникаций для ПЛК. И тут

встал вопрос: а как реализовать предусмотренные этим стандартом расширения в среде исполнения МЭК 61131-3? У специалистов компании Steinhoff, как видно из изложенного, ответ был готов, что позволило им без труда за короткий срок реализовать дополнительный модуль расширения, обеспечивающий поддержку самых разнообразных механизмов коммуникации.

Виртуальные ПЛК в DACHS поддерживают большой выбор стыков и протоколов, включая протоколы высокого уровня из области Интернет-технологий, что обеспечивает этим контроллерам высокий уровень совместимости. В частности, для сопряжения с устройствами нижнего уровня АСУ ТП поддерживаются разнообразные промышленные сети (Profibus, CAN, LON, ASI, Interbus), сопряжение же с верхними уровнями возможно практически по любому стыку с использованием как QNX-сети, так и TCP/IP (в том числе и FTP, HTTP, ODBC, SNMP и т. п.) — работа с соответствующими серверами поддерживается посредством PyDACHS.

Кроме того, возможна интеграция виртуальных ПЛК DACHS со SCADA-системами, работающими под управлением Windows, посредством OPC-сервера, поставляемого в комплекте со средой программирования МЭК 61131-3.

Коммуникационное аппаратное обеспечение, поддерживаемое в DACHS, насчитывает десятки производителей, в число которых входят Allen Bradley, Echelon, Phoenix Contact, Siemens, Softing, SST и многие другие.

Открытые стандарты коммуникаций позволяют использовать в решениях на базе DACHS коммуникационную аппаратуру и распределенные YCO от самых различных производителей (Siemens, Entelec-Schiele, и т.д.), но особого внимания здесь заслуживает модульная система распределенного ввода-вывода Wago I/O фирмы Wago. В ней для передачи данных могут использоваться до семи различных вариантов промышленных сетей, причем для перехода с одного типа сети на другой достаточно просто заменить соответствующий интерфейсный модуль в узле системы, — конфигурация модулей ввода-вывода останется прежней. Полезная хитрость использования такой системы в DACHS заключается в том, что, с точки зрения задачи 61131-3, все системы ввода-вывода одинаковы, поскольку сервисы, предоставляемые виртуальной машине сетевым сервером (в данном случае — сервером полевой шины), унифицированы и от типа применяемой сети не зависят. Таким образом, если будет необходимо перейти на другую промышленную сеть (например, система была изначально разработана для CAN, а потом понадобилось добавить поддержку Profibus-DP), достаточно будет сменить интерфейсный сетевой модуль станции Wago I/O, поставить в виртуальный ПЛК другую плату расширения и запустить соответствующий драйвер. Ни система ввода-вывода, ни задача МЭК 61131-3 при этом ни в какой модернизации нуждаться не будут.

Расширенные интерфейсные возможности

Нужен или нет виртуальному ПЛК графический интерфейс пользователя — вопрос спорный. В первую очередь это зависит от того, где и в какой роли будет применяться этот виртуальный ПЛК. С другой стороны, коль скоро виртуальные ПЛК часто применяются там, где интерфейс пользователя нужен — хотя бы в тех же цеховых контроллерах — предусмотреть такую возможность следует.

Модуль расширения, реализующий графическую подсистему виртуального ПЛК в DACHS, также реализован при помощи PyDACHS. Роль графического сервера при этом выполняет кросс-платформенный графический сервер Tilcon (продукт канадской компании Tilcon Software).

Сервер Tilcon предоставляет богатый выбор графических примитивов, поз-

воля реализовывать самые разнообразные объекты, включая сложные области анимации (рис. 3). Еще одной отличительной особенностью Tilson является наличие встроенного TCP/IP-сервера, позволяющего реализовывать технологию удаленного пользовательского интерфейса в гетерогенных сетях. Иными словами, оборудованный такой графической подсистемой виртуальный ПЛК может иметь не только локальный, но и распределенный по сети графический интерфейс, причем отображение и взаимодействие с оператором может вестись на удаленной рабочей станции под управлением любой из поддерживаемых сервером Tilson ОС. Это предоставляет дополнительные возможности интеграции.

Расширенные возможности хранения данных

Ещё одно семейство модулей расширения PyDACHS дополняет виртуальные ПЛК способностью работать с данными при помощи СУБД. Подчеркнем особо: не складывать данные в БД, расположенную на верхнем уровне, а именно обеспечивать возможность локального хранения данных. И важно это в том числе из-за того, что

когда данных становится много, встает вопрос автоматизации их обработки. Недостаток на рынке СУБД-приложений, поддерживаемых применяемыми на нижних уровнях встраиваемыми ОС реального времени, привел к тому, что традиционным решением стало использование СУБД только на верхних уровнях. Применение же СУБД на нижних уровнях позволяет не только облегчить жизнь программистам, но и восстановить естественный порядок вещей.

На текущий момент библиотеками PyDACHS поддерживаются такие СУБД как Berkeley DB и GDBM.

Что из этого следует?

Использование открытых стандартов при построении системы автоматизации позволяет смотреть на несколько шагов вперед и решать проблемы интеграции еще до их реального возникновения. Самые удачные в «локальном» смысле закрытые решения автоматизации часто не учитывают перспектив интеграции с пограничными областями, что приводит к буквально анекдотическим случаям. В частности, известен пример, когда связующим звеном между подсистема-

ми АСУ ТП и АСУП являлся оператор, считывавший данные с экрана цехового контроллера и вручную заносивший их в корпоративную базу данных. Смех, да и только.

Заложенная в DACHS открытая модульная концепция позволяет набирать систему автоматизации — как ее аппаратную, так и программную стороны — по частям, используя только те «кирпичики», которые действительно необходимы, и связывая их между собой так, как этого требуют установленные ограничения. Один из возможных вариантов конфигурации системы управления на базе DACHS приведен на рис. 4.

В данной конфигурации используются интеллектуальные устройства нижнего уровня, подключенные к виртуальным ПЛК (здесь они выступают в роли низовых контроллеров) при помощи промышленной сети, низовые контроллеры объединены с цеховым контроллером по сегменту промышленной сети или Ethernet.

Обратите особое внимание на роль цехового контроллера: кроме выполнения своих основных задач, он служит как бы информационным шлюзом между подсистемой АСУ ТП и сетью предприятия. Это как раз один из спо-

Операционная система реального времени для встраиваемых систем

On Time
REAL-TIME AND SYSTEM SOFTWARE

On Time RTOS-32

Функционально законченная система разработки и выполнения приложений реального времени для встраиваемых x86 совместимых систем. RTOS-32 состоит из пяти компонентов: RTTarget-32, RTKernel-32, RTFiles-32, RTIP-32, RTPPEG-32. Доступны исходные тексты.

RTTarget-32

Компактная операционная система, включающая все средства для запуска и выполнения приложений Win32, созданных стандартными системами разработки для Windows.

RTKernel-32

Быстрый и компактный планировщик задач реального времени.

RTFiles-32

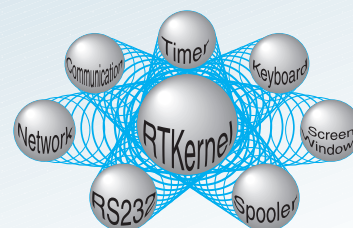
Файловая система для 32-разрядных x86 совместимых встраиваемых систем обеспечивает файловый ввод-вывод в реальном времени.

RTIP-32

Определяет сетевые возможности RTOS-32. Компонент содержит TCP/IP протоколы, необходимые для Ethernet и последовательных коммуникаций.

RTPPEG-32

Графическая объектно-ориентированная библиотека C++ содержит полный набор элементов для создания интерфейсов в стиле Windows-приложений.



переключение между задачами —
за 1 мкс

#311

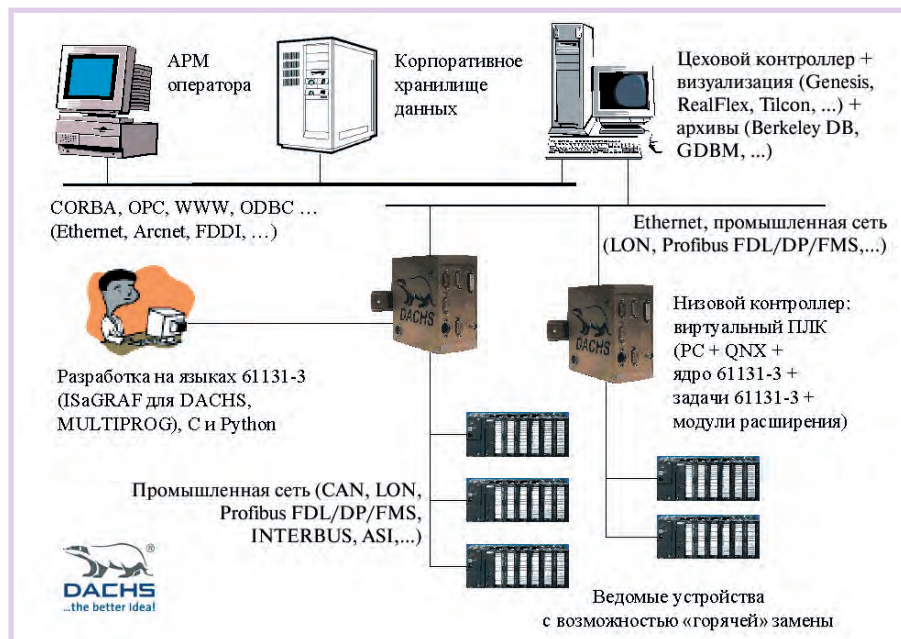


Рис. 4. Пример конфигурации системы на базе DACHS®

собов избежать «вавилонской башни» при организации взаимодействия между информационными подсистемами, когда у каждой из них существуют определенные традиции хранения и обработки информации (и, разумеется, разные, поскольку сам характер информации в них отличается), а необходимость сопряжения очевидна. В нашем

примере проблема решается путем применения в цеховом контроллере технологической СУБД с открытым протоколом доступа к данным, «понятным» как для контроллеров нижних уровней, записывающих данные в архив, так и для ЭВМ сети предприятия, использующих эти данные на верхних уровнях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Так где же зарыт барсук? Решения на базе DACHS широко используются по всему миру в самых разнообразных отраслях (промышленная автоматизация, транспорт, энергетика, робототехника, почтовые системы, медицинская техника, автоматизация зданий и т.д.). Под управлением DACHS работают системы управления дизельными генераторами электропитания на наземных станциях Европейского космического агентства Коуроу и Курина, нефтяные платформы компании Thule RigTech, расположенные в Шотландии, Норвегии, Франции и Сингапуре, метрополитен в Бухаресте и многие другие системы.

Будем надеяться, что заложенные в DACHS принципы совместимости помогут и российским инженерам строить красивые, функциональные и надежные системы управления, давая возможность не задумываться на каждом шагу о возможных проблемах интеграции решений между собой. ●

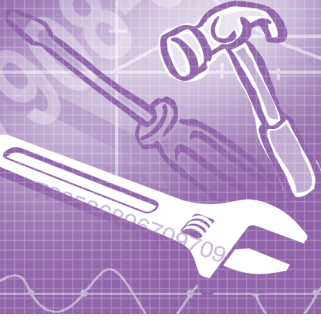
**Автор — сотрудник SWD Software Ltd.
Телефон: (812) 443-0260
Факс: (812) 443-0497**

По всей строгости военных требований

**Фирма ПРОСОФТ
проводит входной контроль
поставляемого ею оборудования**

В соответствии с разрешением МО РФ, для этого оборудования может производиться Приемка 5, и оно будет сопровождаться всей необходимой для ответственных применений документацией. В результате заинтересованные организации таких ведомств, как МО, МВД, МЧС, Минатом, РАКА и др., теперь смогут получать изделия после соответствующих проверок и с необходимой для ответственных применений сопроводительной документацией. В случае необходимости изделия могут быть подвергнуты специальным исследованиям в лаборатории ФАПСи.





Универсальный программно-технический комплекс для АСУ ТП химводоподготовки

Андрей Решетов, Борис Лопаткин, Алексей Елов

В статье анализируется опыт разработки и применения универсального программно-технического комплекса для автоматизации технологических процессов на примере АСУ ТП химводоподготовки Южноуральской ГРЭС.

Введение

Начиная с момента своего основания, научно-производственная фирма Прософт-Е осуществляет разработку и поставку «под ключ» автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Анализируя структуру АСУ ТП, введенных и разрабатываемых в настоящее время нашим предприятием, можно заметить, что технические требования для достаточно большой части заказываемых систем схожи. Безусловно, определенные отличия, связанные со спецификой технологического процесса, состава смежного оборудования, условий эксплуатации, обслуживания и т. д., существуют, однако можно выделить целый ряд требований, единых для АСУ ТП в различных отраслях применения, будь то пищевая промышленность или коммунальное хозяйство, нефтегазовая промышленность или цветная металлургия.

Таковыми, на наш взгляд, являются:

- взаимодействие с большим количеством разнотипного оборудования (датчики различного типа, электрифицированные задвижки, насосы, насосы-дозаторы, регулирующие клапаны, мешалки и т. д.);
- реализация большого количества автоматических блокировок и регуляторов технологических параметров различного типа, обеспечение управления технологическим процессом в целом или его отдельными операциями;
- развитый человеко-машинный интерфейс, предоставление персоналу исчерпывающей оперативной и ар-



Южноуральская ГРЭС

хивной технологической информации, широкие возможности оператора по управлению технологическим процессом;

- надежная долговременная работа в круглосуточном режиме в условиях промышленного предприятия;
- возможность модернизации и развития системы (в том числе самими пользователями).

Повторяемость решаемых задач вполне естественно привела к разработке универсального программно-технического комплекса (ПТК), реализующего перечисленные требования. Опыт его применения рассматривается в данной статье на примере автоматизации процесса химводоподготовки на Южноуральской ГРЭС (ЮУ-ГРЭС) АО «Челябэнерго».

Объект автоматизации и технологические функции системы

Объект автоматизации — комплекс оборудования, обеспечивающий технологический процесс предварительной очистки воды в химическом цехе ЮУГРЭС. В состав комплекса технологического оборудования входят осветлители и механические фильтры, а также трубопроводная арматура с соответствующими насосами, запорными и регулируемыми механизмами, обеспечивающими процесс очистки воды, продувку и промывку осветлителей и фильтров. В двух осветлителях типа «ВТИ ОРАШ» (рис. 1) производительностью 200-550 т/ч каждая сырая (необработанная) вода декарбонируется, а также на 60-80% освобождается от кол-



Рис. 1. Осветлитель «ОРАШ-600»

лоидных, взвешенных и органических веществ. Далее вода поступает в баки известково-коагулированной воды, а затем насосами подается на обработку в механические фильтры, забирается на промывку фильтров, перекачивается в систему химической водоочистки теплосети. В механических фильтрах (тип фильтров — ФОВ-3.0-0.6, количество фильтров — 7) из воды удаляются частицы шлама и завершается процесс её стабилизации. Приготовление и дозирование рабочих растворов реагентов, подаваемых в осветлители, выполняется с помощью оборудования, в состав которого входят ёмкости известкового теста и молока, мерники коагулянта, насосы перекачки, мешалки, насосы-дозаторы.

Технологический процесс водоочистки осуществляется непрерывно в круглосуточном режиме. Общее количество входных/выходных сигналов системы — около 1500.

В соответствии с требованиями заказчика система выполняет следующие основные технологические функции:

- сбор технологической информации с аналоговых и дискретных датчиков, ее контроль и архивирование;
- обеспечение дистанционного управления технологическим оборудованием и его контроль;
- автоматическое управление и контроль работы отдельных трактов оборудования и групп механизмов;
- автоматическое регулирование технологических параметров по различным законам регулирования или управления технологическими операциями;
- возможность управления отдельными исполнительными механизмами с местных пультов управления.

Структура ПТК, его аппаратные и программные средства

Структура ПТК достаточно проста и широко применяется при автоматизации технологических процессов с большим количеством территориально распределённого оборудования, такого как пульт оператора и программируемые логические контроллеры, связь между которыми осуществляется по кодовой линии связи. На контроллеры (в рассматриваемой системе их 4) возложено большинство функций по управлению технологическим процессом (в том числе контролирующие функции), на пульт управления — реализация основных функций человеко-машинного интерфейса.

Распределение сигналов между контроллерами реализуется таким образом, что все сигналы, относящиеся к независимым узлам техпроцесса (например, сигналы управления всем оборудованием осветлителя, включая тракты дозирования реагентов), обрабатываются одним контроллером.

Распределенная структура системы при подобном разделении функций между ее составными частями имеет ряд преимуществ по сравнению с централизованной структурой АСУ ТП, в которой все управление сосредоточено в одном шкафу управления, содержащем большое количество оборудования. Основными из этих преимуществ, по нашему мнению, являются следующие:

- повышенная живучесть системы, обусловленная тем, что контроллеры могут продолжать свою работу, в том числе осуществлять технологическое регулирование и защитные функции,

при неисправности другого оборудования ПТК или связи между ними; при длительном отсутствии связи между оборудованием ПТК, например при отказе пульта управления, в случае необходимости может быть произведен автоматический перевод объекта автоматизации в безопасное состояние;

- уменьшение длины, количества, номенклатуры, а следовательно, стоимости кабелей и объемов работ по их монтажу вследствие возможности установки оборудования ПТК вблизи объекта;
- распределение большого суммарного количества входных/выходных сигналов АСУ между несколькими контроллерами позволяет для обеспечения требуемого значения длительности цикла обработки информации (300–500 мс) использовать недорогие процессорные модули;
- возможность поэтапного ввода ПТК в работу без вывода из эксплуатации уже действующей его части и объекта автоматизации.

Большая часть аппаратных средств, применяемых в ПТК, как мы надеемся, хорошо известна читателю, поэтому мы ограничимся только коротким перечислением используемых устройств.

Пульт управления построен на базе ударопрочного шасси IPC-615BP-25R с резервированным источником питания и процессорного модуля PCA-6168F фирмы Advantech. Вывод информации производится на 19" монитор, установленный на рабочем месте оператора (рис. 2).

В контроллерах используются следующие модули, платы, устройства:

- микроконтроллеры модели 6010 фирмы Octagon Systems (на базе микропроцессора 386SX, тактовая частота 40 МГц);
- универсальные платы ввода-вывода UNIO96-5 фирмы Fastwel;
- платы дискретного ввода TBI-24/0 фирмы Fastwel;
- модули УСО дискретного вывода серии 70G фирмы Grayhill;
- модули УСО аналогового вывода 73G-OI420 фирмы Grayhill;
- источники питания фирмы Artesyn Technologies;
- буквенно-цифровой вакуумно-флуоресцентный дисплей (2 строки по 20 символов) фирмы ИЕЕ;
- 16-клавишная клавиатура фирмы Octagon Systems;
- безвинтовые клеммы фирмы Wago.



Рис. 2. Общий вид рабочего места оператора

Кроме того, в контроллерах используются два модуля собственной разработки: модуль аналогового ввода АП16 (формат MicroPC) и модуль изолированного интерфейса RS-485. Эти модули сертифицированы и многократно использовались в устройстве сбора и передачи данных для учета энергоресурсов ЭКОМ-3000 [1].

Оборудование контроллеров размещено в металлических шкафах серии PROLINE фирмы Schroff. Для удобства монтажа и обслуживания конструкция

шкафа допускает двусторонний доступ к размещенной в нём аппаратуре: на одной стороне монтажной панели расположено основное оборудование контроллера, а на другой — клеммы для внешних подключений. Размещение программируемого контроллера и модулей УСО в шкафу управления показано на рис. 3.

Заканчивая короткий перечень применяемого оборудования, необходимо отметить, что эксплуатация системы подтвердила соответствие реальных

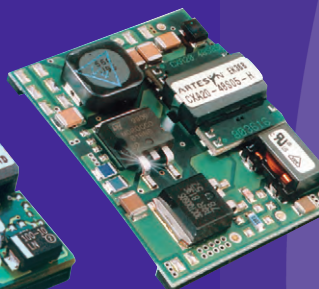
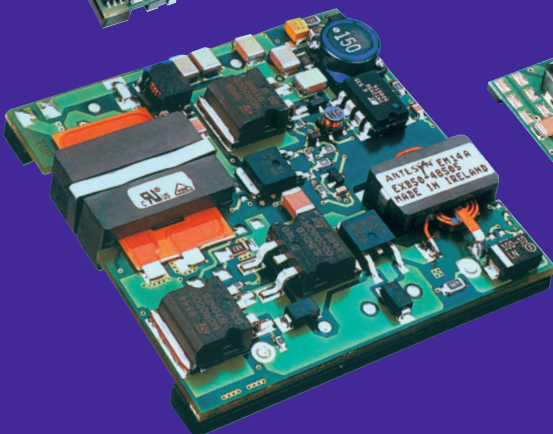
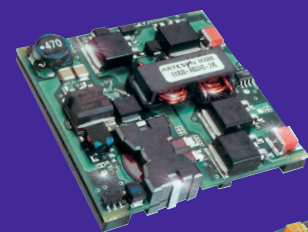
технических и надёжных характеристик используемых изделий их декларируемым параметрам.

Как отмечалось в начале настоящей статьи, одним из основных требований к программному обеспечению является возможность его быстрой модернизации и дополнения непосредственно на объекте как во время проведения пусконаладочных работ, так и в процессе эксплуатации системы. Для рассматриваемой АСУ ТП это требование оказалось актуальным вследствие того, что на Южноуральской ГРЭС внедрялась новая технология водоочистки с применением осветлителей с рециркуляцией активного шлама «ОРАШ». Экспериментальный образец осветлителя такого типа, обладающий меньшей производительностью, был запущен в опытную эксплуатацию на ТЭЦ-22 ОАО «Мосэнерго», однако промышленные образцы этого оборудования использовались впервые, и, естественно, технологические алгоритмы требовали определенной доработки и адаптации к конкретным условиям ЮУГРЭС.

Задача обеспечения требуемой корректности и гибкости алгоритмов управления и конфигурации системы ре-

ARTESYNTM
TECHNOLOGIES

Бескорпусные DC/DC преобразователи



Выходные мощности:
от 10 Вт до 50 Вт

Выходные напряжения:
2 В, 3,3 В, 5 В, 12 В, ± 5 , ± 12 В
Диапазон входных напряжений:
18-75 В, 36-75 В,
КПД: до 92%

Рабочий диапазон температур
-40°C ... +85°C. Влажность до 100%

Широкий набор сервисных функций

Подтверждённая наработка
на отказ свыше 7,2 млн. часов

Созданы с применением современной
технологии поверхностного монтажа
и планарных трансформаторов.

Бесплатный
каталог
можно заказать
по факсу:
(095) 234 06 40

#52

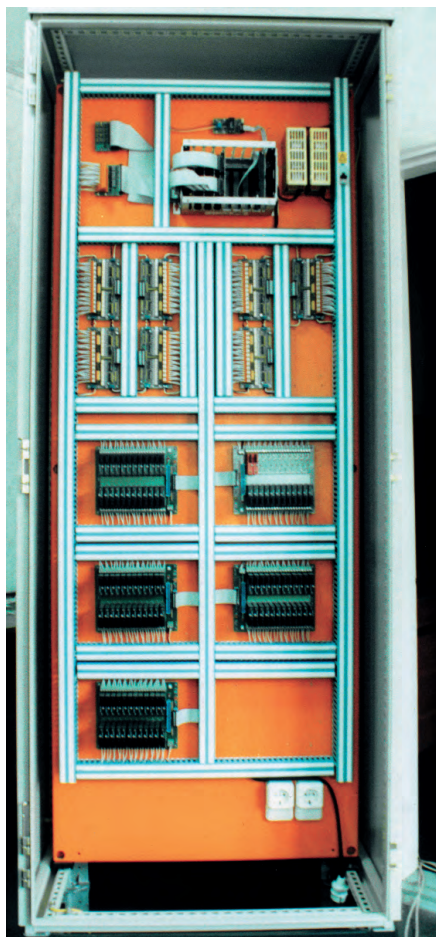


Рис. 3. Размещение программируемого контроллера и модулей УСО в шкафу управления

шалась с помощью развитых инструментальных программных средств, позволяющих не только резко снизить время и стоимость разработки программного обеспечения, но и проводить его модификацию непосредственно на объекте и силами технологического персонала, в том числе и не имеющего профессиональных навыков программирования. В качестве основного инструментального средства на верхнем уровне системы использовался пакет GENESIS32 v. 6.0 фирмы Iconics.

При создании программного обеспечения контроллеров использовалась система разработки SoftBasic фирмы Прософт-Е. Основным инструментом разработки — язык написания программ для промышленных контроллеров SoftBasic, обеспечивающий возможность представления технологических алгоритмов на русском языке и имеющий встроенный компилятор. Написание и сопровождение программ на SoftBasic отличается простотой и наглядностью, так как в качестве средства создания и редактирования программ используется пакет Microsoft Excel, который чрезвычайно прост в освоении и

знаком большинству пользователей ПЭВМ, а количество операторов невелико, но достаточно для описания технологических процессов, следовательно, привлечение профессиональных программистов не требуется. Например, разработкой программ управления для рассматриваемой системы занимался один из авторов статьи, не являющийся профессиональным программистом и на начало работы по этой теме не знакомый с системой SoftBasic, а реализация достаточно большого количества разнотипных технологических алгоритмов с учетом времени ознакомления с системой у него заняла всего около полутора месяцев.

Основные отличительные особенности системы SoftBasic следующие:

- поддержка аппаратных средств Octagon Systems и ряда других плат в формате MicroPC, популярных на российском рынке;
- возможность параллельного исполнения нескольких задач (количество задач ограничивается только ресурсами контроллера);
- возможность динамической загрузки/выгрузки отдельных задач в процессе реализации технологического алгоритма;
- выполнение требований работы в режиме реального времени с временем цикла 0,05...0,5 с в зависимости от быстродействия контроллера и сложности решаемых задач (для данной системы при одновременном выполнении 74 технологических задач время цикла составило 0,34 с);
- весь интерфейс связи с аппаратурой реализован в виде отдельных файлов драйверов устройств, формат которых открыт и документирован; в зависимости от конфигурации аппаратных средств пользователь может подключать к системе драйверы из имеющегося набора или писать собственные драйверы на языке C/C++ на основе поставляемых в составе системы примеров;
- автоматическая поддержка работы встроенных клавиатуры и дисплея контроллера, обеспечивающих возможность выполнения большинства технологических операций (просмотр и изменение переменных и калибровочных коэффициентов, запуск и останов отдельных задач и т.д.) с встроенной клавиатуры контроллера, то есть без использования средств верхнего уровня; драйверы обслуживания клавиатуры и дисплея

подключаются как отдельные модули аналогично драйверам других устройств, поставляются в исходных кодах и доступны для модификации самим пользователем;

- встроенные средства преобразования входных аналоговых величин в физические единицы измерения (возможно с усреднением), хранение коэффициентов преобразования и фильтрации в энергонезависимом ОЗУ контроллера, возможность изменения этих коэффициентов как с клавиатуры контроллера, так и по командам с верхнего уровня;
- запись в энергонезависимое ОЗУ контроллера в конце каждого цикла полной информации о текущем состоянии системы (все значения переменных, список и состояние запущенных задач и т.д.) и восстановление этой информации при очередной загрузке контроллера, например после сбоя энергоснабжения или срабатывания сторожевого таймера;
- ведение в энергонезависимом ОЗУ контроллера собственного программно-доступного архива событий с фиксацией даты и времени возникновения события, кода события, необходимой вспомогательной информации, с возможностью просмотра этого архива на встроенном дисплее контроллера или средствами верхнего уровня;
- возможность установки на верхнем уровне практически любой SCADA-системы (в частности, GENESIS32) благодаря использованию одного из наиболее распространенных промышленных протоколов обмена ModBus/RTU.

SoftBasic используется фирмой Прософт-Е с 1999 года и хорошо зарекомендовал себя в ряде реализованных проектов.

РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРУЕМЫХ ФУНКЦИЙ И ЧЕЛОВЕКО- МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

На многих производствах, как и в нашем случае, один оператор должен в реальном времени и в круглосуточном режиме осуществлять непрерывное управление технологическим процессом, в котором используется достаточно большое количество датчиков и исполнительных механизмов. При этом его возможные ошибочные или несвоевременные действия могут повлечь за собой нежелательные последствия, по меньшей мере, ухудшение качества

или уменьшение количества выпускаемой продукции.

Безусловно, полная автоматизация техпроцесса отчасти решает проблему «человеческого фактора», однако в достаточно большом количестве случаев полная автоматизация затруднена, в первую очередь, из-за недостаточной его детерминированности. Кроме того, даже в этом случае на оператора возлагаются задачи контроля и принятия решений при появлении нештатных ситуаций, например при отказе оборудования.

При автоматизации подобных технологических процессов решаются две основные задачи:

- определение максимально возможного перечня функций, выполняемых в автоматическом режиме;
- реализация развитого человеко-машинного интерфейса.

В рассматриваемой системе, кроме обычных функций блокировок, защит и управления отдельными механизмами, реализованы функции автоматического управления и контроля группы механизмов, работающих совместно, а также автоматического регулирования технологических параметров и управления технологическими операциями.

Так, например, для управления довольно типичной группой оборудования «насос — задвижка на выходе насоса», автоматически выдаются следующие команды:

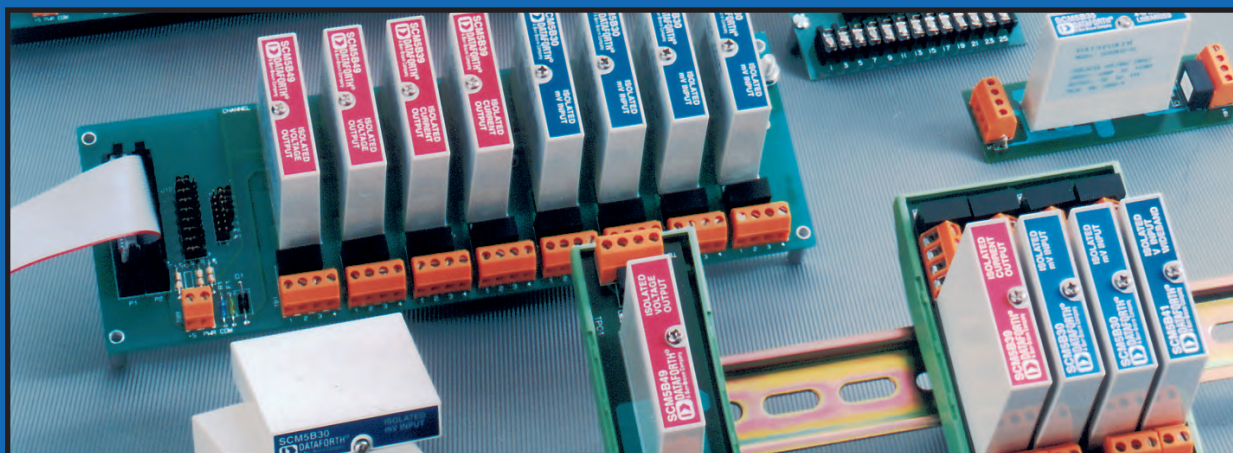
- команда на открытие задвижки на выходе насоса после включения насоса;
- команда на закрытие задвижки на выходе насоса при отключении насоса;
- команды на закрытие задвижки на выходе насоса и выключение насоса при отказе насоса или по технологическим причинам (например, при превышении или понижении уровня жидкости в соответствующих баках);
- команда на выключение насоса при закрытом состоянии задвижки на выходе насоса, например при её отказе, через 2 минуты после включения насоса;
- команда на открытие задвижки на выходе насоса при переводе насоса в состояние «Резерв» (при наличии резервных насосов в данном тракте);
- команда на включение резервных насосов в случае отказа основного насоса или при понижении давления за насосами ниже контрольного значения.

В части автоматического регулирования отдельных параметров и управле-

ния технологическими операциями АСУ выполняет следующие функции:

- производит автоматическое поддержание заданных оператором на каждый осветлитель уставок расхода воды;
- управляет параметрами непрерывной продувки осветлителей в зависимости от расхода сырой воды и уровня шлама;
- управляет производительностью насосов-дозаторов извести и коагулянта по информации о расходе сырой воды в осветлителях, величине pH в зоне рециркуляции активного шлама и концентрации реагентов;
- управляет производительностью насосов-дозаторов кислоты по информации о расходе воды и величине её pH;
- производит автоматическое поддержание заданных оператором уставок расхода или давления воды, поступающей в различные узлы предочистки или потребителям, уровней воды или реагентов в различных ёмкостях;
- осуществляет автоматическую отмывку механических фильтров по команде оператора, времени работы фильтра в режиме фильтрации, значению мутности воды на выходе фильтра.

Широкий выбор аналоговых модулей УСО серий SCM5B и SCM7B



ПРИЗНАННЫЙ СТАНДАРТ ДЛЯ МОДУЛЕЙ УСО



Модули серий SCM5B и SCM7B обеспечивают надежную гальваническую изоляцию входов-выходов устройств и предназначены для нормализации, фильтрации, усиления входных сигналов, поступающих с датчиков в систему управления, и вывода управляющих сигналов на исполнительные устройства, а также для защиты измерительного оборудования и измерительных цепей от скачков напряжения и промышленных помех.

	SCM7B	SCM5B
Напряжение изоляции	1500 В (действующее значение)	1500 В (действующее значение)
Тип изоляции	Двусторонняя	Трехсторонняя
Точность	0,03% (тип.)	0,03% (тип.)
Фильтрация	5-го порядка	6-го порядка
Подавление помехи нормального вида на частоте 50 Гц (NMR)	85 дБ	95 дБ
Полоса пропускания	3 Гц, 10 кГц	4 Гц, 10 кГц
Защита по входу	120 В перем. тока	240 В перем. тока
Входы	Потенциометр, терморезистор, термопара, 2-проводной датчик (мВ/В/мА)	Потенциометр, сигнал переменного тока, терморезистор, термопара, частотный сигнал, 2-проводной датчик, тензодатчик (мВ/В/мА)
Выход	0-5, 0-10, ± 5 , ± 10 , 1-5 В пост. тока; 0-20, 4-20 мА	0-5, 0-10, ± 5 , ± 10 В пост. тока; 0-1, 0-20, 4-20, ± 20 мА
Число моделей	201	264

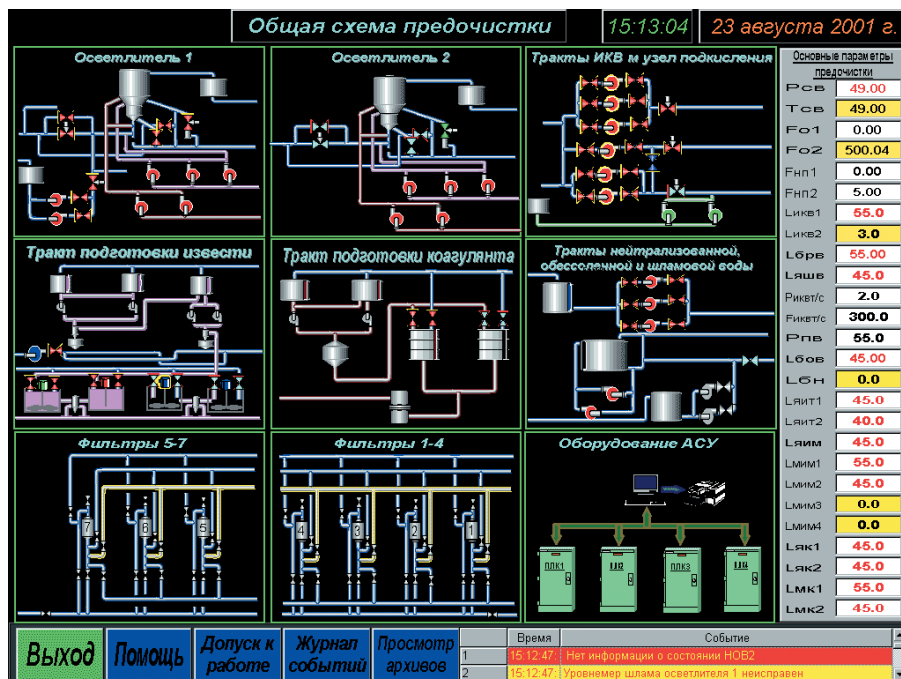


Рис. 4. Вид экрана с основной мнемосхемой

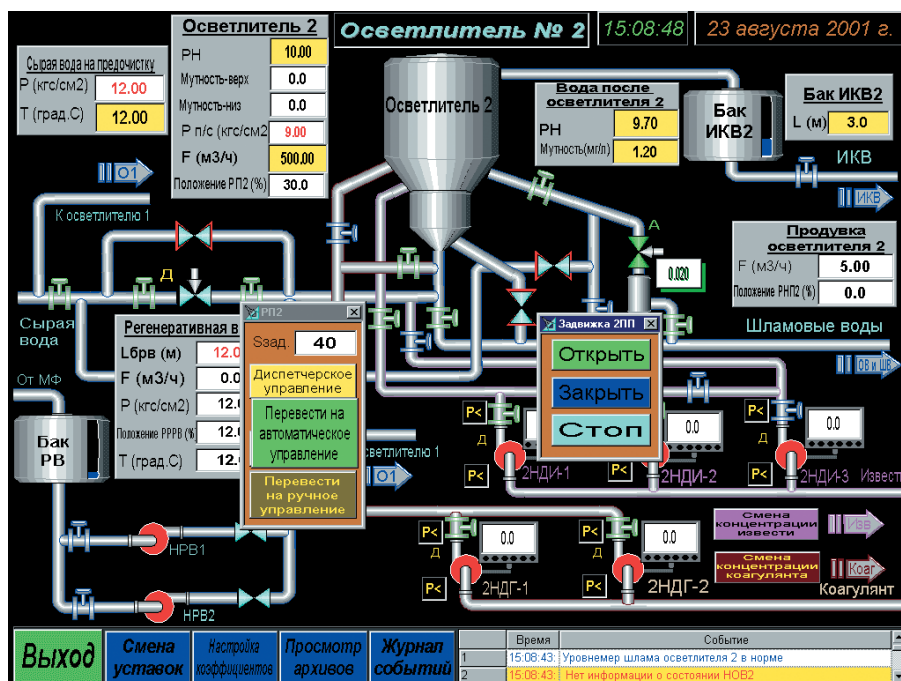


Рис. 5. Мнемосхема осветлителя

Основными задачами человеко-машинного интерфейса в рассматриваемой АСУ ТП являются:

- предоставление оператору исчерпывающей текущей информации о ходе технологического процесса и состоянии оборудования;
- предоставление оператору широких возможностей по управлению технологическим процессом.

После включения системы на дисплей компьютера автоматически выводится экран с основной мнемосхемой, на которой представлены наиболее важная информация обо всем оборудовании объекта автоматизации и главные технологические параметры (рис. 4).

В процессе работы оператор может вызвать на экран мнемосхемы отдельных узлов объекта, например осветлителя (рис. 5), тракта подготовки извести (рис. 6) и т.д., с которых имеется возможность управления технологическим процессом.

Для иллюстрации полноты информации, предоставляемой оператору, приведем несколько примеров.

Так, для удобства оценки аналоговых параметров на экране ПЭВМ используется цветовая сигнализация:

- параметр в норме — цифры черного цвета на белом фоне;
- параметр вышел за предупредительную технологическую уставку — цифры черного цвета на желтом фоне;

- параметр вышел за аварийную уставку — цифры черного цвета на красном фоне;
- нет достоверной информации о параметре — цифры красного цвета на белом фоне.

В качестве примера отображения текущего состояния исполнительных механизмов приведем способы представления информации о задвижках:

- задвижка закрыта — синий цвет изображения;
- задвижка открыта — зеленый цвет изображения;
- задвижка находится в промежуточном положении — голубой цвет изображения;
- одновременное замыкание обоих концевых выключателей — красный цвет изображения;
- задвижка не готова к управлению от ПТК по технологическим причинам — желтая окантовка изображения;
- задвижка открывается — стрелка вверх возле изображения задвижки;
- задвижка закрывается — стрелка вниз возле изображения задвижки;
- задвижка неисправна (не открылась/не закрылась за контрольное время) — красная окантовка изображения.

Для оборудования, участвующего в регулировании параметров, выводится дополнительная аналоговая информация: степень открытия регулирующих клапанов, производительность насосов-дозаторов и т.п.

Для групп механизмов, работающих совместно, на экране отображается режим их функционирования: группа находится в ремонте, группа переведена в состояние резерва при аварийно-восстановительных работах и т.д.

Для регуляторов технологических параметров предусмотрены следующие режимы управления:

- регулятор находится в режиме ручного управления — степень открытия клапана задается оператором с пульта управления путем непосредственной выдачи команды на его открытие/закрытие;
- регулятор находится в режиме дистанционного управления — степень открытия клапана задается оператором с пульта в виде числа (в %) и не зависит от значения регулируемого параметра, при этом открытие (закрытие) клапана до заданного значения осуществляется автоматически;

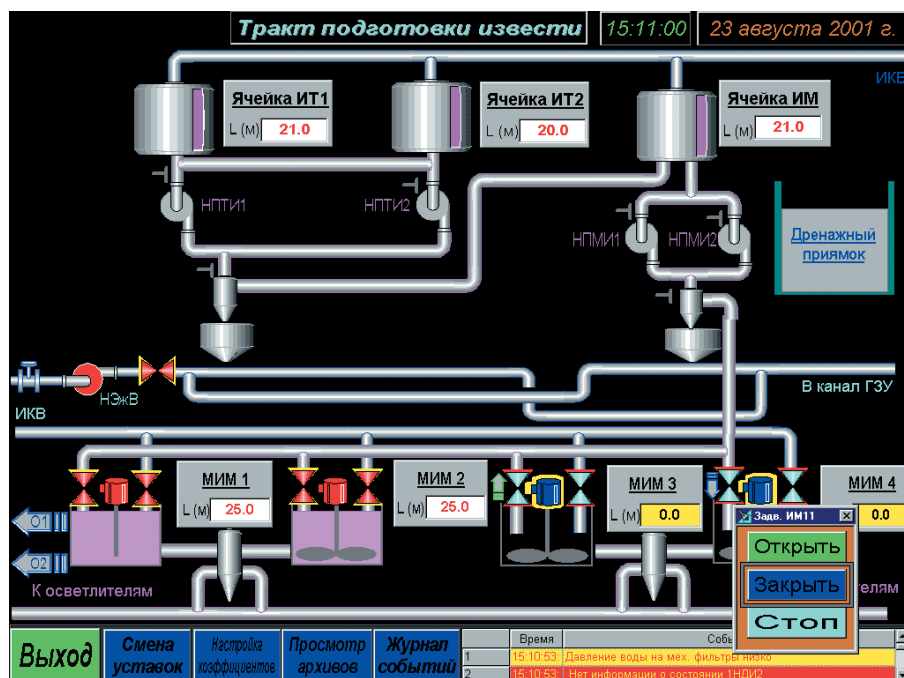


Рис. 6. Мнемосхема тракта подготовки извести

● регулятор находится в автоматическом режиме — оператором с пульта управления в виде числа задается требуемое значение регулируемого параметра, при этом открытие (закрытие) клапана для достижения заданного значения параметра и последующая его стабилизация

осуществляются автоматически.

Управление исполнительными механизмами с пульта осуществляется с помощью всплывающих окон с виртуальными кнопками команд (включить/выключить, открыть/закрыть/остановить, перевести в резерв, перевес-

ти в ремонт, задать необходимый режим регулирования и т.п.). Для регуляторов необходим также ввод цифровых значений (% открытия регулирующего клапана, производительность насоса-дозатора, необходимое значение регулируемого параметра и т.п.). Все управляющие команды задаются оператором с помощью манипулятора мышь или клавиатуры пульта. Для предотвращения ошибочных действий оператора по управлению оборудованием в дистанционном режиме производится автоматическая блокировка соответствующих виртуальных кнопок с выдачей информации о причине запрета этого действия.

Так, например, команда оператора на включение насоса блокируется при

- отсутствии достоверной информации о состоянии насоса или после аварийного отключения насоса до снятия аварийных признаков оператором;

- отсутствии готовности насоса;
- малом давлении на входе насоса;
- открытой задвижке на выходе насоса;
- отсутствии готовности задвижки на выходе насоса;
- малом или высоком уровне жидкости в соответствующей ёмкости.



TE ZICON Electronics

МОЩНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ

- Диапазон мощностей от 200 Вт до 2,2 кВт
- Широкий ряд номиналов входных и выходных напряжений
- Частота сети переменного тока от 10 Гц до 1 кГц
- Защита от короткого замыкания, перенапряжений, перегрева
- Коррекция коэффициента мощности
- Резервирование, «горячая» замена, параллельное включение
- Среднее время наработки на отказ не менее 150 тысяч часов
- Температурный диапазон от -20 до +70°C

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- железнодорожный транспорт,
- электроприводы,
- нефтехимическая промышленность,
- автоматизация технологических и сборочных процессов,
- станкостроение,
- авиационная и оборонная электроника,
- подвижная аппаратура связи,
- вычислительная техника,
- морской флот,
- радиовещание,
- медицина,
- метрология,
- управление скоростью турбин,
- промышленные источники энергии,
- системы контроля за состоянием окружающей среды,
- промышленные и аварийные системы освещения,
- противопожарная защита,
- торговые автоматы,
- системы безопасности



ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Москва:
Телефон: (095) 234-0636

доб. 210 — отдел поставок;
доб. 203 — техн. поддержка

Факс: (095) 234-0640
Для писем: 117313, Москва, а/я 81

С.-Петербург: (812) 325-3790
Екатеринбург: (3432) 75-1871

Web: <http://www.prosoft.ru>
E-mail: root@prosoft.ru

#223

При появлении нештатных ситуаций в техпроцессе или работе оборудования системы осуществляется автоматическая выдача на экран пульта управления аварийных или предупредительных сообщений (журнал событий — рис. 7). При этом желтый цвет надписи на красном фоне соответствует аварийному сообщению, а красный цвет надписи на желтом фоне — предупредительному сообщению. Сообщение об аварийном событии сопровождается звуковой сигнализацией и миганием соответствующего текста в журнале событий. Для снятия звуковой сигнализации и мигания необходимо произвести квитирование этого события оператором.

В части настройки системы с пульта управления реализованы следующие функции (рис. 8):

- изменение коэффициентов пересчета значений параметров выходных сигналов с датчиков (напряжение, ток) в значения технологических параметров (температура, давление, уровень жидкости в баке и т. д.);
- изменение коэффициентов пересчета значений выходных параметров (производительность насосов-дозаторов) в значения параметров выходного аналогового сигнала (ток);
- изменение аварийных и предупредительных уставок технологических параметров;
- изменение параметров регуляторов (коэффициенты, временные параметры и т. п.).

Кроме того, реализованы обычные для подобных систем функции человеко-машинного интерфейса:

- циклическая архивация всех входных и выходных параметров (с циклом примерно 1 секунда), а также всех событий (по мере возникновения) с возможностью их последующего просмотра в графическом и табличном виде, а также вывода на печать;
- обеспечение ограничения доступа (уровня допуска) пользователя к управлению отдельными технологическими операциями, например изменение параметров регуляторов;
- реализация функции «Помощь», предназначенной для облегчения обучения оператора управлению техпроцессом и работе с системой; эта функция реализована в виде всплывающих экранов с соответствующими частями руководства по эксплуатации (например, «Отображение состояния насосов-дозаторов», «Управление регулятором непрерывной продувки» и т. п.).

Журнал событий предпочистки		
	Время	Событие
1	15.16.54	Уровнемер шлама осветлителя 1 неисправен
2	15.16.46	Преобразователь 1НДИ1 в норме
3	15.16.46	Преобразователь 1НДИ2 в норме
4	15.16.45	Нет информации о состоянии 1НДИ2
5	15.16.45	Питание LA-02 в норме
6	15.16.46	Преобразователь 1НДИ3 в норме
7	15.16.46	Питание шкафа 104 в норме
8	15.16.46	Питание шкафа 102 в норме
9	15.16.46	Преобразователь 1НДИ1 в норме
10	15.16.45	Питание КИП осветлителя 1 в норме
11	15.16.45	Нет информации о состоянии НЗжВ
12	15.16.45	Нет информации о состоянии НОВ1
13	15.16.45	Нет информации о состоянии 1НДИ3
14	15.16.45	Нет информации о состоянии 1НДИ1
15	15.16.45	Нет информации о состоянии 1НДИ2
16	15.16.45	Нет информации о состоянии НРВ2
17	15.16.46	Уровнемер шлама осветлителя 2 в норме
18	15.16.45	Нет информации о состоянии НОВ2
19	15.12.39	Задвижка ИМ10 не управляется в обе стороны
20	14.51.27	Нет информации о состоянии 2НДИ1
21	14.51.27	Нет информации о состоянии Никемф1

Рис. 7. Журнал событий

Настраиваемые коэффициенты пересчета аналоговых сигналов датчиков осветлителя 2.

Наименование параметра	Текущее значение	K0	K1	Туср	Наименование параметра	Текущее значение	K0	K1	Туср
Давление СВ на предпочистку	45.00	0.000	0.000	0.0	Мутность после осветлителя	1.20	1.200	1.000	0.0
Температура СВ на предпочистку	45.00	0.000	0.000	0.0	Уровень в баке ИКВ2	3.00	3.000	1.000	0.0
pH в осветлителе	10.00	10.000	1.000	0.0	Положение рег. клапана РВ	45.0	0.00	0.000	0.00
Давление воды перед соплом	9.00	9.000	1.000	0.0	Уровень в БРВ	45.00	0.00	0.00	0.00
Положение рег. клапана СВ	30.00	30.000	1.000	0.0	Давление РВ	45.00	0.00	0.00	0.00
pH после осветлителя	9.70	9.700	1.000	0.0	Температура РВ	45.00	0.000	0.000	0.0
					Положение рег. клапана продувки	0.00	0.000	1.000	0.0

Наименование параметра	Текущее значение	K0	K1	Туср	K2	K3
Расход воды на осветлитель	500.04	0.000	1.000	0.0	500.000	1.000
Расход на продувку	5.00	5.000	1.000	0.0		
Расход регенеративной воды	0.00	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
Шлам в осветлителе (верх)	0.00	0.000	1.000	0.0		
Шлам в осветлителе (низ)	0.00	0.000	1.000	0.0	0.000	0.000

$Y = K0 + K1 \cdot X$

Алгоритм вычисления параметров.

$Y = K2 + K3 \cdot \sqrt{X + K0 + K1 \cdot X}$ - для расходов, Y - значение параметра в физических единицах (м, кгс/см², гр. С и т. д.)
измеряемых сужающимися устройствами X - сигнал датчика (В, мА), Туст - количество циклов усреднения

$Y = K2 / \sqrt{X}$ - K3 - для шлама
после перевода в сигнал 0-10В
с помощью K0, K1

K0, K1, K2, K3 - настраиваемые коэффициенты

Возврат

На стр. 2

Y=K0+K1*X
 $Y=K2+K3\sqrt{K0+K1 \cdot X}$ - для расходов, Y - значение параметра в физических единицах (м, кгс/см², гр. С и т. д.)
 измеряемых сужающими устройствами X - сигнал датчика (В, мА), Туср - количество циклов усреднения
 $Y=K2/\sqrt{X}$ - K3 - для шлама
 после перевода в сигнал 0-10В
 с помощью K0, K1
 K0, K1, K2, K3 - настраиваемые коэффициенты

Рис. 8. Экран ввода настраиваемых параметров

Достигнутые при создании системы простота и удобство человеко-машинного интерфейса предопределили быстрое обучение эксплуатационного персонала, не имеющего, как правило, большого опыта работы не только с оборудованием промышленной автоматизации, но и с ПЭВМ вообще, приемам управления техпроцессом с помощью АСУ ТП. Обучение персонала проводилось практически параллельно с проведением пусконаладочных работ. По окончании этих работ (через две недели) все операторы эксплуатировали систему вполне уверенно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизированная система управления процессом водоподготовки на Южноуральской ГРЭС функционирует в непрерывном режиме с июня 2000 года. Каких-либо отказов оборудования системы за все время после окончания пусконаладочных работ не зафиксировано. Претензий по реализации технологических алгоритмов и организации человеко-машинного интерфейса у эксплуатационного и обслуживающего персонала не возникало (за исключением, пожалуй, просьб о расширении объема управляемого оборудования). Показатели качества работы осветли-

телей «ОРАШ» полностью удовлетворяют требуемым нормам водоподготовки (табл. 1). Мы надеемся, что некоторый вклад в достигнутые результаты внесла и автоматизация процесса водоподготовки.

Опыт внедрения данной системы подтвердил жизнеспособность основных принципов, которыми руководствуются авторы этой статьи при разработке АСУ ТП различного назначения:

- применение при разработке систем отработанных технических решений, проверенных аппаратных и программных средств (это обеспечивает длительную и безотказную работу внедренных систем);
- всестороннее тестирование аппаратных средств и глубокая отработка программно-алгоритмической части систем на стендах разработчика (это предельно сокращает продолжительность пусконаладочных работ на объекте);
- гибкий механизм взаимодействия с заказчиком при определении объемов и этапности работ как в случае внедрения систем «под ключ», начиная с разработки технического проекта и заканчивая вводом системы в

Таблица 1. Некоторые показатели качества работы осветителей «ОРАШ»

Контролируемые показатели	рН	Щелочность, мг-экв/дм ³	Жесткость, мг-экв/дм ³	Мутность, мг/дм ³
Исходная вода	8,43	3,9	3,95	8,5
Вода после осветителя	10,31	0,84	1,1	0,3
Рекомендуемое значение параметра	10,2-10,4	0,9-1,0	1,3-1,5	1,0-1,1

промышленную эксплуатацию, так и в случае выполнения отдельных работ по поставке оборудования и программного обеспечения;

- обучение обслуживающего и технологического персонала основным принципам работы с системой и постоянная техническая поддержка в процессе ее эксплуатации.

Необходимо отметить, что эти принципы применялись авторами при разработке АСУ ТП совершенно других типов по сравнению с описанной в данной статье, например, АСУ электрической части системы регулирования (ЭЧСР) турбин мощностью 800 МВт. При разработке подобных ответственных и быстродействующих систем применяются совсем другие подходы (в частности, построение резервированного оборудования со временем реакции не более 12 мс). Но, как любят

говорить популярные телеведущие программы «Доброе утро, страна»: «Это уже совсем другая история...».

В заключение авторы хотят выразить искреннюю благодарность сотрудникам Южноуральской ГРЭС и служб «Челябэнерго», принявших активное участие в разработке системы и проведении пусконаладочных работ. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Распутин А., Федоров И. Программно-технический комплекс ЭКОМ: учёт и управление энергоресурсами// Современные технологии автоматизации. — 2000. — № 3.

Авторы — сотрудники фирмы ПРОСОФТ-Е

Телефон: (3432) 49-3035

Факс: (3432) 49-3459

Web: www.prosoft.ural.ru

E-mail: elov@prosoft.ural.ru



Разработан по плану НИОКР ОАО

**РЕГИСТРАТОР
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
СОБЫТИЙ**

РЭС-3

- Современные надежные и качественные модульные компоненты
- Проектно-компонованная конструкция
- Все необходимые функции

Первый регистратор был введен на Сургутской ГРЭС-2 в 1995 г., а в 1998 г. на предприятиях АО Тюменьэнерго, Свердловэнерго и др. вводятся более 80 РЭС-3.

Основные параметры:

число аналоговых каналов 16/32/64/96 ● АЦП – 12 – 16 разрядов (точность измерения не хуже 0,01%) ● 300 точек на период 50 Гц (при 16 входных каналах) ● число дискретных каналов 24/48 – 384 ● память аварий 92 секунды – 2 часа ● спектральный анализ гармоник ● энергоучет ● определение места аварии ● выходные сигналы оповещения ● протокол аварий; различные интерфейсы: Ethernet, 485/232 ● модем ● контроль и вывод всех текущих параметров (частота, фаза, ток, напряжение, дискретные сигналы) ● векторные диаграммы ● другие функции по желанию заказчика.

Проводится метрологическая аттестация РЭС-3 для использования в качестве устройства контроля качества электроэнергии.

24

ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Прософт-Е

620049 Екатеринбург, ул. Комсомольская, 18 ● Телефон: (3432) 49-3549
Факс: (3432) 49-3331 ● Web: www.prosoft.ural.ru ● E-mail:



Build
a more
reliable
world™



СДЕЛАЙТЕ МИР НАДЕЖНЕЕ.

☀ Идеально подходит для применения в промышленной автоматизации и встраиваемых системах.

☀ Богатый выбор средств разработки.

☀ Новая ценовая политика для QNX 6.

☀ Бесплатна для некоммерческого использования.



ВЫБЕРИТЕ НАДЕЖНУЮ ОС...

Официальный дистрибьютор компании QSSL
SWD SOFTWARE
196135, Россия, Санкт-Петербург,
пр. Ю. Гагарина, 23.



Тел.: (812) 443-02-60,
102-08-33.
Факс (812) 443-04-97.

E-mail: info@swd.ru
[Http://www.swd.ru](http://www.swd.ru)

QNX RTP



Параллельный порт вместо видеокарты

Введение

В настоящий момент в промышленности, на транспорте, в медицинских и контрольно-измерительных приборах, в системах автоматизации производственных процессов и еще во многих областях человеческой деятельности для отображения информации все чаще применяются плоскостельные электролюминесцентные дисплеи.

Компания Planar производит целый ряд моделей таких дисплеев с различными характеристиками. Одной из основных характеристик дисплея является его разрешение. Дисплеи с разрешением 640×480 точек, такие как EL468.480-AM1, EL468.480-AG1, EL468.480-AF1, EL468.480-AM8, или 320×240 точек (EL320.240.36) требуют для работы с ними плату видеоадаптера, BIOS которой поддерживал бы данную панель. Производители видеокарт, как правило, предоставляют BIOS и схему подключения, если видеоконтроллер, установленный на плате, поддерживает плоскостельные электролюминесцентные дисплеи. Такие дисплеи позволяют отображать большие объемы текстовой и графической информации в удобной для восприятия оператором форме, но сами отличаются при этом довольно большими габаритными размерами.

Существует множество приложений, где данные возможности отображения избыточны, где экономичнее применять дисплеи, имеющие меньшие габариты

и меньшее разрешение. Дисплеи данного класса компания Planar производит довольно много, можно сказать — целую линейку. Однако покупать EL-дисплей с разрешением, скажем, 160×80 точек и к нему видеокарту с заведомой функциональной избыточностью, я думаю, будет нецелесообразно и нерационально. Других же, более экономичных способов управления этими дисплеями, на первый взгляд, нет. Вместе с тем выход в данной ситуации имеется. И об этом пойдет речь далее.

Краткая характеристика EL-дисплеев Planar

В данной статье будут рассмотрены малогабаритные электролюминесцентные дисплеи компании Planar, которые, на мой взгляд, незаслуженно имеют меньшую популярность, чем дисплеи с большим разрешением. Вероятно, это связано с мнением о трудностях с их подключением, отсутствием полной информации и примеров успешных применений. Все эти дисплеи имеют схожие эксплуатационные характеристики, одну и ту же схему подключения, за исключением не-

которых отдельных случаев. Их главное различие — разрешение дисплея (табл. 1).

Таблица 1. Примеры малогабаритных плоскостельных дисплеев с различным разрешением компании Planar

Тип дисплея	Разрешение, точек
EL160.80.50	160×80
EL160.120.39	160×120
EL240.128.45	240×128
EL320.240.36	320×240
EL480.60.43	480×60
EL480.240-PR2	480×240
EL640.200-SK	640×200

Управление EL-дисплеями через LPT-порт

В настоящее время на рынке микроэлектроники есть большой выбор специализированных контроллеров для управления электролюминесцентными дисплеями. При этом надо отметить, что такие контроллеры применяются, как правило, в узкоспециализированных устройствах, где они подключаются непосредственно к шине адресов и данных центрального процессора, в качестве которого чаще всего применяются микроконтроллеры компаний Intel (8085, 80C51 и др.) или Motorola (6800 и др.). Индустрия таких контроллеров хорошо развита, и сами производители на их базе предлагают множество решений.

Управлять подобными контроллерами довольно просто. Необходимо иметь восемь сигналов для передачи данных и четыре служебных сигнала для операций чтения/записи этих данных. Все промышленные одноплатные компьютеры (Octagon, Advantech, Fastwel и пр.), да и не только одноплатные, обязательно имеют в своем составе параллельный порт LPT. Во встроенных применениях подключаемый к нему принтер используется редко, порт по сути «простаивает» или ис-



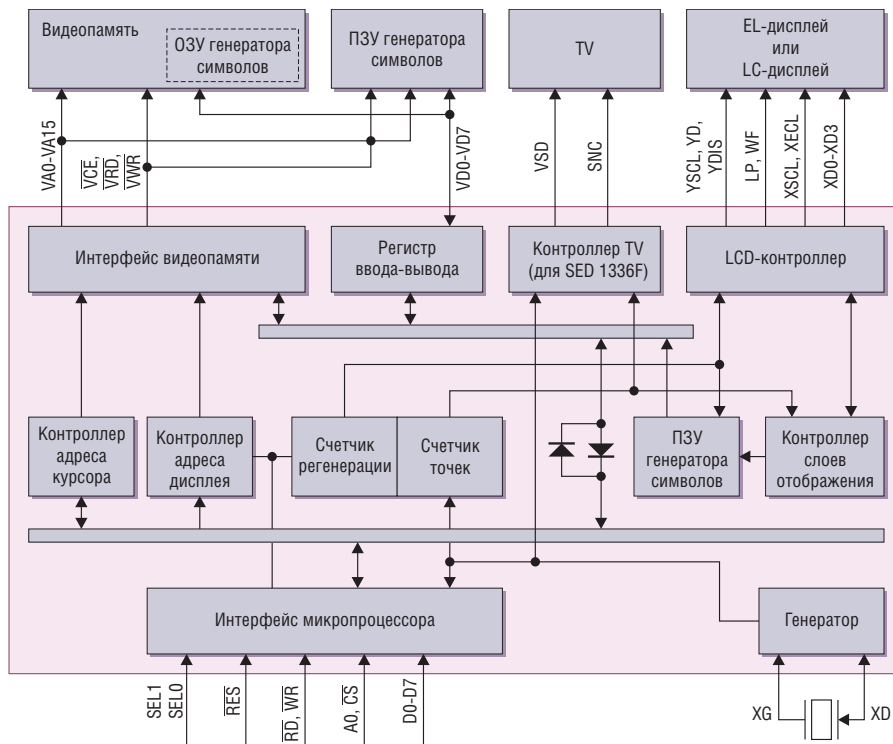


Рис. 1. Блок-схема контроллера SED1335

пользуется для других нужд, например для дискретного ввода-вывода. Поэтому идея использовать порт LPT для управления контроллером малогабаритных дисплеев напрашивается сама собой. С этой целью компания Planar предлагает плату SED1335 controller board (еще одно название — SED1335 DEMO), которая содержит в своем составе LCD-контроллер, поддерживающий как LC-, так и EL-дисплеи, и

статическое ОЗУ 32 кбайт. Остановимся на рассмотрении данного контроллера более подробно, ибо решение на его базе существенно более дешёвое и компактное, чем использование видеокарты.

Контроллер Epson SED1335

Ядром платы SED1335 controller board является LCD-контроллер SED1335 компании Epson. Далее

приведены его краткие характеристики.

- Режимы отображения информации: текстовый, графический, комбинированный.
- Три графические плоскости в графическом режиме с возможностью их перекрытия.
- Максимальное разрешение: 640×256 точек.
- Программируемое управление видом курсора.
- Плавная вертикальная и горизонтальная «прокрутка» всего экрана или его части (scrolling).
- Внешнее статическое ОЗУ до 64 кбайт (на плате SED1335 controller board установлено 32 кбайт).
- Встроенный генератор символов: 160 символов размером 5×7 точек (к сожалению, кириллица отсутствует).
- Возможность реализации генератора символов во внешнем статическом ОЗУ (до 64 символов размером 8×16).
- Возможность реализации генератора символов во внешнем ПЗУ (до 256 символов размером 8×16).
- Интерфейс для подключения к процессорам 8080 или 6800.
- Диапазон рабочих температур: −20...+75°C.
- Напряжение питания: 2,7-5,5 В.
- Потребляемая мощность: 3,5 мА при $V_{DD}=3,5$ В.
- Габаритные размеры платы: 105×42×10 мм.

Пример программы контроллера SED1335 для дисплея EL240.128.45

```
//-----//
//      Файл IOFUNC.HPP      //
//-----//
#if !defined (__IOFUNC_HPP)
#define __IOFUNC_HPP
#endif

#define STROBE    0x01
#define A0_ADDR   0x02
#define INIT      0x04

//      Определение набора инструкций
#define SYSTEM_SET      0x40
#define SLEEP_IN        0x53
#define DISP_ON         0x59
#define DISP_OFF        0x58
#define SCROLL          0x44
#define CSRFORM         0x5D
#define CGRAM_ADR       0x5C
#define CSRDIR_RIGHT    0x4C

#define CSRDIR_LEFT     0x4D
#define CSRDIR_UP       0x4E
#define CSRDIR_DOWN     0x4F
#define HDOT_SCR        0x5A
#define OVLAY           0x5B
#define CSRW            0x46
#define CSRR            0x47
#define MWRITE          0x42
#define MREAD           0x43

// Прототипы функций
unsigned char StatusRead (unsigned short port);
unsigned char DataRead (unsigned short port);
void DataWrite (unsigned char data, unsigned short port);
void CommandWrite (unsigned char data, unsigned short port);

void WriteString (char* string, unsigned short port);
void WriteByte (unsigned char byte, unsigned short port);

void StartCursorPos (unsigned char lowb, unsigned char highb,
                    unsigned short port);
```

Блок-схема контроллера SED1335 с необходимыми дополнительными узлами показана на рис. 1.

При внешней, казалось бы, простоте контроллер SED1335 обладает всеми узлами, присущими его «старшим братьям», которые устанавливаются на видеокарты.

Подключение платы контроллера к параллельному порту не вызывает больших трудностей: достаточно только изготовить кабель. Со стороны дисплея она имеет стандартный интерфейс, к которому можно подключить все перечисленные в табл. 1 панели, кроме EL240.128.45. Данный дисплей уже имеет встроенный контроллер SED1335 и статическое ОЗУ 32 кбайт, поэтому переходная плата ему не требуется. В табл. 2 показаны варианты разводки кабеля для некоторых типов разъемов, которые могут встретиться пользователю. Рекомендую при изготовлении кабеля от платы SED1335 к LPT-порту использовать кабельную сборку TCSD-12-S-20.00-01-F-N производства компании Samtec. Такие сборки можно приобрести в компании ПРОСОФТ. Со стороны дисплея также можно использовать готовый кабель Samtec TCSD-10-D-20.00-01-F-N, ко-

Таблица 2. Разводка кабеля для подключения к плате SED1335

Разъём на плате SED1335, номер контакта	Обозначения сигнала	Разъём LPT-порта DB-25M (офисный ПК)	Разъём IDC-26 (CPU Octagon 5066, 60x0*, Fastwel CPU686)	Разъём питания платы SED1335
1				+12 В
2				+12 В
3				GND
4				GND
5				+5 В
6	RES-NC.		—	
7	/WR-STB	1	1	
8	/RD-INIT	16	6	
9	/CS-GND	18	10	
10	A0-AFD	14	2	
11	SelfTest-GND	19	12	
12	GND-GND	20	14	
13	D0-PD0	2	3	
14	D1-PD1	3	5	
15	D2-PD2	4	7	
16	D3-PD3	5	9	
17	D4-PD4	6	11	
18	D5-PD5	7	13	
19	D6-PD6	8	15	
20	D7-PD7	9	17	
21	SEL1-GND	21	16	
22	READY-NC.	—	—	
23	GND-GND	22	18	
24	LUMA-NC.	—	—	

* Для плат 60x0 в данном случае требуется переходная планка BOB.

```
//-----//
//      Файл IOFUNC.CPP      //
//-----//
#ifndef __DOS_H
#include <dos.h>
#endif
#ifndef __STRING_H
#include <string.h>
#endif

#ifndef __IOFUNC_HPP
#include "iofunc.hpp"
#endif

// Чтение флагов состояния
unsigned char StatusRead (unsigned short port)
{
    unsigned char byte = inportb(port+2);
    unsigned char data;
    outportb(port+2, ((byte | A0_ADDR) & ~INIT) & ~STROBE);
    //A0=0,WR=1,RD->0
    data = inportb(port);
    outportb(port+2, ((byte | A0_ADDR) | INIT) & ~STROBE);
    //A0=0,WR=1,RD->1
    return(data);
}

// Чтение данных и позиции курсора
unsigned char DataRead (unsigned short port)
{
    unsigned char byte = inportb(port+2);
    unsigned char data;
    outportb(port+2, ((byte & ~A0_ADDR) & ~INIT) & ~STROBE);
    data = inportb(port);
    outportb(port+2, ((byte & ~A0_ADDR) | INIT) & ~STROBE);
    //A0=1,WR=1,RD->1
    return(data);
}

// Запись данных
void DataWrite (unsigned char data, unsigned short port)
{
    unsigned char byte = inportb(port+2);
    outportb(port+2, ((byte | A0_ADDR) | INIT) | STROBE);
    //A0=0,WR->0,RD=1
    outportb(port,data);
    outportb(port+2, ((byte | A0_ADDR) | INIT) & ~STROBE);
    //A0=0,WR->1,RD=1
}

// Запись команд (инструкций)
void CommandWrite (unsigned char data, unsigned short port)
{
    unsigned char byte = inportb(port+2);
    outportb(port+2, ((byte & ~A0_ADDR) | INIT) | STROBE);
    //A0=1,RD=1,WR->0
    outportb(port,data);
    outportb(port+2, ((byte & ~A0_ADDR) | INIT) & ~STROBE);
    //A0=1,RD=1,WR->1
}
```


торый годится для всех дисплеев, кроме EL240.128.45 и EL640.200-SK.

Закончив изготовление соответствующих кабелей, подготовив подходящий источник питания, мы можем перейти к программированию контроллера. Замечу только, что потребление по цепи +12 В будет определяться только используемым EL-дисплеем, самому контроллеру +12 В не требуется.

Программирование контроллера Epson SED1335

На аппаратном уровне обращение к контроллеру ничем не отличается от циклов чтения/записи данных периферийных микросхем в устройствах, реализованных на микропроцессорах или микроконтроллерах, например, Intel 8080 или i8051. Временная диаграмма цикла чтения/записи приведена на рис. 2. Соотношения временных интервалов сигналов отражает табл. 3.

Для формирования команд записи или чтения необходимо всего четыре служебных сигнала, подаваемых на контроллер: $A0$, $\overline{WR}$, $\overline{RD}$, $\overline{CS}$. Как видно из табл. 3, длительности этих сигналов имеют ограничения только по минимальным значениям.

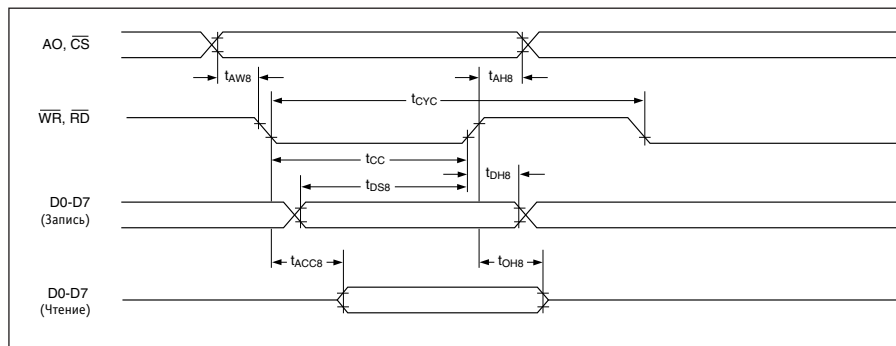


Рис. 2. Диаграмма цикла чтения/записи

Таблица 3. Соотношения временных интервалов сигналов (для диаграмм рис. 2)

Сигнал	Обозначение	Параметр	$V_{DD}=4,5-5,5 \text{ В}$		$V_{DD}=2,7-4,5 \text{ В}$	
			min	max	min	max
$A0, \overline{CS}$	t_{AH8}	Время удержания адреса, нс	10	—	10	—
	t_{AW8}	Время установления адреса, нс	0	—	0	—
$\overline{WR}, \overline{RD}$	t_{CYC}	Системный цикл, нс	См. прим.	—	См. прим.	—
	t_{CC}	Длительность стробирующего импульса, нс	120	—	150	—
D0-D7	t_{DS8}	Время установления данных, нс	120	—	120	—
	t_{DH8}	Время удержания данных, нс	5	—	5	—
	t_{ACC8}	Время доступа сигнала $\overline{RD}$	—	50	—	80
	t_{ON8}	Время запрета вывода	10	50	10	55

Примечание. Для команд управления памятью и системных:

$$t_{CYC8} = 2t_c + t_{CC} + t_{CEA} + 75 > t_{ACV} + 245$$

$$\text{Все остальные команды: } t_{CYC8} = 4t_c + t_{CC} + 30$$

```
// Отобразить текстовую строку по текущему адресу
void WriteString(char* string, unsigned short port)
{
    int i;
    CommandWrite(MWRITE, port);
    for(i = 0; i < strlen(string); i++) DataWrite(string[i], port);
}

// Записать байт в видеопамять по текущему адресу
void WriteByte(unsigned char byte, unsigned short port)
{
    CommandWrite(MWRITE, port); DataWrite(byte, port);
}

// Установить курсор в требуемую позицию
void StartCursorPos(unsigned char lowb, unsigned char highb,
unsigned short port)
{
    CommandWrite(CSRW, port);          DataWrite(lowb, port);
    DataWrite(highb, port);
}

//-----//
//      Файл EPC1335.CPP      //
//-----//

#include <dos.h>
#include <bios.h>
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
```

```
#include <ctype.h>
#include <io.h>
#include <sys\stat.h>
#include <string.h>
#include <fcntl.h>
#include "iofunc.hpp"

#define LPT1      0x378

//-----//
//      MAIN      //
//-----//
void main(void)
{
    int i;

    puts("Write to EL display");

    //Инициализация контроллера для дисплея EL240.128.45
    CommandWrite(SYSTEM_SET, LPT1);
    DataWrite(0x36, LPT1); // внутренний генератор символов, один
    дисплей
    DataWrite(0x07, LPT1); // ширина символа - 8 пикселей
    DataWrite(0x07, LPT1); // высота символа - 16 пикселей
    // 30 - количество символов в строке (30 симв * 8 пикс = 240
    точек)
    DataWrite(0x1D, LPT1);
    DataWrite(0x23, LPT1); // длина одной строки в байтах
    DataWrite(0x7F, LPT1); // количество линий в кадре - 128
```

Таблица 4. Основные команды контроллера SED1335

Тип	Команда	Код												Шестнадцатеричный код	Описание команды	Количество байтов
		RD	WR	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0				
Управление системой	SYSTEM SET	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	40	Инициализировать контроллер и дисплей	8	
	SLEEP IN	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	53	Перейти в «спящий» режим	0	
Управление дисплеем	DISP ON/OFF	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	D	58, 59	Разрешение/запрет вывода на дисплей и мерцания	1	
	SCROLL	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	44	Установить начальный адрес и область отображения	10	
	CSRFORM	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	5D	Установить тип курсора	2	
	CGRAM ADR	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	5C	Установить адрес ОЗУ генератора символов	2	
	CSRDIR	1	0	1	0	1	0	0	1	1	CD1	CD0	от 4C до 4F	Установить направление движения курсора	0	
	HDOT SCR	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	5A	Установить позицию горизонтальной «прокрутки»	1	
	OVLAY	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	5B	Установить формат перекрытия экрана	1	
Управление курсором	CSRW	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	46	Установить адрес курсора	2	
	CSRR	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	47	Чтение адреса курсора	2	
Управление памятью	MWRITE	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	42	Запись в видеопамять	—	
	MREAD	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	43	Чтение видеопамяти	—	

Сигнал $\overline{CS}$ (chip select) мы использовать не будем, так как у нас всего один контроллер и выбирать нам из нескольких не приходится, поэтому вход данного сигнала надо просто замкнуть на «землю». Для формирования сигнала A0 будет использоваться выходной сигнал параллельного порта AFD (auto feed), сигнала $\overline{WR}$ — сигнал STB, сигнала $\overline{RD}$ — сигнал INIT. Для передачи данных D0-D7 используются соответствующие линии порта D0-D7.

Система команд контроллера предоставляет пользователю широкий выбор возможностей для реализации его замыслов по отображению данных. Вместе с тем она проста и довольно

легка в изучении. Список команд приведен в табл. 4. Приводить полную расшифровку системы команд представляется нецелесообразным, заинтересованные читатели могут её найти в «Руководстве пользователя контроллера SED1335».

Как видно из табл. 4, типичная команда управления состоит из байта управления и следующих за ней байтов данных. Так, команда SYSTEM SET (команда конфигурации системы) состоит из управляющего байта и восьми байтов данных. Отметим также, что запись управляющего слова производится при сигнале A0 (AFD), равном логической единице, а запись данных — при A0, равном логическому нулю. В

данной ситуации мы также не рассматриваем подробно саму команду, а отсылаем читателя к «Руководству пользователя».

С точки зрения интерфейса (если бы мы программировали с помощью процессора 8080), контроллер имеет два адреса для записи: базовый адрес для записи или чтения данных (A0=0) и базовый адрес+1 для записи управляющих команд (A0=1). Но применительно к параллельному порту мы будем просто говорить о состоянии сигнала A0 при записи команд или данных.

Во врезке приведен пример программы контроллера на языке C для дисплея EL240.128.45. В данном случае контроллер настраивается на отобра-

```
DataWrite(0x1E,LPT1); // диапазон адресов виртуального
экрана, мл. байт
```

```
DataWrite(0x00,LPT1); // ст. байт
```

```
// установить начальный адрес и отображаемую область
```

```
CommandWrite(SCROLL,LPT1);
```

```
DataWrite(0x0,LPT1); // начальный адрес, мл. байт
```

```
DataWrite(0x0,LPT1); // ст. байт
```

```
DataWrite(0x7F,LPT1); // 128 линий на блок прокрутки
```

```
// автоматический сдвиг курсора вправо
```

```
CommandWrite(CSRDIR_RIGHT,LPT1);
```

```
// горизонтальный сдвиг при прокрутке, колич. пикселей
```

```
CommandWrite(HDOT_SCR,LPT1);
```

```
DataWrite(0x0,LPT1);
```

```
// режим overlay
```

```
CommandWrite(OVLAY,LPT1);
```

```
DataWrite(0x01,LPT1); // текстовый режим, две плоскости
```

```
// установить позицию курсора
```

```
StartCursorPos(1,0,LPT1);
```

```
// очистить видеопамять
```

```
CommandWrite(MWRITE,LPT1);
```

```
for(i = 0; i < 0x7FFF; i++) DataWrite(0,LPT1);
```

```
// разрешить вывод данных на дисплей
```

```
CommandWrite(DISP_ON,LPT1);
```

```
DataWrite(0x05,LPT1);
```

```
// отобразить что-то полезное
```

```
WriteString("Hello, World!",LPT1);
```

```
StartCursorPos(30,0,LPT1);
```

```
WriteString("My internal character set:",LPT1);
```

```
// вывести все символы внутреннего
```

```
// знакогенератора на экран
```

```
StartCursorPos(60,0,LPT1);
```

```
for(i = 0; i < 256; i++) WriteByte(i,LPT1);
```

```
} // void main...
```


жение данных в текстовом режиме с использованием внутреннего генератора символов. Как видно, управлять контроллером довольно просто. Автор этой статьи потратил больше времени на изучение системы команд, чем на написание данной программы. Надо сказать, что этот пример приведен только с целью первого знакомства и никак не отражает все возможности контроллера SED1335. Программирование графических режимов можно предложить заинтересованному пользователю в качестве домашнего задания.

На самом деле отображение данных в виде мнемосхем или законченных картинок представляется более интересным, чем вывод текста. Размеры рассматриваемых дисплеев малы, и текстовые сообщения получаются, как правило, малоинформативными, поэтому здесь как нигде уместны графические режимы, тем более что в данных режимах возможны организация нескольких страниц с различными картинками в видеопамяти контроллера и их быстрое переключение или наложение друг на друга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день решение о применении параллельного порта для управления малогабаритными EL-дисплеями находит все больше поклонников.

Так, например, компания Fastwel, производящая оборудование в формате MicroPC, поставяет со своими процессорными платами CPU188-5, CPU686, CPU686E специальный драйвер для управления платой контроллера SED1335 с поддержкой дисплеев EL480.60.43, EL320.240.36, EL240.128.45, EL160.120.39, EL160.80.50. Этот драйвер поддерживает без видеокарты вывод данных на дисплей в текстовом режиме 3. Таким образом, все программы пользователя, если они не предполагают прямого отображения данных в видеопамять, могут выводить информацию на дисплей зачастую даже без предварительной адаптации программного обеспечения. ●

Автор — сотрудник фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: root@prosoft.ru

Мы за безопасные связи!

Grayhill

An ISO-9001 Company

Дискретные и аналоговые модули УСО с гальванической развязкой

Дискретные входы:

- до 60 В постоянного тока
- «сухой» контакт
- до 280 В переменного тока

Аналоговые входы:

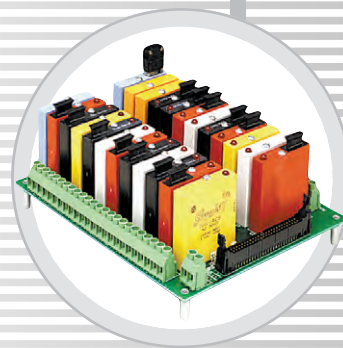
- термодары I, K, R, T и термосопротивления
- напряжение от 50 мВ до ± 10 В
- ток 4-20 мА, 0-5 А

Дискретные выходы:

- до 200 В постоянного тока
- «сухой» контакт
- до 280 В переменного тока

Аналоговые выходы:

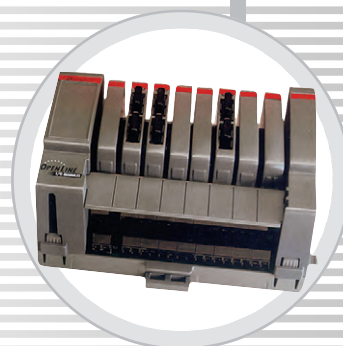
- напряжение 0-5 В, 0-10 В, ± 10 В
- ток 0-20 мА, 4-20 мА



Дискретные модули имеют температурный диапазон $-40...+100^{\circ}\text{C}$

Новые двухканальные модули серии 70L/73L

- удобны в замене и установке
- более экономичны по сравнению с модулями 73G/G5
- два канала в одном модуле
- совместимы с платами серии UNIO-96/48
- возможность самоидентификации модулей в системе



Все модули имеют температурный диапазон $-40...+85^{\circ}\text{C}$

Клавиатуры и клавиатурные модули с повышенной степенью защиты,

предназначенные для эксплуатации в промышленных условиях

- повышенный ресурс: до 3 000 000 срабатываний для каждой кнопки
- хороший тактильный эффект
- разнообразные варианты монтажа
- доступны модули с подсветкой
- доступны модули с экранированием от электромагнитного и высокочастотного излучений



Измерение давления в автоматизированных системах

Давление, его виды и единицы измерения

Давление является одним из важнейших физических параметров, и его измерение необходимо как в расчетных целях, например для определения расхода, количества и тепловой энергии среды, так и в технологических целях, например для контроля и прогнозирования безопасных и эффективных гидравлических режимов напорных трубопроводов, используемых на предприятии. Рассмотрим основные понятия, связанные с давлением и его измерением.

Давлением P называют отношение $P=F/S$ абсолютной величины нормального, то есть действующего перпендикулярно к поверхности тела, вектора силы F к площади S этой поверхности. Если сила равномерно распределена по площади, то указанное отношение задает точное значение давления в каждой ее точке, в противном же случае — только его среднее значение (точное значение меняется от точки к точке и определяется пределом отношения силы ΔF , приложенной на бесконечно малом участке поверхности, к его площади ΔS). В отличие от силы, величина которой может зависеть от размеров поверхности ее приложения, давление позволяет при рассмотрении взаимодействия физических тел исключить

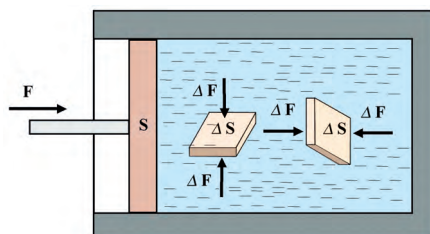
фактор площади, поскольку оно является удельной, то есть отнесенной к единице площади, силой.

Виды измеряемых давлений

Жидкие и газообразные среды характеризуются свойствами **упругости** — обратимого изменения объема, то есть уменьшения объема среды при сжатии ее под давлением и восстановления исходного объема при снятии этого давления, и **текучести** — обратимого изменения формы. В этих средах различают давление **внешнее** (поверхностное) — на границе (поверхности) сред — и **внутреннее** — внутри, в объеме или массе среды.

Внешнее давление P на поверхность S жидкой или газообразной среды, равное отношению нормальной составляющей суммы сил F , приложенной извне, к площади поверхности S , передается внутрь среды (рис. 1) без изменений и равномерно во все стороны. То есть порождаемое внутреннее давление направлено перпендикулярно к любой внутренней площадке среды ΔS , независимо от ее формы и положения в среде, а величина давления в среде пропорциональна величине выделенной площадки (закон Паскаля). Очевидно, что $P=F/S=\Delta F/\Delta S$ для любой точки среды. Внутреннее давление покоящихся жидких и газообразных сред зависит не

только от внешнего давления, но и от веса самой среды. Эта зависимость наиболее существенна для жидкостей, обладающих большей плотностью, чем газы. Положение точки измерения относительно горизонтальных плоскостей — поверхностей равного давления — определяет весовую составляющую внутреннего давления — **гидростатическое давление**. Закон Паскаля справедлив не только для покоящихся, но и для движущихся сред, если их можно считать идеальными (отсутствует трение между слоями среды — вязкость). В вязких же движущихся средах величина внутреннего давления зависит от направления, и поэтому под внутренним давлением среды понимают его усредненное значение по трем взаимно перпендикулярным направлениям в точке измерения. **Полное внутреннее давление** в движущейся среде, например, горизонтального напорного трубопровода определяется суммой внешнего, гидростатического и **гидродинамического давления** — скоростного напорного давления, а также потерями давления на трение по всей длине трубы и вихревыми потерями при изменениях величины и направления потока в **гидравлических сопротивлениях** — коленах, задвижках, диафрагмах. В напорных трубопроводах с энергоносителями измеряется, как правило, **статическое давление**, ко-



Условные обозначения:
F — внешняя сила, S — свободная поверхность (площадь) среды, ΔF — сила давления на внутреннюю площадку ΔS .

Рис. 1. Силы давления в жидкой и газообразной средах

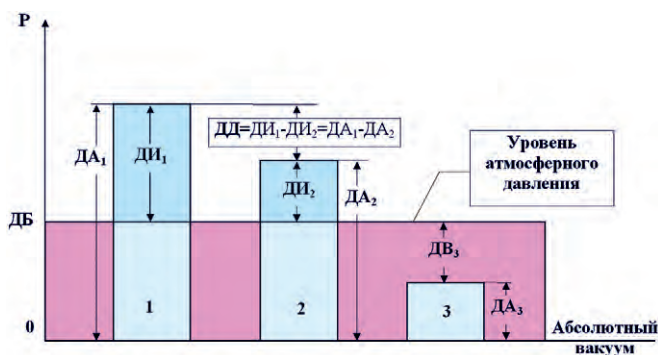


Рис. 2. Виды измеряемых давлений в точках 1, 2, 3 физического процесса

Условные обозначения:
P — давление,
ДБ — давление барометрическое,
ДА — давление абсолютное,
ДИ — давление избыточное,
ДВ — давление вакуумметрическое,
ДД — давление дифференциальное.

Таблица 1. Таблица соответствия единиц давления

Системы единиц	Единицы давления	Па (Pa)	кгс/см ² (at)	бар (bar)	атм (atm)	мм рт. ст. (mm Hg)	мм вод. ст. (mm H ₂ O)	пси (psi)
СИ (SI)	1 Па=1 н/м ²	1	1,01972×10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	0,98692×10 ⁻⁵	750,06×10 ⁻⁵	0,101972	1,45×10 ⁻⁴
МКС	1 ат=1 кгс/см ²	0,980665×10 ⁵	1	0,980665	0,96784	735,563	10 ⁴	14,223
Внесистемные	1 бар=10 ⁶ дин/см ²	10 ⁵	1,01972	1	0,98692	750,06	1,01972×10 ⁴	14,5
	1 атм=760 мм рт.ст.	1,01325×10 ⁵	1,0332	1,01325	1	760	1,0332×10 ⁴	14,696
	1 мм рт. ст.	133,322	1,35951×10 ⁻³	1,33322×10 ⁻³	1,31579×10 ⁻³	1	13,5951	0,019337
	1 мм вод. ст.	9,80665	10 ⁻⁴	9,80665×10 ⁻⁵	9,67841×10 ⁻⁵	73556×10 ⁻²	1	1,422×10 ⁻³
	1 psi=1 lbf/in ²	6,894×10 ³	≈0,07	6,894×10 ⁻²	0,068	51,715	703,08	1

торое является разностью полного и динамического давлений; при этом скоростные характеристики потока учитываются в расходомерах и счетчиках при измерениях расхода и количества среды.

На практике давления газообразных и жидких сред могут измеряться относительно двух различных уровней (рис. 2):

1) уровня абсолютного вакуума, или абсолютного нуля давления — идеализированного состояния среды в замкнутом пространстве, из которого удалены все молекулы и атомы вещества среды,

2) уровня атмосферного, или барометрического, давления (ГОСТ 8.271-77). Давление, измеряемое относительно вакуума, называют давлением **абсолютным (ДА)**. **Барометрическое давление (ДБ)** — это абсолютное давление земной атмосферы. Оно зависит от конкретных условий измерения: температуры воздуха и высоты над уровнем моря. Давление, которое больше или меньше атмосферного, но измеряется относительно атмосферного, называют соответственно **избыточным (ДИ)** или давлением разрежения, **вакуумметрическим (ДВ)**. Очевидно, что ДА=ДБ+ДИ или ДА=ДБ-ДВ. При измерении разности давлений сред в двух различных процессах или двух точках одного процесса, причем таких, что ни одно из давлений не является атмосферным, такую разность называют **дифференциальным давлением (ДД)**.

Системные и внесистемные единицы измерения давления

Единицы измерения давления (СТ СЭВ 1052-89) определяются одним из двух способов: 1) через высоту столба жидкости, уравнивающей измеряемое давление в конкретном физическом процессе: в единицах водяного столба при 4°C (**мм вод. ст.** или **м вод. ст.**) или ртутного столба при 0°C (**мм рт. ст.**, или **Торр**) и нормальном ускорении свободного падения (в англо-

язычных странах используются соответствующие единицы in H₂O, ft H₂O — **дюйм вод. ст.**, **фут вод. ст.** и in Hg — **дюйм рт. ст.**; 1 дюйм=25,4 мм, 1 фут=30,48 см); 2) через единицы силы и площади.

В Международной системе единиц (СИ), принятой в 1960 году, единицей силы является Н (ньютон), а единицей площади — м². Отсюда определяется единица давления **паскаль** Па=1 н/м² и ее производные, например, **килопаскаль** (1 кПа=10³ Па), **мегапаскаль** (1 МПа=10⁶ Па). Наряду с системой СИ в области измерения давления продолжают использоваться единицы и других, более ранних систем, а также внесистемные единицы.

В технической системе единиц МКГСС (метр, килограмм-сила, секунда) сила измеряется в килограммах силы (1 кгс=9,8 Н). Единицы давления в МКГСС — кгс/м² и кгс/см²; единица кгс/см² получила название **технической, или метрической атмосферы (ат)**. В случае измерения в единицах технической атмосферы избыточного давления используется обозначение «**ати**».

В физической системе единиц СГС (сантиметр, грамм, секунда) единицей силы является дина (1 дин=10⁻⁵ Н). В рамках СГС введена единица давления **бар** (1 бар=1 дин/см²). Существует одноименная внесистемная, метеорологическая единица **бар**, или **стандартная атмосфера** (1 бар=10⁶ дин/см²; 1 мбар = 10⁻³ бар = 10³ дин/см²), что иногда, вне контекста, вызывает путаницу. Кроме указанных единиц на практике используется такая внесистемная единица, как **физическая, или нормальная атмосфера (атм)**, которая эквивалентна уравнивающему столбу 760 мм рт. ст.

Изредка находит применение единица давления из системы единиц МТС (метр, тонна, секунда) **пьеца** (1 пз = 1 см/м², где 1 см = 10⁸ дин — сила в 1 стен, сообщающая телу массой в 1 тонну ускорение 1 м/с²). В англоязычных странах широко распростра-

нена единица давления **пси** (psi=lbf/in²) — **фунт силы на квадратный дюйм** (1 фунт= 0,4536 кг). При измерении абсолютного и избыточного давления используются соответственно обозначения **psia** (absolute — абсолютный) и **psig** (gage — избыточный).

В таблице 1 указаны коэффициенты перевода одних системных или внесистемных единиц давления в другие: например, одной технической атмосфере соответствует давление 0,980665 в барах (здесь бар является внесистемной единицей). В действительности не всегда требуется столь высокая точность перевода единиц, которая отражена в таблице 1. Для приблизительных оценок и расчетов давления с относительной погрешностью не более 0,5% полезно использовать следующие соотношения:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ат} &= 1 \text{ кгс/см}^2 = 10^4 \text{ кгс/м}^2 = \\
 &= 0,97 \text{ атм} = 0,98 \times 10^3 \text{ мбар} = 0,98 \text{ бар} = \\
 &= 10^4 \text{ мм вод.ст.} = 10 \text{ м вод.ст.} = \\
 &= 735 \text{ мм рт.ст.} = 0,98 \times 10^5 \text{ Па} = \\
 &= 98 \text{ кПа} = 0,098 \text{ МПа}
 \end{aligned}$$

С ошибкой в 2% можно пренебречь разницей между технической атмосферой, стандартной атмосферой (баром) и десятой частью мегапаскаля (1 ат = 1 бар = 0,1 МПа), а с ошибкой в 3% — разницей между технической и физической атмосферами (1 ат = 1 атм). На практике из-за использования различного гидравлического и измерительного оборудования разных изготовителей и стран, причем нередко давнего года выпуска, потребность перевода одних единиц давления в другие возникает постоянно. Приведенные таблица и соотношения позволят быстро справиться с такими задачами.

Диапазон давлений, измеряемых в технике, достигает 17 порядков: от 10⁻⁸ Па в электровакуумном оборудовании до 10³ МПа при обработке металлов давлением. Материальным хранителем единиц давления являются первичные (национальные) и вторичные (рабочие) эталоны давления. Для поддиапазона 1-100 кПа избыточных,

абсолютных и разностных давлений в качестве первичного эталона используется, как правило, ртутный двухтрубный (U-образный) манометр с лазерным считыванием высоты мениска (погрешность считывания не более 10^{-3} мм, а абсолютная суммарная погрешность прибора, учитывающая в том числе и влияние температуры, не превышает 0,0005% от верхней границы диапазона). Для поддиапазона 100 кПа-100 МПа применяются газовые грузопоршневые манометры (точность 0,0035-0,004% от показаний). Газовые и жидкостные грузопоршневые манометры используются и как рабочие эталоны для передачи единиц давления промышленным образцовым приборам (их точность 0,01-0,1%).

Классификация средств измерения давления

Для прямого измерения давления жидкой или газообразной среды с отображением его значения непосредственно на шкале, табло или индикаторе первичного измерительного прибора применяются **манометры** (ГОСТ 8.271-77). Если отображение значения давления на самом первичном приборе не про-

МАНОМЕТРЫ



Рис. 3. Классификация манометров

изводится, но он позволяет получать и дистанционно передавать соответствующий измеряемому параметру сигнал, то такой прибор называют **измерительным преобразователем давления (ИПД), или датчиком давления**. Возможно объединение этих двух свойств в одном приборе (манометр-датчик).

Манометры классифицируют по принципу действия и конструкции, по виду измеряемого давления, по применению и назначению, по типу отображения данных и другим признакам (рис. 3). По принципу действия манометры можно подразделить на жидкостные (измеряемое давление уравновешивается гидростатически столбом жидкости — воды, ртути — соответствующей высоты), **деформационные** (давление определяется по величине деформации и перемещения упругого чувствительного элемента УЧЭ — мембраны, трубчатой пружины, сильфона), **грузопоршневые** (измеряемое или воспроизводимое давление гидростатически уравновешивается через жидкую или газообразную среду прибора давлением веса поршня с грузоприемным устройством и комплектом образцовых гирь), **электрические** (давление определяется на основании зависимости электрических параметров: сопротивления, емкости, заряда, частоты — чувствительного элемента ЧЭ от измеряемого давления) и другие (тепловые, ионизационные, термопарные и т.п.). В промышленности при локальных измерениях давлений энергоносителей в большинстве случаев используются деформационные манометры на основе одновитковой трубчатой пружины — трубки Бурдона — для прямопоказывающих стрелочных приборов или с многовитковыми пружинами для самопишущих манометров, но на смену им всё чаще приходят электрические манометры с цифровым табло и развитой системой интерфейсов.

Оборудование для сетей INDUSTRIAL ETHERNET

▼ **Концентраторы**
серии Rail Hub Family

▼ **Коммутаторы**
серии Rail Switch Family
со встроенным резервированием

▼ **Трансиверы**
серии Rail Transceiver

ProSoft

ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Москва: телефон: (095) 234-0636, факс: (095) 234-0640, E-mail: root@prosoft.ru
 Web: www.prosoft.ru • Санкт-Петербург: (812) 325-3790, 325-3791
 Екатеринбург: (3432) 75-1871, 49-3459

#48

По виду измеряемого давления манометры подразделяют на приборы измерения избыточного и абсолютного давления — собственно манометры, разрежения — **вакуумметры**, давления и разрежения — **мановакуумметры**, атмосферного давления — **барометры** и разностного давления — **дифференциальные манометры** (дифманометры). Манометры, вакуумметры и мановакуумметры для измерения небольших (до 20–40 кПа) давлений газовых сред называют соответственно **напоромерами**, **тягомерами** и **тягонапоромерами**, а дифманометры с таким диапазоном измерения — **микроманометрами** (ГОСТ 8.271-77). Технические характеристики всех этих средств измерения давления определяются соответствующими общими техническими условиями (ГОСТ 2405-88, ГОСТ 18140-81 и другими).

По области применения манометры подразделяют на **общепромышленные**, или технические, работающие в промышленных условиях (при перепадах температур и влажности окружающей среды, вибрациях, загрязнении внешней среды и т.п.), **лабораторные** (приборы повышенной точности для использования в комфортных и стабильных условиях лабораторий), **специальные** (применяются в экстремальных условиях: на железнодорожном транспорте, судах, котельных установках, при работе с кислотными и другими агрессивными средами), **образцовые** (для проверки рабочих манометров) и **эталонные** (хранители единиц давления с целью передачи их образцовым приборам).

По типу отображения значений измеряемого давления манометры подразделяют на **прямопоказывающие** — с визуальным считыванием данных непосредственно по аналоговой (стрелочной) или цифровой шкале прибора, на **сигнализирующие** (электроконтактные) — с выдачей управляющего электрического сигнала путем замыкания или размыкания контактов при достижении измеряемым давлением заранее установленного контрольного значения, на **регистрирующие** (самопишущие) — с записью в память значений давления как функции времени и их отображением на электронном табло.

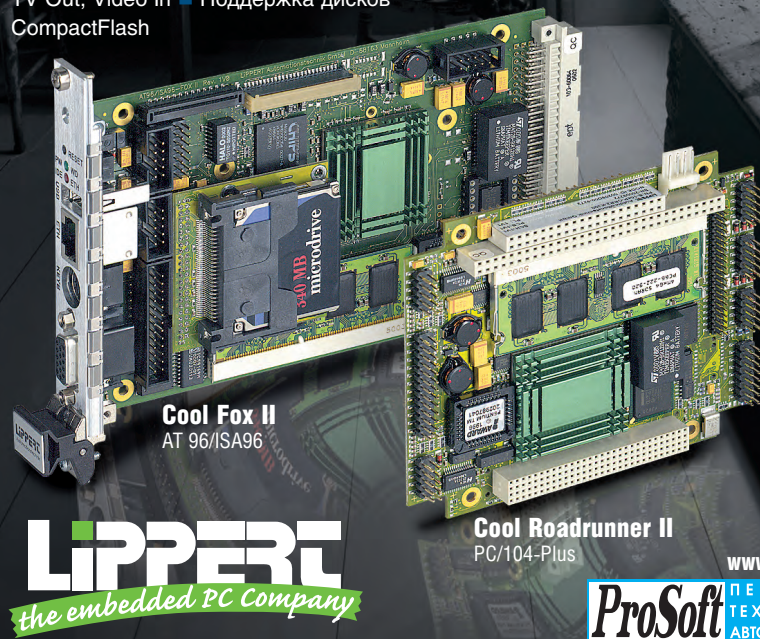
Манометры выполняют функцию локального контроля и в большинстве случаев из-за отсутствия возможности дистанционного доступа к их показаниям (за исключением манометров с унифицированным выходным электрическим сигналом) не могут исполь-



Рис. 4. Классификация измерительных преобразователей давления

ДЛЯ ЖЁСТКИХ ТРЕБОВАНИЙ

■ Низкая потребляемая мощность ■ Расширенный диапазон температур ■ Процессор класса Pentium до 300 МГц и память SDRAM ■ Поддержка XVGA и плоских панелей, интерфейса PanelLink ■ Стандартные соединители Fast Ethernet, 2×USB, Sound I/O, TV Out, Video In ■ Поддержка дисков CompactFlash



LIPPERT
the embedded PC Company

Cool Roadrunner II
PC/104-Plus

#195

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

www.prosoft.ru

зоваться для целей современной автоматизации. Такую возможность обеспечивают измерительные преобразователи давления (рис. 4). По способу обработки и отображения измеряемого давления ИПД подразделяют на **первичные** (формируют для дистанционной передачи выходной сигнал, соответствующий измеряемому давлению) и **вторичные** (получают сигнал от первичных преобразователей, обрабатывают его, накапливают, отображают и передают на более высокий уровень системы). Современная тенденция развития ИПД заключается в их «интеллектуализации» на базе микроэлектронной технологии и микропроцессорной техники, предполагающей передачу части функций системы управления вторичным преобразователям, а некоторых традиционных функций вторичных преобразователей — первичным.

Известны десятки способов преобразования давления в электрический сигнал, а во вторых измеряемое давление, оказывая воздействия на ЧЭ, изменяет его собственные электрические параметры: сопротивление, ёмкость или за-

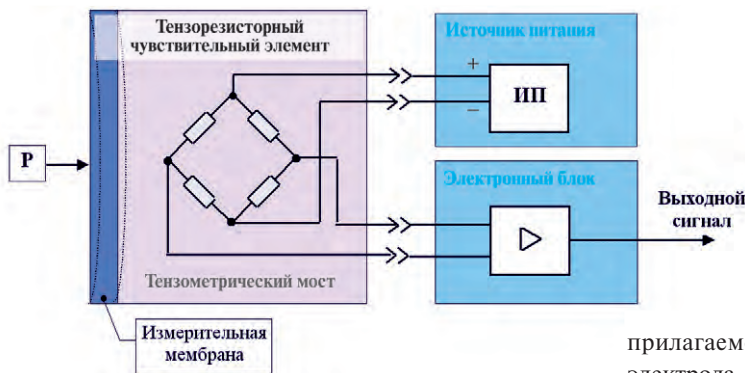


Рис. 5. Структурная схема первичного тензорезисторного ИПД

ствия, или способу преобразования измеряемого давления в выходной сигнал, первичные ИПД подразделяют прежде всего на **деформационные** и **электрические**. В первых деформационные перемещения ЧЭ (мембраны, сильфона, трубки Бурдона) трансформируются с помощью дополнительных промежуточных механизмов и преобразователей (например, магнитотранзисторного или оптоэлектронного) в электрический или электромагнитный сигнал, а во вторых измеряемое давление, оказывая воздействия на ЧЭ, изменяет его собственные электрические параметры: сопротивление, ёмкость или за-

ряд, которые становятся мерой этого давления. Подавляющее большинство современных общепромышленных ИПД реализованы на основе **ёмкостных** (используют УЧЭ в виде конденсатора с переменным зазором: смещение или прогиб под действием прилагаемого давления подвижного электрода-мембраны относительно неподвижного изменяет ёмкость УЧЭ), **пьезоэлектрических** (основаны на зависимости поляризованного заряда или резонансной частоты пьезокристаллов: кварца, турмалина и других — от давления) или **тензорезисторных** (используют зависимость активного сопротивления проводника или полупроводника от степени его деформации) принципах. В последние годы получили развитие и другие принципы создания ИПД: волоконно-оптические, гальваноманитные, объёмного сжатия, акустические, диффузионные и т.д.

На сегодняшний день самыми популярными в СНГ являются тензорезисторные ИПД. Тензорезисторные чувствительные элементы ТРЧЭ (в переводной литературе их иногда называют

ARTESYN
TECHNOLOGIES

COMPUTER
PRODUCTS
POWER CONVERSION



Фирма **ARTESYN TECHNOLOGIES** (бывшая Computer Products) предлагает широкий ряд стандартных и заказных устройств электропитания, включая свыше 1200 типов стандартных преобразователей переменного напряжения в постоянное (AC/DC) и преобразователей постоянного напряжения в постоянное (DC/DC).

Преобразователи имеют широкий ряд выходных номинальных напряжений.

Выходная мощность преобразователей от 2,5 до 6000 Вт.

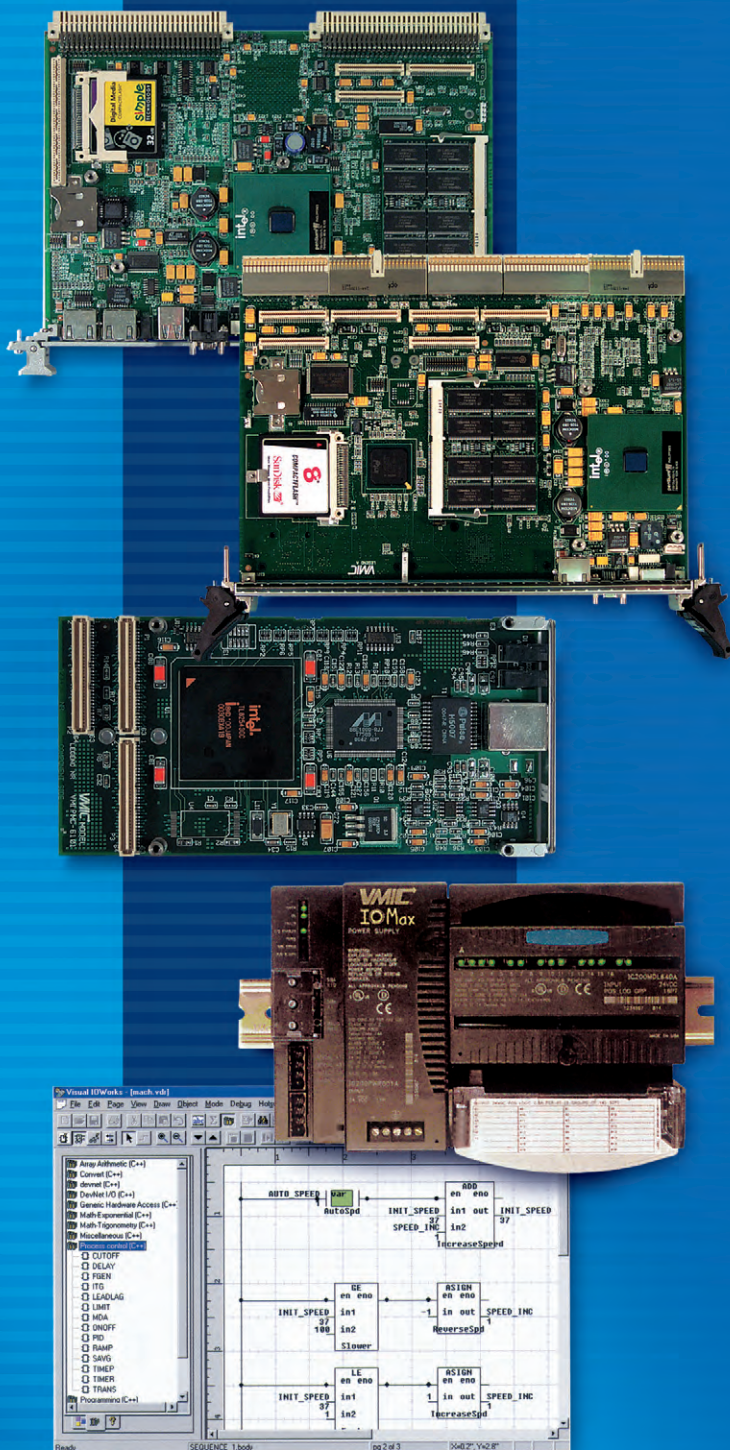
Изделия фирмы **ARTESYN TECHNOLOGIES** позволяют создать сложные отказоустойчивые системы с распределенной силовой архитектурой.

Поставляются модели с коррекцией гармонических составляющих входного тока, отвечающих требованиям стандарта EN61000-3-2.

По запросу высылается полный каталог.

ОТКРЫТЫЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

на базе PC-технологий



- ПРОЦЕССОРЫ VME
- ПЛАТЫ ВВОДА-ВЫВОДА VME
- ПРОЦЕССОРЫ CRCSI
- ПЛАТЫ ВВОДА-ВЫВОДА CRCSI
- МОДУЛИ PMC
- КОММУНИКАЦИОННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ
- ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ
- РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ВВОДА-ВЫВОДА IOMax
- ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

пьезорезисторными, не надо путать с пьезоэлектрическими) представляют собой металлическую и/или диэлектрическую измерительную мембрану, на которой размещаются тензорезисторы (чаще всего в виде уравновешенного измерительного моста) с контактными площадками для проводного подключения к внутренней или внешней электроизмерительной схеме — электронному блоку обработки. Деформация мембраны под воздействием внешнего давления P приводит к локальным деформациям тензорезисторного моста и его разбалансу — изменению сопротивления, которое измеряется электронным блоком (рис. 5). Тензорезисторы (ТР) выполняются как из металла (проволочные, фольговые или пленочные), так и из полупроводника (полукристаллические из порошкообразного полупроводника и монокристаллические из кристалла кремния). Поскольку чувствительность полупроводниковых ТР в десятки раз выше, чем у металлических, и, кроме того, интегральная технология позволяет в одном кристалле кремния формировать одновременно как тензорезисторы, так и микроэлектронный блок обработки, то в последние годы получили преимуще-

ственное развитие интегральные полупроводниковые ТРЧЭ. Такие элементы реализуются либо по технологии диффузионных резисторов с изоляцией их от проводящей кремниевой подложки р-п переходами — технология «кремний на кремнии», либо по гетероэпитаксиальной технологии «кремний на диэлектрике» на стеклокерамике, кварце или сапфире. Для ТРЧЭ, особенно полупроводниковых, существенно влияние температуры на упругие и электрические характеристики ТР, что требует применения специальных схем температурной компенсации погрешностей (в частности, с этой целью в расширенной схеме тензомоста используются компенсационные резисторы и терморезисторы). Особенно широкое применение в изготовлении общепромышленных ИПД в силу своих высоких механических, изолирующих и теплоустойчивых качеств получила технология КНС — «кремний на сапфире».

По выходному сигналу ИПД подразделяются на **аналоговые** и **цифровые**. Основной парк действующих ИПД относится к аналоговым с унифицированным токовым сигналом 0...5, 0...20 или 4...20 мА. В последнее десятилетие

наметился переход к ИПД с цифровым выходом. Широкое распространение получил цифровой **протокол HART**. Этот открытый стандартный гибридный протокол двунаправленной связи предусматривает передачу цифровой информации поверх стандартного аналогового сигнала 4–20 мА. Бурно развивается системная интеграция первичных преобразователей с использованием различных разновидностей промышленных сетей Foundation Fieldbus, ModBus, Profibus и др.). При этом используется полностью цифровой коммуникационный протокол для передачи информации в обоих направлениях между ИПД и системами управления, существенно облегчая взаимозаменяемость приборов разных мировых производителей. В отечественных цифровых ИПД пока преобладают такие цифровые интерфейсы, как ДДПК (двоично-десятичный параллельный код), ИРПС (интерфейс радиальный последовательный) и RS-232C.

ИПД различаются, кроме того, по видам измеряемого давления, используемым единицам измерения и ряду основных технических параметров (ГОСТ 22520-85): диапазону измеряемого давления (выбирается для каж-

InduKey

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ
КЛАВИАТУРЫ**
СДЕЛАНО В ГЕРМАНИИ

РУСИФИЦИРОВАННЫ

IP65



<http://www.prosoft.ru>
E-Mail: root@prosoft.ru

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Таблица 2. Характеристики наиболее распространённых моделей общепромышленных ИПД

Технические характеристики	Модель									
	MT-100	Сапфир-22МТ	Сапфир-22МП	ИНСАР	Метран-43, -45	Метран-1151 (Alphaline 1151)	Fisher-Rosemount 2088	Honeywell ST 3000/STD924	Siemens SITRANS P серии МКII, DS, HK	Siemens SITRANS P серия Z
Назначение*	ДИ, ДВ, ДИВ	ДА, ДИ, ДВ, ДИВ, ДД	ДА, ДИ, ДВ, ДИВ, ДД	ДИ, ДД	ДИ, ДВ, ДИВ, ДД	ДА, ДИ, ДД	ДА, ДИ	ДД	ДА, ДИ, ДД	ДА, ДИ
Верхний предел измерения*	ДИ: 16 кПа, ..., 100 МПа	ДА: 4,0 кПа, ..., 2,5 МПа	ДА: 4,0 кПа, ..., 2,5 МПа	4, ..., 250 кПа	ДИ: 0,1 кПа, ..., 60 МПа	0,5 кПа, ..., 40 МПа	7 кПа, ..., 27,5 МПа	ДД: 62, ..., 1000 мбар	30 мбар, ..., 400 бар	1, ..., 400 бар
	ДВ: 16, ..., 250 кПа	ДИ: 0,25 кПа, ..., 100 МПа	ДИ: 0,16 кПа, ..., 100 МПа		ДВ: 0,1, ..., 100 кПа					
	ДИВ: 8,0 кПа, ..., 3,9 МПа	ДВ: 0,4, ..., 100 кПа	ДВ: 0,25, ..., 100 кПа		ДИВ: 0,08, ..., 530 кПа					
		ДИВ: 0,2 кПа, ..., 2,4 МПа	ДИВ: 0,125 кПа, ..., 2,4 МПа		ДД: 0,1 кПа, ..., 25 МПа					
Предел основной погрешности, %	±0,25; ±0,5; ±1,0	±0,25; ±0,5; ±0,2; ±0,4; ±0,15; ±0,6	±0,1; ±0,15; ±0,25; ±0,5; ±0,2; ±0,4	±0,5; ±1,0; ±1,5	±0,25; ±0,5; ±1,0	±0,1; ±0,25	±0,2	±0,1; ±0,075	±0,1; ±0,25	±0,25
Диапазон рабочих температур, °С	-30...+50; -50...+80; -50...+80; +5...+50	-30...+50; -40...+80; +5...+50; -10...+80	-30...+50; -40...+80; +5...+50; -10...+80	+5...+50	-42...+70; -42...+50; -30...+50; -10...+50; +5...+50; +5...+70	-40...+93	-40...+85	-40...+85	-30...+85 (температура хранения: -50...+85°С; температура контролируемой среды: -40...+100°С)	-25...+85 (температура хранения: -50...+100°С; температура контролируемой среды: -30...+120°С)
Выходной сигнал	I=0...5; 4...20 мА			I=0...5; 4...20 мА U=0...5 В	I=0...5; 4...20; 0...20 мА	I=4...20; 10...50 мА U=0,8...3,3; 1...5 В HART-протокол	I=4...20 мА U=1...5 В HART-протокол	I=4...20 мА DE-протокол HART-протокол Foundation Fieldbus (FF)	I=4...20 мА Hart-протокол PROFIBUS-PA	I=4...20 мА
Напряжение питания, В	=36 для I=0...5 мА	=36 для 4-проводной линии	=36 для 4-проводной линии	=36; 24/50 Гц	=36	=12...45	=10,5...36	=11...42	=11...45	=10...36
	=15...42 для I=4...20 мА	=16...36 для 2-проводной линии	=16...36 для 2-проводной линии			=30...85			=11...30	
Масса, кг	1,0; 1,6	1,0; ..., 12,1	2,0; ..., 12,8	1,5	1, ..., 6,5	5,4	0,9	4,1	1,5	0,25

* См. условные обозначения на рис. 2

дой модели из стандартного ряда давлений), пределу основной допускаемой погрешности (определяется при нормальной температуре +25°С от верхнего предела диапазона измерения и включает в себя, как правило, погрешности от гистерезиса ЧЭ, его линейности и воспроизводимости результатов измерения), пределу дополнительной температурной погрешности (этот предел задается от изменения температуры относительно нормальной на каждые 10 или 28°С или на весь температурный диапазон работы), допустимому рабочему диапазону температур окружающей среды (иногда дополнительно указывают допустимый диапазон температур технологического процесса или измеряемой среды и корпуса прибора), динамическому диапазону измерения давлений (отношению максимального значения измеряемого давления к минимальному), стабильности метрологических

характеристик во времени (как процент от верхнего предела диапазона измерения в течение 6 или 12 месяцев), устойчивости к вибрациям, защите от высокочастотных помех, климатическим и взрывозащищенным исполнениям (ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 14254-96), требованиям к источнику питания и по другим параметрам.

ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ

В реальных условиях пользователь вынужден рассматривать различные рабочие характеристики множества ИПД, чтобы выбрать из них оптимальный для конкретных условий применения, причем этот выбор зависит от многих факторов (стоимость, точность, температура, вид среды, информационная, конструктивная и технологическая совместимость со средствами обработки верхнего уровня системы и т.д.). Выбор по единственно-

му критерию «чем дешевле, тем лучше» чаще всего приводит к ложной экономии, если в комплексе не учитываются дополнительные затраты конкретного применения, эксплуатационные издержки и показатели надёжности.

Современные общепромышленные ИПД — это интеллектуальные, со встроенным микропроцессором, интегральные преобразователи с цифровым интерфейсом. Они обладают свойствами диагностики и конфигурирования на расстоянии (установка нуля и диапазона шкалы, выбор технических единиц, ввод данных для идентификации и физического описания датчика и т.п.), обеспечивают более высокое соотношение измеряемых диапазонов, улучшенную температурную компенсацию, повышенную основную точность. Однако это не значит, что другие ИПД уже не нужны: каждый тип ИПД имеет свою эффективную пользовательскую нишу.

Основные характеристики ряда отечественных и зарубежных промышленных ИПД приведены в таблице 2.

ИПД типа «МТ-100», «Сапфир-22МТ», а также микропроцессорный датчик нового поколения «Сапфир-22МП» выпускаются ЗАО «Манометр» как в обычном, так и во взрывозащищенном (с видом взрывозащиты «искробезопасная цепь» и «взрывонепроницаемая оболочка») исполнениях. Датчики выпускаются для ряда стандартных диапазонов измерения. Верхний предел измерения для всех датчиков равен диапазону измерения, нижний — нулю. Отдельные модели датчика «МТ-100» позволяют работать с температурой измеряемой среды на входе датчика до 300°C. По требованию заказчика могут изготавливаться датчики с единицами давления кгс/м², кгс/см² или бар. Питание датчиков осуществляется от блоков питания по 2- или 4-проводной линии. Датчик «Сапфир-22МТ» является аналогом ранее выпускавшегося датчика «Сапфир-22М» и отличается уменьшенной основной и дополнительной температурной погрешностью, расширенными пределами перенастройки диапазонов измерения. Датчик «Сапфир-22МП» является аналогом «Сапфир-22МТ», но микропроцессорное исполнение схемы измерения позволило уменьшить основную и дополнительную температурные погрешности, а перенастройку пределов измерения, настройку на «нуль» и «диапазон» производить с выносного пульта управления с контролем вводимого параметра на табло; глубина перенастройки диапазонов увеличилась до 1:10, что позволяет в расходомерах переменного перепада давления использовать один датчик-дифманометр «Сапфир-22МП» вместо двух датчиков иного типа. Предприятием также выпускаются традиционные ИПД с выходным сигналом взаимной индуктивности и преобразователи давления цифровые сигнализирующие (ПДЦС).

Ряд датчиков давления выпускается предприятиями, входящими в объединение «Промприбор». Аналоговый ИПД «ИНСАР» использует полупроводниковый первичный преобразователь давления на основе кремниевого мембранного ТРЧЭ и позволяет заменить «Сапфир-22» при измерениях давления воздуха или газов (в том числе и агрессивных). Пьезорезонансный

датчик избыточного давления

«Кварц-ДИ» в качестве ЧЭ использует пьезочувствительный кварцевый резонатор — кристаллический сдвоенный микрокамертон, закрепленный на кварцевой мембране; измеряемое давление через разделительную мембрану и жидкость передается на кварцевую мембрану, вызывая ее деформацию и меняя резонансную частоту тензорезонатора. «Кварц-ДИ» отличается малыми основной (0,1–0,25 %) и дополнительной температурной (0,1% на каждые 10°C изменения температуры) погрешностями, имеет как стандартный унифицированный токовый выход, так и частотный выход. Цифровой манометр ДМ 5001 сочетает в себе качества манометра (индикация значения давления на электронном цифровом табло) и датчика (унифицированный токовый выход, а также цифровые выходы в параллельном двоично-десятичном коде уровня TTL и в стандарте последовательного интерфейса ИРПС). Комплекс датчиков «Сигнал» используется в качестве чувствительного элемента КНС-структуры — пластину монокристаллического сапфира с пленкой кремния, в котором реализованы тензорезисторы.

Промышленной группой «Метран» выпускаются датчики «Сапфир-22М», «Метран-22» и «Метран-43, -45». Первые два типа датчиков полностью взаимозаменяемы, но «Метран-22» обеспечивает повышенные точностные и эксплуатационные характеристики (улучшена регулировка и подстройка диапазона измерений, повышена надежность изделия, унифицированы схемотехнические решения). Все датчики используют «сухую» (без разделительной жидкости) конструкцию приемника давления и выпускаются в исполнениях: «общепромышленное», «искробезопасное» или «взрывонепроницаемая оболочка». По-своему интересен датчик «Метран-44» с 3-мембранной конструкцией (измерительная мембрана защищена двумя разделительными мембранами и кремнийорганической жидкостью), обеспечивающей корро-

зионную стойкость в химически агрессивных средах.

Большинство из уже упомянутых ИПД, при всех своих достоинствах, определяющих их широкое применение в промышленности, обладает двумя существенными недостатками: низкими интеллектуальными и интерфейсными возможностями. В этих условиях экономически оправданным может оказаться приобретение ИПД ведущих мировых производителей или их отечественных аналогов (например «Метран-1151» является аналогом интеллектуального датчика «Alphaline 1151» фирмы Fisher-Rosemount).

Рис. 6. Преобразователи SITRANS P

Кроме массовой модели «Alphaline 1151», в продукции Fisher-Rosemount выделяются один из самых точных общепромышленных датчиков — модель 3051, а также интеллектуальный датчик с точностью 0,2% и возможностью перестройки диапазонов измерений 20:1 и 10:1 — модель 2088.

Фирма Honeywell предлагает датчики давления SMW3000 линии Smartline и ST3000 линии Fieldbus. Многопараметровый датчик SMW3000 (модель STM125) одновременно измеряет три параметра процесса: абсолютное давление и перепад давлений с одной трубной вставки (самого устройства, подключаемого к трубе) и температуру с отдельного стандартного датчика температуры — термопреобразователя сопротивления Pt 100 или термопары. Давление в приборе измеряется пьезорезистивным тензодатчиком. Микропроцессорная обработка результатов обеспечивает широкий диапазон измерений давления — 400:1 по давлению дифференциальному (ДД) и 150:1 по давлению избыточному (ДИ), повышенную точность — 0,075% в цифровом режиме передачи данных и улучшенную компенсацию по температуре — дополнительная температурная погрешность не превышает 0,0875% на каждые 28°C. Датчик дифференциального давления STD924 серии ST 3000 обеспечивает соотношение измеряемых



диапазонов 16:1 и суммарную дополнительную температурную погрешность в пределах 0,4% от диапазона на каждые 28°C изменения температуры относительно номинальной.

Высоконадежные и высокоточные интеллектуальные ИПД SITRANS P (серии MKII, DS, HK) фирмы Siemens предназначены для измерения уровня избыточного, дифференциального и абсолютного давления жидкости от 1 мбар до 4000 бар (рис. 6). Для различных задач можно воспользоваться различными преобразователями с разнообразными соединениями и насадками. Возможно использование местных индикаторов. Устройства SITRANS P существуют в стандартном исполнении (выход 4-20 мА), Smart (с использованием HART) и с подключением Profibus-PA. Обеспечивается возможность бесступенчатой перестройки диапазона измерения по месту. Датчики зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации. Имеется свидетельство взрывозащищенности электрооборудования.

Датчики серии Z могут быть использованы для решения задач, не требую-

щих высокой точности измерения, а также перестройки диапазона измерения в процессе эксплуатации. Они предназначены для измерения избыточного и абсолютного давления газов, жидкостей и пара в энергетической и машиностроительной промышленности, системах водоснабжения и т.п. и отличаются малым весом и габаритами. Датчик состоит из тонкопленочной измерительной ячейки с керамической мембраной и электронной схемы, которые встроены в корпус из нержавеющей стали (IP65). В эксплуатации преобразователи не требуют технического обслуживания, кроме периодической проверки нуля диапазона.

УСТАНОВКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ В АСКУЭ

Установка конкретного ИПД для измерения давления в напорном трубопроводе должна производиться таким образом, чтобы исключить или свести к минимуму влияние на процесс измерения и эксплуатации прибора таких дестабилизирующих и опасных факторов, как а) высокие

температуры среды энергоносителя и внешней окружающей среды, б) вибрации трубопровода, в) химическая агрессивность среды энергоносителя, г) взрывоопасность среды энергоносителя и внешней среды, д) электромагнитные помехи и радиация. С учетом предельных характеристик ИПД и конкретных условий окружающей среды преобразователи устанавливаются и закрепляются либо непосредственно на трубе в месте измерения давления, либо дистанционно на настенной панели с подводкой к измеряемой среде посредством соединительных трубок (рукавов) и, если необходимо, разделителей мембранных (РМ) или сосудов уравнивающих и уравнивающих конденсационных. Кроме того, как в первом, так и во втором случаях подключение ИПД осуществляется, как правило, через вентильный (клапанный) блок, позволяющий, во-первых, отключить через запорный вентиль прибор от точки измерения, во-вторых, с целью контроля и поверки прибора в рабочих условиях подключить параллельно прибору через уравнивающий вентиль другой контрольный (образцовый) прибор или другую среду (например, атмосфер-

PLANAR
The Definition of Quality

Электролюминесцентные дисплеи Planar® – **ИДЕАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ** для отображения данных в медицине, промышленной автоматизации, на транспорте, в военных системах

ЧЁТКО БЕЗОПАСНО ЯСНО

- Практически отсутствует паразитное электромагнитное излучение
- Устойчивость к ударам и вибрациям
- Широкий температурный диапазон от -45° до +65°C
- Высокая яркость и контрастность изображения
- Разнообразие размеров – от 160×80 до 640×480 точек

Новое семейство ЖК-дисплеев

- Максимальное разрешение 800×600 пиксел
- Максимальная яркость 1000 кд/м²
- Широкий диапазон рабочих температур от -40 до +70°C (модель LC 640.480.21-065HTR)

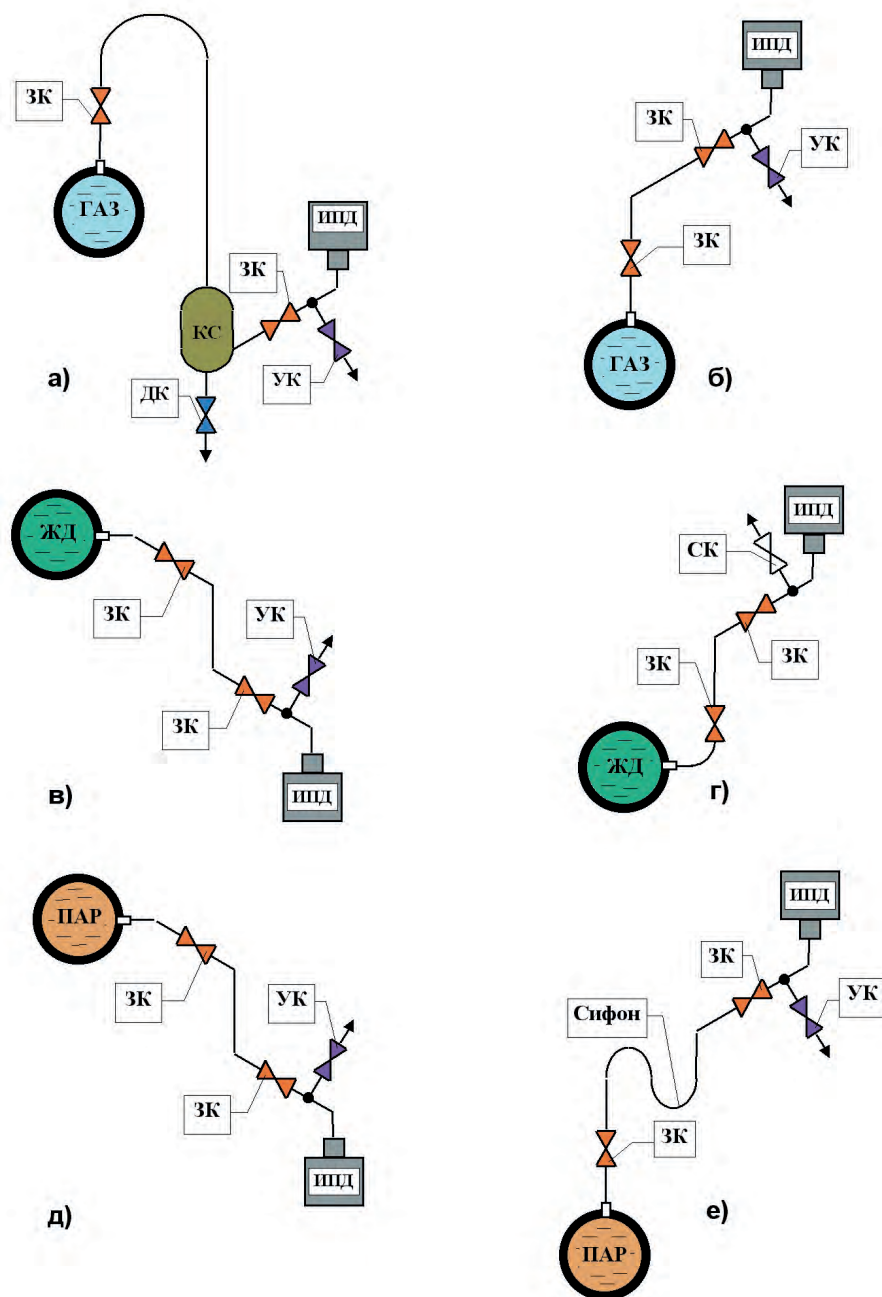


#151

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА: Телефон: (095) 234-0636
доб. 210 — отдел поставок,
доб. 203 — тех. поддержка
Факс: (095) 234-0640
Адрес: 117313, Москва, а/я 81
www.prosoft.ru
E-mail: root@prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ: (812) 325-3790, 325-3791
ЕКАТЕРИНБУРГ: (3432) 75-1871, 49-3459
www.prosoft.ural.ru

ДИЛЕРЫ ФИРМЫ ПРОСОФТ: АЛМА-АТА: ТНС-ИНТЕК (3272) 54-7162/7553 • **ВОРОНЕЖ:** Воронежпромавтоматика (0732) 53-8692/5968 • **ДНЕПРОПЕТРОВСК:** RTS (056) 770-0400 www.rts-ukraine.com • **ЕРЕВАН:** МШАК (8852) 27-7734/1928, 27-6991 www.mshak.am • **ИРКУТСК:** Инэкс-Групп-Сервис (3952) 25-8037, 20-0550/0660 www.inex-group.ru • **КАЗАНЬ:** Шатл (8432) 38-1600 • **КЕМЕРОВО:** Конкорд-Про (3842) 35-7591 • **КИЕВ:** Логикон (044) 252-8019/8180, 261-18-03 www.logicon.com.ua • **КРАСНОЯРСК:** ТокСофт-Сибирь (3912) 65-3009 www.toxsoft.ru • **МИАСС:** Интех (35135) 27-905, 23-933, 28-764 • **МИНСК:** Элтикон (+375-17) 263-3560/4066/5191 • **МОСКВА:** Антрел (095) 269-3321 www.antrel.ru • **Н.НОВГОРОД:** СКАДА (8312) 36-6644 • **НОВОСИБИРСК:** Индустриальные технологии (3832) 34-1556, 39-6380 www.i-techno.ru • **ОЗЕРСК:** Лидер (35171) 28-825, 23-906 • **ПЕНЗА:** Технолинк (8412) 55-9001 www.tl.ru • **ПЕРМЬ:** Пром-А (3422) 19-5566 www.prom-a.ru • **РИГА:** MERS (+371), 780-1100, 75-43325, 92-43271, www.mers.lv • **РЯЗАНЬ:** Системы и комплексы (0912) 24-1182 • **САМАРА:** Бинар (8462) 66-2214, 70-5045, 16-5385, 63-2737 • **САРАТОВ:** Трайтек Системс (8452) 52-0101, (095) 733-9332 www.tritec.ru • **ТАГАНРОГ:** Квинт (8634) 31-5672 • **УСТЬ-КАМЕНОГОРСК:** Техник-Трейд (3232) 25-4064 http://technik.ug.kz • **УФА:** Интек (3472) 74-4841 www.intek.ufanet.ru • **ЧЕЛЯБИНСК:** ИСК (3512) 62-6464, 35-5440 • **ЯРОСЛАВЛЬ:** Спектр-Трейд (0852) 21-4914/0363 http://spectrtrade.yaroslavl.ru



Условные обозначения: ЗК — запорный клапан, УК — уравнильный клапан, СК — спусковой клапан, ДК — дренажный клапан, КС — конденсационный сосуд, ЖД — жидкость.

Рис. 7. Схемы установки ИПД (ДИ/ДА) на трубопровод для измерения давления газа, жидкости и пара при размещении ИПД ниже (а, в, д) или выше (б, г, е) уровня отбора давления

ный воздух), в-третьих, через спусковой (продувочный или дренажный) вентиль удалить скопившийся газ или конденсат из измерительной полости прибора или соединительной трубки.

При измерении давления химических агрессивных сред необходимо либо использовать ИПД с соответствующими защитными характеристиками (например, с защитным фторопластовым слоем наружной стороны измерительной мембраны или со встроенной внутренней защитно-раздели-

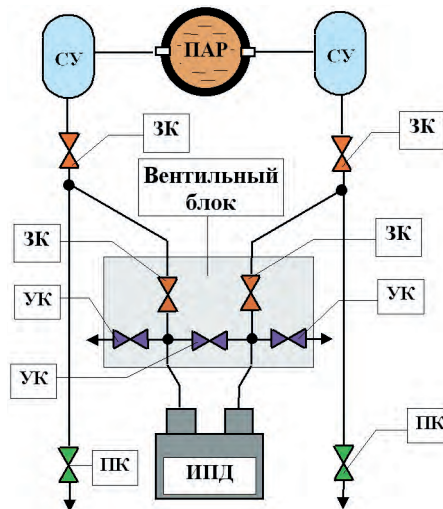
тельной мембраной из коррозионно-стойкого материала типа, например, титана или тантала), либо применять внешние выносные РМ, которые могут соединяться с ИПД непосредственно через штуцер прямым монтажом или капиллярным монтажом через соединительную трубку. Использование внешних РМ позволяет применять обычные ИПД в условиях, превышающих их защитные характеристики: в агрессивной среде, при наличии в среде твердых осадков и абра-

зивов, в вязкой среде (например, мазуте), при повышенных санитарно-гигиенических требованиях к процессу измерения (среды медицинских или пищевых продуктов). Внешние разделители содержат, как правило, замкнутую полость между двумя разделительными мембранами, наполненную инертной жидкостью (например силиконовым маслом). Передача давления от РМ к измерительной мембране ИПД через соединительные трубки также осуществляется посредством жидкости, заполняющей эти трубки.

На практике часто вместо РМ используются устаревшие безмембранные разделительные сосуды, в которых часть сосуда заполняется измеряемой средой, а другая часть со стороны ИПД и соединительной трубки — передаточной, или разделительной жидкостью. Такое решение при измерении жидких сред может со временем привести к смешиванию в результате диффузии измеряемой и разделительной сред, то есть утрате самой разделительной функции с соответствующими последствиями, а при измерении газовых сред — к диффузии газа в разделительную среду с переводом ее в двухфазное состояние с потерей функции несжимаемости, что ведет к росту погрешности измерения давления.

Соединительные трубки (металлические) используются прежде всего с целью снижения температуры измерительной или передаточной среды до допустимого температурного диапазона работы конкретного ИПД. Для этого трубки выполняются без тепловой изоляции, а их длина выбирается таким образом, чтобы в месте установки прибора температура среды не превышала допустимого значения. При длинной соединительной трубке (обычно ее длина не превышает нескольких десятков метров) у места ее присоединения к трубопроводу устанавливается дополнительный запорный вентиль для отключения трубки в случае аварии. Трубки не должны вносить дополнительные погрешности в измерение давления, и с этой целью их надлежит заполнять однофазной несжимаемой передаточной средой, а также присоединять к трубопроводу и прокладывать так, чтобы исключить образование в них двухфазных сред — газозвушных пузырей («газовых мешков») при измерении давления

жидких сред или конденсата при измерении давления газовых сред (рис. 7, 8). Это достигается подключением трубок к горизонтальному трубопроводу с середины его профиля при измерении давления жидких сред и сверху — при измерении газовых сред, а также прокладкой соединительных трубок с уклоном в сторону, обеспечивающую удаление газов (уклон вниз) или конденсата (уклон вверх) в измеряемую среду трубопровода. В этих же целях необходимо размещать ИПД для жидких сред ниже уровня отбора давления, а для газовых сред — выше этого уровня. Если такие условия трудновыполнимы, то в соединительных линиях предусматривают газосборники со спусковыми клапанами (их функцию в ряде случаев могут выполнять уравнильные клапаны) или конденсатосборники с дренажными клапанами (вентильми) для периодического удаления побочной среды. Соединительные трубки должны быть защищены от переменных воздействий внешних источников тепла или холода (за исключением естественного постоянного теплообмена с окружающей средой).



Условные обозначения:
ЗК — запорный клапан,
ПК — продувочный клапан,
УК — уравнильный клапан,
СУ — сосуд уравнильный.

Рис. 8. Схема установки ИПД (ДД) на трубопровод для измерения давления пара при размещении ИПД ниже уровня отбора давления

При измерении давления водяного пара с использованием соединительных трубок невозможно избежать образования двухфазной среды в процессе охлаждения пара и передачи его дав-

ления через трубки на удаленный ИПД. Поэтому здесь ставится задача резкого перехода от пара к конденсату, который становится несжимаемой передающей разделительной средой. С этой целью передача давления осуществляется либо через трубку с сифоном (U-образным или кольцевым), в котором скапливается охлаждающийся конденсат, играющий роль водяного затвора, или через трубку с уравнильным конденсационным сосудом, который поддерживает постоянным уровень конденсата в системе передачи давления пара (рис. 7 д, е). Особенно важно поддержание постоянства и равенства уровней конденсата в соединительных трубках при измерении дифманометром перепада давления пара на сужающем устройстве (диафрагме) в расходомерах переменного перепада давления (рис. 8).

В АСКУЭ измерение давлений энергоносителей необходимо производить как в расчетных, так и в технологических целях. Так, согласно российским «Правилам учета тепловой энергии и теплоносителей», действует требование регистрации давления сетевой (теплофикационной) воды в подающем и об-

Универсальные 19" субблоки

для печатных плат и модулей
по МЭК 60297-3 и IEC 1101

europac PRO

Schroff®

Типоразмеры
3U, 4U, 5U, 6U и 9U

Легкая интеграция
средств электромагнитной защиты суб-
блока

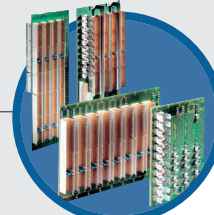
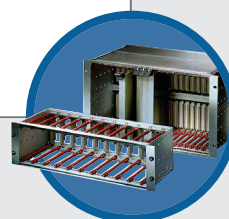
Свободно доступная
программа конфигури-
рования субблока по
желанию заказчика



Огромный выбор
вариантов
исполнения
и принадлежностей



Полная совмести-
мость с микропро-
цессорными систе-
мами на базе шин
CompactPCI, VME64x,
VME и другими, осно-
ванными на евро-
конструктивах



Pentair
Enclosures

74

DataWorX32
Вторичная обработка данных
и резервирование

GraphWorX32
Система визуализации
технологических параметров

TrendWorX32
Построение графических
зависимостей и архивирование

AlarmWorX32
Обнаружение аварийных событий
и оповещение ответственного персонала

ScriptWorX32
Разработка и исполнение
глобальных сценариев VBA 6.0

OPC ToolWorX
Средство быстрой разработки
серверов OPC



Инструментарий — БЕСПЛАТНО!

Оплачивается только run-time



WEB HMI



30-дневный run-time **БЕСПЛАТНО**

Среда разработки **БЕСПЛАТНО**

Русификатор, русская документация и учебник **БЕСПЛАТНО**



Хотите стать профессионалом?
Заказывайте CD-ROM GENESIS32.
Записывайтесь на учебный курс
по факсу (095) 234-0640
или E-Mail market@prosoft.ru.

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

ПРОСОФТ Москва: 117313, Москва, а/я 81
Тел: (095) 234-0636 · доб. 210 - отдел поставок
доб. 203 - тех. поддержка · Факс: (095) 234-0640
Web: www.prosoft.ru · E-mail: root@prosoft.ru
ПРОСОФТ С.-Петербург: (812) 325-3790, 325-3791
ПРОСОФТ Екатеринбург: (3432) 75-1871, 49-3459

ратном трубопроводах на узле учета потребителя, причем это требование не связано с точностью учета теплоносителя (при обычном давлении вода несжимаема), а носит технологический характер — контроль режима теплопотребления и обязательств энергоснабжающей организации. Аналогичные цели преследует измерение давления в трубопроводах холодного и горячего водоснабжения, в мазутопроводах. Вместе с тем измерение давления в трубопроводах газо- и пароснабжения принципиально важно, в первую очередь, для учета расхода и количества энергоносителя, а также соответствующего тепла (при учете перегретого пара без измерения давления не обойтись, а при учете насыщенного пара можно выбрать на альтернативной основе измерение либо давления, либо температуры). Типовые величины давлений, измеряемых в рамках АСКУЭ предприятий, обычно принадлежат диапазону 0...20 атм (0...2 МПа).

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Выбор первичных (измерительных преобразователей давления или циф-

ровых манометров с унифицированным электрическим сигналом) средств измерения давления и вторичных средств АСУ ТП или АСКУЭ предприятия должен производиться не случайным, фрагментарным, а системным образом в рамках единого и полного проекта, учитывающего как существующее, ранее смонтированное оборудование, так и установку нового.

2. Выбор первичных средств измерения давления должен осуществляться в зависимости от их применения для коммерческого или технического учета энергоносителей, а также от их использования для измерения давления в расчетных или технологических целях. В случае коммерческого учета следует выбирать приборы более высокого класса по точности, надежности и стабильности, чем в случае технического и тем более технологического контроля.

3. Выбор или модернизация первичных средств измерения давления должен обязательно выполняться с учетом их совместимости (информационной, электрической, сетевой) с устройствами среднего уровня АСУ ТП или

АСКУЭ (контроллерами, многофункциональными преобразователями).

4. Выбор первичных средств измерения давления должен производиться с учетом соответствия их характеристик конкретным задачам, условиям и особенностям эксплуатации (вид среды, предполагаемый диапазон давления и температуры, требуемая точность, наличие дестабилизирующих факторов, необходимый тип выходного сигнала и т.п.). Следует особое внимание уделять анализу характеристик надёжности и помнить, что самый дорогой путь — это выбор устройства по минимальной стоимости.

5. Монтаж первичных средств измерения давления должен производиться с учетом всех дестабилизирующих факторов и с использованием, если необходимо, дополнительных средств: вентильных блоков, разделителей мембранных, сосудов уравнивающих, соединительных трубок и т.д. ●

Автор — сотрудник Белорусского теплоэнергетического института
Телефон: (10-375-17) 206-3308
Факс: (10-375-17) 220-4129

23-26 апреля 2002, Санкт-Петербург
Выставочный центр Северо-Запада



ИЗМЕРЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИТИКА

**Третья международная выставка
контрольно-измерительных и
аналитических приборов, систем и
технологий, средств и систем
автоматизации для предприятий всех
отраслей экономики, всех регионов России
и стран ближнего зарубежья.**



Оргкомитет выставки:
Санкт-Петербург, пл. Победы, д.2
Тел./факс: (812) 373-8210, 373-2778, 371-8696.
E-mail: automation@alsima.spb.ru

WWW.ALSIMA.SPB.RU/AUTOMATION

**Информационная поддержка Интернет-портала
«Промышленная автоматизация в России»
www.industrialauto.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

Промышленная рабочая станция AWS-8420

Фирма Advantech пополнила ряд выпускаемых изделий новой промышленной рабочей станцией AWS-8420 с цветным 12,1-дюймовым TFT ЖК-дисплеем. Конструкция корпуса позволяет устанавливать AWS-8420 как в 19-дюймовую стойку, так и монтировать на панель. При этом обеспечивается удобный доступ для установки, эксплуатации и технического обслуживания станции.

Данное изделие поставляется с объединительной платой, имеющей 8 слотов ISA или 4 ISA+3 PCI+1 CPU. Удобство реализации операторских функций обеспечивают дисплей повышенной яркости с разрешением 800×600 точек, 60-клавишная мембранная клавиатура, наличие отсека для размещения малогабаритного CD-ROM, возможность оснащения изделия сенсорным экраном. Промышленная рабочая станция AWS-8420 специально разработана для применения в жестких условиях промышленной эксплуатации, имеет встроенный вентилятор охлаждения и переднюю панель со степенью защиты IP65. ●



120

Вычислительные модули SOM

Фирмой Advantech представлена технология, позволяющая получать эффективные по стоимости и функциональным возможностям решения. Модули SOM (System On Module) предназначены для использования в качестве вычислительного ядра для встраиваемых приложений. Они представляют собой недорогие высокоинтегрированные модули, которые используются совместно с платой-носителем. Платы-носители заказываются для каждого конкретного приложения, их разработка и изготовление осуществляется в рамках 30-дневной программы DTOS (Design To Order Service).

Модули SOM используют различные типы базовых процессоров и отличаются разными комбинациями функциональных возможностей из ряда: контроллеры Ethernet, VGA, НЖМД/НГМД, поддержка Compact-Flash и плоскостопанельных дисплеев и т.д. Общим для всех модулей является наличие ОЗУ объемом до 256 Мбайт, стандартного набора портов и габаритные размеры 68×100 или 95×114 мм. ●



111

Анонсирована серия ADAM-6000

Фирма Advantech анонсировала новую серию модулей ADAM-6000, начало производства которой ожидается в самое ближайшее время.

ADAM-6000 – это серия устройств сбора данных и управления на базе сетевого стандарта Ethernet 10 Мбит/с, реализующих функции ввода-вывода, обработки данных и работы в сети на уровне одного модуля. Новая серия позволяет строить эффективные по стоимости распределенные системы контроля и управления для широкого круга промышленных и иных применений.

Пользователи могут легко добавить модули ввода-вывода серии ADAM-6000 в уже существующие сети или использовать эту серию в новых сетях, построенных на стандартном оборудовании. ADAM-6000 поддерживает протоколы TCP/IP и UDP/IP, а также стандартный промышленный протокол ModBus/TCP для сопряжения с традиционными HMI/SCADA-системами. ●



114

Малогабаритный панельный компьютер PPC-105

Полнофункциональный мультимедийный компьютер PPC-105 фирмы Advantech выполнен на базе процессора NS Geode GX1 с тактовой частотой 300 МГц и низким энергопотреблением. Особенностью данного панельного компьютера является отсутствие в корпусе вентиляторов для охлаждения. PPC-105 оснащен ярким 10-дюймовым TFT ЖК-дисплеем с разрешением 800×600 точек. Компьютер содержит встроенную звуковую подсистему, оперативную память типа SODIMM объемом до 128 Мбайт и контроллер Ethernet 10/100Base-T. Мультимедийные возможности PPC-105 реализуются через 4 последовательных и один универсальный параллельный порты, порты подключения клавиатуры и мыши, входы и выходы звуковой подсистемы. Передняя панель компьютера обладает степенью защиты IP65. PPC-105 имеет относительно небольшие габаритные размеры (342×265×92 мм) и массу всего 3,5 кг. ●



112

Новый каталог фирмы ПРОСОФТ

Вышел в свет очередной, седьмой по счету каталог фирмы ПРОСОФТ. Необходимость нового издания продиктована не только высокими темпами обновления техники, но и расширением номенклатуры поставляемой фирмой ПРОСОФТ продукции. Новым для каталога стало появление изделий фирм ADDI-DATA (платы ввода-вывода CompactPCI), Dataforth (модули гальванической изоляции), VMIC (промышленные компьютеры и платы ввода-вывода VME/ CompactPCI). Как всегда, много новинок у фирм Advantech, Pepperl+Fuchs, Siemens. Новые модули, конструктивы и программное обеспечение, разработанные в России, представила фирма Fastwel. Заметно расширились разделы фирм Grayhill и Hirschmann, посвященные оборудованию для промышленных сетей и распределенных систем.

Каталог имеет приложение с типовыми решениями задач АСУ ТП, и не трудно заметить, что все необходимое для этого предлагается фирмой ПРОСОФТ. Для приобретения продукции в каталоге предусмотрен бланк заказа. ●



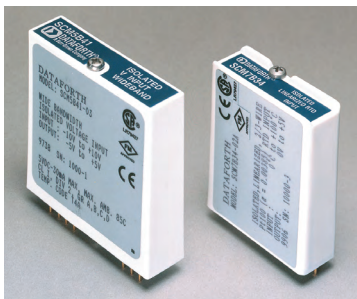
22

Нормализаторы фирмы Dataforth

Поставляемые фирмой Dataforth нормализаторы с гальванической изоляцией серий SCM5B и SCM7B предназначены для нормализации, фильтрации, усиления входных сигналов, поступающих с датчиков в систему управления, и вывода управляющих сигналов на исполнительные устройства. Также эти модули служат для защиты измерительного оборудования и измерительных цепей от скачков напряжения и промышленных помех. Технические характеристики модулей:

- напряжение гальванической изоляции 1500 В;
- точность преобразования $\pm 0,05\%$;
- нелинейность $\pm 0,02\%$;
- коэффициент подавления помехи общего вида (CMR) 160 дБ;
- температурный дрейф ± 1 мкВ/°С;
- защита по входу 240 В;
- диапазон рабочих температур от -40 до 85°C .

Для модулей SCM5B и SCM7B корпорация Dataforth предлагает полный спектр установочных панелей, в том числе с возможностью крепления на DIN-рейку, соединительные кабели и монтажные аксессуары. ●



97

Виртуальный осциллограф с поддержкой USB-модуля АЦП

Новая версия виртуального осциллографа-спектроанализатора-регистратора фирмы «Л-Кард» включает поддержку USB-модуля АЦП Е-440. Виртуальный прибор обслуживает до 16 измерительных каналов и, подобно большинству изделий «Л-Кард», комплектуется программами регистрации и визуализации данных. Кроме того, открытый формат файлов полученных данных позволяет проводить их обработку и другими программами. ●

ЗАО «Л-Кард»

Телефон:

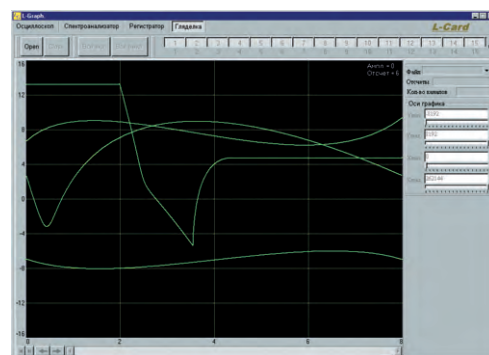
(095) 257-1710

E-mail:

www.lcard.ru

Web:

lcard@lcard.ru



436

Новые абсолютные шифраторы Pepperl+Fuchs

Интересную новинку представила компания Pepperl+Fuchs. Это абсолютные одно- и многооборотные шифраторы серий CVS58, CVM58 для систем CANopen и шифраторы серий DVS58, DVM58 для сетей DeviceNet. Оба типа используемых интерфейсов – CANopen и DeviceNet – являются гальванически изолированными.

Датчики имеют сплошной стальной вал с фланцем под зажим или под шпонку. Разрешающая способность однооборотных шифраторов 13 бит, многооборотных – 25 бит (4096 дискретов на оборот). Параметры функционирования датчиков: направление отсчёта, координаты предельных положений, общее разрешение и т.п. – могут устанавливаться через сеть, обеспечивая высокую надёжность передачи данных и уменьшение затрат на прокладку дополнительных кабелей. Благодаря подключению шифраторов к шине через съёмный соединительный отсек возможна быстрая замена датчиков, упрощающая их установку и обслуживание. ●



124

Лазерные измерители расстояния

Для решения многих задач, связанных с измерением расстояния до объекта и определением с миллиметровой точностью местоположения предметов, компания Pepperl+Fuchs предлагает лазерные измерители серии EDM.

Оптический метод измерения по отраженному импульсному излучению делает возможным применение EDM в промышленных условиях. Измерители могут комплектоваться по выбору интерфейсами SSI, Interbus, Profibus или RS-232, что делает их совместимыми с наиболее распространёнными системами управления. Диапазоны измерений у разных изделий из серии EDM лежат в пределах от 0,5 до 240 м.

Лазерные измерители серии EDM применяются для линейных измерений в деревообрабатывающей промышленности, в строительной индустрии, а также для точного позиционирования механизмов подъёмников, кранов-штабелеров, транспортных тележек, козловых кранов и решения многих других динамичных задач. ●



125

Считыватели штрих-кодов фирмы Pepperl+Fuchs

Компания Pepperl+Fuchs представила новые считыватели штрих-кодов серий VB10, VB12, VB14. Данные изделия допускают большое разнообразие способов их монтажа, соответствующих широкому кругу возможных применений. Для задания функциональных параметров считыватели снабжены двумя последовательными портами: RS-232 и RS-485. Посредством программы VISO-Setup осуществляются программирование устройства и диагностирование качества считывания даже в процессе работы.

Между считывателем и штрих-кодовой поверхностью допускаются расстояния от 10 до 600 мм. Изделия серий VB12 и VB14 наиболее удобны для применения в условиях ограниченного монтажного пространства. Степень защиты корпуса – IP65. Считыватели штрих-кодов широко используются в составе полиграфического и упаковочного оборудования, в конвейерных и сортировочных системах, в роботизированных сборочных установках. ●



178

Сетевое оборудование для применения в морских условиях

Германское отделение компании Lloyd одобрило применение в морских условиях оборудования фирмы Hirschmann для сетей Ethernet. Прошедшие эту процедуру трансиверы, концентраторы и коммутаторы имеют механические и электрические параметры, которые по ряду показателей существенно превышают требования для традиционных промышленных применений.

Трансиверы RT1-TP/FL и RT2-TX/FX, концентраторы RH1-TP, RH1-TP/FL и RH2-TX, а также коммутатор RS2-TX/TX и модификации для морского применения коммутаторов RS2-FX/FX являются первыми компонентами оборудования сетей Ethernet из числа монтируемых на DIN-рейку и имеющих напряжение питания 24 В постоянного тока, соответствующими высоким требованиям Германского отделения компании Lloyd для использования в судостроении, на буровых площадках морских нефтяных месторождений и морских ветроэлектрических установках. ●



50

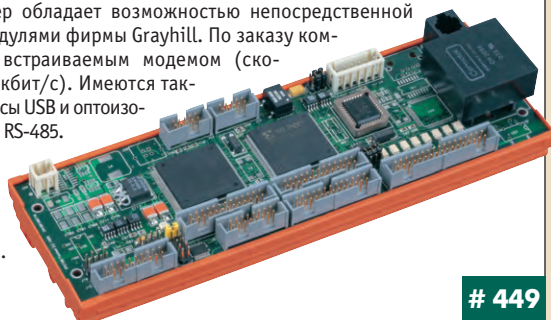
Новый контроллер фирмы Fastwel

Фирма Fastwel объявила о выпуске новой версии специализированного встраиваемого контроллера с поддержкой Ethernet. Контроллер RTU186 выполнен на базе процессора Am186CU с частотой 50 МГц, имеет 512 кбайт ОЗУ (EDO RAM) и установленный на плате флэш-диск ёмкостью 512/1024 кбайт.

К особенностям изделия относятся наличие встроенного контроллера Ethernet 10Base-T и расширенные возможности ввода-вывода: 8 изолированных каналов АЦП с разрешением 12 бит, 16 каналов дискретного ввода с гальванической изоляцией и источником напряжения 9 В для запитки «сухих» контактов и 8 дискретных выходов типа «открытый коллектор». Общее количество многофункциональных цифровых каналов ввода-вывода с уровнями ТТЛ до 72.

Контроллер обладает возможностью непосредственной работы с модулями фирмы Grayhill. По заказу комплектуется встраиваемым модемом (скорость до 56 кбит/с). Имеются также интерфейсы USB и оптоизолированный RS-485.

Диапазон рабочих температур RTU186: -40...+85°C.



449

Новые векторные преобразователи частоты фирмы Siemens

Преобразователи частоты четвертого поколения MICROMASTER 440 предназначены для регулирования скорости вращения низковольтных двигателей переменного тока мощностью от 120 Вт до 75 кВт. Особенности, отличающими новую серию от ее предшественников, являются наличие режима векторного управления, а также:

- модульная конструкция, обеспечивающая гибкость конфигурации;
- точно-задаваемая характеристика U/f;
- векторное управление моментом;
- встроенный ПИД-регулятор с функцией автоподстройки;
- более высокая скорость реакции на сигналы управления;
- улучшенная система защиты преобразователя и двигателя.

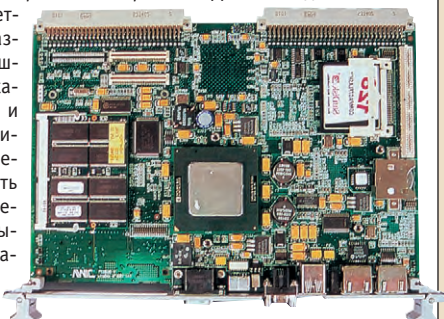
Режим векторного управления без датчика обратной связи позволяет использовать новую серию для решения многих задач, требующих применения приводов с широким диапазоном регулирования. Преобразователи имеют разрешение на применение Госгортехнадзора РФ.



149

Процессорная плата с шиной VME

Новая процессорная плата VMIVME-7751 в стандарте VME выпущена фирмой VMIC. Данное изделие выполнено на базе процессора Pentium III с тактовой частотой 733-1266 МГц и имеет частоту внутренней шины 133 МГц. На плату может быть установлена память размером от 32 до 512 Мбайт. Имеется встроенный контроллер Dual Ethernet 100 Мбит/с с возможностью удаленной загрузки, а также видеоконтроллер AGP SVGA с объемом видеопамати 4 Мбайт. VMIVME-7751 поддерживает устройства CompactFlash ёмкостью до 192 Мбайт, содержит слот PMC, сторожевой таймер, 4 таймера и часы реального времени. Данное изделие в наибольшей степени соответствует применению в различных областях промышленности, телекоммуникационных технологиях и специальных приложениях, включая системы реального времени, то есть везде, где ключевыми требованиями являются высокая надежность, отказоустойчивость и короткое время восстановления.



99

Аналоговые интерфейсные модули серии 3RS17

Фирмой Siemens объявлено о начале поставок серии недорогих преобразователей, предназначенных для ввода аналоговых сигналов с датчиков в устройство обработки и вывода сигналов для управления исполнительными механизмами. Эти изделия отличаются высокой точностью (не хуже 0,1%), хорошей линейностью (0,02%) и имеют гальваническую изоляцию, которая может быть двухсторонней (вход-выход) и трехсторонней (вход-выход-цепь питания).

Поставляются два вида преобразователей: активного типа, требующие внешнего источника питания, и пассивного типа, питание которых осуществляется от одного из сигналов. Устройства выполнены в виде компактных модулей (80×62/125/175×84 мм) и могут устанавливаться на стандартный 35 мм DIN-рейс. Подключение к внешним цепям осуществляется с помощью винтовых или пружинных клемм. Степень защиты корпуса IP30, диапазон рабочих температур от -20 до +60°C.



148

Миниатюрные промышленные блоки питания Siemens

Новые блоки питания семейства SITOP power с широким диапазоном входного напряжения специально разработаны для применения вместо устройств со стандартными номиналами питающих напряжений в сетях с нестандартным напряжением и/или в условиях, когда напряжение сети изменяется в очень широком диапазоне.

Данное изделие имеет ширину всего 22,5 мм и выполнено в пластмассовом корпусе (22,5×80×90 мм), который может монтироваться на стандартный 35 мм DIN-рейс. Важная особенность новых блоков питания – расширенный диапазон рабочих температур от -20 до +70°C.

Для подключения внешних цепей используются винтовые клеммные зажимы. Вариант изделия для сети переменного тока имеет диапазон входного напряжения от 93 до 264 В, а вариант для сети постоянного тока – от 30 до 264 В; при выходном напряжении 24 В ± 0,2%. Нагрузочная способность таких вариантов блока питания равна соответственно 0,5 и 0,375 А.



226

Программируемое реле ZEN

Фирма OMRON выпустила новый тип сверхминиатюрного логического устройства, получившего название «программируемое реле ZEN». Модуль имеет до 4 релейных выходов (с помощью модулей расширения количество линий ввода-вывода может быть увеличено), которые объединены в компактном корпусе (90×70×56 мм), монтируемом на стандартный DIN-рейс. Работает устройство по принципам релейной логики, а наличие в его составе микропроцессора, блока памяти для хранения программ, 12-символьного ЖКИ и 8 клавиш управления обеспечивает реализацию функций контроллера. Программирование ZEN осуществляется через персональный компьютер, хранение информации производится на съемном носителе. Номиналы питания: 110-220 В перем. тока или 24 В пост. тока. Вес 300 г. Диапазон рабочих температур от -20 до +75°C.

Основными областями применения ZEN являются коммунальное хозяйство, агротехнический комплекс, системы управления зданиями.



93

Наш журнал продолжает рубрику «Будни системной интеграции». Ее 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 такой рубрике является прекрасным шансом прорекламировать свою фирму и её возможности перед многотысячной аудиторией читателей нашего журнала и с минимальными затратами привлечь новых заказчиков. Рубрика призвана расширить для специалистов кругозор в области готовых решений, что, несомненно, создаст условия для прекращения «изобретательства велосипедов» и для выхода на более высокие уровни системной интеграции.

АСУ санитарной циркуляционной мойки

На базе контроллера фирмы Fastwel была разработана и успешно внедрена система управления установкой санитарной циркуляционной мойки «СР-модуль ЛМ1». Установка предназначена для предприятий пищевой промышленности.

Система управления обеспечивает реализацию процесса безразборной санитарной мойки в автоматическом режиме. При этом установка выполняет подачу мощного раствора, нагрев и химическое дозирование на потоке, контроль и регулирование расхода, давления, температуры, концентрации моющего раствора. Система предусматривает как режим одноразового использования моющего раствора, так и режим рециркуляции.

При построении АСУ применены следующие изделия Fastwel: микроконтроллер CPU188, модули ввода-вывода UNIO96, платы аналогового ввода-вывода AI16 и клеммные платы. Панель оператора использует герметичную клавиатуру FK-3 (Fastwel) и дисплей EL320.240 (Planar).

Система управления обеспечивает:

- контроль и визуализацию всех параметров техпроцесса;
- контроль действий оператора;
- защиту от ошибочных действий персонала;
- архивирование показателей техпроцесса и действий оператора для последующего анализа;
- быструю реакцию на аварийные события, оповещение о них персонала.

Таким образом, система позволяет повысить эффективность санитарной обработки оборудования, что непосредственно связано с производством продуктов высокого качества. ●

ЗАО «Системы и комплексы», г. Рязань
Телефон: (0912) 24-1182
E-mail: pro@esko.ryazan.su
ООО «Техноком», г. Электросталь
Телефон: (09657) 53-272



378

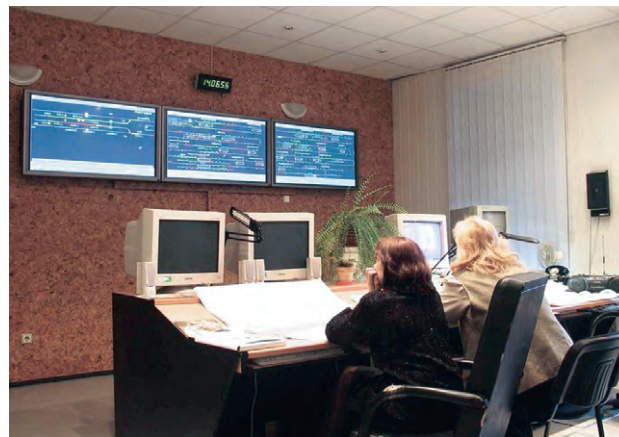
Система отображения для диспетчерских служб метрополитена

Фирмой «Бирон» совместно с Центром компьютерных железнодорожных технологий ПГУ ПС реализована система отображения диспетчерской информации на экранах коллективного пользования в метрополитене г. Санкт-Петербурга. Назначение системы — отображение информации для диспетчеров, осуществляющих контроль и управление объектами электроснабжения и движением поездов в системе КАС ДУ.

Система отображения построена на основе трех плазменных дисплеев с диагональю 50" и разрешающей способностью 1280×768 элементов. Общий размер поля изображения 3300×620 мм и общее число элементов по-

лиэкрана 3840×768. Информация выводится на экраны с трех компьютеров поездных диспетчеров и энергодиспетчеров. ●

Разработчик: ООО «Бирон»,
г. Санкт-Петербург
Телефоны: (812) 112-1712, 164-2535
E-mail: info@biron.ru
http://www.biron.ru



207

Стенды для поверки водо- и теплосчетчиков

Фирма MERS («Измерительные системы») предлагает стенды для поверки водосчетчиков и теплосчетчиков 2-го и 3-го классов. Основная погрешность водомерной части стенда не превышает $\pm 0,3\%$ от измеряемой величины. Набор диаметров проходных сечений и количество одновременно поверяемых счетчиков, а также диапазон поверочных расходов определяются заказчиком. Проектирование стендов и их компоновка осуществляются с учетом особенностей помещений для размещения оборудования. Предусмотрены оптический съём показаний с поверяемых водосчетчиков и электрический — с теплосчетчиков. Калибровка контрольных водосчетчиков осуществ-

ляется по показаниям весов или мерных баков, входящих в состав стенда.

Установки стендового оборудования работают под управлением промышленного IBM PC совместимого компьютера с платами ввода-вывода фирмы Advantech и могут быть как частично, так и полностью автоматизированными. Программное обеспечение имеет широкий набор сервисных функций, включая работу с базами данных, архивирование и распечатку результатов поверок в виде протоколов и сертификатов.

Стенды отвечают требованиям и рекомендациям таких международных стандартов, как EN 1434, ISO 4064 и других. ●

MERS Ltd. (MEtering and Regulating Systems)
Aizkraukles 23, LV-1006, Riga, Latvia
Телефон/факс: (+371) 780-1100/754-3325
E-mail: mers@mers.lv



194

Индексы продукции для карто÷ки обратной связи

Страница	Компания	Индекс
2-я обл.	Advantech	#130
2		#101
15		#114
41		#107
90		#111
90		#112
90		#114
90		#120
14	APC	#216
62	Artesyn	#52
80		#51
32	Belden	#331
21	Bopla	#43
64	Dataforth	#96
91		#97
45, 92	Fastwel	#449
75	Grayhill	#271
40	Hilsher	#181
78	Hirschmann	#48
91		#50
88	Iconics	#251
56	IEE	#361

Страница	Компания	Индекс
82	InduKey	#193
31	Interpoint	#131
24	Klinkmann	#36
79	Lippert	#195
93	MERS	#194
7	MiTAC	#171
47	National Instruments	#228
26	Octagon Systems	#6
35		#7
92	Omron	#93
58	On Time	#311
25	Pepperl+Fuchs	#123
91		#124
91		#125
91		#178
46	Pepperl+Fuchs Elcon	#176
85	Planar	#151
8	RST	#141
9	SCAIME	#411
10	Schroff/ Hoffman	#71
20		#86
87		#74

Страница	Компания	Индекс
92	Siemens	#148
92		#149
92		#226
69	SWD Software	#200
38	TiePie	#451
53	Vacon	#377
81	VMIC	#98
92		#99
19	WAGO	#405
66	Zicon Electronics	#223
52	АдАстра	#202
93	Бирон	#207
91	Л-Кард	#436
11	Прософт	#28
51		#23
59		#21
90		#22
4-я обл.		#29
68	Прософт-Е	#24
93	Системы и комплексы	#378

Редакция журнала «Современные технологии автоматизации» приглашает к сотрудничеству авторов и рецензентов.

**Телефон: (095) 234-0635,
факс: (095) 232-1653,
e-mail: Leonora@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.

«СТА» в Internet: www.cta.ru



Принимается подписка

на 2002-й год во всех почтовых отделениях страны. **Индекс по каталогу «Роспечати» – 72419.**

Индекс по объединенному каталогу «Почта России» на 1-е полугодие 2002 года – 27861, на год – 27862.

Журнал «Современные технологии автоматизации» продается в Москве в магазине «Дом технической книги»

(Ленинский проспект, д. 40), тел. 137-6019.

Подписку в странах дальнего зарубежья можно оформить в ЗАО «МК-Периодика»: тел. (095) 281-5715, факс (095) 281-3322.

Конкурс на лучшую статью

Продолжается конкурс на лучшую статью, опубликованную в журнале с 1-го по 4-й номер 2001 г.

Авторы-победители будут отмечены денежными премиями.

Подведение итогов конкурса состоится во втором номере журнала за 2002-й год.

В качестве жюри конкурса выступают все читатели «СТА» (см. карточку обратной связи).

Заполните карточку для получения бесплатной информации, оформления подписки или размещения рекламы в журнале. Отправьте по адресу: 117313 Москва, а/я 26 или по факсу (095) 232-1653.

Карточку можно заполнить на web-странице журнала «СТА»: <http://www.cta.ru>

Фамилия, имя, отчество: _____

Должность: _____

Предприятие: _____

Телефон: (_____) _____ Факс: (_____) _____

Код города (кроме Москвы) Номер Код города (кроме Москвы) Номер

Почтовый индекс: _____ Город: _____

Адрес: _____

E-mail: _____

Какая продукция необходима Вашей фирме?

- | | |
|---|--|
| ☐ Компьютеры для встраиваемых применений | ☐ Клеммы, соединители и кабели |
| ☐ Промышленные компьютеры | ☐ Корпуса, шкафы и стойки |
| ☐ Платы ввода-вывода и модули УСО | ☐ Средства коммуникации и радиомодемы |
| ☐ Источники питания | ☐ ПО РВ и SCADA-системы |
| ☐ Промышленные дисплеи, клавиатуры, «мыши» | ☐ Системы сбора данных и управления |
| ☐ Датчики | ☐ Программируемые логические контроллеры |
| ☐ Устройства хранения данных | ☐ Взрывобезопасное/искрозащищенное оборудование |
| ☐ Ноутбуки и аксессуары к ним | |

Область деятельности Вашей фирмы:

- | | |
|--|---|
| ☐ Госпредприятия | ☐ Машиностроение |
| ☐ Транспорт | ☐ Телекоммуникации |
| ☐ Электроэнергетика | ☐ Горнодобывающая промышленность |
| ☐ Химическая промышленность | ☐ Обрабатывающая промышленность |
| ☐ Металлургия | ☐ Другая |
| ☐ Авиация и космонавтика | |
| ☐ Пищевая промышленность | |
| ☐ Добыча/транспортировка нефти/газа | |

Количество работающих на Вашем предприятии:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ☐ до 10 чел. | ☐ 50–100 чел. |
| ☐ 10–50 чел. | ☐ более 100 чел. |

Ваша фирма использует средства автоматизации для

- | |
|---|
| ☐ собственных нужд предприятия |
| ☐ комплектации серийных изделий |
| ☐ реализации проектов «под ключ» |
| ☐ нужд НИОКР |
| ☐ продажи |

Оборудование каких фирм Вы применяете?

Конкурс на лучшую статью.

Укажите фамилию автора и название лучшей, по Вашему мнению, статьи из опубликованных в 2001 г.

- ☐ Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы желаете разместить рекламу в журнале «СТА».
- ☐ Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы желаете оформить бесплатную подписку на журнал «СТА». 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 через «Роспечатать» 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/ Control and Measuring Systems

6 Measuring raw materials and finished products

By Igor Adamenko and Yelena Fomenko

This article describes a system for automating weighing, dosing and measuring processes based on equipment components from SIEMENS.

12 Automated solution for scientific research

By Maxim Galitskiy, Oleg Zhugin, Vladimir Kalintsev and Vyacheslav Sorokin

This article describes an automated measuring solution using open international standards and current software and hardware.

DEVELOPMENT/ Control and Measuring Systems

16 Automated dosing system for flotation reagents at an enrichment plant

By Sergey Rogozhnikov and Vasilii Kinyov

The authors describe a system for automating the dosing of flotation reagents for the first and second units in the main facility of the Sredneuralskiy Copper-smelting Factory. The system was built using the ADAM-5510, an IBM PC-compatible programmable controller.

22 Optical pour rate measuring system for a continuous finished product measuring machine

By Aleksandr Anikin, Igor Ierusalimov and Igor Sukovatin

This article describes an optical measuring system for hot pouring with a continuous finished product measuring machine. The measuring system was designed to control the placement and speed of hot pouring for the continuous casting of steel.

DEVELOPMENT/ Astronautics

28 Problems in creating onboard computing systems for small space devices

By Oleg Gobchanskiy

The author describes certain problems that arise in the development of equipment for onboard computing systems and potential solutions. The article describes the structure of an integrated MicroPC-based solution.

36 Increasing the radiation protection of industrial automation systems in onboard equipment

By Oleg Gobchanskiy, Victor Popov and Yuriy Nikolaev

This article describes a method for increasing radiation protection, allowing for the use of equipment intended for industrial use in onboard equipment on space apparatuses. The authors cite the results of tests of MicroPC modules and certain IMS systems. The tests demonstrate a significant increase in the maximum dose of radiation in a "power off" state. The authors propose using a "periodic power switching" regime for onboard equipment.

42 System for monitoring and controlling scientific-technical experiments in space

By Igor Ozernykh, Aleksandr Podturkin, Aleksandr Drakov, Aleksandr Makarenkov, Vladimir Shishulin and Aleksandr Kolotovkin

This article describes the structure and components of a system designed for the real-time monitoring and control of crystallization processes using a zonal heating process in crystal-growing equipment in space. The basic components used ensure that the system is highly reliable when personnel tasks are carried out effectively.

DEVELOPMENT/ Machine-building

48 Automated rotor balancing system

By Dmitriy Yegorov, Lyubov Glazyrina, Pyotr Zhiganov, Aleksandr Klyuchnikov and Aleksandr Pelevin

This article describes an automated system for performing dynamic rotor balancing on a vertical balancing stand with gasostatic bearings.

SOFTWARE/ Distributed Control Systems

54 Where is the badger?

By Nikolay Gorbunov

The author describes the software and methods for creating a distributed automatic process control system using the QNX operating system.

SOFTWARE/ Instrument Systems

60 Universal software and hardware solution for an automatic process control system for chemical water treatment

By Andrey Reshetov, Boris Lopatkin and Aleksei Yelov

This article analyzes the development and implementation of an integrated software-hardware solution for automating processes based on an automatic process control system for chemical water treatment at the Yuzhnouralsk City Electric Station.

Engineer's Notebook

70 Parallel port instead of a video card

By Konstantin Kozlov

76 Measuring pressure in automated systems

By Arkadiy Gurtovtsev

Showroom

90

System Integration Projects in Brief

93

News

34

CD-ROM in this issue

PROSOFT expanded electronic catalog v 7.1.



Всё необходимое для автоматизации
технологических процессов и встраиваемых систем

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ



Расширенная электронная версия 7.1 каталога продукции фирмы ПРОСОФТ

Evolved for the eWorld
ADVANTECH

ADD-DATA

Agilent Technologies
Pioneering the 10th Way

APC
AMERICAN POWER CONVERSION

ARTESYN
TECHNOLOGIES

Belden

BOPLA
A Phoenix Micro Company

DATAFORTH

DIAMOND SYSTEMS

Fastwel

Grayhill
An ISO 9001 Company

Hirschner
COMPETENCE IN
COMMUNICATION

HIRSCHMANN

ICONICS
Pioneering the 10th Way

KEYBOARD
KEYBOARDS
INTEGRATED PANELS

InduKey

interpoint

LIPPERT
An ISO 9001 Company

MITAC

M-Systems
Flash Disk Pioneers

NSI

OCTAGON SYSTEMS

OMRON

On Time
ELECTRONIC AND SYSTEM SOFTWARE

PEPPERL+FUCHS

PEPPERL+FUCHS
ELCON

PLANAR
The Computer Interface

ROSE

RST
The Power of
The Future

SanDisk

SCAIME

Schroff

SIEMENS

TEXAS INDUSTRIAL PERIPHERALS

ULTRALOGIK

VMIC

WAGO

XP

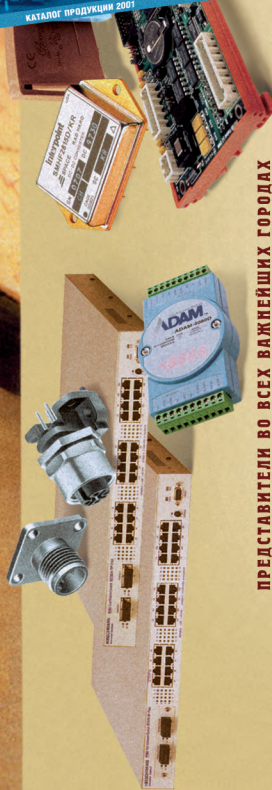
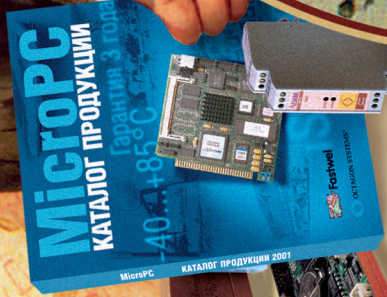
ZICON Electronics

РЕКОМЕНДУЮТСЯ

ТОВАРЫ
Высшего
Качества.

ИЗЯЩНО, ЭКОНОМНО

Полное ручательство
за доброкачественность



ПРЕДСТАВИТЕЛИ ВО ВСЕХ ВАЖНЕЙШИХ ГОРОДАХ

ProSoft ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА: Телефон: (095) 234-0636

доб. 210 — отдел поставок,

доб. 203 — тех. поддержка

Факс: (095) 234-0640

Адрес: Т117313, Москва, а/я 81

www.prosoft.ru; E-mail: roo@prosoft.ru

С-ПЕТЕРБУРГ: (812) 325-3790, 325-3791

ЕКАТЕРИНБУРГ: (3432) 75-1871, 49-3459

www.prosoft.ural.ru

ДИЛЕРЫ ФИРМЫ ПРОСОВЕТ:

АЛМА-АТА: ТНО-ИНТЕК (3272) 54-7162/7553 ● **ВОРОНЕЖ:** Воронежпромавтоматика (0732) 53-8692/5968 ● **ДНЕПРОПЕТРОВСК:** RTS (056) 770-0400 www.rts-ukraine.com ● **ЕРЕВАН:** МШАК (8852) 27-7734/1928, 27-6991 www.mshak.am ● **ИРКУТСК:** Инэкс-Групп-Сервис (3952) 25-8037, 20-0550/0660 www.inex-group.ru ● **КАЗАНЬ:** Шарт (8432) 38-1600 ● **КЕМЕРОВО:** Конкорд-Про (3842) 35-7591 ● **КИЕВ:** Потикон (044) 252-8019/8180, 261-18-03 www.logicon.com.ua ● **КРАСНОЯРСК:** ТокСофт-Сибирь (3912) 65-3009 www.tossoft.ru ● **МИАСС:** Интек (35135) 27-905, 23-933, 28-764 ● **МИНСК:** Эптоник (+375-17) 263-3560/4066/5191 ● **МОСКВА:** Антрел (095) 269-3321 www.antrrel.ru ● **Н.-НОВГОРОД:** СКАДА (8312) 36-6644 ● **НОВОСИБИРСК:** Индустриальные технологии (3832) 34-1556, 39-6380 www.i-techno.ru ● **ОЗЕРСК:** Лидер (35171) 28-825, 23-906 ● **ПЕНЗА:** Технолинк (8412) 55-9001 www.tl.ru ● **ПЕРМЬ:** Пром-А (3422) 19-5566 www.prom-a.ru ● **РИГА:** MERS (+371), 780-1100, 75-43325, 92-43271, www.mers.lv ● **РЯЗАНЬ:** Системы и комплексы (0912) 24-182 ● **САМАРА:** Бинар (8462) 66-2214, 70-5045, 16-5385, 63-2737 ● **САРАТОВ:** Трайтек Системс (8452) 52-0101, (095) 733-9332 www.tritec.ru ● **ТАГАНРОГ:** Квинт (8634) 31-5672 ● **УСТЬ-КАМЕНОГОРСК:** Техник-Трейд (3232) 25-4064 http://technic.ukg.kz ● **УФА:** Интек (3472) 74-4841 www.intek.ufanet.ru ● **ЧЕЛЯБИНСК:** ИСК (3512) 62-6464, 35-5440 ● **ЯРОСЛАВЛЬ:** Спектр-Трейд (0852) 21-4914/0363 http://spectrtrade.yaroslavl.ru