

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 4 2008

www.soel.ru



- ЭЛЕКТРОНИКА ДЛЯ АВИАЦИИ, КОСМОНАВТИКИ, ВПК
- УМНЫЙ ДОМ

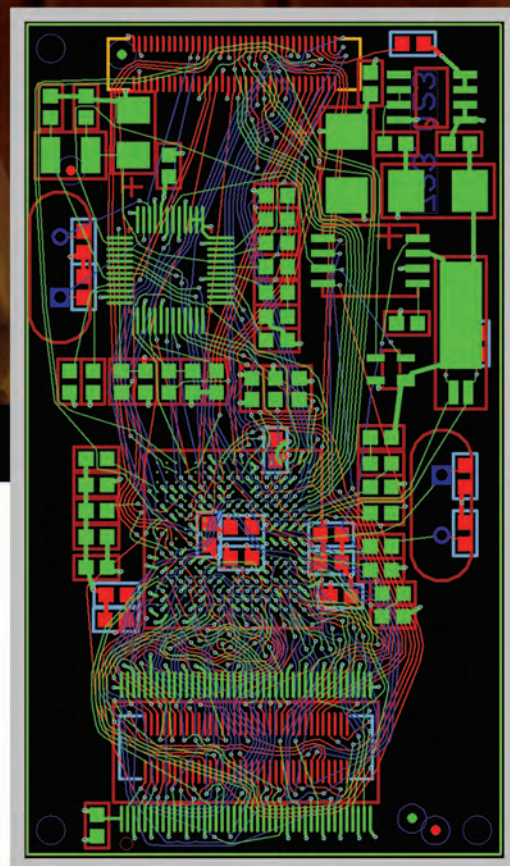
ТОРОР

Инструмент для создания шедевра!



ТороR — трассировщик печатных плат

- Высокопроизводительный, не имеющий аналогов топологический трассировщик
- Великолепное качество трассировки
- Сокращение сроков разработки электронных устройств
- Отсутствие преимущественных направлений трассировки в слоях, что существенно снижает уровень параллельности трасс и уменьшает уровень перекрестных электромагнитных помех



Официальный дистрибьютор ТороR на территории России, стран СНГ и Балтии

PROSOFT[®]

г. Санкт-Петербург: Телефон: +7 (812) 448-0444 • Факс: +7 (812) 448-0339
E-mail: topor@freestyleteam.com • Web: www.freestyleteam.com

Главный редактор

Александр Майстренко

Зам. главного редактора

Татьяна Крюк

Редакционная коллегия

Андрей Данилов, Олег Федоров

Вёрстка

Александр Либков

Обложка

Дмитрий Юсим

Служба распространения

(circul@soel.ru)

Мария Кашайкина, Ольга Галыбина

Служба рекламы

advert@soel.ru

Издательство «СТА-ПРЕСС»

Директор Константин Седов

Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26

Телефон: (495) 232-0087

Факс: (495) 232-1653

Сайт: www.soel.ru

E-mail: info@soel.ru

Журнал выходит 9 раз в год

Тираж 10 000 экземпляров

Журнал зарегистрирован в Федеральной

службе по надзору за соблюдением

законодательства в сфере массовых

коммуникаций и охране культурного наследия

(свидетельство ПИ № ФС77-18792

от 28 октября 2004 года)

Свидетельство № 00271-000 о внесении

в Реестр надёжных партнеров Торгово-

промышленной палаты Российской Федерации

Цена договорная

Отпечатано:

ОАО «Полиграфический комплекс

«Пушкинская площадь»

Адрес:

109548, г. Москва, ул. Шоссейная, д. 4д

Перепечатка материалов допускается только

с письменного разрешения редакции.

Ответственность за содержание рекламы

несут рекламодатели.

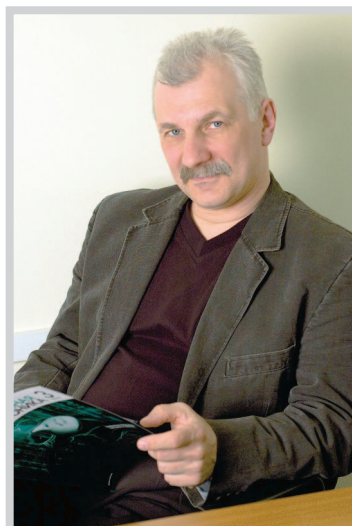
Ответственность за содержание статей

несут авторы.

Материалы, переданные редакции,

не рецензируются и не возвращаются.

© СТА-ПРЕСС, 2008



Уважаемые читатели!

Наш журнал уже обращался к теме электроники для ответственных применений: авиации, космонавтики, ВПК. За прошедшее время эта тема не только не потеряла своей актуальности, но напротив, приобрела актуальность ещё большую.

Мы привыкли и имеем полное право считать нашу страну сильной, независимой державой. Мы пережили трудные годы перехода к рыночной экономике и сейчас достаточно успешно развиваем её. Но вместе с тем мы всё отчетливей ощущаем, что наше окружение становится всё менее дружественным по отношению к нам. Это плата за успех, ведь чужой успех многих раздражает и даже пугает. Сейчас становится понятно, что нам придётся решать многие свои проблемы самостоятельно, не рассчитывая на лояльность прежних друзей. Это касается и проблем отечественной электроники.

Не секрет, что в некоторых оборонных разработках доля импортных активных компонентов доходит до 90%. Можно пытаться оправдать этот факт самыми разными причинами, но нельзя с ним примириться и оставаться зависимыми от импорта в такой жизненно важной для страны области, как оборона. Правительство приняло программу развития электроники до 2015 г., но пока нет никаких сведений о выпущенных по этой программе российских компонентах, способных конкурировать на мировом уровне. Пока только «планов громадьё» и большие цифры вложенных средств. С нетерпением ждём хороших вестей с передовых рубежей российской электроники, а пока их нет – читаем этот журнал. Интересного чтения!

*С уважением,
Александр Майстренко*

Market

News of the Russian Market	4
Complex Assessment of Enterprises of Military – Industrial Establishment as a Technique for Quality Maintenance and Decrease in Risk of Government Customer	8
<i>Valeriy Mayanskii</i>	

Modern Technologies

Signals from the Galileo Satellite Radio Navigation System	12
<i>Evgeniy Kalugin</i>	
From VME to VPX: A New Modular Standard for Military Computer Systems	16
<i>Aleksei Dem'yanov</i>	
Multimedia Control Console for «Smart» House	18
<i>Vladimir Nichiporovich, Vitaliy Mozolevskii</i>	
Transparent Electroluminescent (EL) Displays	22
<i>Adi Abilih, Kari Harkonen, Arto Pakkala, Jerald Smith</i>	

Components

DC/DC converters for Military Systems: Hybrid Technology or Surface Mounting?	28
<i>Victor Zhdankin</i>	
State of the Art and Prospects in the Technology of Galvanic Couplers for Special-Purpose Products	30
<i>Andrey Tsyrllov</i>	

Units and Modules

Selection of Embedded Display	32
<i>Sergey Antonov</i>	

Projects

Laboratory Debugging Complex for Software-Controlled Electronic Equipment	34
<i>Aleksandr Pichkalev</i>	
Electronics for «Digital House»	38
<i>Vladimir Vychuzhanin</i>	
Digital Technologies for Energy Saving	44
<i>Vladimir Bartenev</i>	
Stand-Alone Control Console Based on AVR microcontroller	50
<i>Oleg Val'pa</i>	

Design and Simulation

Design of Space-Borne Devices Made of Advanced Foreign Electronic Componentry	54
<i>Nikolay Danilin, Sergey Belosludtsev</i>	
IC Single-Event Upset	60
<i>Aleksandr Krinitskii</i>	
Practical Course of Design of Digital Devices Based on Xilinx FPGA (part 13)	64
<i>Valeriy Zotov</i>	
Simulation of Pulse-Modulated Signal Sources	72
<i>Roman Antipenskii</i>	

Events

Elektronika-Transport 2008 Specialized Forum-Exhibition	78
7 May: The Radio Day	79
<i>Vladimir Bartenev</i>	

РЫНОК

- 4 **Новости российского рынка**
- 8 **Комплексная оценка предприятий оборонно-промышленного комплекса как метод обеспечения качества продукции оборонного назначения и снижения риска государственного заказчика**
Валерий Маянский

Современные технологии

- 12 **Сигналы спутниковой радионавигационной системы Галилео**
Евгений Калугин
- 16 **От VME к VPX: новый модульный стандарт для военных компьютерных систем**
Алексей Демьянов
- 18 **Мультимедийный пульт управления «умным домом»**
Владимир Ничипорович, Виталий Мозолевский
- 22 **Прозрачные электролюминесцентные дисплеи**
Ади Абилих, Кари Харконен, Арто Паккала, Джеральд Смид

Компоненты

- 28 **DC/DC-преобразователи для военных систем: гибридная технология или технология поверхностного монтажа на печатную плату?**
Виктор Жданкин
- 30 **Состояние и перспективы разработки и производства устройств гальванической развязки для изделий спецтехники**
Андрей Цырлов

Узлы и модули

- 32 **Выбор встроенного дисплея**
Сергей Антонов

Проекты

- 34 **Создание лабораторного отладочного комплекса для программно-управляемой РЭА**
Александр Пичкалёв
- 38 **Электронные устройства для «цифрового дома»**
Владимир Вычужанин
- 44 **Цифровые технологии в энергосбережении**
Владимир Бартенев
- 50 **Автономный пульт контроля и управления на основе микроконтроллера AVR**
Олег Вальга

Проектирование и моделирование

- 54 **Проектирование и разработка космических бортовых приборов, ориентированных на современную зарубежную электронную компонентную базу**
Николай Данилин, Сергей Белослудцев
- 60 **Воздействие отдельных ядерных частиц на интегральные схемы**
Александр Криницкий
- 64 **Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx (часть 13)**
Валерий Зотов
- 72 **Моделирование источников импульсно-модулированных сигналов**
Роман Антипенский

События

- 78 **Специализированная выставка-форум «Электроника-Транспорт 2008»**
- 79 **7 мая – День радио**
Владимир Бартенев

Новости российского рынка

РЫНОК

Компания Макро Групп получила статус авторизованного дилера Intersil

4 февраля 2008 г. компания Макро Групп подписала соглашение с американской компанией Intersil и получила статус авторизованного дилера (Value Added Dealer) Intersil на территории России и стран СНГ.

Intersil является одной из лидирующих компаний в области производства высокотехнологичных аналоговых компонентов и известна своими разработками для силовой электроники и управления электропитанием, телекоммуникаций, ЖК-панелей, систем передачи данных.

В разных странах мира размещены шесть фабрик и восемь сервисных центров Intersil. Потребителями продукции Intersil являются такие известные компании, как Intel, Sharp, Cisco, IBM, Sony, Compaq, Alcatel и др.

С более подробной информацией о компании Intersil, а также с предлагаемой линейкой продукции можно ознакомиться на сайте www.macrogroupp.ru в разделе «Производители».

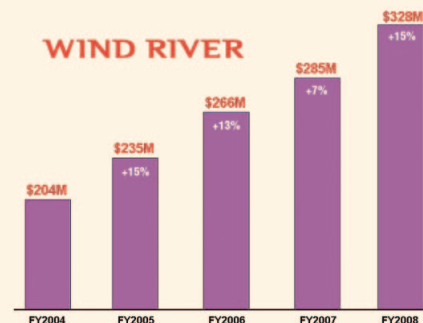
www.macrogroupp.ru

Тел. (812) 370-6070

Компания Wind River опубликовала отчёт за 2007–2008 финансовый год

Компания Wind River, производитель средств разработки программного обеспечения встраиваемых микропроцессорных устройств и систем, опубликовала отчёт за 2007–2008 финансовый год (год закончился 31 января 2008).

Объём продаж составил \$328,6 млн. долл. США. Это на 15% выше объёма продаж предыдущего финансового года (\$285,3 млн. долл.). Распределение объёма продаж по отраслям: телеком-



муникации – 35%, АКО (авиация–космос–оборона) – 28%, промышленная автоматизация и автомобильная электроника – 19%, цифровая бытовая электроника – 18%.

Полностью годовой отчёт доступен на сайте Wind River в разделе «Для инвесторов».

Дистрибьютор Wind River в России и СНГ – компания AVD Systems.

www.avdsys.ru

Тел. (495) 148-9677

Компоненты

Новые твердотельные оптоэлектронные реле ОАО «Протон» для изделий спецтехники

ОАО «Протон» освоило в серийном производстве твердотельное оптоэлектронное реле 249КП5Р средней мощности для коммутации двуполярных сигналов ± 60 В и токов до ± 500 мА (в однополярном включении до 1,0 А). Реле предназначено для использования в изделиях спецтехники в качестве универсального гальванически развязанного коммутатора. Конструктивно реле выполнено в металлокерамическом корпусе типа DIP8 на основе МОП-транзисторов и для данного класса устройств гальванической развязки обладает сверхмалыми массогабаритными показателями. Кроме того, данное твердотельное реле имеет напряжение гальванической развязки не менее 1,5 кВ.

В феврале 2008 г. завершена ОКР «Миссия» по разработке оптоэлектронного быстродействующего реле для коммутации ВЧ-сигналов в изделиях специальной тех-

ники. Реле предназначено для коммутации двуполярных сигналов ± 60 В и токов до 50 мА. Реле обладает уникальными параметрами: суммарное время включения и выключения не превышает 50 мкс, ёмкость выхода составляет 8 пФ. Конструктивно реле выполнено в металлокерамическом корпусе типа DIP8 с дополнительной формой выводов для автоматизированного поверхностного монтажа. Каждый корпус содержит два независимых реле на МОП-транзисторах с напряжением изоляции 500 В (исполнение 249КП10АР) или 1500 В (исполнение 249КП10БР). Разработанное изделие найдёт применение в высокоскоростных системах сбора и передачи данных с повышенными требованиями к надёжности комплектующих элементов, соответствующих ОТУ ОСТ В 11 1009.

www.proton-orel.ru

Тел./факс (4862) 41-84-57

Российская микросхема FLASH-памяти

Компания «Миландр» проводит опытно-конструкторскую работу по созданию

первой российской FLASH-памяти. Память будет выпускаться как для специальных применений, требующих сверхвысокой надёжности, так и с приёмкой ОТК. Микросхема будет иметь два типонаминала: 1636PP1Y – ёмкостью 4 Мбит и 1636PP2Y – ёмкостью 16 Мбит. Аналогом микросхем являются иностранные AM29LV040B и AM29LV017B соответственно. Образцы микросхем заинтересованным предприятиям начнут предоставляться с августа-сентября 2008 г. Кроме этого ведётся работа по созданию российской ОЗУ ёмкостью 4, 16 и 32 Мбит. За аналоги были взяты микросхемы: CY7C1041CV33, CY7C1061BV33 и CY62177DV30. Время выборки в схемах будет примерно 15 нс, что является хорошим показателем быстродействия. Данные схемы являются продолжением серии 1645, также разработанной компанией «Миландр». Образцы будут также бесплатно предоставляться заинтересованным предприятиям с мая-июня 2008 г.

www.milandr.ru

Тел. (495) 739-0282

Узлы и модули

Трёхдиапазонная GLONASS/GPS/GSM-антенна от компании 2J-ANTENNAE

Крупнейший европейский производитель антенн, компания 2J-ANTENNAE, следуя последним тенденциям рынка, приступила к

производству трёхдиапазонной антенны 2JGLO05GM. Сочетание в одном корпусе активной GLONASS/GPS-антенны и антенны стандарта GSM делает выгодным её использование в составе мобильных систем контроля и управления автотранспортом.

Технические характеристики:

- частотные диапазоны: GSM 900 МГц, UMTS 2,1 ГГц, WIFI/Bluetooth 2,4 ГГц, PCN 1800 МГц, DCS 1900 МГц, GPS 1575,42 МГц, GLONASS 1572...1610МГц;
- сопротивление: 50 Ом;
- крепление: на металлическую поверхность;

Новости российского рынка



- усиление: GPS 35 дБ, GLONASS 35 дБи, GSM 0 дБи;
- КСВН: <2 : 1 для всех диапазонов;
- напряжение питания: 3...18 В (рекомендуется 3 В);
- ток потребления: 19 мА;
- максимальная мощность: 25 Вт;
- ширина полосы частот: 1596 ± 24 МГц;
- тип кабеля: RG174;
- длина кабеля: любая по запросу;
- разъём: любой по запросу;
- размеры: $77 \times 80 \times 12$ мм;
- рабочая температура: $-40...+85^\circ\text{C}$.

www.macrogroup.ru
Тел. (812) 370-6070

Прецизионный кварцевый генератор ГК201-ТС от ОАО «МОРИОН»

ГК201-ТС – новая модель прецизионного термостатированного генератора в стандартном корпусе с размерами 51×41 мм и высотой до 12,7 мм, выпускаемая ОАО «МОРИОН» (Санкт-Петербург). Данный генератор является более современным функциональным аналогом известного генератора ГК62-ТС. ГК201-ТС характеризуется высокой температурной стабильностью в интервале рабочих температур (до $\pm 5 \times 10^{-10}$) и долговременной стабильностью (до $\pm 2 \times 10^{-6}$ /год), а также возможностью поставки с улучшенным уровнем фазовых шумов (-130 дБ/Гц для $\Delta f = 10$ Гц, -160 дБ/Гц для $\Delta f = 10$ кГц) и сокращённым временем выхода на режим (до 3 мин). Отличные характеристики позволяют использовать ГК201-ТС для многих применений в



области телекоммуникаций, а также навигационной и измерительной техники. Возможны исполнения с напряжением питания 5 или 12 В и выходными сигналами SIN или HCMOS. В настоящее время выпускается серийно. За дополнительной информацией обращайтесь в ОАО «МОРИОН».

www.morion.com.ru

Тел. (812) 350-7572, (812) 350-9243

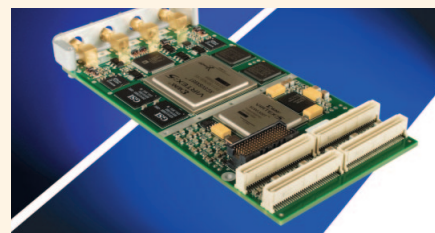
Curtiss-Wright: новые модули ввода и обработки высокочастотных аналоговых сигналов

Компания Curtiss-Wright Controls Embedded Computing – производитель встраиваемых компьютерных плат и систем для военных применений – объявила о приобретении всего спектра продукции компании Pentland Systems (Шотландия), которая специализируется на разработке и производстве модулей ввода/вывода и обработки высокочастотных аналоговых сигналов. Основные области применения продукции Pentland – радиолокация (radar), радиотехническая разведка (signal intelligence) и программируемое радиочастотное оборудование (software defined radio, SDR). С этим приобретением Curtiss-Wright CEC становится производителем полного спектра модулей для построения систем цифровой обработки сигналов.

Новые модули Pentland Systems в мезоинформационном формате PMC/XMC:

- PMR200 – цифровой приёмник на два входных канала с разрешением 16 бит и частотой выборки до 160 Msps;
- TCR210 – цифровой приёмник/передатчик на два входных канала с разрешением 16 бит и частотой выборки до 160 Msps и на один выходной канал 16 бит/1 Gbps;
- PXR130 – цифровой приёмник на два входных канала с разрешением 8 бит и частотой выборки до 1,5 Gbps с возможностью интерливинга каналов с частотой выборки до 3 Gbps на канал.

Модули содержат две ПЛИС Xilinx Virtex 5 (SX50 или SX95), одна из которых предназначена для пользовательской цифровой обработки, а вторая для управления и интерфейса с базовой платой. Обработывающая ПЛИС имеет внешнюю память ZBT RAM объёмом 16 Мб. Для разработки пользовательских блоков ПЛИС поставляется комплект разработки FDK (Firmware Developer's Kit). Выпускается два варианта: с PCI-X 64 бит/133 МГц или с восьмиполосным PCI Express с пропускной способностью до 2,5 Гб/с.



Модули выпускаются в расширенном диапазоне температур $-40...+85^\circ\text{C}$ в исполнениях для воздушного и кондуктивного охлаждения. Программное обеспечение – драйверы для операционных систем VxWorks и Linux.

Компания Curtiss-Wright CEC образована в 2004 г. после слияния шести ведущих производителей встраиваемых плат и систем для военных платформ: Dy4 Systems, VISTA Controls, Synergy Microsystems, Systran, Peritek и Primagraphics.

Дистрибьютор Curtiss-Wright CEC в России – компания AVD Systems.

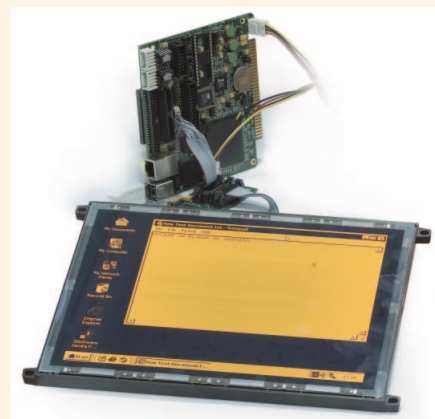
www.avdsys.ru

Тел: (495) 148-9677

Плата LVDS-интерфейса для электролюминесцентных дисплеев

В настоящее время для организации соединения с удалёнными плоскочисельными дисплеями широко применяется высокоскоростной маломощный интерфейс LVDS (Low Voltage Differential Signaling) – дифференциальный интерфейс для скоростной передачи данных. Применение последовательного интерфейса уменьшает количество межсоединений, снижает потребляемую мощность, стоимость системы, а также позволяет подавлять синфазные шумы, вдвое превышающие амплитуду дифференциального сигнала.

Компания Planar Systems, известный производитель электролюминесцентных дисплеев, предлагает интерфейсную плату для обеспечения LVDS-интерфейса между платой управления и электролюминесцентными дисплеями с 4- и 8-битными парал-



Новости российского рынка

лельными интерфейсами. Интерфейсная плата преобразует видеоданные, передаваемые по четырёхканальному LVDS-интерфейсу в формат данных, требуемый для EL-дисплеев Planar. Плата поддерживает дисплеи с форматами изображения QVGA (разрешение 320 × 240 пикселей) и VGA (разрешение 640 × 480 пикселей). Режим работы платы устанавливается посредством переключателей. Для питания требуются напряжения +5 и +12 В. Диапазон рабочих температур платы –40...+85°C, что позволяет применять плату в жёстких условиях эксплуатации, например, на борту автомобилей, самолётов и др., совместно с популярными моделями EL-дисплеев с широким диапазоном рабочих температур (EL320.240.36-HB, EL320.240.36-ET, EL640.480-AG1 ET, EL640.480 AM8 ET).

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Яркий дебют новой модели TFT ЖК-дисплея от i-sft на выставке Embedded World 2008

На выставке Embedded World 2008 (26–28 февраля 2008, г. Нюрнберг) компания i-sft представила новую модель 100i.10X-XT жидкокристаллического дисплея с высокой яркостью на основе активной матрицы управляющих тонкоплёночных транзисторов (TFT LCD). Дисплей предназначен для применений в жёстких условиях, а также при ярком солнечном свете, и может эксплуатироваться во многих отраслях промышленности: на морских буровых платформах, в горячих заводских цехах и холодильных камерах, уличных информационных терминалах и на транспорте. Благодаря компактной и прочной конструкции, минимальной глубине монтажа и небольшой массе дисплей отвечает самым строгим требованиям заказчиков и способен отображать информацию при любых углах наблюдения в широком диапазоне внешней освещённости. Встроенный инвертор управляет системой подсветки



ки на основе экономичных люминесцентных ламп с холодным катодом. Для соединения удалённой ЖК-панели с графическим контроллером или графическим процессором применяется высокоскоростной мало-мощный интерфейс LVDS.

Отвод тепла конвекционный, дополнительных вентиляторов не требуется. Допускается включение дисплея при температуре окружающей среды –31°C без уменьшения ресурса ламп задней подсветки.

Основные характеристики ЖК-дисплея 100i.10X-XT:

- размер диагонали 10,4";
- формат изображения XGA (разрешение 1024 × 768 пикселей);
- размеры 251,5 × 177,6 × 23,6 мм;
- вес 1300 г;
- интерфейс одноканальный LVDS;
- напряжение питания 3,3 В;
- напряжение питания встроенного инвертора 12 В;
- потребляемая мощность 20 Вт;
- количество воспроизводимых цветов 1024K;
- яркость 1000 кд/м²;
- контрастность 800 : 1;
- угол обзора в вертикальной и горизонтальной плоскостях 160°;
- время отклика 40 мс (макс.);
- время работы до уменьшения яркости вдвое 50 000 ч;
- диапазон рабочих температур –31...+85°C;

Первые образцы модели 100i.10X-XT будут доступны в начале апреля 2008 г.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

SHARP представляет самый большой ЖК-экран с диагональю 2,75 м

Компания SHARP продемонстрировала самый большой в мире жидкокристаллический дисплей размером выше человеческого роста. Представив новый экран с диагональю 2,75 м (108 дюймов), компания превзошла все достижения в области размеров городских информационных табло. Полное HD-разрешение, статическая контрастность 1200 : 1 обеспечивают отличное качество изображения при рассмотрении «картинки» со всех сторон благодаря технологии Advanced Super View (ASV), собственной разработке SHARP; 108-дюймовые дисплеи имеют исключительно большой угол обзора – 176° во всех направлениях. Система задней подсветки, обладающая большим сроком службы, легко заменяется, что существенно снижает затраты на



техническое обслуживание.

С выпуском 108-дюймовых экранов SHARP укрепляет свои позиции на быстрорастущем рынке информационных табло. Теперь в ассортименте компании имеются дисплеи с размерами диагонали 46, 52, 65 и 108 дюймов с полным HD-разрешением. Являясь разработчиком и производителем системных решений, SHARP предлагает все виды информационных табло – от обычной ЖК-панели до готового монитора. Поскольку у обычных ЖК-дисплеев альбомного формата с размером диагонали более 60 дюймов эксплуатация в перевёрнутом состоянии ведёт, как правило, к сокращению срока службы системы задней подсветки, специалисты SHARP разработали модели 65-дюймовых дисплеев портретного формата с задней подсветкой, спроектированной специально для вертикального расположения монитора. Модели портретного формата уже разрабатываются и для других размеров дисплеев. К тому же компания предлагает 65-дюймовые мониторы с сенсорным экраном для интерактивных информационных табло.

Серия e-Signage от SHARP предоставляет системным интеграторам и конечным пользователям (например, торговым и ресторанным сетям, аэропортам и торговым компаниям) широкий спектр возможностей интеграции информационных экранов в индивидуальные концепты оборудования внутренних помещений. SHARP предлагает также системные решения на основе информационных табло, в частности, простое в работе ПО для управления контентом с возможностью индивидуального управления и программирования различных мониторов одной Digital-Signage-системы. При этом можно «разделить» экран монитора на несколько зон и заполнять их различным содержанием: фильмами, текстом, анимированной графикой и фото.

Начало серийного производства 108-дюймового монитора запланировано на 3-й квартал 2008 г. Все виды информационных табло SHARP на территории России можно приобрести в компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Новости российского рынка

ПРОСОФТ предлагает новые накопители FLASH-памяти от InnoDisk

Компания InnoDisk, один из лидеров в производстве твердотельных накопителей, анонсировала вывод на рынок нового поколения накопителей CF и EDC серии 4000. InnoDisk представила новую линейку продукции для различных условий применения, удовлетворяющую требованиям новых операционных систем к качеству, стойкости и надёжности. Новая серия накопителей характеризуется быстрой передачей данных, стабильной производительностью и повышенной надёжностью.

Предлагаемые накопители серии 4000 поддерживают скорость передачи данных до 40/20 Мб/с (чтение/запись), что является лучшей производительностью для интерфейсов CF и IDE на рынке промышленных и встраиваемых систем. Новая серия призвана увеличить время работы

микросхем FLASH-памяти и уменьшить вероятность появления дефектных ячеек.

В накопителях применено статическое распределение данных, позволяющее FLASH-памяти работать в четыре раза дольше, чем при применении динамического распределения. Компания InnoDisk проводит полное тестирование своих изделий на устойчивость работы при пропадании питания, что устраняет возможность потери данных и порчи микросхем FLASH-памяти при неожиданных сбоях. Наличие архитектуры ISP позволяет обновлять микропрограммное обеспечение в процессе эксплуатации изделия.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Многоцветный ЭЛ-дисплей от Planar Systems поддерживается видеосистемой процессорной платы FASTWEL

Компания ПРОСОФТ представляет новое решение для разработчиков вычислительных систем: теперь многоцветный электролюминесцентный QVGA-дисплей EL320.240.31 FA3 производства Planar Systems поддерживается видеосистемой процессорной платы FASTWEL CPC108. Решение упрощает задачу выбора базовых аппаратных средств для создателей военной техники, бортовых и промышленных систем управления, медицинского оборудования.

Разработчики вычислительных систем часто сталкиваются с проблемой выбора индикаторов для использования в жёстких условиях эксплуатации (например, на подвижных объектах на колёсных и гусеничных шасси, в морских судах, самолётах и т.д.). В бортовой аппаратуре применяются видеомониторы на основе плоскопанельных устройств (ЖК-индикаторы), для защиты которых от механических и климатичес-

ких воздействий используются специальные материалы и технологии, системы амортизации и термостабилизации. В отличие от ЖК-индикаторов, электролюминесцентные дисплеи (ЭЛ-дисплеи) не требуют специальных устройств для работы в условиях низких и высоких температур (подогревателей и систем охлаждения), что повышает надёжность всей системы в целом.

QVGA-дисплей с размером диагонали 4,9 дюйма может применяться в бортовом оборудовании систем транспортных средств, так как имеет очень широкий диапазон рабочих температур (-50...+85°C) и большие углы обзора (более 160°), устойчив к вибрациям и ударам. Новый дисплей многоцветный (отображает жёлтый, красный, зелёный цвета), что позволяет выделить цветом критически важную информацию, наглядно отобразить состояние агрегатов и повысить эргономические показатели бортовой информационной системы.

Дисплей поддерживается видеосистемой процессорного модуля FASTWEL CPC108 на базе процессора AMD Geode LX800 в популярном формате MicroPC. Использование процессора LX800 с системной шиной 500 МГц позволяет разработчикам достичь высокой производительности при низком энергопотреблении. Плата может выдерживать ударные нагрузки и жёсткие вибрации, диапазон рабочих температур составляет от -40 до +85°C. Плата полностью совместима с ОС DOS, QNX 6.3x, QNX 4.25, Windows 2000, XPe, RTOS32, Windows CE5, Linux, что ускоряет продвижение проекта и позволяет использовать программное обеспечение других компаний.

Приобрести многоцветный электролюминесцентный QVGA-дисплей EL320.240.31 FA3 компании Planar Systems и новую процессорную плату FASTWEL CPC108 можно в компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636



Приборы

ПРИСТ на «ЭкпоЭлектронике»

Компания ПРИСТ сообщает, что на выставке «ЭкпоЭлектроника» будут представлены новинки измерительной техники, предназначенные для широкого круга специалистов и разработчиков. Осциллографы, генераторы и вольтметры GW Instek; частотомеры Pendulum; прецизионные измерители импеданса Wayne Kerr серии WK6500; новинки средств измерения



АКИП™: цифровые анализаторы спектра АКИП-4201, АКИП-4202, нагрузки электронные (4-пр. подключение, ДУ, режим постоянного и переменного тока), источники питания серии АКИП-1100; измерители RLC: лабораторный АКИП-6101, портативный АКИП-6102, прецизионный АКИП-6103 и многое другое. Большинство приборов будут продемонстрированы в действии на стенде А02 компании ПРИСТ.

www.prist.ru

Тел. (495) 777-5591

Комплексная оценка предприятий оборонно-промышленного комплекса как метод обеспечения качества продукции оборонного назначения и снижения риска государственного заказчика

Валерий Маянский (Москва)

Снижение качества продукции оборонного назначения напрямую зависит от технологического, экономического состояния предприятия и эффективности его системы менеджмента качества. Предлагается метод комплексной оценки предприятия на основе разработанных специалистами СДС «Военный Регистр» методик, значительно снижающий риск заказчика при формировании портфеля заказов.

Последние годы Президентом РФ и Правительством России принят ряд документов по обеспечению ряда вопросов сохранения научно-производственного потенциала страны. Без этого невозможно стабильное развитие нашей промышленности и перевооружение нашей армии современными видами оружия. Однако, несмотря на все принимаемые меры, надо признать, что в оборонно-промышленном комплексе (ОПК) не удалось полностью преодолеть кризисный процесс, в том числе и негативные тенденции снижения качества вооружения, поставляемого как в рамках оборонного заказа, так и на экспорт. При этом многие виды оружия находятся на уровне лучших зарубежных аналогов, а некоторые пока ещё и превосходят зарубежные аналоги по тактико-техническим показателям. Но в большинстве случаев этот уровень обеспечивается уже с трудом. Это особенно хорошо видно при поставках на внешний рынок, когда имеется возможность напрямую сравнить уровень нашего оружия и зарубежных аналогов. Нельзя также не заметить, что наметилось отставание ряда наших образцов от лучших зарубежных аналогов, в том числе по точности и кучности стрельбы, бро-

непробиваемости, по оснащению точными приборами и прицелами. Отечественные образцы, как правило, уступают иностранным образцам по эргономике, уровню автоматизации процессов управления оружием, оснащению навигационными системами, средствами разведки и связи.

Отсутствие достаточного серийного производства современных видов оружия не способствует качественному перевооружению армии, не позволяет предлагать нам на экспорт новые и при том принятые на вооружение образцы, а это основное требование импортеров к ВВСТ. Мы вынуждены поставлять вооружение и военную специальную технику (ВВСТ), которой нет в российской армии, не прошедшую проверку в войсках. Как следствие, большое количество претензий по качеству поставленного нами оружия наносит удар по авторитету России. Вынужденное сокращение производственных мощностей, утрата отдельных технологий, снижение научно-технического потенциала предприятий, нарушение кооперационных связей, отток высококвалифицированных кадров не позволяет обеспечить требуемое качество серийно выпускаемой продукции. По имеющимся дан-

ными, сегодня в «оборонке» эксплуатируется около 75% морально устаревшей и на 50% изношенной части активных фондов экспериментально-производственной базы. Темп их обновления не более 1% в год при минимальной необходимости 8...10%. Наиболее тяжёлая ситуация сложилась в наиболее востребованной для ВВСТ отрасли – радиоэлектронной. Испытательная база укомплектована оборудованием, которое используется более 25 лет – 22%, 15...25 лет – 38%, 7...15 лет – 37%. И только 3% оборудования используется менее 7 лет. Из-за трудностей с производством комплектующих и отсутствием необходимой элементной базы у нас возникли проблемы с изготовлением отдельных образцов ВВСТ, с удовлетворением потребностей российской армии и инозаказчика в «ЗИП», проведении модернизации нашего оружия. Сейчас для ОПК настал решающий момент. Сегодня, говоря о качестве перевооружения и выполнении заказов, необходимо думать в первую очередь о том, как сохранить высокотехнологические отрасли промышленности и уникальные производства.

Анализ нормативно-правового обеспечения качества продукции военного назначения, которое является основой организации со стороны отделов технического контроля и военной приёмки показывает, что стандарты в области ВВСТ, разработанные 25 лет назад, не учитывают ни рыночных отношений, ни экономических и технических условий их производства. Существующие методы оценки качества

продукции не соответствуют требованиям федерального закона «О техническом регулировании» и международным стандартам. Внесение в Правительство РФ соответствующих проектов постановлений неоправданно затянуто. На многих предприятиях ОПК система контроля и качества оказалась не готова к условиям производства ВВСТ по разовым контрактам и небольшими партиями продукции. Практически везде продолжает использоваться система контроля качества, соответствующая условиям массового серийного производства ВВСТ. Очень мало предприятий, где управление качеством продукции осуществляется на основе международных стандартов с использованием современного контрольно-проверочного оборудования.

В Министерстве обороны Российской Федерации (МО РФ) отсутствует единая аналитическая система мониторинга и оперативного обмена данными продукции, выпускаемой предприятиями ОПК. Практически не проводится фундаментальных, поисковых и аналитических исследований, направленных на обеспечение качества ВВСТ. МО РФ уже столкнулись с тем, что некоторые предприятия не могут обеспечить выполнение работ по внутреннему государственному оборонному заказу (ГОЗ). Многие военные заводы вообще не способны выпускать высокотехнологичную продукцию, которую сейчас создают разработчики. Не всегда оборонная промышленность может обеспечить выполнение требований заказчика по доработке серийной продукции путём установки на неё приборов и оборудования иностранного производства. В результате участились случаи, когда отечественная отрасль, получив государственный заказ или взяв обязательство по контракту, не может обеспечить их своевременное и качественное выполнение.

Очевидно, что при наличии проблем в обеспечении качества и надёжности ВВСТ необходимо понять причины их возникновения, найти эффективные способы их устранения. При этом следует учитывать, что процесс обеспечения качества начинается уже на стадии разработки тактико-технического задания (ТТЗ) по созда-

нию нового образца, комплекса, системы ВВСТ.

Причины, усугубляющие негативные тенденции снижения качества ВВСТ, по уровню капиталовложений условно можно разбить на две группы: первая – требующая значительных капитальных вложений, вторая – не требующая вложения значительных средств, но позволяющая существенно повысить качество производимой продукции.

К первой группе причин относятся: моральное и физическое старение основных производственных фондов предприятий, в том числе лабораторной и испытательной базы; устаревшие технологии производства ВВСТ; использование для производства ВВСТ устаревшей элементной компонентной базы, в том числе без приёмки военными представительствами (ВП); низкое качество отечественных материалов при неоправданно резком росте их стоимости; утрата ряда технологий; сокращение номенклатуры выпускаемых изделий электронной техники и др.

Вторая группа причин, которые препятствуют эффективному решению проблемы повышения качества военной продукции ОПК, вытекает из того, что правовое, нормативное, организационное, научно-методическое и программно-техническое обеспечение качества продукции ОПК во многом не соответствует современным экономическим условиям и научно-техническому уровню. Уже практически очевидно, что научно-методической основой обеспечения качества военной продукции являются технологии разработки, создания и обеспечения результативного функционирования на предприятиях современных СМК, соответствующих требованиям стандартов ИСО серии 9000 и СРПП ВТ.

Исходя из этого, можно сказать, что важнейшими направлениями в области совершенствования научно-методического обеспечения являются:

- формирование квалификационных требований в области менеджмента качества, обучение, повышение квалификации и аттестация руководителей всех уровней и специалистов, ответственных за обеспечение качества продукции;

- разработка методик анализа и оценки эффективности управления качеством, в том числе с использованием методов управления рисками;
- создание методических рекомендаций по разработке и реализации программы перестройки системы организации и управления предприятием, обеспечивающей производство конкурентоспособной продукции;
- совершенствование критериев и процедур подтверждения соответствия СМК требованиям международных стандартов ИСО 9000:2000 и дополнительным требованиям к процессам обеспечения и контроля качества оборонной продукции. Внедрение на предприятиях СМК позволяет повысить эффективность производства и снизить себестоимость производимой продукции, что приводит к повышению её конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Таким образом, на сегодняшний день повышение качества продукции ОПК является важнейшей национальной проблемой, от решения которой во многом зависит экономическая независимость и обороноспособность страны.

В связи с этим решающее значение приобретает эффективное функционирование контрактно-конкурсного механизма, позволяющее превратить потенциал рыночных отношений в фактор повышения эффективности функционирования системы заказов оборонной продукции и, как следствие, создать условия для повышения реализуемости ГОЗ.

Результирующей процедурой контрактно-конкурсного механизма является подведение итогов конкурса и определение предприятия ОПК, получившего наибольшую оценку комплексного показателя в соответствии с порядком и критериями, предусмотренными в методике изложенной в конкурсной документации. Представляется необходимым повысить реализуемость государственного оборонного заказа в части серийных поставок ВВСТ за счёт выработки рекомендаций Государственному заказчику по отбору предприятий оборонно-промышленного комплекса для размещения заказа с учётом наличия и степени результативности функционирования их системы менеджмента качества.

Выбор такой цели не случаен. Анализ научно-теоретических и прикладных работ в области учёта роли и результативности СМК предприятий при реализации контрактно-конкурсного механизма размещения заказов показал, что существующее в настоящее время научно-методическое обеспечение комплексной оценки предприятия, как правило, не охватывает все аспекты влияния состояния СМК предприятия на производство продукции. Не в полной мере учитывается политика руководства предприятия в области СМК, состояние документации по СМК, взаимоотношения с поставщиками комплектующих и заказчиками готовой продукции; практически не учитываются эксплуатационные характеристики продукции, управление несоответствующей продукцией предприятия и др.

Перечисленные обстоятельства являются объективной предпосылкой разработки научно-методического аппарата поддержки принятия решений Заказчиком по выбору предприятий для размещения ГОЗ на серийное производство ВВСТ с учётом состояния их системы менеджмента качества, обеспечивающего повышение реализуемости ГОЗ путём минимизации риска на его выполнение.

В ходе проведения исследований для решения сформулированной выше задачи разработан научно-методический аппарат поддержки принятия решений по выбору предприятий для размещения ГОЗ на серийное производство ВВСТ с учётом состояния их системы менеджмента качества, который представляет совокупность частных задач:

- предварительного квалификационного отбора предприятий;
- комплексной оценки каждого предприятия;
- формирования рекомендаций Государственному заказчику по совершенствованию СМК предприятия с целью размещения на этом предприятии ГОЗ на серийные поставки ВВСТ;
- автоматизации инструментария комплексной оценки предприятий с учётом состояния их системы менеджмента качества и формирования рекомендаций по отбору предприятий для размещения ГОЗ на серийное производство ВВСТ.

Последовательность применения методик для решения указанных задач определяется спецификой решения каждой задачи. Так, методики оценки экономической устойчивости, технологической состоятельности, мобилизационной готовности, а также оценки предложений по выполнению заказа были разработаны ранее. Их результаты являются исходными данными комплексной оценки предприятия. Методика предварительного квалификационного отбора предприятия требует доработки, а методики оценки результативности СМК, оценки поставщика, выбора предприятия, разработки рекомендаций по совершенствованию СМК предприятия должны быть разработаны специалистами Системы добровольной сертификации «Военный Регистр» и представителями промышленности.

Научно-методический аппарат поддержки принятия решений по выбору предприятий для размещения ГОЗ на серийное производство ВВСТ с учётом состояния их системы менеджмента качества отличается от известных возможностью комплексной оценки предприятия и наличием в его составе усовершенствованной методики комплексного отбора и четырёх впервые разработанных методик:

- усовершенствованной методики предварительного квалификационного отбора предприятий, новизна которой заключается в формализации процедур, анализе организационно-правовых требований, предъявляемых к квалификационной документации;
- методики оценки результативности СМК предприятий на соответствие требованиям ГОСТ РВ 15.002-2003 по результатам внутреннего аудита, суть которой заключается в формализации процедуры определения критериев и порядка оценки комплексного показателя результативности СМК с последующей интерпретацией полученного результата;
- методики оценки поставщика, суть которой заключается в оценке способностей и возможностей предприятия обеспечить заданный технический уровень и качество поставляемой серийной продукции ВВСТ для размещения ГОЗ

при минимальной её стоимости и в заданные сроки, при систематическом совершенствовании качества обслуживания потребителей продукции;

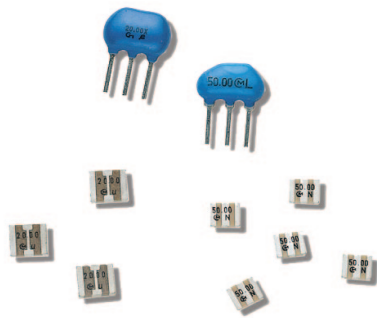
- методики выбора предприятия, суть которой заключается в формировании рекомендаций лицу, принимающему решение (ЛПР) по выбору предприятия с целью обеспечения эффективности выполнения ГОЗ в части серийных поставок ВВСТ, с учётом состояния системы менеджмента качества предприятия;
- методики разработки рекомендаций по совершенствованию предприятий, суть которой заключается в формировании рекомендаций ЛПР по совершенствованию системы поставок серийной продукции и повышению результативности СМК предприятия поставщика серийной продукции ВВСТ при размещении ГОЗ.

На наш взгляд, практическая ценность проделанной работы заключается:

- в возможности использования разработанного научно-методического аппарата для оперативного формирования предложений МО РФ по разработке технологических решений, обеспечивающих учёт состояния СМК предприятий ОПК по выработке рекомендаций Государственному заказчику по отбору предприятий ОПК для размещения ГОЗ на серийное производство ВВСТ на этапе проведения конкурсов;
- программной реализации научно-методического аппарата в виде макета программно-аппаратного комплекса поддержки принятия решений по выработке рекомендаций Государственному заказчику по отбору предприятий ОПК для размещения ГОЗ на серийное производство ВВСТ на этапе проведения конкурсов.

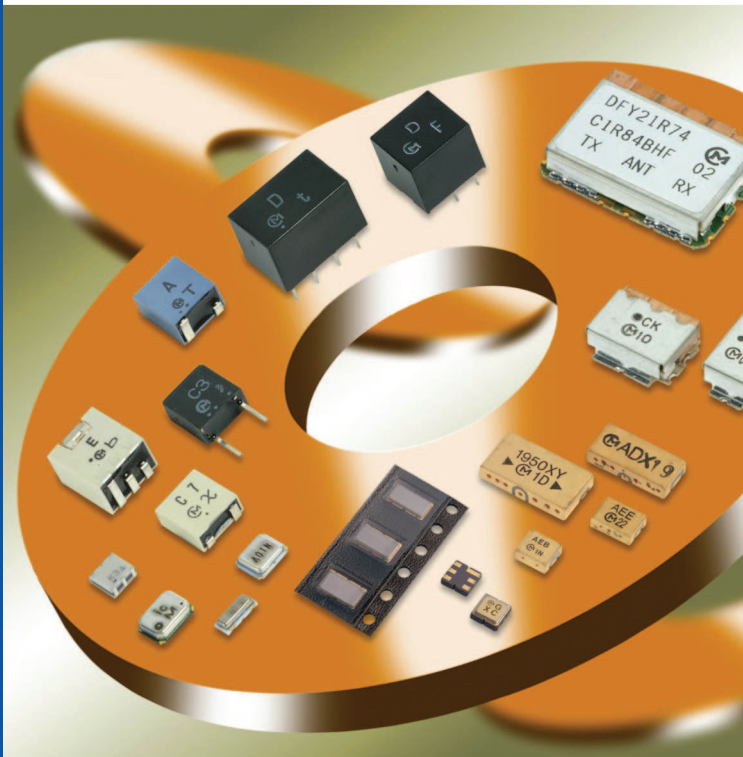
Таким образом, использование методики комплексной оценки предприятий ОПК, учитывающей оценку результативности СМК, при организации конкурсов на выполнение ГОЗ значительно снизит риск государственного заказчика при заключении контрактов и обеспечит выполнение необходимых требований к качеству поставляемых в войска и на экспорт ВВСТ.





ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ОТ ВЕДУЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Керамические компоненты высочайшего качества



- ▶ Чип конденсаторы
- ▶ Дисковые и выводные конденсаторы
- ▶ Подстроечные резисторы и конденсаторы
- ▶ Индуктивности
- ▶ Пьезоизлучатели и датчики
- ▶ Компоненты подавления ЭМП
- ▶ Керамические резонаторы и фильтры

МИНИАТЮРНЫЕ КОРПУСА - БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ



Офисы в Москве: м. Молодежная: ул.Ивана Франко, 40, стр.2, (495) 97-000-99, 121351, Москва, а/я 100, e-mail: platan@aha.ru
м. Новослободская: 1-й Щемилковский пер., 16, стр.2 (495) 744-70-70, platan@platan.ru

Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44 (812) 232 88 36, 232 23 73, baltika@platan.spb.ru

Представительства: Воронеж: (4732) 59 75 57 Казань: (843) 292 18 06 Киев: (38044) 494 37 92 Новосибирск: (3832) 16 57 73
Омск: (3812) 24 69 03 Томск: (3822) 55 65 30 Ульяновск: (8422) 37 65 67 Уфа: (3472) 32 10 79

Региональные дилеры: Белгород: (4722) 31 30 84 Екатеринбург: (343) 353 75 16 Ижевск: (3412) 43 72 51 Йошкар-Ола: (8362) 45 17 45 Минск: (375 17) 287 28 60 Нижний Новгород: (8312) 30 32 33 Новосибирск: (3832) 17 39 43 Омск: (3812) 24 10 90

Пермь: (3422) 37 17 46, (3422) 12 54 00 Ростов-на-Дону: (8632) 44 34 48 Самара: (8462) 67 31 39 Санкт-Петербург: (812) 327 96 92
Саратов: (8452)60 68 88 Тольятти: (8482) 70 91 03 Томск: (3822) 51 12 25 Тюмень: (3452) 75 11 17 Чебоксары: (8352) 28 81 57
Уфа: (3472) 35 63 73 Якутск: (4112) 36 38 51, 43 32 86

Сигналы спутниковой радионавигационной системы Галилео

Евгений Калугин (Калужская обл.)

В статье приведены основные параметры орбиты опытного спутника навигационной системы Галилео, а также описаны способы формирования сигналов в этой системе.

В 2002 г. страны Европейского сообщества образовали консорциум для создания собственной глобальной навигационной системы [1]. Основная цель консорциума – обеспечить доступ гражданских пользователей к высокоточным и надёжным данным о собственном местоположении из независимых источников. (Существующие системы GPS в США и ГЛОНАСС в России контролируются военными ведомствами этих стран, и доступ к данным может быть прекращён по решению соответствующих министерств обороны.) Предполагается, что создаваемая система обеспечит более широкое обслуживание и обеспечит пользователей более точными навигационными данными по сравнению с системами GPS и ГЛОНАСС. Для управления разра-

боткой и развёртыванием программы создано совместное предприятие Галилео. Его учредителями являются Европейское Сообщество и Европейское космическое агентство. О своём желании участвовать в программе заявили и другие страны (Южная Корея, Израиль, Канада и т.д.).

Консорциум создал специальную группу для разработки сигналов новой системы. Основные результаты работы этой группы приведены в [2] и на интернет-странице http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo. В частности, система должна состоять из 30 искусственных спутников Земли (ИСЗ) – 27 работающих и трёх запасных. Все ИСЗ будут расположены на трёх геостационарных орбитах на высоте 29601,297 км (большая полуось).

Выбранное размещение спутников позволит получать надёжные навигационные данные во всех районах земного шара, расположенных между 75-градусными широтами южного и северного полушарий.

Для исследования оптимальности инженерных решений, заложенных при разработке системы, 12 января 2006 г. на орбиту был выведен первый экспериментальный спутник GIOVE-A (Galileo in orbit validation element). Основные параметры его орбиты: высота над поверхностью Земли 23 257 км, наклонение орбиты 56°, узел прямого восхождения 186°, аргумент перигея 317°.

Спутник начал передавать навигационные сигналы 28 августа 2006 г. С его помощью предполагается исследовать возможность использования частот, выделенных международным союзом телекоммуникаций для системы Галилео, проверить работоспособность наиболее ответственных узлов аппаратуры ИСЗ (атомные часы, задающий генератор и генератор навигационных сигналов), исследовать характеристики сигналов системы Галилео, в том числе их устойчивость к различным помехам, и определить оптимальные схемы построения приёмных устройств системы. Кроме того, предполагается исследовать радиационную обстановку на орбите расположения спутников системы.

Спутник GIOVE-A может передавать сигналы или в диапазонах E1 + E5, или в диапазонах E1 + E6. При передаче используется правосторонняя круговая поляризация. Сведения о том, в каких диапазонах работает спутник, в настоящее время публикуются на интернет-странице www.giove.esa.int.

В начале 2008 г. должен быть запущен спутник GIOVE-B, который будет способен передавать сигналы в диапазонах E1 + E5 + E6.

Для формирования сигналов системы используются три диапазона частот (E5 – несущая частота 1191,795 МГц, E6 – несущая частота 1278,750 МГц, E1 – несущая частота 1575,420 МГц), десять дальномерных кодов (см. таблицу) и три схемы модуляции [3].

Первая схема модуляции – это четырёхпозиционная фазовая модуляция сигнала (QPSK), она используется для передачи сигналов системы E6b и E6c.

Вторая схема модуляции – это двухпозиционная фазовая модуляция со

Характеристики схемы формирования кодов системы Галилео

Название кода системы Галилео	Номера ячеек регистра сдвига, используемых в цепи обратной связи	Длина регистра сдвига	Исходное состояние регистра (hex)
E5aI	Регистр 1	1, 6, 8, 14	3FFF
	Регистр 2	4,5,7,8,12,14	3ABF
E5aQ	Регистр 1	1, 6, 8, 14	3FFF
	Регистр 2	4,5,7,8,12,14	1B2A
E5bI	Регистр 1	4, 11, 13, 14	3FFF
	Регистр 2	2, 5, 8, 9, 12, 14	38A2
E5bQ	Регистр 1	4, 11, 13, 14	3FFF
	Регистр 2	2, 5, 8, 9, 12, 14	3004
E6a	Регистр 1	3, 25	1FF FFFF
	Регистр 2	2,3,4,6, 8, 9, 11, 25	100 0000
E6b	Регистр 1	5, 8, 10, 13	1FFF
	Регистр 2	1, 11, 12, 13	AEO
E6c	Регистр 1	1, 6, 11, 14	3FFF
	Регистр 2	2, 3, 4, 7, 8, 14	1A1D
E1a	Регистр 1	3, 5, 20, 25	1FF FFFF
	Регистр 2	1, 2, 3, 5, 11, 16, 20, 25	100 0000
E1b	Регистр 1	4, 5, 7, 9, 10, 13	1FFF
	Регистр 2	5, 6, 7, 8, 12, 13	1B83
E1c	Регистр 1	1, 3, 4, 13	1FFF
	Регистр 2	4, 5, 7, 9, 10, 13	1983

сдвигом несущей (ВОС). В этом случае сформированным дальномерным кодом модулируется поднесущая частота, а затем полученным сигналом модулируется несущая частота. В результате спектр выходного сигнала делится на две части: верхнюю боковую и нижнюю боковую полосы передачи. Несущие частоты верхней и нижней боковых полос отстоят от значения немодулированной несущей на величину используемой поднесущей частоты. Ширина верхней и нижней боковой полосы передачи (по первым нулям спектра) равна удвоенной тактовой частоте кода. В системе Галилео для сигнала E1a используется поднесущая 15,345 МГц, для сигналов E1b, E1c – поднесущая 1,023 МГц, для сигнала E6a – поднесущая 10,23 МГц.

Третья схема модуляции – это двухпозиционная фазовая модуляция со сдвигом несущей и подавлением второй боковой полосы передачи (AltВОС). В этом случае сигнал формируется аналогично сигналу с модуляцией ВОС, однако при передаче сигнала используются не обе боковые полосы, а только верхняя или нижняя, а вторая боковая полоса подавляется. В частности, коды E5aI и E5aQ передаются в диапазоне частот нижней боковой полосы (с подавленной верхней полосой передачи), а коды E5bI и E5bQ – в диапазоне частот верхней боковой полосы (с подавленной нижней полосой передачи). При формировании этих сигналов используется поднесущая частота 15,345 МГц. В результате коды E5aI, E5aQ передаются на несущей частоте 1176,450 МГц, а коды E5bI, E5bQ – на несущей частоте 1207,140 МГц.

Все дальномерные коды системы формируются по единой схеме, приведённой на рисунке. Для получения любого кода системы выполняется суммирование (с помощью операции «исключающее ИЛИ») первого кода, сформированного регистрами сдвига, и второго кода – последовательности нулей и единиц, заранее занесённой в память. Для формирования первого кода используется два регистра сдвига, выходы которых суммируются с использованием операции «исключающее ИЛИ». Для получения кодов E6b, E1b и E1c используются 13-разрядные регистры сдвига, для получения кодов E5, E6c – 14-разрядные регистры сдвига, для получения кодов E1a, E6a – 25-разрядные регистры сдвига.

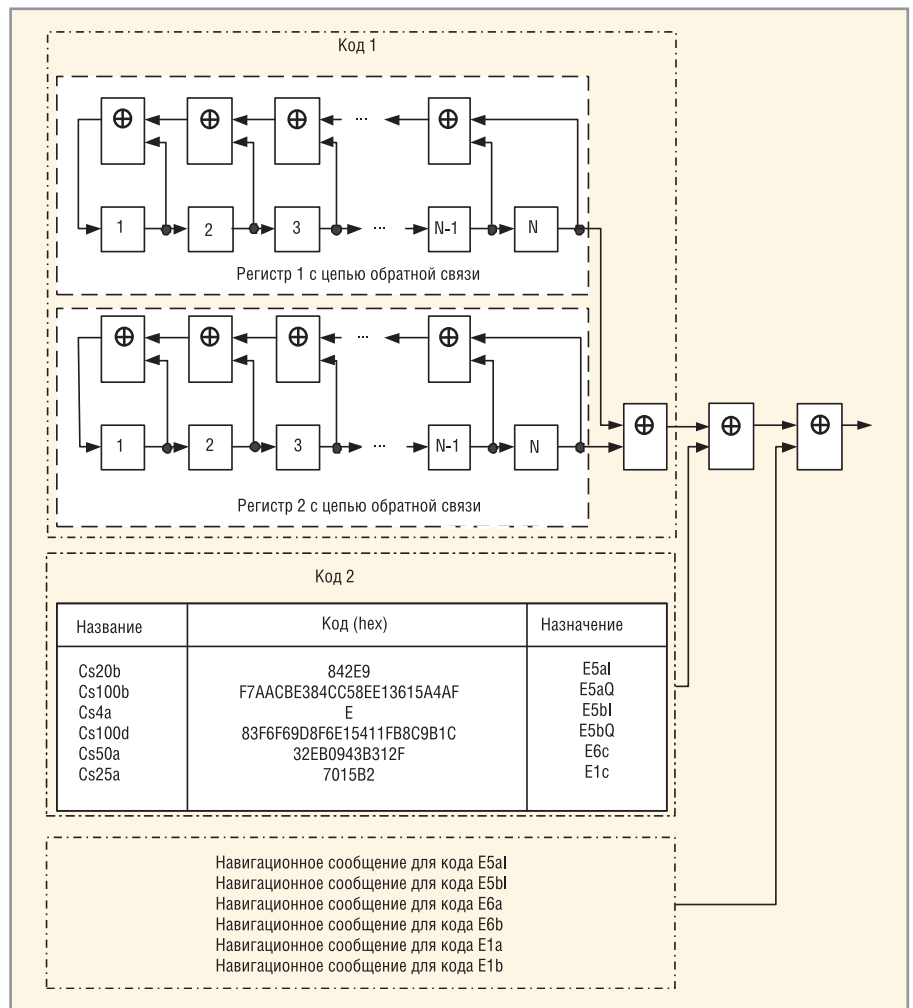


Схема формирования кодов системы Галилео

Номера ячеек регистров сдвига, которые используются в цепи обратной связи формирования каждого из кодов, а также исходные состояния каждого из регистров приведены в таблице 1. При формировании первых кодов используются следующие тактовые частоты: для кодов E5 – 10,23 МГц, для кодов E6 – 5,115 МГц, для кода E1a – 2,5575 МГц, для кодов E1b, E1c – 1,023 МГц. Сформированные таким образом коды имеют следующие длину и период: коды E5 – длина 10 230 элементов, период 1 мс; код E6a – длина 51 150 элементов, период 10 мс; код E6b – длина 5115 элементов, период 1 мс; код E6c – длина 10 230 элементов, период 2 мс; код E1a – длина 25 575 элементов, период 10 мс; код E1b – длина 4092 элемента, период 4 мс; код E1c – длина 8184 элемента, период 8 мс.

Тактовая частота формирования второго кода выбрана таким образом, чтобы длительность его элемента соответствовала длине периода первого кода. Код E5aI суммируется с кодом, названным CS20b, E5aQ – с кодом

CS100b, E5bI – с кодом CS4a, E5bQ – с кодом CS100d, E6c – с кодом CS50a, E1c – с кодом CS25a. У всех дополнительных кодов первым передается старший разряд, расположенный слева. Код CS20b в шестнадцатеричном формате имеет вид 842E9, код CS100b – F7AACBE384CC58EE13615A4AF, код CS4a – E, код CS100d – 83F6F69D8F6E15411FB8C9B1C, код CS50a – 32EB0943B312F, код CS25a – 7015B2.

Коды E5aI, E5bI, E6a, E6b, E1a и E1b дополнительно модулируются навигационными сообщениями системы.

В результате использования указанных способов формирования сигналов спектр сигналов системы Галилео займёт следующие полосы частот (по первым нулям спектра сигнала): сигнал E5a – от 1166,22 до 1186,68 МГц; сигнал E5b – от 1196,91 до 1217,37 МГц; сигнал E6a – от 1263,405 до 1273,635 МГц и от 1283,865 до 1294,095 МГц; сигналы E6b, c – от 1273,635 до 1283,865 МГц; сигнал E1a – от 1557,5175 до 1562,6325 МГц и от 1588,2075 до

1593,3225 МГц; сигналы E1b, с – от 1573,374 до 1575,420 МГц и от 1575,420 до 1577,466 МГц.

За время, которое спутник GIOVE-A провёл на орбите, консорциумом были проведены исследования характеристик выбранных сигналов системы. В частности, авторы работы [4], используя для приёма сигналов экспериментальный приёмник системы Галилео, сделали выводы, что передаваемые спутником сигналы позволяют получать более точные навигационные данные по сравнению с сигналом C/A-кода системы GPS. При этом наилуч-

шими характеристиками, по мнению авторов, обладают сигналы диапазона E5, а наихудшими – сигналы E1b, с. Кроме того, сигналы E5, E1a и E6a наиболее устойчивы к помехам, возникающим из-за многолучевого приёма.

Запуск первого (испытательного) ИСЗ системы, исследования свойств сигналов и схемотехнических решений приёмников системы показывает, что система Галилео постепенно становится реальностью. Поэтому наличие её сигналов необходимо учитывать при проектировании современной навигационной аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Onidi O. Galileo is launched, European Commission.
2. Issler J.-L., Hein G.W., Godet J., Martin J.-C., Erhard Ph., Lucas-Rodriguez R., Pratt T. Galileo Frequency&Signal Design. Galileo's World. 2003. Vol. 6. <http://www.galileos-world.com/galileosworld/article>.
3. GIOVE-A Navigation Signal-In-Space Interface Control Document. www.giove.esa.int.
4. Hollreiser M., Crisci M., Sleewaegen J.-M., Giraud J., Simsky A., Mertens D., Burger T., Falcone M. Galileo Signal Experimentation. GPS World. May 2007. <http://sidt.gps-world.com/gpssidt/article>. 

Новости мира News of the World Новости мира

Mitsubishi: КПД поликремниевых солнечных ячеек достиг 18,6%

Японская компания Mitsubishi Electric поставила очередной мировой рекорд эффективности преобразования световой энергии в электрическую в поликремниевой солнечной ячейке. Имея площадь 150 мм², такая ячейка имеет КПД 18,6%, что на 0,6% лучше собственного предыдущего рекорда производителя.

Среди особенностей новой разработки инженеры Mitsubishi отмечают нанесение на поликремниевую пластину структуры, напоминающей по форме пчелиные соты, с низкой отражающей способностью, оптимизацию p-n-перехода с целью увеличения значения генерируемого электрического тока, применение нового технологического процесса для печати электродов на поверхности кремния, что позволило уменьшить потери в управляющих электродах. Также компании удалось разработать способ нанесения «сотовой» структуры на поликремниевую пластину с комбинированием лазерного выжигания и жидкостного травления.

Новая технология для создания солнечных ячеек следующего поколения будет внедрена в массовое производство фотоэлектрических модулей в марте 2011 г.

EE Times

Углерод эффективнее меди для 45-нм микросхем

Углеродные нанотрубки могут вытеснить медь в качестве материала для межсоединений, – сообщила на днях группа исследователей из Политехнического института Ренсселера (США). Построенная ими компьютерная модель (на суперкомпьютере мощностью 100 терафлоп), учитывающая квантово-механические эффек-

ты, позволила учёным сделать вывод о неспособности медных межсоединений соперничать по производительности с углеродными нанотрубками для микросхем, произведённых с применением норм 45-нм процесса.

Исследователи рекомендовали использование пучков углеродных нанотрубок в качестве межсоединений для микросхем, поскольку они могут обеспечить меньшее сопротивление и, соответственно, меньшее выделение тепла. Этот эффект, по мнению руководителя группы Сароя Наяка (Saroj Nayak), недооценивается многими исследовательскими коллективами, которые не способны построить точные компьютерные модели полупроводниковых схем и оценить преимущества углеродных проводящих структур над металлическими.

К большому сожалению, полученные результаты имеют в данный момент лишь академическую ценность. Главным препятствием для внедрения углеродных нанотрубок в качестве основного материала для процессорных межсоединений представляется отсутствие методик, пригодных для промышленного производства. Кроме того, нет на данный момент и методик точного позиционирования объектов размером в 1...10 нм на поверхности кристалла.

rpi.edu

Оптический коммутатор IBM для применения в процессорах

В исследовательских лабораториях компании IBM находится очередное устройство из сегмента оптоэлектроники – ещё на стадии экспериментальной разработки, но уже продемонстрировало свою работоспособность. Новый компонент представляет собой миниатюрный оптический коммутатор, который, по мнению его создателей, со временем можно будет

применять в процессорах для обеспечения высокоскоростных каналов обмена данными между ядрами. Согласно утверждениям IBM, применение оптоэлектронных компонентов вместо традиционных полупроводниковых и медных позволит увеличить пропускную способность соединяющих ядра коммуникаций приблизительно в 100 раз и примерно вдесятеро снизить уровень энергопотребления. При этом стоимость решения должна остаться относительно низкой за счёт формирования оптоэлектроники в рамках традиционных технологий производства кремниевых полупроводников.

Разработанный оптический коммутатор может оперировать одновременно с несколькими длинами волн, обеспечивая теоретический максимум пропускной способности на уровне терабайта в секунду при минимальных значениях латентности. Компонент получился достаточно миниатюрным: на площади 1 кв. мм можно разместить около 2000 таких коммутаторов. IBM сообщила также об успешном прохождении термических испытаний, в которых имитировалось высокотемпературное окружение, типичное для «внутренностей» процессора.

Множество компаний, включая IBM, Intel и новичков, вроде Primarion, экспериментируют с кремниевыми лазерами, светодиодами и другими компонентами оптоэлектронных чипов на протяжении уже около восьми лет. Пожалуй, одно из наиболее впечатляющих достижений в данном сегменте – это разработанное IBM устройство, позволяющее «притормозить» свет, что может быть использовано, например, для аппаратной поддержки шифрования данных. В то же время появления всех этих новшеств на рынке придется подождать ещё как минимум несколько лет.

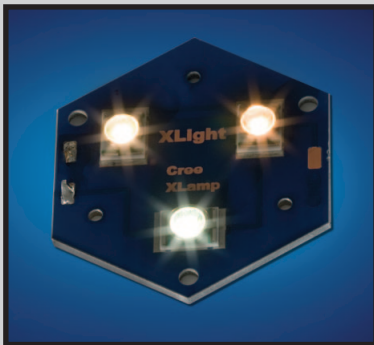
www.3dnews.ru



МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ ОСВЕТИТЕЛЬНОГО КЛАССА

ОСОБЕННОСТИ

- Все оттенки белого цвета свечения:
 - ▶ холодный белый от 5000K до 10000 K
 - ▶ естественный белый от 3700K до 5000K
 - ▶ теплый белый от 2600K до 3700K
- Самые высокие значения светового потока:
 - ▶ холодный белый 114 Лм @ 350мА
 - ▶ естественный белый 87,4 Лм @ 350 мА
 - ▶ теплый белый 80,6 Лм @ 350 мА
- Гарантия стабильности цветовых характеристик
- Снижение светового потока не более 30% за 50000 часов
- Соответствие самым высоким стандартам светодиодной индустрии



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Наружное освещение: парковое, уличное освещение, пешеходные переходы
- Переносные прожекторы и фонари
- Системы общего освещения: ЖКХ, автомобильные парковки
- Подсветка витрин, рекламных щитов
- Архитектурная и ландшафтная подсветка
- Автономные системы освещения с питанием от солнечных батарей
- Аварийное освещение

Преимущества освещения на основе светодиодных ламп Cree:

- >> Высокая световая отдача: более 100 Лм/Вт @ 350мА
- >> Высокое качество света: CRI > 80
- >> Самая высокая надежность в отрасли
- >> Экологическая безопасность: не содержит ртути, свинца, других тяжелых металлов
- >> Энергетическая эффективность
- >> Работоспособность при экстремально низких температурах: до -190°C*

*По результатам исследований ФТИ имени А.Ф. Иоффе

Приглашаем Вас на семинар CREE 28 апреля 2008 года

Регистрация на сайте www.prochip.ru

реклама

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР CREE В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT® АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • info@prochip.ru • www.prochip.ru • www.cree.ru

От VME к VPX: НОВЫЙ МОДУЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ДЛЯ ВОЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

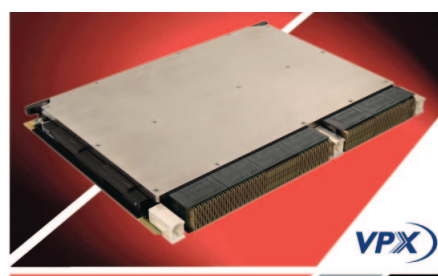
Алексей Демьянов (Москва)

Пропускная способность параллельных шин перестала удовлетворять разработчиков, и на смену широко применяемой в военной аппаратуре шины VME пришел стандарт VPX.

Стандарт VPX был создан специально для авиакосмической техники. В состав рабочей группы вошли ведущие компании ВПК США: Boeing, Northrop Grumman, Curtiss-Wright, Radstone Technology (GE Fanuc), Mercury Computers и др. Шина VPX (см. рисунок) изначально разрабатывалась с учётом проблем, накопившихся при разработке и эксплуатации военных систем, поскольку адаптация и/или доработка телекоммуникационных или других стандартов, в том числе на базе шины VME, не могла решить эти проблемы.

Перед разработчиками стандарта VPX были поставлены следующие основные задачи:

- значительное (на порядок и более) увеличение пропускной способности объединительной панели (пропускная способность шины VME составляет максимум 320 Мб/с в синхронном 64-разрядном блочном режиме 2eSST);
- сохранение максимально возможной совместимости с шиной VME для защиты инвестиций в разработку аппаратного и программного обеспечения военных платформ;
- улучшение технологии охлаждения с учётом рассеиваемой мощности современных и будущих высокопроизводительных микропроцессоров;
- реализация концепции «заменяем только модуль, а не блок (подсисте-



Модуль VPX формата 6U в защитном кожухе

му) целиком» при ремонте оборудования в полевых условиях неквалифицированным персоналом (проще говоря, солдатом во время боевых действий).

Поставленные задачи были решены следующим образом:

1. В стандарте VPX на объединительной панели была определена коммутируемая структура на базе высокоскоростных последовательных интерфейсов. Четыре дуплексных четырёхполосных порта коммутируемой структуры (32 дифференциальные пары) обеспечивают пропускную способность 10 Гб/с при скорости последовательной передачи 3,125 Гбит/с. В качестве последовательных интерфейсов могут применяться Serial RapidIO, PCI Express, 10 GE и др. Естественно, пришлось устанавливать новый соединитель, поскольку разъём шины VME обеспечивает скорость передачи не более 1,5 Гбит/с. В результате был разработан, испытан и утверждён разъём Tyco Multigig RT2, обеспечивающий скорость передачи до 6,25 Гбит/с;
2. Хотя шины VPX и VME используют один и тот же формат Евромеханики 6U/3U, из-за различия в конструкции разъёмов модули VPX и модули VME не могут быть установлены в одну объединительную панель. Для того чтобы можно было реализовывать гибридные VME/VPX-системы, на одной из секций разъёма VPX определена проекция шины VME64. Это даёт возможность разрабатывать гибридные VME-VPX-объединительные панели, и они уже выпускаются. Применение в новых VPX-системах отработанных решений на базе шины VME позволяет сохранить

инвестиции и обеспечить плавный переход на новую технологию;

3. Требования к вычислительным ресурсам со стороны прикладных задач будут возрастать, как и рассеиваемая мощность высокопроизводительных микропроцессоров. Модуль VPX может отводить максимум 768 Вт тепловой мощности по сравнению с 90 Вт на один модуль VME. Для этого в стандарте VPX, кроме воздушного и кондуктивного охлаждения (как в VME), предусмотрено жидкостное охлаждение;
4. Предполагаемый срок службы военных платформ (самолёты, вертолёты, бронетехника и корабли) составляет от 30 до 50 лет, и затраты в течение срока службы становятся более критичным фактором, чем начальные капитальные затраты по закупкам. Взаимозаменяемость на уровне модулей позволит сократить затраты на обслуживание боевых систем. В стандарте VPX предусмотрен кожух модуля для защиты от механических повреждений и электростатического разряда. Разъём VPX также имеет защиту от электростатического разряда. Это позволяет извлекать модули из корпусов блоков в полевых условиях и содержать склад уровня модулей, а не блоков. По оценкам военных системных интеграторов, обслуживание на уровне модулей, а не блоков, позволит сократить затраты в течение срока службы на 50...70%.

VPX – не технология общего назначения, приспособленная для военных задач. VPX изначально разрабатывался с учётом накопившихся проблем при разработке военных систем. Никакие приспособления и доработки телекоммуникационных или других стандартов не смогут «пасть в цель» так же точно, как VPX.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.avdsys.ru/cw/RTCMag-Sept2007_rus.pdf.
2. www.avdsys.ru/cw/BS-Oct2007_rus.pdf. ©

ФОРМУЛА УСПЕХА:

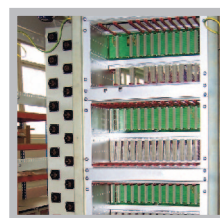
ИДЕИ ЗАКАЗЧИКА,

РЕАЛИЗАЦИЯ — ФАСТЕКО



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ КАТЕГОРИИ СЛОЖНОСТИ

- **Приоритеты** — проектам полного цикла производства
- **Комплексные проекты:** от разработки опытного образца до выпуска серийных изделий
- **Лицензии и сертификаты** на производство электронного оборудования
- **Планирование поставок** готовых изделий по графикам заказчика



- Автоматизированный монтаж печатных плат любой сложности, все типы плат и компонентов.
- Корпусная сборка электронных узлов, крейтов, шкафов и блоков; сборка, тестирование и программирование промышленных компьютеров и контроллеров без ограничений в технологиях.
- Поставка печатных плат любой сложности, соответствие стандартам IPC и ГОСТ. Консультации, доработка.
- 100% комплектование электронными компонентами производственных программ. Регистрация проектов, долгосрочные программы, склад.
- 100% контроль качества: оптический и рентген-контроль, паспортизация изделий на всех этапах производства, служба контроля качества, ОТК.
- Изготовление лицевых приборных панелей, шильдов, деталей корпусов, радиаторов.
- Изготовление кабелей, жгутов.
- Дизайн-центр по разработке электронного оборудования: от модулей до программно-аппаратных комплексов.

реклама

Мультимедийный пульт управления «УМНЫМ ДОМОМ»

Владимир Ничипорович, Виталий Мозолевский
(г. Минск, Беларусь)

В статье приведены результаты анализа ситуации на рынке универсальных пультов управления, описаны наиболее популярные устройства и перечислены основные требования к приборам данного класса. Также предложено описание решения, разрабатываемого компанией Promwad, приведено подробное описание аппаратной и программной частей.

ВВЕДЕНИЕ

У большинства людей словосочетание «умный дом» вызывает ассоциацию с загородным особняком, перегруженным электроникой. Однако сегодня наблюдается повсеместная пассивная «интеллектуализация» жилых помещений. Например, в большую часть современных устройств (радиотелефон, музыкальный центр, ПК и пр.) встроена функция объединения в единую сеть UPnP (Universal Plug and Play), которая даёт возможность автоматического взаимодействия данных устройств и организации их совместной работы. К сожалению, данная технология не очень популярна, и проблема заключается в том, что пользователи обычно не подозревают о существовании функции UPnP в своих приборах.

Каждый человек стремится создать для себя максимально комфортную обстановку в доме или квартире. Что же сейчас происходит? У многих из нас на журнальном столике или полке можно обнаружить стопку пультов

управления от телевизора, проигрывателя DVD, музыкального центра, домашнего кинотеатра, кондиционера и пр. Чтобы посмотреть фильм, приходится включать как минимум два устройства, и как правило, двумя различными пультами. Представьте, что будет дальше, когда потребуются управлять не только средствами развлечения, но и отоплением, освещением, кондиционированием, вентиляцией, электропитанием, охранно-пожарной сигнализацией и т.д.

В настоящее время наиболее активной «интеллектуализации» подвергаются домашние устройства для отдыха и развлечения, а другие бытовые приборы затронуты этим процессом в меньшей степени. Однако в ближайшем будущем ситуация изменится: уже сейчас можно наблюдать активное развитие технологий «умного дома» в среде бытовых приборов (системы кондиционирования, вентиляции, освещения, отопления и др.).

Не стоит забывать, что одно дело приобрести эти устройства, а другое – заставить их взаимодействовать. По мнению Института интеллектуального здания (г. Вашингтон), «умным домом» считается «здание, обеспечивающее продуктивное и эффективное использование рабочего пространства благодаря оптимизации его четырёх основных элементов: структуры, систем, служб и управления, которое обеспечивает взаимодействие между ними». Если ранее задача управления «умным домом» распространялась только на бытовые приборы и решалась при помощи контроля электрической сети, то в настоящее время каждое устройство

в доме должно подчиняться единому центру управления.

Поэтому в данной статье пойдёт речь именно о проблеме управления «умным домом», организации взаимодействия между различными устройствами и способах решения такой задачи.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

В процессе развития современных технологий был предложен ряд устройств, способных решить проблему контроля «умного дома»: мобильный телефон, карманный компьютер, персональный компьютер и т.п. Однако выяснилось, что устройства, разработанные для определённого круга функций, невозможно в достаточной степени приспособить к решению нестандартных задач. Потребовалось новое устройство, созданное специально для управления «умным домом», – универсальный пульт управления.

На сегодняшний день на рынке имеется достаточное разнообразие пультов управления «умным домом», предлагаемых рядом компаний, среди которых Philips, Sony, Logitech и др. Возрастающая популярность универсальных пультов заставляет предъявлять жёсткие требования к устройствам такого класса:

- минимальный вес (не более 1 кг);
- продолжительность работы от аккумулятора при активном использовании не менее 5 ч;
- способность запоминать и управлять в среднем 250 устройствами;
- поддержка современных интерфейсов связи;
- ударопрочность, влагоустойчивость и т.п.

В таблице приведены основные характеристики пультов управления различных производителей.

Одним из лидеров на рынке универсальных пультов сегодня является компания Philips. Среди успешных проектов этой компании можно выделить ПУ типа SBC RU980 (см. рис. 1).



Рис. 1. Пульт Philips SBC RU980

Он и сегодня успешно конкурирует с современными моделями. Производитель позиционирует данный продукт как эффективное и полностью настраиваемое средство управления всеми бытовыми устройствами. Основными функциями ПУ являются универсальная база ИК-кодов, функция считывания кодов, однокнопочная настройка и возможность загрузки обновлений.

Пульт Pronto NG TSU9600 – одна из последних универсальных моделей компании Philips (см. рис. 2). Как утверждает производитель, данное устройство способно управлять всеми домашними цифровыми устройствами, начиная с развлечений (домашний кинотеатр) и заканчивая системой освещения (RadioRA). Технические характеристики устройств, предлагаемых компанией Philips, приведены в таблице.

Универсальный пульт управления MX-3000 компании HomeTheaterMaster (см. рис. 3) является одним из самых продаваемых пультов на территории США. Он обладает цветным сенсорным ЖК-экраном с диагональю 3,5" (65 000 цветов) и автоматической подсветкой и позволяет управлять 256 устройствами и зонами по инфракрасному или радиоканалу. С техническими характеристиками MX-3000 можно ознакомиться в таблице.

Постановка задачи

Многие из существующих решений либо не отвечают современным требованиям (малое время работы от аккумулятора, небольшой ЖК-экран, отсутствие возможности работы с современными интерфейсами связи, гибкого изменения или перепрограммирования ПО), либо имеют очень высокую цену. Универсального решения для пульта управления «умным домом» по приемлемой цене на данный момент не существует. Таким образом, сложившаяся на рынке устройств управления «умным домом» ситуация диктует необходимость создания универсального мультимедийного пульта управления, отвечающего вышеизложенным требованиям. При этом стоимость пульта должна быть значительно ниже, чем у существующих аналогов.

Была поставлена задача разработки и создания прототипа универсального пульта управления с большим цветным ЖК-экраном, осна-

щённого наиболее популярными интерфейсами. Пульт управления должен быть портативным, эргономичным и обладать низким электропотреблением.

К аппаратной части разрабатываемого устройства предъявлялись следующие требования:

- интерфейс Ethernet 10/100 Мбит/с;
- хост-интерфейс USB 2.0;
- интерфейс 802.11b/g;
- ЖКИ с разрешением 800 × 480 пикселей и 24-разрядной цветовой палитрой;
- сенсорный экран (Touch screen);
- датчик освещённости;
- датчик присутствия;
- инфракрасный порт;
- линейный звуковой выход;
- микрофонный вход;
- клавиатура и светодиодная индикация;
- внешнее питание от источника 12 В или от сети Ethernet (технология PoE);
- автономное питание от литий-ионных аккумуляторов;
- работа под управлением ОС Linux.

На текущий момент завершены этапы проектирования аппаратной и программной частей пульта, что позволило провести сравнительный анализ предложенного универсального пульта с существующими на рынке



Рис. 2. Пульт Philips Pronto NG TSU9600



Рис. 3. Пульт HomeTheaterMaster MX-3000

аналогами (см. таблицу). В данной статье разработанному универсальному пульту присвоено рабочее название UCP (Universal Control Panel, универсальная панель управления).

РЕШЕНИЕ

Анализ ситуации на рынке универсальных пультов показывает инте-

Сравнительная таблица универсальных пультов управления «умным домом»

Прибор	UCP	Philips SBCRU980	Philips Pronto NG TSU9600	HTM MX-3000
Питание	Li-Ion	Ni-MH	Li-Polimer	Ni-MH
Датчик освещённости	Да	Да	Да	Нет
Датчик присутствия	Да	Да	Да	Да
Технология PoE	Да	Нет	Нет	Нет
Порт Ethernet 10/100 Мбит/с	Да	Нет	Нет	Нет
Инфракрасный порт	Да	Да	Нет	Да
Порт 802.11b/g	Да	Нет	Да	Нет
Порт USB	1 (2.0)	1 (1.1)	1 (2.0)	Нет
Звуковой выход	Да	Нет	Да	Да
Встроенные динамики	Да	Нет	Да	Да
Микрофонный вход	Да	Нет	Нет	Нет
ЖКИ	Цветной 7" 800 × 480	Цветной 3,8" 320 × 240	Цветной 3,7" 640 × 480	Цветной 3,5" 320 × 240
Сенсорный экран (Touch screen)	Да	Да	Да	Да
Клавиатура и светодиодная индикация	Да	Да	Да	Да
Частота процессора, МГц	200	20	266	206
Объём ОЗУ, Мб	32	64	64	16
Объём флэш-памяти, Мб	8	32	64	16
Цена, долл. США	500	1010	870	998

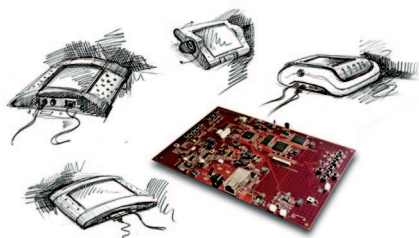


Рис. 4. Плата и эскизы корпуса пульта UCP

ресную тенденцию, которая заключается в стремлении некоторых производителей оснастить свои устройства максимально мощными, а следовательно, дорогими процессорами, которые изначально предназначались для карманных компьютеров (или КПК), при этом добавив к ним неоправданно большой объём флэш-памяти и оперативной памяти. Такая «гонка» за производительностью увеличивает себестоимость устройства и резко уменьшает круг потенциальных потребителей. Поэтому на сегодняшний день средняя цена универсального пульта управления составляет порядка 1000 долл. США. Очевидно, что стремление превратить универсальный пульт в портативный компьютер бесперспективно, поскольку, во-первых, эта ниша на рынке электроники уже занята и, во-вторых, итоговая цена за единицу продукции может распугать возможных клиентов.

С учётом приведённых соображений плата (см. рис. 4) для пульта UCP была спроектирована на базе процессора Cirrus Logic EP9307. В данную систему на кристалле интегрировано большое количество интерфейсов. Такое решение позволяет значительно снизить количество требуемых дополнительных компонентов и уменьшить габариты устройства.

Производительность процессора позволяет успешно выполнять все задачи, возложенные на разрабатываемое устройство. В качестве операционной системы используется ОС Linux, а встроенный аппаратный графический ускоритель предоставляет пользователю красочный динамический интерфейс.

Применение ОС Linux позволило сделать данное устройство универсальным в плане выполняемых функций. Например, при помещении устройства в выносной модуль

пульт может становиться электронной фоторамкой, выводя на экран загруженные фотографии. Благодаря возможностям модернизации ПО с открытым кодом, пользователь может выходить в Интернет, загружать разнообразные игры, а также просматривать электронную почту, создавать напоминания, заметки для других членов семьи и многое другое.

Каждый производитель стремится реализовать в устройствах данного класса максимум мультимедийных возможностей. Изначально в универсальных пультах преобладало управление при помощи клавиатуры, а экран выступал только как средство отображения информации. В настоящее время все устройства оснащены сенсорными экранами и клавиатура выступает лишь как вспомогательный инструмент. Поэтому при проектировании мультимедийного пульта управления «умным домом» было уделено особое внимание минимизации количества кнопок и увеличению площади сенсорного ЖКИ.

В результате был использован сенсорный ЖК-экран компании Hitachi модели TX18D16VM1CBA – один из самых крупных для устройств данного класса (диагональ 7" против 3,8" у аналогов) с разрешением 800 × 480 пикселей и 24-битной глубиной цвета. Помимо этого, на плате реализованы клавиатура (использует интерфейс процессора 8 × 8 Keypad Scanner), светодиодная индикация режимов работы и светодиодная подсветка клавиатуры.

Оцифровка звука с микрофона и вывод сообщений либо музыки на громкоговорители осуществляется посредством звукового кодека AD1981BJSTZ, подключенного к интерфейсу AC97 процессора. Кроме того, устройство снабжено инфракрасным приёмником и передатчиком, поскольку эта технология всё ещё применяется при управлении звуковой и видеотехникой.

Многие из существующих аналогов в целях снижения энергопотребления оборудованы датчиками присутствия и освещённости. С этой же целью на плате UCP установлены датчик освещённости (TSL2550T) и датчик присутствия (QT113-ISG). Такое решение может продлить на 35% время автономной работы пульта.

Для реализации функций беспроводной связи используется модуль Unex RM5 стандарта 802.11 b/g на базе микросхемы Marvell M8385. Для подключения USB-накопителей и других ведомых устройств USB реализован хост-интерфейс USB 2.0.

Помимо того в пульте реализовано три варианта питания. В частности, модуль PoE (Power-over-Ethernet), который позволяет передавать устройству вместе с данными электрическую энергию по стандартной витой паре, если в используемой сети Ethernet присутствует соответствующий инжектор. Мы полагаем, что такое решение со временем завоевывает популярность среди потребителей. Второй вариант питания – от внешнего источника постоянного тока. Третий вариант – от встроенной аккумуляторной батареи.

Для программного обеспечения аппаратной платформы был разработан пакет поддержки аппаратуры (BSP) на основе начального загрузчика U-Boot и операционной системы Poky Linux для процессора ARM, основанный на полнофункциональной системной библиотеке GNU libc. В качестве ядра операционной системы используется стандартная и стабильная версия ядра Linux 2.6.20 с изменениями, которые поставляются компанией Cirrus Logic.

В процессе разработки ПО были реализованы драйверы для датчика присутствия и управления питанием, которые используются различными функциональными модулями устройства. При адаптации ядра были внесены изменения в драйвер клавиатуры. Для работы с ЖКИ компании Hitachi был приспособлен соответствующий драйвер поддержки буфера кадров и изменён графический X-сервер с целью поддержки сенсорного ЖК-экрана.

Стоимость процессора (системы на кристалле) составляет около 20 долл. США. Разработанная печатная плата имеет шесть слоёв, что позволило уменьшить стоимость производства устройства и упростить его до возможности выполнения полного цикла на российских заводах с учётом имеющихся технологических норм и процессов. В совокупности с минимизацией количества дополнительных компонентов это позволило значительно

снизить себестоимость универсального пульта управления.

В итоге цена предложенного устройства UCP может быть в два-три раза меньше цены аналогов, что позволит в дальнейшем сделать технологии «умного дома» более популярными и, возможно, значительно снизить среднюю стоимость устройств данного класса.

Выводы

Таким образом, разработанный пульт управления «умным домом» UCP позволяет эффективно заменить различные устройства управления одним пультом. Предлагаемый универсальный пульт управления позволяет выполнять следующие функции:

- управлять всеми устройствами, подключенными в домашнюю сеть;
- отображать состояния всех подключенных электронных устройств;
- использоваться в качестве универсального пульта ДУ с возможностью программирования;
- выводить качественное изображение;

- записывать и воспроизводить звук;
- интегрироваться в автоматизированную систему контроля и учёта энергии, а также систему наблюдения (видеодомофон) и безопасности;
- быть «электронной книгой»;
- использоваться для доступа в Интернет, приёма электронной почты и прослушивания интернет-радиостанций;
- применяться в качестве цифровой фоторамки при установке в подключаемый модуль (крейл);
- использоваться в качестве часов, будильника, органайзера и «семейного напоминателя».

Данный перечень выполняемых функций не является окончательным. Однако, уже на данном этапе ясно, что разработанное устройство может успешно конкурировать со многими современными аналогами. Свободное распространение программ для ОС Linux позволяет внести изменения в функциональность пульта с минимальными затратами, что даёт возможность адаптировать устройство под специфические требования как целых

групп потребителей, так и конкретного пользователя. Это обеспечивает высокую конкурентоспособность данного продукта.

Немаловажным фактором успешной конкуренции с аналогичными разработками является низкая себестоимость UCP, которая позволит открыть рынок недорогих универсальных пультов управления «умным домом» для широкого круга потребителей. Возможно, именно это сыграет ключевую роль в дальнейшей судьбе данного прибора.

Следует отметить, что процесс разработки пульта UCP ещё не завершён, поэтому вполне возможны дальнейшие улучшения некоторых параметров устройства, которое появится на европейском рынке предположительно в третьем или четвёртом квартале 2008 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.promwad.com.
2. www.dolnikoff.com.
3. www.smarthome.com.
4. www.smarthouse.com.au.
5. www.smart-house.com.



**23-25 сентября
2008**



**Новосибирск
Россия**

При поддержке
 ТПП Российской Федерации

**СИБИРСКИЙ ФОРУМ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

СИБСВЯЗЬ. СИБКОМПЬЮТЕР. СИБИНТЕРНЕТ

XVI международная специализированная выставка средств связи и телекоммуникаций, коммуникационного оборудования, информационных технологий и компьютерной техники, сервисов Интернет

ЭЛЕКТРОНСИБ

Специализированная выставка электронных компонентов и технологического оборудования

СИБИРЬ-ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЕ

Специализированная выставка кабельного и спутникового телевидения, радиовещания и широкополосных телекоммуникаций

Генеральные информационные спонсоры




Информационная поддержка
















Выставочное общество СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА

Новосибирск, Красный пр-т, 220/10. Тел.: (383) 210-62-90, факс: 225-98-45 www.sibfair.ru

Прозрачные электролюминесцентные дисплеи

Ади Абилах (Adi Abileah), Кари Харконен (Kari Harkonen), Арто Паккала (Arto Pakkala), Джеральд Сид (Gerald Smid)
 Перевод Виктора Жданкина (Москва)

Статья даёт исчерпывающие сведения о конструкции и применениях прозрачных электролюминесцентных (ЭЛ) дисплеев. Данный дисплей излучает янтарный свет (типовая яркость 110 кд/м²) в двух направлениях. Панель имеет коэффициент пропускания 85%, близкий к коэффициенту пропускания оконного стекла. Она может применяться в качестве накладки на другие информационные дисплеи, такие как автомобильные контрольно-измерительные приборы и рекламные плакаты, а также может быть использована с негативной оптикой для проецирования изображения издали. Панель может быть выполнена в виде изогнутой плоскости или другой заданной формы, в том числе с отверстиями. Существует множество применений, в которых может быть использована эта новая технология.

ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ ПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ДИСПЛЕЕВ

Непрозрачная неорганическая тонкоплёночная электролюминесцентная технология (Thin Film Electroluminescent, TFEL) была разработана в середине 1980-х годов в основном компаниями Planar Systems и Finlux и позднее была приобретена фирмой Planar. Японская компания Sharp также была одной из первых разработчиков технологии TFEL. В конце 1990-х годов Denso Corporation начала производить прозрачные ЭЛ-дисплеи для автомобильных применений.

Стандартное изделие, изготовленное по TFEL-технологии на основе неорганических материалов, содержит слои люминофоров, которые излучают свет под действием сильных электрических полей. Обычно в каче-

стве люминофора используется материал ZnS:Mn. Напряжение прикладывается на пересечении электродов, причём передний электрод является прозрачным. Прозрачные электроды обычно изготавливаются из окиси индия и олова (Indium Tin Oxide, ITO). Задние электроды стандартных ЭЛ-дисплеев обычно сделаны из металла. Преимуществом нахождения металла за излучающим слоем является то, что он может поглощать много света, который излучается люминофором в плоскости дисплея. Такая концепция изготовления дисплеев на базе TFEL-технологии очень хороша для применений внутри помещений, поскольку выход света может быть увеличен почти в два раза. Вне помещений основную проблему создают задние электроды, так как они подобны зеркалу и отражают много окружающего света. Это уменьшает

контрастность дисплея. Для решения этой проблемы компания Planar разработала новый тип электродов, поглощающих свет. Технология получила название Integral Contrast Enhancement (ICE или ICEBright™).

Именно тогда технология TFEL стала доминирующей в плоскочастотных дисплеях, и она всё ещё используется во многих приложениях. Большинство людей знакомы с кардиомониторами в больницах, которые имеют янтарный цвет изображения. Многие портативные компьютеры первых выпусков также включали панели, выполненные по TFEL-технологии. В течение многих лет технология производства ЖК-дисплеев становилась всё более совершенной и преодолела некоторые ограничения. Несмотря на то, что ЭЛ-дисплеи изначально имели значительное преимущество по стоимости, ЖК-дисплеи также становились более конкурентоспособными.

Сегодня многие приложения, которые нуждаются в прочных дисплеях, работающих в экстремальных условиях окружающей среды по температурам, вибрациям и одновременно при широких углах обзора, все ещё используют дисплеи, изготовленные по технологии TFEL. Технология TFEL, несмотря на её ограничения по цветовому диапазону, продолжает быть альтернативной технологией для многих устройств отображения, предназначенных для жёстких условий эксплуатации.

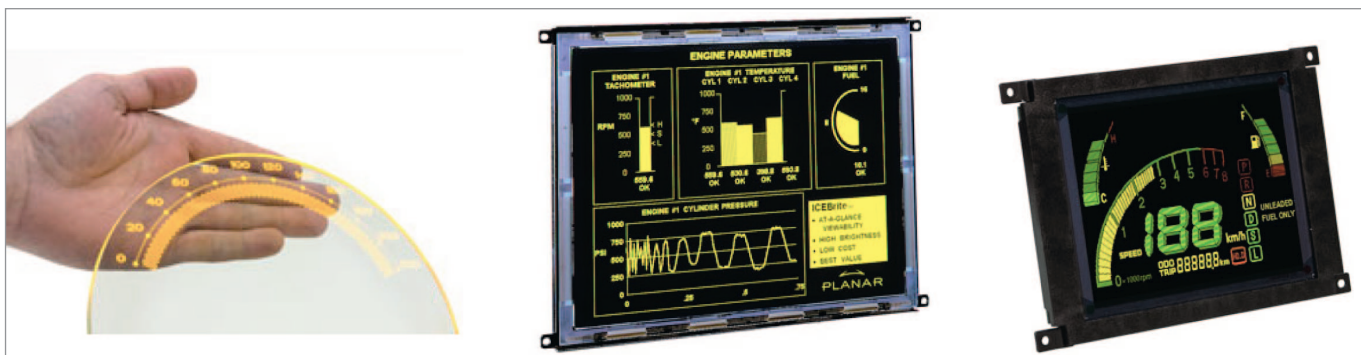


Рис. 1. Образцы прозрачных и многоцветных ЭЛ-дисплеев

В данной статье будут описаны новые разработки в сфере TFEL, в которых задние электроды заменены прозрачным материалом, чтобы сделать всю панель полностью прозрачной. Образцы показаны на рисунках 1 и 2. Эта разработка имеет много потенциальных применений, которые не могут быть реализованы при помощи неизлучающих дисплеев, таких как ЖКИ.

Конструкция прозрачного электролюминесцентного дисплея

Конструкция стандартного тонкоплёночного ЭЛ-дисплея

Тонкоплёночные электролюминесцентные (TFEL) дисплеи основаны на размещении изолирующих слоев, а также слоя светоизлучающего люминофора между прозрачными и металлическими электродами, как показано на рисунке 3. Обычно тонкоплёночный ЭЛ-дисплей построен на стеклянной подложке толщиной 1,1 мм, выполненной из натриевой извести (размер 195 × 265 мм), и герметизирован покровным стеклом толщиной 1,1 мм. Специальной технологией, разработанной и реализуемой компанией Planar Systems, является атомное осаждение слоёв (ALD). Этот метод обеспечивает очень однородные, хорошо контролируемые и свободные от пор слои тонкой плёнки и чрезвычайно твёрдые изолирующие плёнки.

Свет генерируется посредством ударного возбуждения атомов Mn в люминофоре ZnS электронами, перемещаемыми при помощи приложенного напряжения переменного тока (см. рис. 4). Возбуждающее напряжение может быть синусоидальным или прямоугольной формы. Оно прикладывается методом мультиплексирования между электродами столбцов на одной стороне и электродами строк на другой стороне люминофора (см. рис. 5). Каждый раз, когда напряжение превышает порог номинального напряжения около 200 В, генерируется короткий импульс света с постоянной времени затухания менее чем 1 мс, и таким образом яркость излучаемого света приблизительно пропорциональна частоте возбуждения.

В типичных применениях матричных дисплеев частота возбуждающего напряжения может достигать 250 Гц. В семисегментных типах

дисплеев (прямое управление без мультиплексирования) используются даже более высокие частоты. Высоковольтные импульсы генерируются управляющей электроникой TFEL-дисплея. Напряжение питания дисплея 5 В и/или 12 В.

В стандартном ЭЛ-дисплее в качестве слоя люминофора применяется ZnS:Mn, и результирующий спектр излучения света является жёлтым (см. рис. 6) с максимумом около 580 нм. В зависимости от требований к цвету, путём изменения типа люминофора могут быть также получены другие цвета.

Благодаря настоящей структуре твёрдого тела достигаются различные полезные параметры. Электролюминесцентные дисплеи являются чрезвычайно выносливыми в широком диапазоне рабочих температур (-50...85°C, ограничен управляющей электроникой), имеют длительный срок службы более 100 000 ч, широкий угол обзора (более 160°), короткое время отклика (менее 1 мс) во всём диапазоне температур и хороший контраст.

Технология прозрачного ЭЛ-дисплея

Прозрачные электролюминесцентные дисплеи конструируют на базе структуры стандартного ЭЛ-дисплея путём замены заднего металлического электрода прозрачным электродом (например, из окиси индия и олова, ITO) и удаления остальных непрозрачных слоёв из структуры дисплея. Для максимального увеличения светопропускания необходимо согласовать коэффициент преломления смежных слоёв. Схема поперечного сечения структуры показана на рисунке 7.

Другим важным параметром в оптимизации слоёв прозрачного ЭЛ-дисплея является уменьшение «эффекта ореола», который обусловлен внутренними отражениями, когда не согласован коэффициент преломления слоёв. В оптических системах этот эффект также называют оптическим волноводом. Отражённый свет перемещается между слоями и в конце концов покидает излучающий пиксел благодаря эффекту рассеяния. Этот эффект наблюдается, главным образом, в прозрачном ЭЛ-дисплее, однако им можно управлять. Критерием оценки данного эффекта явля-



Рис. 2. Образцы прозрачного EL-дисплея. EL-дисплей, нанесенный на поверхность зеркала, находится на заднем плане

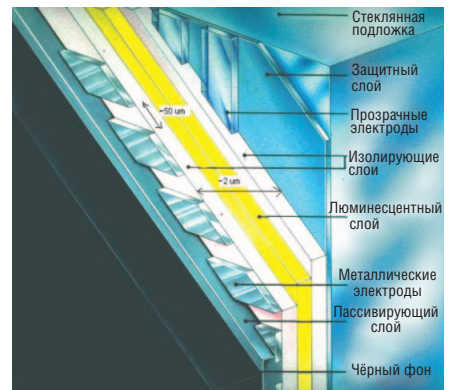


Рис. 3. Тонкоплёночный электролюминесцентный дисплей в конфигурации матричного дисплея

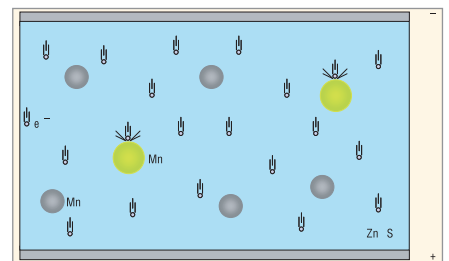


Рис. 4. Излучение света путём возбуждения атомов Mn при помощи электронов в люминофоре ZnS

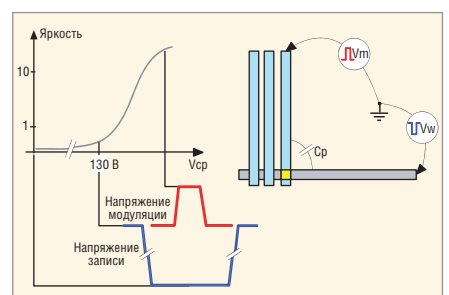


Рис. 5. Управление матричным электролюминесцентным дисплеем посредством напряжения переменного тока

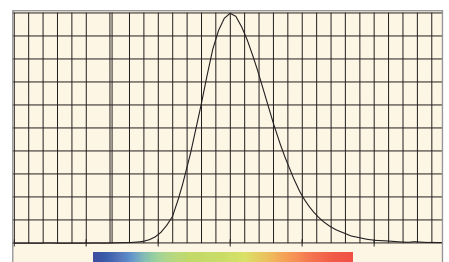


Рис. 6. Спектр световой отдачи люминофора (ZnS:Mn) электролюминесцентного дисплея

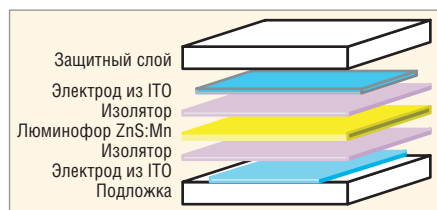


Рис. 7. Схема поперечного сечения прозрачной тонкопленочной электролюминесценции



Рис. 8. Внешний вид прозрачного электролюминесцентного дисплея QVGA

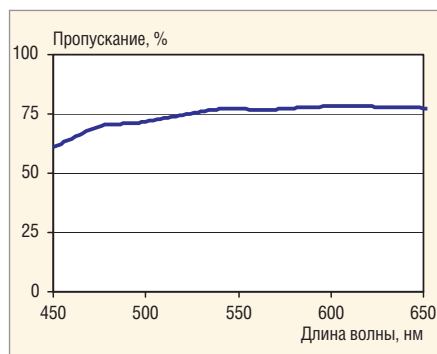


Рис. 9. Спектр пропускания дисплея QVGA

ется расстояние от пикселя, на котором не видима утечка света при наблюдении через микроскоп. Как показано ниже, зона эффекта ореола уменьшена путём оптимизации слоёв и перехода на люминофор без рассеивания. Другим способом уменьшения ореола является покрытие внешних поверхностей антиотражающими материалами.

Оптические параметры прозрачного ЭЛ-дисплея с тремя рецептурами люминофора на частоте 247 Гц

Параметры	Стандартное рассеивание	Среднее рассеивание	Без рассеивания
Коэффициент диффузного отражения, %	1,73	0,82	0,32
Коэффициент зеркального отражения, %	7,6	7,4	9,0
Коэффициент пропускания, %	75,1	85,0	84,0
Контраст ореола	10,64	15,50	16,07
Половина длины ореола, пиксели	19,5	21,4	14,6
Яркость в выключенном состоянии, кд/м ²	0,32	0,23	0,35
Яркость во включённом состоянии, кд/м ²	155,7	124,4	109,1
Яркость при включении 1/8 пикселей, кд/м ²	171,5	150,1	127,9
Относительный контраст при 0 лк	488,16	604,11	321,39
Относительный контраст при 500 лк	51,57	82,28	129,70
Относительный контраст при 1500 лк	19,12	31,00	59,81
Относительный контраст при 25 000 лк	2,13	2,90	5,28

Другой важной проблемой является необходимость изготовления гладкого слоя люминофора с целью минимизации рассеяния света. На начальной стадии разработки использовался стандартный состав люминофора и коэффициент пропускания был всего лишь 75%. Разработка более гладких плёнок улучшила светопропускание до 84%.

Очень сложно сделать электроды прозрачными, поддерживая при этом высокую проводимость, такую же, как у металлических электродов. Во время работы над этим проектом было пройдено несколько этапов для достижения надлежащих параметров. Более высокая проводимость также была ключевым параметром для обеспечения надёжности панели при испытаниях в жёстких условиях окружающей среды, включая длительную эксплуатацию при высоких температурах.

Управляющая электроника прозрачного дисплея аналогична стандартным ЭЛ-дисплеям. Подключение к площадкам электродов контура может быть выполнено, например, при помощи автоматизированной сборки на ленточном носителе (ТАВ) для драйверов столбцов и термосварки к печатной плате для соединения с управляющими драйверами строк, размещёнными в корпусах для поверхностного монтажа. Могут быть рассмотрены и другие схемы подключения.

Результаты испытаний и оптические параметры

Хорошей моделью для демонстрации прозрачного TFEL-дисплея был дисплей QVGA (разрешение 320 × 240 пикселей) с шагом столбцов и строк 0,36 мм и суммарным коэффициентом

заполнения электродов 74,3%. Этот дисплей приводился в действие при помощи архитектуры разделенного экрана, в которой отображение мультиплексируется как два отдельных 120-строчных дисплея. Драйверы с 160 выходами на ленточном носителе, расположенные на отдельных печатных платах, присоединяются к прозрачному дисплею при помощи гибкой соединительной печатной платы. Аналогичная технология применяется для подключения панели к драйверам строк. Логические схемы, преобразователи постоянного напряжения и схемы, необходимые для формирования импульсов напряжения для управления TFEL-панелью, расположены на отдельной печатной плате, подключённой к плате драйверов плоским кабелем. На рисунке 8 показан внешний вид этой панели. Характер изменения светопропускания этой панели показан на рисунке 9.

Были классифицированы три основных типа технологического процесса люминофоров: стандартный (рассеивающий), со средним рассеиванием и без рассеивания. В таблицу сведены основные оптические свойства, полученные с тремя различными типами рецептов люминофоров ZnS:Mn, реализованных в QVGA-дисплеях.

Таблица иллюстрирует значительное улучшение пропускания для люминофора без рассеивания по отношению к стандартной технологии (84% против 75%). Дальнейшее улучшение общего светопропускания может быть достигнуто при помощи антиотражательного покрытия на обеих наружных поверхностях стёкол. Это может добавить около 7,5% к светопропусканию. Новый технологический процесс без рассеивания света также уменьшил диффузионное отражение (0,3% против 1,7%) и рассеянный свет от светящихся пикселей (половина длины ореола уменьшена с 20 до 15 пикселей). Однако, существует некоторая потеря яркости относительно стандартной технологии (109 кд/м² против 156 кд/м²). Тем не менее, благодаря уменьшенному отражению, относительный контраст при сильной засветке на уровне освещённости 50 000 лк улучшен с 1,6 : 1 до 3,1 : 1. График зависимости относительного контраста при ярком внешнем освещении показан на рисунке 10.



НЕЗАМЕНИМ В ЖЁСТКИХ УСЛОВИЯХ

УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЕМПЕРАТУРАМ

Новая технология применения жидких кристаллов и оптимизация теплоотвода

	Обычный LCD	Strong LCD1	Strong LCD2
Рабочий диапазон температур	0 до +50°C	-10 до +65°C	-30 до +80°C
Диапазон температур хранения	-25 до +60°C	-30 до +70°C	-30 до +80°C

УСТОЙЧИВОСТЬ К УДАРАМ И ВИБРАЦИИ

Усилена модульная конструкция

	Обычный LCD	Strong LCD1	Strong LCD2
Устойчивость к вибрации	От 57 до 500 кГц, ускорение 1g	От 57 до 500 кГц, ускорение 1g	От 57 до 500 кГц, ускорение от 1,5 до 2g
Устойчивость к ударным нагрузкам	50g, 11 мс	50g, 11 мс	от 60 до 70g, 11 мс

ЯРКОСТЬ

Значительно повышена благодаря улучшению прозрачности панели и разработке яркой системы задней подсветки

	Обычный LCD	Strong LCD1	Strong LCD2
Яркость	300 кд/м ²	Больше чем 300 кд/м ²	Больше чем 400 кд/м ²

КОНТРАСТНОСТЬ

Подавляя яркость экрана при отображении чёрного и адаптируя новую систему управления, получаем повышенную контрастность

	Обычный LCD	Strong LCD1	Strong LCD2
Контраст	350 : 1	350 : 1	600 : 1

SHARP Strong2 LCD-панели

№ модели	Размер дисплея	Разрешение, пикс.	Контраст	Яркость, кд/м ²	Входной сигнал
LQ057V3DG01	5,7" TFT	640 × 480	600 : 1	400	Цифровой 6-бит RGB
LQ075V3DG01	7,5" TFT	640 × 480	600 : 1	400	Цифровой 6-бит RGB
LQ084V3DG01	8,4" TFT	640 × 480	600 : 1	400	Цифровой 6-бит RGB
LQ104V1DG61	10,4" TFT	640 × 480	600 : 1	450	Цифровой 6-бит RGB
LQ121S1DG61	12,1" TFT	800 × 600	600 : 1	450	Цифровой 6-бит RGB

Официальный дистрибьютор SHARP на территории России с стран СНГ

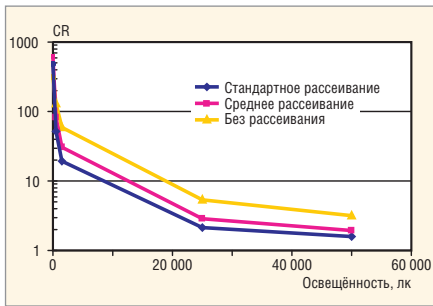


Рис. 10. Относительный контраст (CR) при высокой внешней освещенности для прозрачных ЭЛ-дисплеев с тремя рецептурами люминофоров

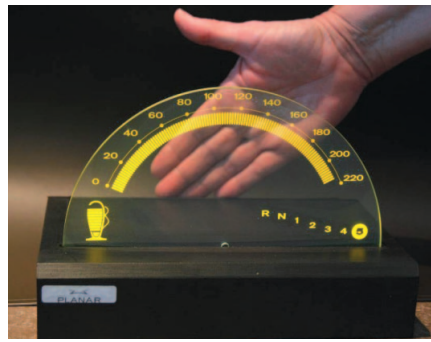


Рис. 11. Прозрачный ЭЛ-дисплей, используемый в модели для демонстрации дисплея с проекцией на лобовое стекло

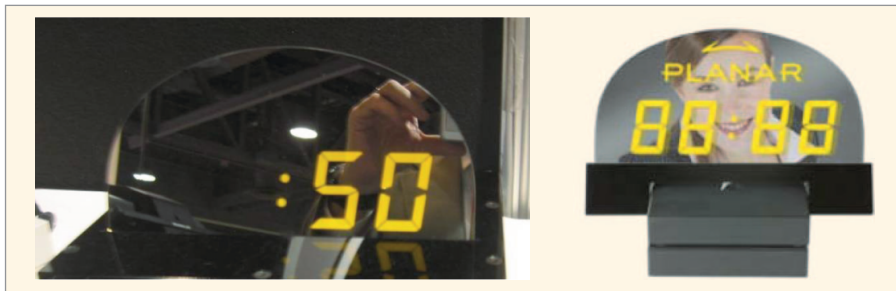


Рис. 12. Прозрачный TFEL-дисплей с зеркалом в передней поверхности обеспечивает новые возможности и эффекты

Относительный контраст (CR) свыше 2 : 1 является легко разборчивым, а CR свыше 3 : 1 является очень удобным для считывания буквенно-цифровых знаков. Для наружных применений наиболее важным является максимально возможное уменьшение диффузных отражений. Как уже упоминалось, дальнейшее улучшение может быть достигнуто при помощи антиотражательных покрытий на внешних поверхностях.

Изображение, полученное без рассеивания света, является значительно улучшенным по сравнению со стандартной технологией. Хотя яркость в темной комнате ниже, эффект ореола уменьшен, а относительный контраст при высокой внешней освещенности увеличен. Параллельно было проведено небольшое исследование эргономических характеристик. Это исследование было экспертной оценкой, где было проверено время реакции

пользователя на изменяющуюся на дисплее информацию. Испытания для специального применения прозрачных ЭЛ-панелей первого поколения показали, что яркость в условиях типового офиса была слишком высокой. И неожиданно выяснилось, что время реакции на изменение информации дисплея улучшилось в условиях более высокой освещенности.

Ещё одна система была сконструирована для оценки субъективного считывания изображения человеком. Группа наблюдателей оценивала три типа дисплеев, представленных в таблице. Во всех выбранных измерениях новый тип дисплея без рассеивания света был признан более комфортным и более удобочитаемым, чем тип дисплея первого поколения с рассеиванием света.

Потенциальные применения для прозрачных ЭЛ-дисплеев

Прозрачные дисплеи находят применение в приложениях, где площадь является сдерживающим фактором и имеется необходимость обеспечить пользователей двойным набором информации. Например, несколько лет была известна идея использования прозрачного TFEL-дисплея перед аналоговыми измерительными приборами в автомобильной приборной панели.



Рис. 13. Демонстрация изогнутого прозрачного электролюминесцентного дисплея

Дисплеи, проецирующие изображение на лобовое стекло, могут быть идеальным применением для TFEL (см. рис. 11). Хотя прямой солнечный свет будет размывать изображение, поскольку светящееся сквозь дисплей солнце было бы слишком ярким для любой излучательной технологии дисплеев, вся информация на дисплее для проекции на лобовое стекло многократно доступна в «обычных» измерительных приборах автомобиля. Рисунок 11 демонстрирует значительное снижение эффекта ореола, а дисплей на основе люминофора без рассеивания имеет очень высокое светопропускание.

Прозрачные дисплеи позволяют создавать впечатляющие конструкции как для профессиональных, так и для бытовых применений, например, в приложениях, где прозрачный дисплей помогает наблюдателю определять местонахождение предметов за экраном. На другие информационные дисплеи также могут быть наложены условные знаки или сообщения.

Были запущены несколько проектов с прозрачными ЭЛ-дисплеями для видоизменения изделия посредством уникального визуального оформления.

На рисунке 12 мы видим прозрачный дисплей с расположенным позади него зеркалом, который может предоставить новые возможности и оптические эффекты для потенциальных применений.

Инженеры и конструкторы могут извлечь выгоду из способности TFEL-стекла выдерживать высокие температуры (до +600°C), чтобы изогнуть стекло в кривую поверхность после того, как дисплей был произведен. Это также открывает возможности обработки TFEL-дисплея (без защитного стекла) при высоких температурах на территории заказчика. На рисунке 13 представлены образцы прототипов новых концепций, которые были изготовлены для демонстрации гибкости.

На рисунке 14 показано, что прозрачные дисплеи могут быть встроены в другие материалы, такие как кремний, которые могут создавать водонепроницаемые дисплеи уникальной формы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология TFEL предоставляет уникальные возможности для реализации прозрачного, прочного и на-



Рис. 14. Прототипы прозрачных ЭЛ-дисплеев, демонстрирующие их пространственную конструкцию

дёжного светоизлучающего графического дисплея, который сохраняет великолепную удобочитаемость при экстремальных температурах и в различных условиях освещённости. Прозрачная тонкоплёночная электролюминесценция является интригующей дисплейной технологией с многочисленными потенциальными применениями.

Мы рассмотрели основные характеристики конструкции; ключевыми параметрами в достижении хороших оптических свойств являются оптимизированные слои тонких плёнок и

не рассеивающие люминофоры. Тонкоплёночная технология осаждения (ALD) обеспечивает прочные изолирующие слои, позволяющие использовать прозрачные электроды из окиси индия и олова (ITO) поверх конструкции прибора. С усовершенствованной плёнкой без рассеивания относительный контраст при высокой окружающей освещённости (примерно 50 000 лк) повысился до уровня хорошей читабельности, а светопропускание возросло до 84%.

Технологии прозрачных дисплеев применяются в автомобильных

накладных дисплеях, игрушках, бытовых приборах и любых других приложениях, где существует необходимость наложение информации на другие дисплеи. Возможность выполнять прозрачные дисплеи на изогнутых поверхностях или сводить их в пространственной прозрачной инсталляции даёт дополнительную степень свободы дизайнерам изделий и оборудования. Другими уникальными свойствами твердотельной структуры TFEL-дисплеев являются возможность сверлить в них отверстия и готовность к изгибам по радиусу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Knoll P.M., Herzog B., Sybrichs R. Electronics Displays 97 Konferenzband. 1997. P.65.
2. http://www.globaldenso.com/TECHNOLOGY/tec-report/2001/pdf/T2001_S19.pdf.
3. Antikainen M., Haaranen J., Honkala J., Labonen M., Liias V.-M., Pakkala A., Pitkanen T., Soinien E., Runar T. Transparent Emissive Thin-Film Electroluminescent Display. SID 00 DIGEST. 2000. P. 885.
4. Kanda S. Reduction of Halo in Transparent Electroluminescent (EL) Display, SID

PLANAR™

ЧЁТКО ЯСНО БЕЗОПАСНО

ЯСНО

Электролюминесцентные дисплеи Planar® – ИДЕАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ
 для отображения данных в медицине, промышленной автоматизации, на транспорте, в военных системах

- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Расширенный диапазон рабочих температур от -50 до +85°C (модель EL320.240-FA3)
- Высокая контрастность изображения
- Широкий угол обзора >160°
- Время отклика <1 мс
- Среднее время безотказной работы до 100000 ч
- Высокая параметрическая устойчивость: более 75% первоначальной яркости сохраняется после 10 лет эксплуатации

Официальный дистрибьютор компании Planar в России и странах СНГ



МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spt.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 2925-216; 2925-217 • Факс: (347) 2925-218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru

DC/DC-преобразователи для военных систем: гибридная технология или технология поверхностного монтажа на печатную плату?

Виктор Жданкин (Москва)

В статье рассмотрены основные требования к модулям DC/DC-преобразователей, которые созданы на основе компонентов и технологий, доступных на широком коммерческом рынке и способны во многих случаях заменить модули электропитания военного назначения, изготовленные по гибридно-плёночной технологии.

Применение изделий массового коммерческого производства на рынке высоконадёжных изделий и наоборот выгодно для обоих секторов, поскольку отражается на скорости производства и стоимости изделия.

Важно отметить изменение отношения к использованию компонентов общего назначения в оборонных и авиационно-космических применениях. В течение многих лет наблюдалось неприятие концепции использования компонентов и технологий, доступных на коммерческом рынке (Commercial Off-The-Shelf, COTS), однако появилось множество аргументов в её пользу.

Было бы наивно предлагать COTS-продукты для всех военных приложений, и даже их яростный сторонник мог бы привести сильные доводы против применения специальных устройств в тех случаях, когда не существует альтернативы COTS. К определению качества изделий, предназначенных для военных приложений, необходимо подходить очень осторожно. В частности, это относится к тем случаям, когда рассматриваемыми устройствами являются DC/DC-преобразователи. Основные принципы DC/DC-преобразования хорошо описаны и находят применение в изделиях, предназначенных для использования на вертикальных рынках. Поэтому использование этих принципов не создаёт проблем для поставщиков специализированных изделий, соответствующих определённым электрическим параметрам.

DC/DC-преобразователи, предназначенные для применения в изделиях военной техники, должны отвечать:

- требованиям к электромагнитным помехам, установленным действующим в США военным стандартом MIL-STD-461E (ГОСТ В 25803-91);
- требованиям устойчивости к импульсным помехам и динамическим изменениям напряжения электропитания, оговоренным военными стандартами MIL-STD-1275 и 704 (ГОСТ РВ 20.57.310-98, ГОСТ В 24425-90, ГОСТ 19705-89, ГОСТ В 21999-86);
- требованиям стойкости к внешним воздействующим факторам, таким как механический удар, вибрация, атмосферное давление и соляной (морской) туман, которые установлены стандартом MIL-STD-810 (ГОСТ РВ 20.39.304-98, ГОСТ РВ 20.57.306-98).

Удовлетворение техническим требованиям заказчика без необходимости применения дополнительных компонентов при сохранении всех преимуществ концепции COTS является очевидным преимуществом законченного изделия.

Главное преимущество COTS-изделий – снижение себестоимости, поскольку при производстве изделия в массовых объёмах с использованием коммерчески доступных компонентов и типовых технологических процессов можно получить экономию средств, обусловленную ростом масштабов производства. Для преобразователей, созданных по гибридно-плёночной технологии, такая экономия невозможна. Но существуют и другие проблемы. Физические параметры, такие как габариты и вес, играют важную роль при выборе изделий. При производстве гибридно-плёночных модулей успешно применяются бескорпусные компоненты, которые обеспечивают более плотную компоновку и улучшают рассеивание тепла.



Рис. 1. Типичный COTS-преобразователь (модуль серии MTC компании XP Power), выполненный с использованием «этажерки» из печатных плат

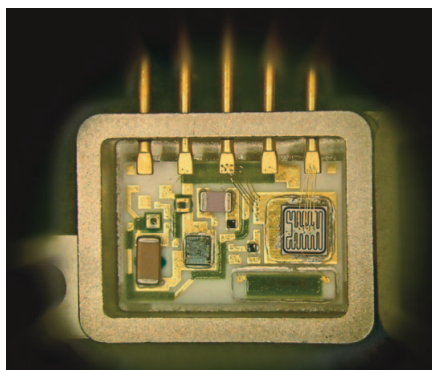


Рис. 2. Гибридный преобразователь с проводниками и проволочными соединениями, которые необходимо защитить (вид перед установкой крышки)

Технические характеристики DC/DC-преобразователей одинаковой мощности, выполненных по различным технологиям

Параметр	15-Вт модуль COTS	15-Вт гибридный преобразователь
Диапазон входных напряжений, В	15...40	16...40
Диапазон рабочих температур, °С	-55...+100	-55...+125
Фактическая выходная мощность, Вт	15	12
Размеры основания, мм	40 × 26	37 × 28,7
КПД, %	81	76
Объём, мм ³	10 088	8917
Пульсация выходного напряжения, мВ	60	80
Герметизация	Компаунд	Герметичный корпус, заполнение инертным газом
Внешняя обратная связь	Есть	Нет
Расчётное значение времени между отказами (MTBF) по MIL-HDBK-217F; температура +55°С, приборные отсеки самолётов, ч	458 000	457 000
Время реализации заказа, недели	6	16
Цена, долл. США	176	325

Это, в свою очередь, может привести к уменьшению габаритов модуля.

В технической информации производителей отсутствуют сведения о необходимых внешних компонентах, которые значительно проще ввести в конструкцию COTS-преобразователей благодаря применению нескольких печатных плат и объёмной конструкции (см. рис. 1). Например, цепи накопительного конденсатора и дросселя, которые невозможно установить на подложке, требуют надёжного соединения внутри ограниченного объёма гибридно-плёночного модуля, поэтому их необходимо располагать вне корпуса.

С другой стороны, в конструкции COTS-изделий часто используются новые технологии (например, планарные магнитные компоненты), предназначенные для защиты от электрических помех, но при этом все компоненты устанавливаются внутри корпуса.

Любой специалист, знакомый с особенностями производства изделий для военной техники, знает, что применение защитного покрытия является стандартным для гибридных преобразователей. Однако конструкция гибридных преобразователей не приспособлена для применения герметизирующего компаунда (см. рис. 2). Для обеспечения защиты от воздействия внешней среды часто применяется уплотнение корпуса стеклом или керамикой. Однако герметичность корпуса может быть нарушена в процессе производства, испытаний или компоновки; иногда герметичность шва нарушается, а бескорпусные компоненты и другие незащищённые поверхности гибридно-плёночного изделия весьма подвержены коррозии. Способ герметизации стеклом или керамикой также применяется для изоляции выводов металлического корпуса, что

приводит к усложнению производственных процессов.

Модули COTS, предназначенные для высоконадёжных приложений, полностью герметизированы компаундом, что обеспечивает долговременную целостность изделий и успешное прохождение жёстких испытаний на стойкость к соляному (морскому) туману согласно MIL-STD-810F (ГОСТ РВ 20.57.306-98).

Наряду с защитой от ударов, вибрации и соляного тумана, компаунд обеспечивает хорошую теплопроводность и позволяет отвести тепло на поверхность корпуса. Как правило, гибридные преобразователи характеризуются значением максимальной рабочей температуры +125°С, в то время как COTS-преобразователи обычно ограничены максимальной температурой основания корпуса +100°С, что обусловлено несогласованностью температурных коэффициентов расширения печатной платы и установленных на ней компонентов. В том случае, когда в аппаратуре требуется обеспечить полную мощность при температуре +125°С, способы отвода тепла, предлагаемые конструкцией гибридных преобразователей, могут обеспечить их преимущество перед COTS-модулями.

Применение коммерческих компонентов в военных системах подобно передаче технологии, первоначально разработанной для высоконадёжных применений, на рынок товаров массового производства в коммерческих приложениях. Однако есть сомнение в том, что DC/DC-преобразователи, предназначенные для военных применений, и традиционные коммерческие компоненты, разработанные для массового IT-рынка, имеют существенные различия (см. таблицу).

В конечном счёте COTS-изделия отличаются от гибридных преобразова-

телей по стоимости и сроку исполнения заказа. Применение COTS-изделий даёт двухкратную экономию по этим показателям по сравнению с применением модулей, созданных по гибридно-плёночной технологии. Это может вызвать вопросы, связанные с качеством, надёжностью и применением изделий. Однако такие факторы, как хорошая конструкция, понимание основных требований к изделиям и развитие технологии производства, способствуют созданию изделий, которые соответствуют требованиям военных приложений, сохраняя концепцию COTS.

В заключение необходимо отметить, что проблемы внедрения коммерческих модулей электропитания в производство изделий военной техники обсуждались в работе [1], а существующая нормативная база в области применения в военной технике иностранной и отечественной «гражданской» электроники, а также проблемы практического применения установленных процедур рассмотрены в [2]. В работе [3] обоснованы сложившиеся в Российской Федерации тенденции применения в ракетно-космической технике и смежных отраслях промышленности новейших образцов зарубежной компонентной базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лукин А.В.* Использование коммерческих источников питания в военной технике. Электронные компоненты. 2002. № 6.
2. *Кобзарь Д.* Процедурные вопросы применения электронных средств в военной технике: нормативная база и правда жизни. Современные технологии автоматизации. 2007. № 3.
3. *Данилин Н., Белослудцев С.* Проблемы применения современной промышленной электронной базы иностранного производства в ракетно-космической

Состояние и перспективы разработки и производства устройств гальванической развязки для изделий спецтехники

Андрей Цырлов (г. Орёл)

Статья предлагает классификацию устройств гальванической развязки по функциональному признаку и описывает направления реализации приборов в рамках данной классификации. В статье анализируются перспективные устройства гальванической развязки на новых физических принципах и показываются пути оптимизации существующих устройств.

Концепция элементной базы для гальванической развязки представлена в таблице. Основным принципом, используемым во всех классах устройств, является оптическая развязка. Изделие представляет собой согласованную по длине волны пару светодиода ИК-диапазона и кремниевого фотоприёмника. Пара разделена иммерсионной средой, обеспечивающей гальваническую развязку между управляющей частью, подключенной к светодиоду, и управляемой, подключенной к фотоприёмнику.

Различия в способах передачи оптического сигнала, а также тип ключевого элемента на выходе микросхемы позволяют реализовывать специализированные микросхемы гальванической развязки, представленные в таблице.

Устройства передачи аналогового сигнала можно классифицировать по функциональному ключевому элементу:

- транзисторные оптоэлектронные пары (оптопары);
- диодные оптопары;
- оптопары, реализованные на составном транзисторе.

Транзисторные оптопары содержат ИК-светодиод и фототранзистор.

В настоящее время выпускаются корпусные транзисторные оптопары типа 249КП1, 249КП8У, 249КП8АР и бескорпусные оптопары 759КП1Н1. Особенности оптопар являются работа в диапазоне температур от -60 до 125°C , нормированное значение коэффициента передачи по току от 50 до 120%, значение времени задержки включения и выключения до 4 мкс и применение современных типов корпусных исполнений.

Диодные оптопары относятся к быстродействующим оптопарам (время нарастания и спада не превышает 100 нс). Диодные оптопары характеризуются коэффициентом передачи по току порядка 1%.

Оптопары, реализованные на составном транзисторе (схема Дарлингтона), характеризуются низким быстродействием (до 100 мкс), но высоким коэффициентом передачи по току – до 2000%.

Устройства цифровой передачи информации содержат специализированные интегральные усилители, обеспечивающие высокое быстродействие (время задержки включения до 100 нс). При этом микросхемы являются совместимыми с уровнями

ТТЛ. Выпускаются микросхемы типа 249ЛП1, 249ЛП4 и 249ЛП5; недавно освоена микросхема 249ЛП8Т.

Альтернативой оптической развязке являются монолитные трансформаторы, принцип действия которых основан на последовательном кодировании и декодировании импульсной последовательности. Все кристаллы, в том числе твердотельные трансформаторы, кодеры и декодеры, изготавливаются в рамках единой КМОП-технологии.

Кроме высокого быстродействия, ИС с монолитными трансформаторами характеризуются малым потреблением только в момент передачи импульса и стойкостью к специальным факторам, поскольку ИС не содержат в своей конструкции деградирующих излучателей.

В то же время необходимо уменьшить ажиотаж, возникший в связи с появлением «цифровых изоляторов» серии Adum фирмы Analog Devices, особенно в части их применения в устройствах спецтехники. Стойкость данных устройств к электромагнитному импульсу и высокое быстродействие обеспечиваются только при двухканальной передаче данных лог. 0 и лог. 1, что увеличивает габариты изделия.

Кроме того, необходимо отметить невысокую стойкость комплектующих КМОП-кристаллов кодера и декодера к воздействию специальных факторов.

По своим функциональным качествам «цифровые изоляторы» занимают достаточно узкую нишу, поскольку

Направления развития устройств гальванической развязки малой и средней мощности

Передача аналоговых сигналов	Передача цифровых сигналов	Коммутация нагрузки (реле)	Специализированные драйверы
Транзисторные оптопары	Логические оптроны	Для коммутации ВЧ-сигналов	МОП-транзисторов
759КП1Н1	249ЛП1	249КП4АТ	249ЛП1Р
249КП1	249ЛП4	249КП4БТ	БТИЗ (IGBT) транзисторов
249КП8У	249ЛП5	Быстродействующие	Опытные образцы
249КП8Р	249ЛП8Т	249КП10Р	
Диодные оптопары	Цифровые изоляторы на монолитных трансформаторах	Для коммутации напряжений 60...100 В	
30Д120	Опытные образцы	249КП5Р	
		Для коммутации напряжений 200...250 В	
		Опытные образцы	

ку данный принцип гальванической развязки не предполагает передачу аналоговых сигналов или непосредственную коммутацию нагрузки на выходе устройства.

Относительно новым классом устройств являются *твердотельные реле, осуществляющие коммутацию сигналов в нагрузке*. Оптоэлектронные реле аналогичны по области применения электромеханическим реле, но обладают существенными преимуществами, основными из которых являются большая надёжность, отсутствие дребезга и пригорания контактов.

Оптоэлектронное реле представляет собой оптоэлектронную пару кристаллов ИК светодиода и фотоприёмной диодной матрицы. Матрица управляет затвором ДМОП-транзистора, поэтому быстродействие данного оптоэлектронного прибора является невысоким (время срабатывания несколько мс), но меньшим, чем у электромеханических реле.

Твердотельное реле 249КП4АТ предназначено для коммутации ВЧ-сигналов до 60 В/50 мА. Сверхнизкое энергопотребление (по сравнению с электромеханическими реле) и ёмкость коммутирующих «контактов» позволяют применять это реле в многоканальных системах сбора данных. Прибор имеет двухканальное исполнение и выпускается в планарном 16-выводном металлокерамическом корпусе.

Твердотельное реле 249КП10Р, кроме возможности коммутации ВЧ-сигналов до 60 В/50 мА, обеспечивает высокое быстродействие (суммарное время включения и выключения составляет 50 мкс). Микросхема двухканальной конструкции изготавливается в 8-выводном металлокерамическом корпусе типа DIP, модифицированном для автоматизированного поверхностного монтажа.

Из стандартных конструкций в серийном производстве освоено оптоэлектронное реле средней мощности 249КП5Р, предназначенное для коммутации двухполярных сигналов 60 В/500 мА или однополярных сигналов 60 В/1,0 А. Реле выпускается в 8-выводном металлокерамическом корпусе DIP.

Четвёртым направлением развития приборов гальванической развязки является *разработка и производство драйверов устройств с гальванической развязкой*. В настоящее время реализуется драйвер мощного МОП-

транзистора, а также драйвер БТИЗ (IGBT) транзистора.

В рамках развития упомянутой выше концепции устройств гальванической развязки проводятся работы над общими конструктивно-технологическими параметрами, к которым относятся:

- потребительские свойства микросхем в целом;
- повышение стойкости микросхем к внешним воздействующим факторам;
- миниатюризация устройств.

Достигнутый технический уровень характеризуется следующими показателями:

- минимизация массогабаритных показателей;
- обеспечение стойкости к внешним факторам:
 - температурный диапазон –60... 125°C;
 - синусоидальная вибрация 1...5000 Гц, 40g;
 - одиночный удар 30 000... 50 000 g;
 - удар многократного действия 150 g, 1...5 мс;
 - линейное ускорение 20 000 g;
 - пониженное давление 10^{-6} мм рт. ст.;
 - повышенное давление 3 атм;
 - относительная влажность 98% при 35°C;
 - спецфакторы по ГОСТ РВ 20.39.414.2 - 2Ус.
- наработка на отказ в предельно допустимом режиме эксплуатации не менее 100 000 ч в пределах срока службы 25 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из основных проблем развития приборов гальванической развязки является повышение напряжения изоляции. Проблема особенно актуальна в изделиях специального назначения с ограниченным перечнем корпусов, обеспечивающих максимальное пробивное напряжение до 1000 В. Существует потребность в приборах с напряжением изоляции 3,0 кВ и до 10... 12 кВ. Проблемы с ценообразованием для корпусов микросхем (особенно мощных реле) приводят к тому, что стоимость корпуса составляет до 95% стоимости изделия в целом.

Взрывной рост потребности на устройства гальванической развязки привлекает в ряды производителей случайные и полукустарные предприятия. Применение в новых разработках бескорпусных оптоэлектронных приборов или реализация законченных электронных устройств в устаревших и крупногабаритных корпусах микросхем не делает эти приборы полноценной элементной базой, но приводит к дополнительным затратам производителей и, соответственно, потребителей. Необходимо отметить, что устройства оптоэлектронной развязки и набирающие популярность цифровые изоляторы на монолитных трансформаторах являются высокотехнологичными устройствами микроэлектроники, и изготовление данных классов приборов на неспециализированных предприятиях бесперспективно. ©

ОАО "ПРОТОН"
ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И СВОТТЕХНИКИ

ОПТРОНЫ
ОПТОРЕЛЕ
с пониженным
выходным сопротивлением
в SOP корпусах
для поверхностного
монтажа

Россия, г. Орел, ул. Лескова, 19
www.proton-orel.ru
 e-mail: market@proton-orel.ru
 тел/факс: (4862) 41 84 57
 тел: 49 85 33

реклама

Выбор встроенного дисплея

Сергей Антонов (Москва)

При выборе встроенного дисплея необходимо учесть факторы взаимодействия человека с создаваемым оборудованием и ряд технических параметров, определяемых архитектурой разрабатываемого устройства. Статья поможет сделать правильный выбор дисплея NORITAKE ITRON.

Выбор встроенного дисплея должен выполняться с учётом:

- вида выводимых сообщений (они могут быть графическими или текстовыми) и скорости их обновления;
- характера работы с создаваемым устройством. Здесь важна критичность правильного прочтения сообщения, расстояние между оператором и прибором и то, постоянно ли оператор смотрит на дисплей или обращается к нему лишь время от времени;
- схематической и программной архитектуры. Аппаратно-программная архитектура определяет выбор интерфейса и протокола работы дисплея. Решение о выборе дисплея принимается также с учётом необходимой скорости вывода сообщений;
- конструктивных особенностей;
- условий эксплуатации. Они могут иметь решающее значение, если речь идет об оборудовании, предназначенном для работы в суровых условиях;
- множества других требований, специфических для каждой разработки.

Сочетанием характера выводимых сообщений и расстоянием между оператором и экраном дисплея определяется наиболее подходящий размер экрана, информационная ёмкость и раз-

мер пиксела графического дисплея, или формат и размер текстового символа. Важность быстрого и правильного восприятия оператором сообщения, выводимого на экран дисплея, обуславливает требования к качеству изображения, которое определяется яркостью, контрастом и углом обзора. Характеристики изображения встроенных дисплеев стационарного оборудования более важны, чем дисплеев портативных приборов. Это связано с тем, что мобильный телефон или КПК гораздо проще повернуть или подвинуть поближе, чем дисплей прибора на приборной доске автомобиля, локомотива, самолёта или на пульте управления оборудованием, установленным в цеху промышленного предприятия. Можно сказать, что многое определяется мобильностью или стационарностью прибора.

Рассмотрим выбор прибора отображения информации на примере VFD-модулей NORITAKE ITRON, построенных на основе VFD-дисплеев (вакуумно-люминесцентных дисплеев). VFD-технология позволяет получить высокую яркость, прекрасный контраст и широкий угол обзора дисплея. Кроме того, эти параметры обеспечиваются в условиях расширенного диапа-

зона рабочих температур $-40...+85^{\circ}\text{C}$, являющегося экстремальным для дисплеев с иным принципом действия.

Выбор между собственно VFD-дисплеем («стеклом») NORITAKE ITRON и стандартным модулем, созданным изготовителем на его основе, в большинстве случаев делается разработчиком в пользу модуля. Поэтому рекомендуется начинать с выбора стандартного модуля. Разумеется, если в силу специфики поставленной задачи подобрать готовый модуль не удастся, можно применить «стекло», построив своими силами цепи управления и питания и подготовив собственное микропрограммное обеспечение.

Каким образом можно выбрать дисплей в зависимости от расстояния между оператором и создаваемым прибором? Как правило, даже на графические встроенные дисплеи более или менее часто выводятся текстовые сообщения, поэтому целесообразно использовать критерий размера шрифта выводимых сообщений. Для графических дисплеев применим критерий минимального размера шрифта. В качестве размера шрифта используется высота строки (знакоместа). В текстовых дисплеях применяются, как правило, растровые шрифты на основе знакоместа форматом 5×7 точек, но в графических могут быть более разнообразные шрифты, использующие форматы знакомест 5×5 , 10×14 , 16×16 пикселей. Шрифты на основе знакоместа 5×7 наиболее удобны для отображения знаков алфавитов европейских языков, в том числе русского, поэтому мы определяем эквивалентный текстовый формат графических дисплеев при условии применения шрифта со знакоместом 5×7 точек. Если же критерий высоты шрифта 5×7 точек сложно применить при выборе графического дисплея, можно делать выбор на основе значения шага пиксела.

Рекомендации по выбору графических и текстовых дисплеев в зависимости от расстояния между оператором и экраном приведены в таблице 1. Необходимо отметить, что приведённые в ней данные справедливы для VFD-дисплеев с учётом их высокой яркости и контраста. Если речь идёт о ЖК-дисплеях, то размеры шрифта и

Таблица 1. Выбор VFD-дисплея NORITAKE ITRON в зависимости от расстояния

Расстояние, м	Высота строки, мм	Шаг точки, мм	Серия модулей						
			текстовые		графические				
			CU-U	CU-T	GU-3900	GU-7000	GU-800	GU-600	GW
$\leq 1,0$	2,0...4,0	0,3...0,4			+	+		+	+
$\leq 2,0$	5,0...6,0	0,5...0,7	+	+	+	+	+	+	
$\leq 3,0$	8,0...12,0	0,8...1,1	+	+	+	+	+	+	
$\leq 8,0$	15,0...25,0	1,5...3,0			+				

Таблица 2. Выбор типа VFD-модуля NORITAKE ITRON в зависимости от интерфейса управляющей системы

Приоритет	Интерфейс	Серия модулей						
		текстовые		графические				
		CU-U	CU-T	GU-3900	GU-7000	GU-800	GU-600	GW
Быстрая передача информации	Параллельный	+	+	+	+	+	+	+
Малое количество интерфейсных линий	Последовательный			+	+		+	+

шаг пиксела должны быть увеличены для обеспечения считывания сообщений на тех же расстояниях.

Всегда ли для вывода текстовых сообщений следует применять символьный дисплей? Казалось бы, такой вопрос является абсурдным. Однако не стоит торопиться с таким выводом. Текстовый (символьный) дисплей имеет на экране несколько строк (обычно от 1 до 4), содержащих знакоместа по 5×7 пикселей, которые позволяют воспроизводить предусмотренные знакогенератором символы. На экране графического дисплея все символы растрового шрифта тоже прекрасно воспроизводятся, но промежутки между виртуальными знакоместами равномерно заполнены пикселями. Поэтому графические модули также следует включать в рассмотрение при выборе дисплея для вывода текстовых сообщений. Графические модули NORITAKE ITRON популярных серий имеют многостраничные знакогенераторы, содержащие также и символы кириллицы, поэтому простота использования текстовых дисплеев доступна сейчас пользователям графических индикаторных модулей. Кроме того, благодаря командам масштабирования шрифта, графические модули NORITAKE ITRON позволяют выводить текст различного размера и графические фрагменты (рис. 1), но текстовый модуль может отобразить только шрифт единственной высоты (рис. 2). Необходимо отметить, что текстовые сообщения на экране графического модуля, в том числе выведенные масштабированным шрифтом, сделаны простыми текстовыми командами, а не прорисовкой графики. В силу изложенного, в первую очередь рекомендуется рассматривать возможность применения именно графических модулей.

Как отмечено выше, выбор интерфейса индикаторного модуля определяется архитектурой создаваемого прибора и требующейся скоростью передачи данных. В зависимости от приоритета того или иного критерия выбора интерфейса, можно выбрать модуль NORITAKE ITRON в соответствии с таблицей 2.

Для ясного понимания информации таблицы 2 надо дать некоторые пояснения:

- текстовые модули серии CU-U снабжены ЖКИ-совместимым интерфейсом для быстрой замены ЖКИ при создании новых моделей обо-

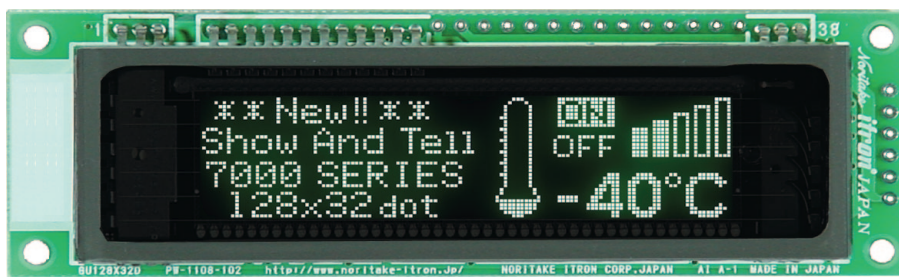


Рис. 1. Графический модуль NORITAKE ITRON

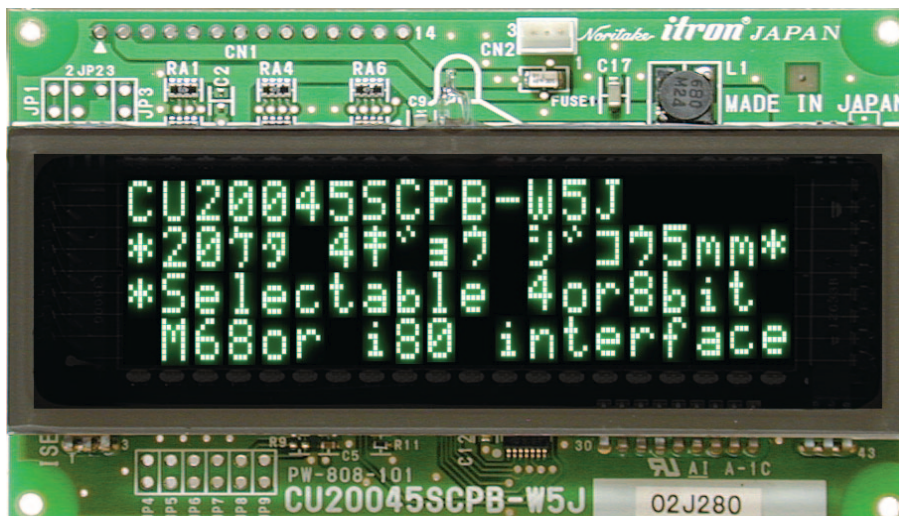


Рис. 2. Текстовый модуль NORITAKE ITRON

рудования. Для этого также подходят графические модули семейства 7806A серии GU-7000;

- серии CU-T, GU-3900, GU-7000, GU-600, GW содержат модули, имеющие по два или более управляющих интерфейса, что предоставляет разработчикам возможность использовать один и тот же дисплей-

ный модуль для устройств с различной архитектурой.

Мы кратко рассмотрели некоторые критерии выбора встроенного дисплея в зависимости от эргономических и технических условий стоящей перед разработчиком задачи. Мы продолжим обсуждение начатой темы в следующих номерах журнала. ☺

С нами ярче!

Дисплей NORITAKE ITRON

- Яркость
- Контраст
- Широкий угол обзора
- Расширенный диапазон рабочих температур

GU384X32L-3900
DP=1.2x1.6mm

CU20049SCPВ-W2J
Character height 9mm
PLEASE CONTACT US!!
TEL: 052-561-7202

РосЭлектрон
РосЭлектронКомплект
(495) 775-8940
www.otobrazhenie.ru
info@roselectron.ru

«Экспоэлектроника-2008»: наш стенд J25, зал 14.
Москва, «Крокус-Экспо», 15-18 апреля 2008

Создание лабораторного отладочного комплекса для программно-управляемой РЭА

Александр Пичкалёв (Красноярский край)

Отработка РЭА со встроенным вычислителем имеет специфические особенности. В частности, в процессе отладки должно быть организовано постоянное взаимодействие программиста и схемотехника, а также реализована возможность быстрой перекомпоновки испытательной аппаратуры.

Применение программного управления в радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) существенно изменяет её архитектуру и весь процесс разработки и отладки. В «интеллектуальном» приборе основное внимание уделяется не чисто схемотехническим, а системотехническим решениям. Это упрощает схему и конструкцию, но усложняет архитектуру, добавляя нематериальную составляющую – программное обеспечение (ПО). Появляется новый и полноправный участник разработки – программист, а разработка РЭА усложняется, чтобы удовлетворить требованиям:

- поддержки интерфейсов обмена и сигналов ввода-вывода;
- быстрой перекомпоновки программно-аппаратного обеспечения испытаний под новые задачи.

Перечисленным требованиям удовлетворяют комплексы, основанные на стандартизованных магистрально-модульных системах (ММС) широкого применения.

Любая испытательная аппаратура содержит типовой набор узлов: ЦАП и АЦП, регистры дискретного ввода-вывода, генераторы сигналов произвольной формы, логические анализаторы, контроллеры различных ин-

терфейсов и т.п. Дополнительно используются универсальные промежуточные устройства: релейные и электронные коммутаторы, гальванические развязки, устройства нормализации сигналов, дистанционно-управляемые приборы и подключающие устройства (см. рис. 1).

Все эти компоненты и узлы широко представлены на рынке. Остаётся только выбрать подходящий стандарт и производителей. На сегодняшний момент наибольшее развитие получили ММС в стандартах VME и PCI/ISA (включая CompactPCI, PXI, PMC, PICMG, PC/104 и т.д.). Для них разработана огромная номенклатура технических средств и разнообразное программное обеспечение.

На базе промышленных компьютеров, имеющих до 12 разъёмов для установки PCI-адаптеров (модулей УСО), удобно реализуется лабораторный отработочный комплекс (ЛОК), предназначенный для испытаний программируемой РЭА.

В зависимости от объёма решаемых задач должны быть созданы три варианта рабочих мест оператора ЛОК, для каждого из которых прорабатываются схемы подключения объекта контроля и методики проведения испытаний, а также разрабаты-

ваются и изготавливаются комплекты соединительных кабелей и пробников:

- *рабочее место разработчика ПО.* Обмен информацией с вычислительным модулем прибора производится через контроллеры основного и технологического интерфейсов. Данное рабочее место позволяет программисту отслеживать состояние переменных в реальном масштабе времени;
- *рабочее место отработки функциональных устройств.* Комплекс должен обеспечивать автономную проверку отдельных функциональных устройств прибора. Обмен информацией внутри прибора осуществляется по унифицированному интерфейсу. Программное обеспечение вычислительного модуля включает в себя набор драйверов устройств, входящих в состав прибора. Оборудование ЛОК должно имитировать входные сигналы функциональных устройств. В процессе работы комплекса должна использоваться терминология, определяемая техническим заданием на конкретный прибор (наименования сигналов, система команд, соединители и т.д.);
- *рабочее место отработки прибора.* Комплекс должен осуществлять проверку функционирования программного обеспечения приборов со встроенными микроконтроллерами. Рабочее место комплектуется в соответствии с разрабатываемыми схемами испытаний конкретных приборов. Программно-технические средства комплекса должны имитировать все поступающие сигналы. В процессе проверки оператор, посредством диалогового интерфейса, должен проверить все возможные сочетания команд, что позволит оценить правильность функционирования прибора.

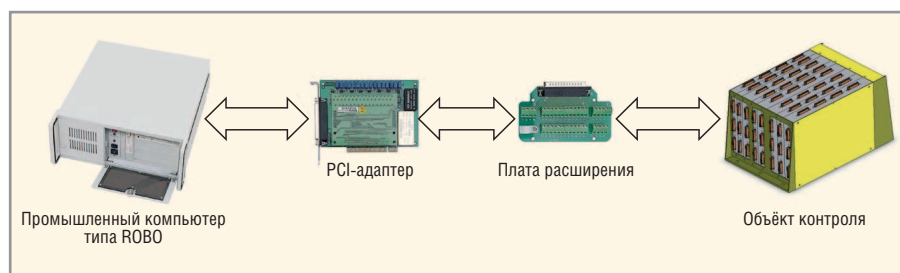


Рис. 1. Структура обмена ЛОК с объектом контроля

Рабочее место оператора-испытателя формируется путём компоновки типовых системных трактов (из набора программно-технических средств) в единый комплекс отладки ПО и проверки работоспособности прибора на основе технических рекомендаций и примеров из Руководства по эксплуатации ЛОК. Набор технических средств непрерывно пополняется типовыми системными трактами, успешно реализованными на имеющихся программно-технических средствах. При этом соответствующим образом корректируется Руководство по эксплуатации ЛОК.

Под типовыми системными трактами понимаются определённые сочетания модулей, выносных плат, переходников, кабелей и т.п., которые под управлением конкретных программных модулей реализуют требуемые функции управления и контроля параметров. Совокупность этих системотехнических решений образует банк программно-технических средств ЛОК.

Реализация функций управления и контроля параметров может быть осуществлена путём различных комбинаций серийных модулей, выносных плат и переходников. Например, матрица команд создаётся выносными релейными платами, работающими под управлением различных модулей регистров ввода/вывода ТТЛ-сигналов. Приём сигналов типа «сухой контакт» производится запрограммированными на вход регистрами модулей цифрового ввода-вывода. Формирование команд управления реле и электронными ключами осуществляется выносными платами, управляемыми выходными ТТЛ-регистрами.

Неконтролируемые по амплитуде выходные сигналы объекта принимаются

выносными платами дискретных входов с гальванической развязкой, которые преобразуют их в ТТЛ-сигналы для входных регистров. Выдача аналоговых сигналов на объект производится многоканальным ЦАП. Выходные сигналы объекта, предварительно нормализованные делителями напряжения, подаются на входы АЦП.

Все стандартные интерфейсы обмена реализуются соответствующими аппаратными контроллерами (см. рис. 2). Для измерения дополнительных электрических или временных характеристик сигналов предусмотрено подключение вольтметра, осциллографа, частотомера, управляемого источника питания и т.п.

Векторный анализатор электрических цепей или анализатор спектра – выбор за Вами

Новый прибор R&S®ZVL может работать в двух режимах

Часто техническим специалистам приходится использовать в работе анализатор цепей совместно с анализатором спектра. Такое решение вряд ли можно назвать бюджетным, тем более компактным. Rohde & Schwarz может справиться с этой задачей: новый прибор R&S®ZVL, совмещающий функциональность векторного анализатора цепей и анализатора спектра.

R&S®ZVL обладает превосходными характеристиками в обоих режимах:

- 2-портовый векторный анализатор электрических цепей с функциями анализатора спектра
- Частотный диапазон от 9 кГц до 3 ГГц или до 6 ГГц
- Предельная компактность и масса всего 7 кг
- Питание от аккумуляторов или от внешнего источника постоянного тока
- Поддержка стандартов WLAN 802.11x, WIMAX 802.16x



www.rohde-schwarz.ru

 **ROHDE & SCHWARZ**

Представительство в Москве: 125047 Москва, 1-я Брестская, 29, 9-й этаж
тел. (495) 981-3560, факс (495) 981-3565



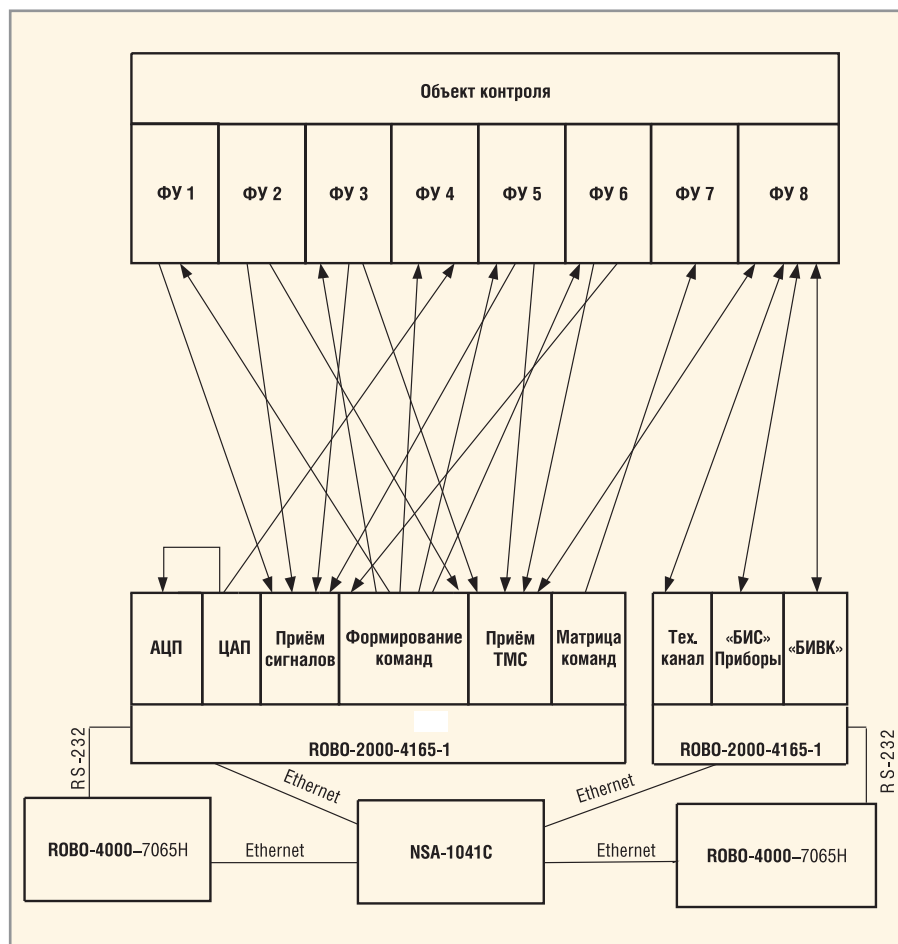


Рис. 2. Структурная схема типичного рабочего места на базе ЛОК

При невозможности или чрезмерной сложности реализации требуемых функций имеющимися средствами необходимо дополнять их новыми покупными или специально разработанными устройствами.

Программное обеспечение ЛОК для обеспечения автоматизированных испытаний РЭА должно функционировать на нескольких компьютерах одновременно и синхронно в реальном масштабе времени.

Реализация программного обеспечения ЛОК осуществляется в два этапа:

- минимальная версия;
- максимальная версия.

Минимальная версия программного обеспечения оформляется в виде комплекса жёстко алгоритмизированных программ, ориентированных на конкретный объект и функционирующих в хорошо освоенной операционной системе реального времени (ОСРВ). Алгоритмы функционирования программ управления конкретным рабочим местом должны обеспечивать минимально необходимые функции.

В процессе отработки рабочего места и объекта контроля алгоритмы

(в виде описаний программ) должны корректироваться, а программы – дорабатываться с целью усложнения функций, выбираемых оператором. При этом должны быть унифицированы входные и выходные сигналы ЛОК, реализуемые оператором через интерфейс пользователя в качестве типовых функций управления и контроля параметров. Результатом отработки минимальной версии ПО являются детализированные исходные данные для реализации максимальной версии.

Максимальная версия программного обеспечения ЛОК должна быть реализована в виде комплекса математического обеспечения для автоматизированных испытаний, функционирующего на нескольких компьютерах одновременно и синхронно в среде реального времени (типа QNX). Аппаратная реализация этого комплекса базируется на типовых элементах схем рабочих мест для испытаний объекта, которые приведены в Руководстве по эксплуатации ЛОК. Данные элементы должны соответствовать типовым функциям управления и контроля. Сами функ-

ции реализуются в виде библиотеки адаптированных под среду разработки исходных текстов, которые собираются оператором в единую программу через интерфейс пользователя и компилируются в исполняемый файл программы испытаний средой разработки (типа QNX Momentics).

Для разработки программного обеспечения ЛОК должен использоваться язык программирования высокого уровня C++. Это связано с тем, что со всеми модулями поставляются примеры исполняемых файлов с прилагаемыми исходными текстами на C++, а также типовые функции обращения к аппаратным регистрам и описания их работы.

Примеры исполняемых файлов представляют собой демонстрационные программы, реализующие все возможности аппаратуры и позволяющие проверить её работоспособность. При получении технических средств они используются для входного контроля. В дальнейшем на основе исходных текстов этих программ будет разрабатываться ПО тестового и метрологического контроля технических средств ЛОК путём изменения и оптимизации алгоритма функционирования и интерфейса пользователя.

Типовые программные функции обращения к аппаратным регистрам упрощают управление техническими средствами, но ухудшают временные характеристики типовых системотехнических решений, поскольку при их создании не ставилась задача получения максимально быстрого управления. Поэтому типовые программные функции могут корректироваться и перерабатываться с учётом временных характеристик.

По мере освоения технических средств, приобретения опыта их программирования и отработки рабочего места для испытаний объектов добавляются вновь разработанные функции и интерфейсы пользователя, а также массивы информационно и математического обеспечения процессов испытаний приборов и модулей. В дальнейшем на основе компонентов рабочего и метрологического ПО должен быть развернут комплекс автоматизированных испытаний программного обеспечения приборов с вычислительными модулями.



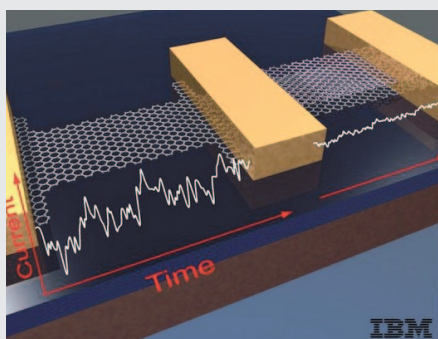
IBM научилась подавлять шум в графеновых нанозементах

На днях исследователи компании IBM сообщили о своём новом научном открытии, которое позволяет успешно бороться с одной из наиболее трудных проблем электронной индустрии, связанной с использованием графита в качестве материала для создания миниатюрных нанозементах. Как отмечается, учёные IBM впервые нашли способ подавления паразитных помех электрических сигналов, возникающих при миниатюризации до длины всего в несколько атомов графена (графен можно представить как одну плоскость графита, отделённую от объёмного кристалла).

Отметим: графен рассматривается многими исследователями как одна из наиболее перспективных альтернатив современным кремниевым транзисторам. Уникальное строение графена привлекает к нему нескрываемый интерес со стороны учёных, инженеров и технологов, так как оно способствует проявлению привлекательных электрических свойств и может быть использовано в транзисторах и электронных схемах, значительно меньших по размеру, чем компоненты самых крошечных современных кремниевых чипов.

Одна из проблем использования таких нанозементах – обратно пропорциональная зависимость между размером устройства и мощностью генерируемого им неуправляемого электрического шума. Чем миниатюрнее становятся устройства, тем интенсивнее становится и электрический шум – возрастает заряд электричества, проходящего через вещество и вызывающего помехи, которые негативно влияют на характеристики этого вещества (материала) и ограничивают его полезное применение.

Эта зависимость (известная как закон Хуга) справедлива как для полупроводниковых элементов на основе традиционного кремния, так и для сверхмини-



атюрных устройств на основе графеновых «наноплёнок» и углеродных нанотрубок. Как объясняет доктор Фаэдон Аворис (Phaedon Avouris), учёный из IBM Research, эффект электрического шума, подчиняющийся закону Хуга, на наномасштабе возрастает многократно из-за того, что размеры полупроводникового элемента здесь достигают почти абсолютного минимума и становятся сопоставимы с размерами атомов. На этом уровне генерируемый шум может превосходить по амплитуде полезный сигнал.

Исследователям IBM удалось установить, что электрический шум в полупроводниковых элементах на основе графена может быть фактически подавлен. Результаты экспериментов опубликованы в журнале Nano Letters. К сожалению, доступ к подробной информации о новом исследовании платный, поэтому приведём лишь ключевые факты.

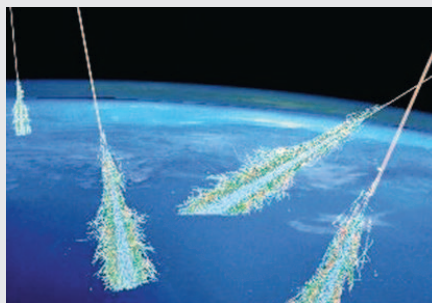
Сначала учёные IBM использовали один слой (или плёнку) графена для создания транзистора. Этот эксперимент ещё раз подтвердил, что на полученный полупроводниковый элемент распространяется правило Хуга: по мере уменьшения размеров электронного устройства пропорционально увеличивался генерируемый им шум.

Когда исследователи создали такой же элемент с двумя слоями графена вместо одного (расположенными друг над другом), они отметили, что электрический шум подавляется. Уровень мощности помех во втором случае был в достаточной степени мал. Это дало основание предположить, что так называемые «двухслойные графеновые полоски» (bilayer graphene ribbons) смогут доказать свою пригодность для создания полупроводниковых элементов. По словам учёных, паразитный шум подавляется благодаря сильной электрической связи между двумя слоями графена, которая нейтрализует влияние источников помех. Такая структура функционирует как своеобразный шумоизолятор.

Конечно, о непосредственном применении результатов исследования в производстве говорить пока не приходится, но учёные уверены, что их достижение открывает большие перспективы практического использования технологии двухслойных графеновых лент в создании полупроводниковых комплектующих для электронных устройств.

Intel: детекторы космических лучей в чипах

Некоторые IT-специалисты, заходя в тупик при попытках поиска истинных причин нештатной работы аппаратного или программного обеспечения, бессовестно сваливают вину на неподходящую фазу Луны. Как и во многих других случаях, в этой шутке на самом деле есть доля правды. Неизвестно, как там с Луной, но часть космических излучений, иногда преодолевающих земную атмосферу, действительно способны «растревожить» электроны в чипах, что, например, может вызвать несанкционированное изменение состояния ячейки памяти с 1 на 0. Патент, зарегистрированный Intel, предлагает встраивать в чипы детектор космических лучей и схемы, позволяющие повторить операцию, предшествовавшие моменту срабатывания датчика.



В середине 90-х годов исследование на эту тему провела IBM, сравнив частоту возникновения спонтанных ошибок в 1000 модулях памяти, работавших на уровне моря, в горах и глубоко в подземных пещерах. В результате оказалось, что с ростом высоты растёт и количество обнаруживаемых ошибок, тогда как под землёй они практически отсутствуют. Таким образом, вину космических лучей сочли доказанной. Средняя частота их «попадания» составила тогда приблизительно раз в месяц на каждые 256 Мб динамической памяти.

До сих пор в качестве основных средств для борьбы с негативным воздействием космических лучей на чипы разработчики использовали более совершенный дизайн и схемы коррекции ошибок. Однако, по мнению Intel, с внедрением всё более «тонких» технологий и с ростом рабочих частот проблема спонтанных ошибок будет проявляться всё чаще, вплоть до того, что станет «основным ограничивающим фактором надёжности компьютеров в течение следующего десятилетия». Можно пофантазировать, что будет, если Intel действительно реализует свои намерения. Как вам, например, системное сообщение: «Обнаружено попадание космических лучей»?

IBM

<http://www.3dnews.ru>

Электронные устройства для «цифрового дома»

Владимир Вычужанин (г. Одесса, Украина)

Термины «интеллектуальное здание», «цифровой дом», «умный дом» всё чаще появляются на страницах компьютерных, телекоммуникационных и массовых изданий. Однако в эти словосочетания вкладывают разный смысл: одни авторы подразумевают дом, заполненный компьютерами, другие – офис со структурированной кабельной системой, третьи описывают набор домашних автоматов.

ВВЕДЕНИЕ

Всё началось в 1999 г., когда в Лондоне был построен Hi-Tech House (высокотехнологичный дом). Кроме стандартного набора оборудования, он был оснащён сетевой инфраструктурой и различными электронными приспособлениями. В настоящее время во многих строящихся и капитально ремонтируемых зданиях, от крупных общественных и жилых сооружений до коттеджей, устанавливаются средства контроля и управления. Отличительной чертой интеллектуального здания является объединение отдельных подсистем различных производителей в единый управляемый комплекс. При этом концепция «цифрового дома» подразумевает:

- создание интегрированной системы управления всеми инженерными системами здания (энергоснабжение, водоснабжение, кондиционирование воздуха, безопасность, беспроводной доступ и др.);
- «устранение» обслуживающего персонала;
- передачу функций контроля и принятия решений интегрированной

системе управления зданием или обеспечение дистанционного управления.

Компьютеры и цифровые аппараты, домашние автоматизированные устройства, кабельная и другие системы жизнеобеспечения жилища, беспроводной интерфейс передачи данных и управляющих сигналов – всё это входит в понятие «цифровой дом», которое, таким образом, обозначает совокупность инженерно-технических решений, направленных на создание эффективной системы управления зданием для максимального удовлетворения потребностей проживающих в нём людей.

Достигается это, в первую очередь, интеграцией в единую информационно-управляющую инфраструктуру основных систем здания и их взаимодействием на базе единой среды передачи данных, основу которой составляют локальные и глобальные компьютерные сети. Система управления зданием, которую в России чаще называют системой автоматизации и диспетчеризации инженерного оборудования, представляет собой

аппаратно-программный комплекс, осуществляющий сбор, хранение и анализ данных, поступающих от различных систем здания, а также управление работой этих систем посредством сетевых контроллеров.

Интеллектуальные сетевые контроллеры, использующие открытые протоколы и стандарты передачи данных LonWork и BACNet, осуществляют управление подведомственными инженерными системами, а также обмен данными с другими контроллерами. На основе собранной информации сетевые контроллеры посылают команды контроллерам инженерных систем в рамках заложенных алгоритмов реакции на события в штатных или нештатных ситуациях.

Все эти инженерные системы могут подключаться к системе управления зданием как одновременно, так и поэтапно. Типичная структурная схема системы управления зданием показана на рисунке 1. Требования к системам автоматизации и диспетчеризации жилых и общественных зданий, сформулированные в строительных нормах и правилах (ВСН 60-89 «Устройства связи, сигнализации и диспетчеризации жилых и общественных зданий», СНиП 3.05.07-85 «Системы автоматизации» и др.), создали основу для интеграции локальных решений в единую систему управления зданием.

Многоуровневые интеллектуальные системы управления (см. рис. 2) отдельными элементами, установленными по всему дому, напоминают по своей архитектуре автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). В центре такой сети находится ядро – универсальная вычислительная платформа, которая обеспечивает взаимодействие разнообразной цифровой техники. На сегодняшний день такой платформой является персональный компьютер (ПК), поскольку ни одно другое устройство не может конкурировать с ним по гибкости, производительности, универсальности, функциональности и прочим характеристикам, важным с точки зрения реализации цифрового дома.

Взаимодействие устройств, как правило, осуществляется беспроводным способом. Центральный ПК обеспечивает общее управление и через локальную сеть Ethernet связан с контроллерами системного уровня,

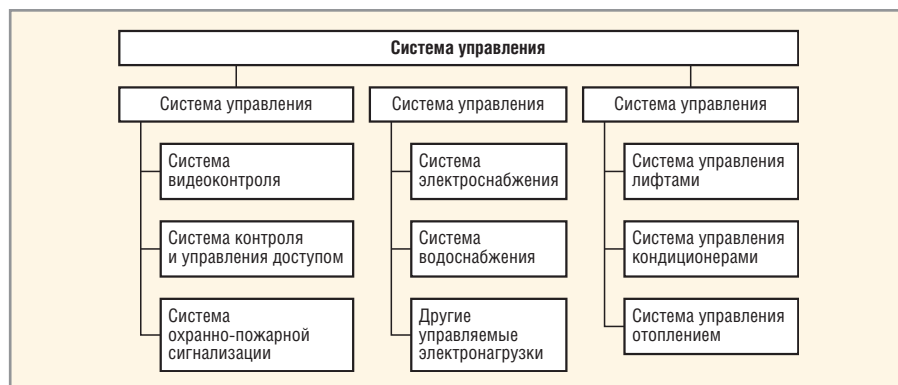


Рис. 1. Структурная схема системы управления зданием

которые могут подключаться непосредственно к датчикам и исполнительным механизмам либо через шину взаимодействовать с контроллером эксплуатационного уровня в различных зонах здания. В АСУ осуществляется опрос датчиков состояния инженерного оборудования, первичная обработка и накопление данных с последующей передачей на сервер для дальнейшей обработки, хранения и визуализации на пульте оператора.

КОНТРОЛЛЕРЫ

Для производителей электронной техники проекты «цифрового дома» имеют большую коммерческую привлекательность. Предлагаемые на рынке исполнительные контроллеры прямого цифрового управления DDC (Direct Digital Control) управляют локальными объектами «цифрового дома». Объектные контроллеры обслуживают ограниченное число системных входов и выходов и, как правило, размещены вблизи управляемого объекта и относящихся к нему датчиков. Контроллеры верхнего уровня подключаются к локальной сети здания и обеспечивают связь с контроллерами нижнего уровня – исполнительными контроллерами. Датчики температуры, влажности и т.п. подключаются к объектным контроллерам. К ним же подсоединяется оконечное оборудование – силовые реле электродвигателей и ламп освещения, приводы вентиляционных заслонок, замки дверей и др.

Компания Mitsubishi Electric предлагает специализированные контроллеры PACYG60MCA, PAC-YG63MCA и PACYG66DCA для решения задач управления, что позволяет ей интегрировать кондиционерное оборудование в системы диспетчеризации зданий. Контроллер PAC-YG60MCA представляет собой счётчик импульсов, поступающих от внешних устройств, и предназначен для учёта потребления электроэнергии, воды, газа или тепла в инженерных системах здания. С помощью контроллера PACYG60MCA можно не только проводить учёт потребления, но и решать связанные с ним задачи. Например, разделить потребляемую наружным блоком электроэнергию между пользователями одной системы кондиционирования воздуха, ограничить подаваемую мощность или пи-

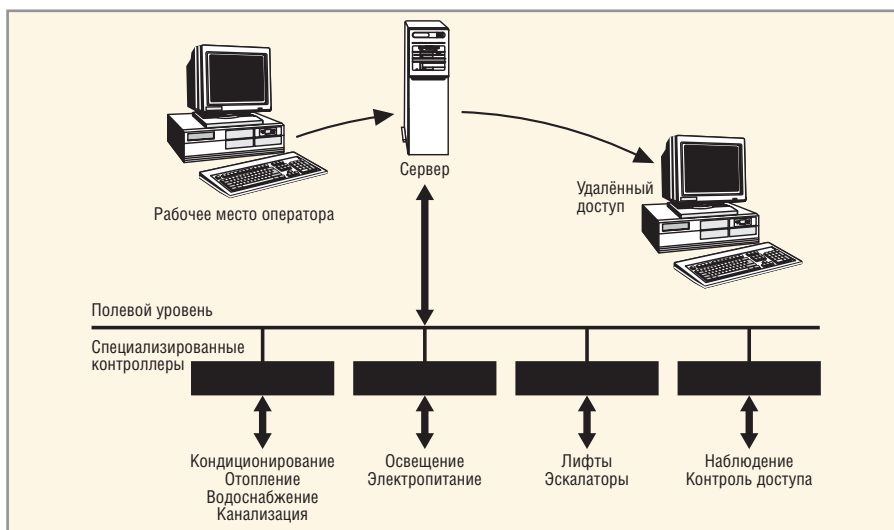


Рис. 2. Структурная схема многоуровневой системы управления зданием

ковые значения нагрузок на электрическую сеть.

Контроллер PAC-YG63MCA позволяет организовать взаимодействие дистанционных датчиков и системы кондиционирования воздуха, осуществляя мониторинг температуры и влажности в обслуживаемых помещениях, а также управлять кондиционерами по сигналам внешних датчиков. Контроллер PAC-YG63MCA удобно использовать там, где необходимо создать независимый от системы кондиционирования мониторинг температуры или влажности либо поддерживать влажность и температуру в определённых зонах помещения со специальным микроклиматом.

Контроллер PAC-YG66DCA представляет собой многоканальный прибор для подключения внешних цепей управления и контроля. Он предназначен для управления вентиляцией, освещением и т.п., а также системами кондиционирования, изготовленными другими производителями.

Следует отметить, что в настоящее время в России наблюдается «бум» индивидуального строительства. Желание застройщиков и уровень их благосостояния позволяют реализовывать более комфортные системы обеспечения микроклимата, чем регламентируемые СНиП и санитарными нормами. С другой стороны, индивидуальные застройщики вынуждены устраивать децентрализованные инженерные системы (местные котельные, скважинный водозабор) и поэтому заинтересованы в создании эффективных и комфортных зданий и экономичных систем

обеспечения микроклимата. Поэтому основной задачей проектирования систем микроклимата «цифрового дома» является энергосбережение и интеллектуальное управление инженерными системами.

ЗАДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

При решении задач, связанных с функционированием «цифрового дома», помимо контроллеров, могут использоваться другие технические средства для решения задач локального управления. Одним из таких средств являются задающие устройства (ЗУ), формирующие требуемые уровни входных сигналов для системы управления. Автором было разработано ЗУ на основе ПЛИС, формирующее плавное изменение параметра регулирования при его переходе от одного уровня к другому с требуемой скоростью.

Схема интегрирующего ЗУ, реализованного в дискретной форме, приведена на рисунке 3. Она состоит из формирователя заданного кода (ФЗК), управляющего делителя частоты (УДЧ) и генератора тактовых импульсов (ГТИ). В состав ФЗК входят: компаратор К, ячейка управле-

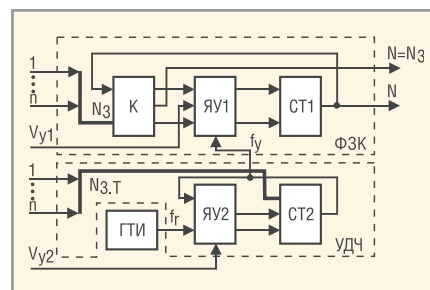


Рис. 3. Функциональная схема интегрирующего задающего устройства

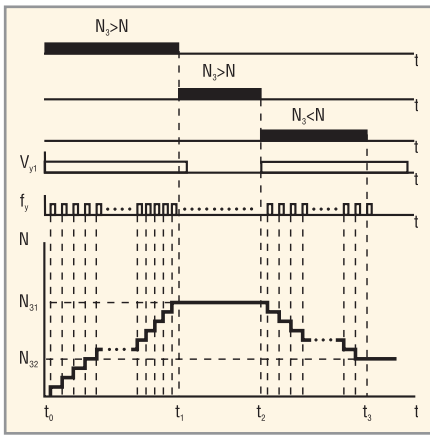


Рис. 4. Временные диаграммы, поясняющие работу цифрового ЗУ

ния ЯУ1 и реверсивный счётчик СТ1; УДЧ образуют ячейка управления ЯУ2 и вычитающий счётчик СТ2.

Цифровой код задания по уровню N_3 преобразуется в ФЗК в код числа N на выходе ЗУ, ступенчато изменяющийся от начального значения N_0 до установившегося N_3 в течение времени $t = (N_3 - N_0)/f_y$. С блока УДЧ на вход ячейки управления (ЯУ1) ФЗК поступает сигнал с управляющей частотой f_y . В зависимости от задания темпа $N_{3,T}$, скорость изменения кода числа N на выходе ЗУ определяется частотой $f_y = f_T/N_{3,T}$, где f_T – частота генератора тактовых импульсов.

На рисунке 4 приведены временные диаграммы, поясняющие работу цифрового ЗУ. В начальный момент

времени t_0 счётчик СТ1 обнулён. Если на входе ФЗК задан числовой уровень $N_3 = N_{31}$, то с выхода компаратора «больше» сигнал подаётся в ячейку управления ЯУ1. При наличии сигнала управления $V_{y1} = 1$ на вход суммирования счётчика СТ1 проходят импульсы с частотой $f_y = f_{y1}$ от УДЧ, задающего скорость интегрирования (число $N_{3,T} = N_{3,T1}$). В процессе суммирования на выходе счётчика возрастает число N . Суммирование прекращается при $N = N_{31}$ в момент времени t_1 , при сохранении $V_{y1} = 1$, когда на выходе компаратора «равенство» появляется лог. 1.

Если на входе ФЗК новое задание удовлетворяет неравенству $N_{32} < N_{31}$, то на выходе компаратора «меньше» появляется лог. 1 (момент времени t_2). При $V_{y1} = 1$ открывается элемент ячейки управления ЯУ1, и импульсы УДЧ с частотой f_{y2} , зависящей от $N_{3,T} = N_{3,T2}$, проходят на вход вычитания счётчика СТ1. При вычитании на выходе счётчика происходит уменьшение числа N , которое прекращается при $N = N_{32}$ (момент времени t_3 , при сохранении $V_{y1} = 1$).

Скорость интегрирования устанавливается счётчиком СТ2 на основе числового кода $N_{3,T}$. Появившееся на выходе счётчика СТ2 число подаётся обратно на вход ЯУ2. При наличии разрешающего сигнала управления $V_{y2} = 1$ сигнал с частотой f_T проходит

через ЯУ2 на вход СТ2, работающего в режиме вычитания. Счётчик СТ2 устанавливается в нулевое состояние после прохождения числа импульсов, равного $N_{3,T}$.

Системы автоматического регулирования (САР) «цифрового дома» обрабатывают множество параметров, число которых определяет количество необходимых ЗУ. Представленная на рисунке 3 функциональная схема ЗУ, многократно повторенная в рамках одной многопараметрической САР, требует применения большого числа ИС. Появление ПЛИС существенно расширило возможности проектировщиков цифровых устройств, освободив их от необходимости использовать ИС малой и средней степени интеграции.

При проектировании ЗУ использовалась САПР QuartusII v7.2, позволяющая реализовать схему на базе ПЛИС фирмы Altera и обеспечивающая синтез структуры и трассировку внутренних связей ПЛИС, подготовку данных для программирования и конструирования ПЛИС, функциональное моделирование и временной анализ, программирование и конструирование ПЛИС. В результате компиляции ЗУ в QuartusII v7.2 была получена структура проекта, приведённая на рисунке 5, а также выбрана ПЛИС типа MAX7000 (EPM7032LC44-6).

Функциональная схема рис. 5 состоит из созданных символов: компаратора LPM_COMPARE; ячейки управления на двух элементах И (AND2); реверсивного счётчика СТ1 с тактовым входом и с входом асинхронного сброса; ячейки управления на инверторах (NOT), элементах И (AND3), ИЛИ-НЕ (NOR2); RS-триггере SRFF; вычитающего счётчика LPM_COUNTER.

Схема ЗУ на ПЛИС работает следующим образом. Двоичный четырёхразрядный код задания подаётся на вход компаратора LPM_COMPARE, где сравнивается с сигналом, поступающим с выхода реверсивного счётчика СТ1. Если $N > N_3$, то код задания подаётся на верхний элемент AND2, если $N < N_3$ – на нижний. При наличии разрешающего сигнала V_{y1} на входах элементов AND2 код задания поступает на вход суммирования или вход вычитания счётчика СТ1. Если сигнал обратной связи через элемент NOR2 переводит триггер SRFF в лог. 1, то числовой код $N_{3,T}$ записывается в счётчик LPM_COUNTER при его нуле-

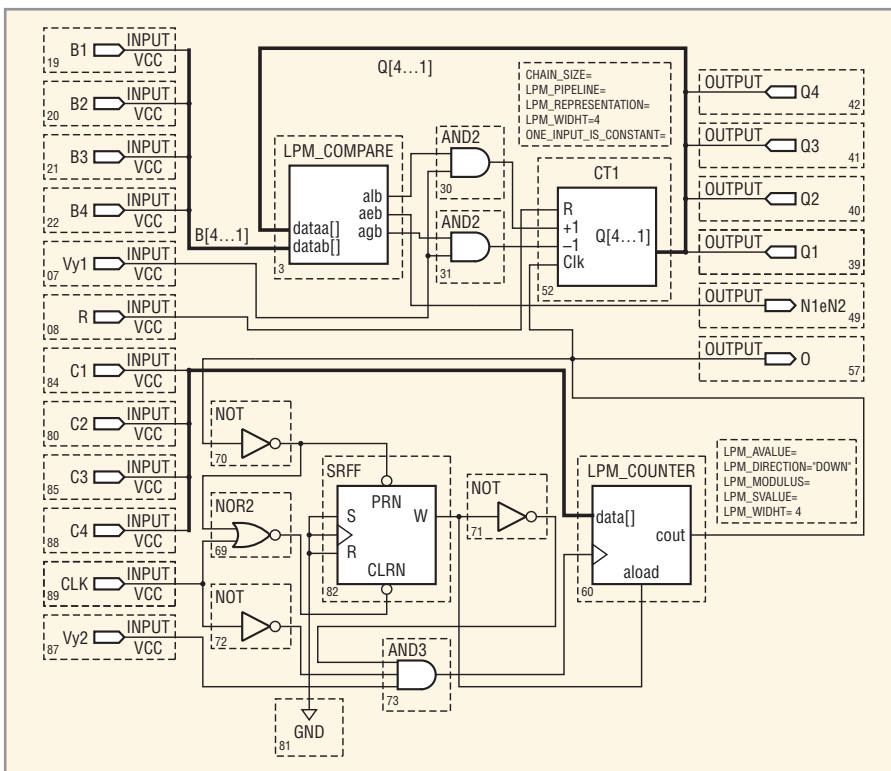


Рис. 5. Функциональная схема ЗУ на ПЛИС

вом состоянии. При этом единичный сигнал с прямого выхода триггера подаётся на вход счётчика, давая разрешение на запись числа $N_{3,T}$.

Появившийся на выходе счётчика LPM_COUNTER код записанного числа через обратную связь формирует сигнал лог. 0 на S-входе и лог. 1 на R-входе триггера при отсутствии сигнала f_T генератора тактовых импульсов. Триггер переходит в нулевое состояние и блокирует счётчик LPM_COUNTER от записи входного кода. При наличии разрешающего единичного сигнала управления V_{Y2} через элемент AND3 проходит инверсный сигнал f_T на вход LPM_COUNTER, и счётчик работает в режиме вычитания. Сигнал обратной связи вновь переводит триггер в лог. 1, разрешая запись числа $N_{3,T}$ в счётчик LPM_COUNTER. Сигнал триггера лог. 1 длительностью в один период работы ГТИ повторяется и образует последовательность выходных импульсов устройства с частотой f_y , задавая скорость интегрирования счётчику CT1.

На основе созданных при компиляции выходных файлов осуществлено моделирование работы проекта с помощью симулятора QuartusII v7.2,

проверяющего логические операции и внутренние временные соотношения проекта, реализованного на ПЛИС MAX7000 (EPM7032LC44-6). Фрагмент файла с результатами моделирования разработанного интегрирующего ЗУ показан на рисунке 6.

Сглаживающее устройство

При реализации управляющих воздействий, прилагаемых к исполнительным устройствам «цифрового дома», часто возникает потребность сгладить ступенчатые управляющие воздействия на исполнительные устройства. Объясняется это тем, что при передаче управляющих воздействий на исполнительные устройства САР необходимо обеспечить плавный разгон и торможение движущихся частей исполнительных механизмов, чтобы исключить ударное взаимодействие деталей и динамические перегрузки. Использование аналоговых схем для сглаживания ступенчатых сигналов не обеспечивает необходимую точность управляющих воздействий. Для сглаживания ступенчатых воздействий при управлении исполнительным механизмом

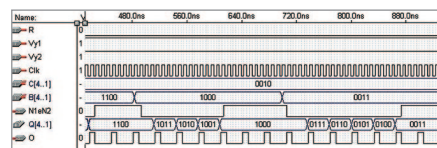


Рис. 6. Результаты моделирования задающего устройства

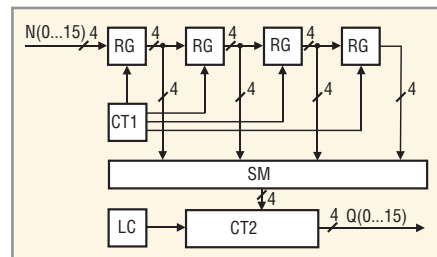


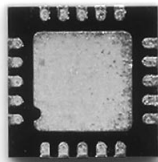
Рис. 7. Блок-схема устройства управления исполнительным механизмом

по заданиям цифровой системы регулирования разработано устройство, блок-схема которого приведена на рисунке 7. Предлагаемое устройство может быть использовано для исполнительных механизмов САР вентиляции и кондиционирования воздуха «цифрового дома».

Блок-схема цифрового фильтра, сглаживающего ступенчатые воздействия, содержит: последовательно

ТВОЙ ШАГ В МИР БЕЗ ПРОВОДОВ:

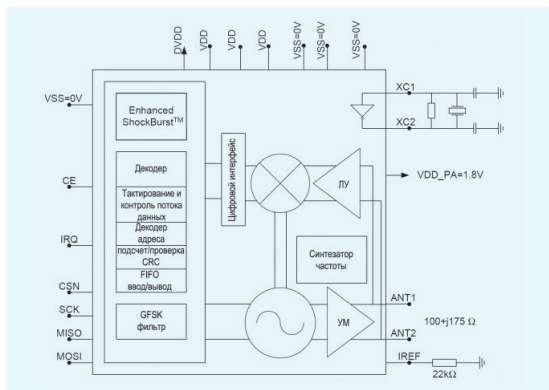
однокристалльный трансивер nRF24L01 Nordic Semiconductor с пропускной способностью 2 Мбит/с и аппаратной поддержкой протокола Enhanced Shock Burst



Краткие характеристики nRF24L01

Параметр	Значение
Минимальное питающее напряжение	1,9 В
Максимальная выходная мощность	0 дБм
Максимальная скорость передачи (радиоканал)	2 МБод
Рабочий температурный диапазон	-40...+85°C
Чувствительность при скорости 1 МБод	-85 дБм
Средний ток потребления при мощности -6 дБм	0,05 мА
Пиковое потребление при передаче на -0 дБм	11,3 мА
Пиковое потребление при приеме	22 мА / 600 мкс
Максимальное число одновременных подключений*	6
Количество частотных каналов	125

*Режим работы в качестве принимающей стороны



Основные достоинства:

- Высокая скорость передачи данных
- Простое подключение к внешнему микроконтроллеру по последовательной шине
- Минимум внешних компонентов
- Минимальный ток потребления
- Компактность
- Низкая стоимость
- Встроенный аппаратный протокол передачи данных с автоматическим подтверждением приёма пакета



АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
 Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

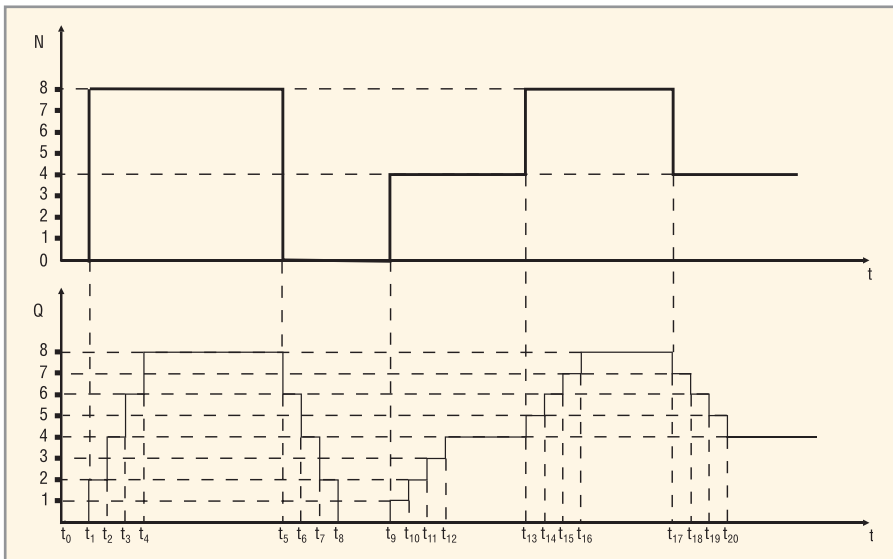


Рис. 8. Временные диаграммы, поясняющие работу цифрового фильтра

включенные четыре регистра RG; счётчик CT1, формирующий сигналы, разрешающие загрузку данных в соответствующий регистр; многоканальный сумматор SM; делитель CT2 с коэффициентом деления 4 для усреднения суммы, полученной в SM; формирователь коэффициента деления LC. Число входных регистров, уменьшенное на единицу, определяет число промежуточных градаций при сглаживании ступенчатого сигнала. Для сглаживания ступенчатых воздействий на исполнительные устройства в установках вентиляции и кондиционирования воздуха достаточно трёх промежуточных градаций.

На рисунке 8 приведены временные диаграммы, поясняющие работу

цифрового фильтра. В начальный момент времени t_0 во всех регистрах записаны нули и на выходах счётчика CT1, сумматора SM и делителя CT2 присутствуют нулевые коды. Предположим, что сигнал N на входе фильтра изменяется, как показано на рисунке 8. В момент t_1 в первый регистр записывается число $N = 8$, а в остальных регистрах сохраняются нулевые коды. На вход сумматора SM подается число 8, на вход делителя – число 2. В следующий момент времени t_2 число 8 присутствует как в первом, так и во втором регистрах. Среднее значение суммы на выходе делителя равно четырём. В момент t_3 на выходе сумматора появляется число 24, на выходе делителя – число 6. В момент t_4 число

8 заполняет все регистры и значение на выходе делителя достигает 8. Обратный процесс ($t_5...t_8$) происходит аналогично. В момент времени t_9 на вход фильтра поступает число $N = 4$, и шаг квантования по амплитуде уменьшается вдвое (до 1). Формирование промежуточных градаций происходит аналогичным образом.

Для реализации схемы цифрового фильтра использовалась ПЛИС фирмы Altera. При компиляции схемы фильтра в QuartusII v7.2 была получена структура проекта, функциональная схема которого приведена на рисунке 9, а также выбрана микросхема ПЛИС типа ACEX1K (EP1K10TC100-1).

Функциональная схема (рис. 9) состоит из модулей CPLD_1 и CPLD_2 – символов, представляющих оригинальные схемы. Модуль CPLD_2 (см. рис. 10) состоит из: сумматора ADDER (для арифметического сложения чисел, поступающих на его четыре 4-разрядных входа и 6-разрядный выход); делителя на 4 LPM_DIVIDE (с входами подачи суммарного сигнала (numer) и коэффициента деления (denom[]), входом асинхронного сброса (aclr) и выходом с результатом деления (quotient[])); делителя LPM_CONSTANT (формирователя коэффициента деления на 4).

Схема цифрового фильтра работает следующим образом. На входы сумматора ADDER A[4...1] (см. рис. 10) параллельно подаётся сигнал, в котором коды четырёх разрядов соответствуют коду входного сигнала фильт-

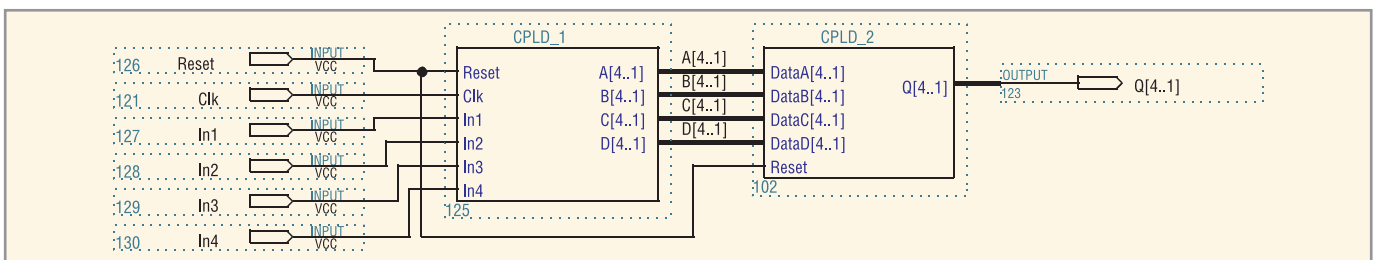


Рис. 9. Функциональная схема цифрового фильтра на ПЛИС

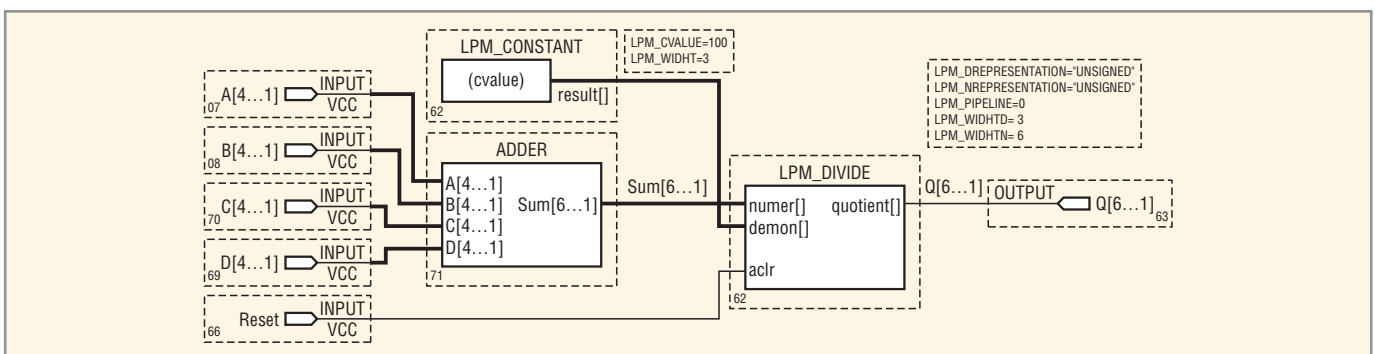


Рис. 10. Функциональная схема модуля CPLD_2

ра. На остальных входах сумматора присутствуют нулевые разряды. После суммирования входных сигналов результат поступает на вход делителя, и сигнал на выходе сумматора ADDER изменяется от минимального до максимального. Блок LPM_DIVIDE делит на 4 суммарный сигнал в двоичном коде, при этом значение коэффициента деления поступает от формирователя LPM_CONSTANT. При работе устройства сигнал на выходе делителя изменяется от минимального значения, соответствующего 1/4 уровня входного сигнала фильтра, до максимального значения, соответствующего полному уровню.

На основе созданных при компиляции выходных файлов было осуществлено моделирование работы проекта с помощью симулятора QuartusII v7.2. В ходе функционального и временного моделирования были проверены логика и временные параметры проекта, реализованного на ПЛИС типа ACEX1K (EP1K10TC100-1). Фрагмент файла (код входного сигнала In1...In4) с результатами моделирования разработанного цифрового фильтра показан на рисунке 11.

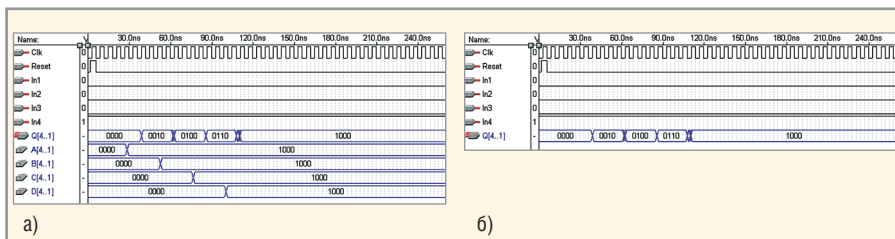


Рис. 11. Результаты моделирования цифрового фильтра на ПЛИС (а), результаты моделирования цифрового фильтра на ПЛИС (б)

Разработанная схема цифрового фильтра на основе ПЛИС типа ACEX1K (EP1K10TC100-1) отличается простотой реализации. Техническое решение может быть использовано в цифровой САР вентиляции и кондиционирования воздуха для передачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы. Разработанный цифровой фильтр может также использоваться в двухуровневой АСУ ТП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Становление «цифровых домов» в России, по сравнению с другими странами, имеет короткую историю и является прерогативой крупных фирм и обеспеченных людей. Пере-

довые фирмы предлагают широкий спектр технических средств интеллектуализации зданий, использование которых действительно может сделать дом очень удобным, комфортным и даже интеллектуальным, но потребует значительных вложений. Согласно оценкам зарубежных и российских специалистов, затраты на интеллектуальные компоненты системы жизнеобеспечения здания окупаются через 3-5 лет эксплуатации «цифрового дома». В последующие годы интеллектуальное здание даёт экономии эксплуатационных расходов в 5...7%, что и определяет интерес инвесторов и владельцев к подобным проектам и энергосберегающим технологиям.



ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ РАДИАЦИОННОСТОЙКИЕ SiC и GaN СВЧ-транзисторы

- ✓ **Диапазон частот:** до 4 ГГц
- ✓ **Напряжение питания:** 28...48 В
- ✓ **Мощность:** 10...60 Вт
- ✓ **КПД:** > 45%
- ✓ **Температура перехода:** > 255°C
- ✓ **Наработка на отказ (MTTF) SiC СВЧ-приборов:**
 2,2 млн. часов при +225°C
 60 млн. часов при +175°C

Официальный дистрибьютор компании Cree

PROSOFT®

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Цифровые технологии в энергосбережении

Владимир Бартнев (Москва)

На примере реализованного энергосберегающего проекта приводится описание основных элементов двухуровневой АСУ ТП, реализующей за счёт применения современных цифровых технологий эффективную и надёжную систему отопления.

Концепция

Сложившаяся во многих регионах России ситуация с отоплением характеризуется ростом числа аварий в отопительных системах городов и посёлков, что связано, прежде всего, с отсутствием должного финансирования профилактики, капитального ремонта и восстановления теплотрасс и отопительных систем ЖКХ. Восстановительные работы на отопительных системах в различных регионах страны очень дороги, трудоёмки и не всегда оправданы. Выходом из сложившейся ситуации может быть применение на наиболее важных объектах (в больницах, школах, административных зданиях и т.д.) альтернативных систем энергосберегающего отопления.

При построении таких систем применяется информационный подход, основанный на строгом учёте электроэнергии и целевом регулировании подачи электроэнергии к высокоэффективным обогревателям – инфракрасным потолочным излучателям. В данной статье описывается пример реализации подобной системы с использованием современных цифровых технологий в здании Волгоградского универсального спортивно-зрелищного комплекса (УСЗК) [1], где после аварии на теплоцентрали традиционная система отопления была заменена электрическим отоплением от управляемых датчиками инфракрасных потолочных обогревателей с суммарной мощностью около 1 МВт.

История

В середине 1990-х годов появились цифровые датчики температуры фирмы Dallas Semiconductors [2]. Прибор DS1820 – это представитель первого поколения цифровых датчиков, кото-

рые не требуют калибровки, обладают достаточно высокой точностью измерения температуры, работают в широком диапазоне температур и, главное, оборудованы уникальным однопроводным интерфейсом MicroLan (1-WIRE) [3], предложенным фирмой Dallas Semiconductors. Применение цифрового датчика температуры DS1820 (DS18S20) показало его высокую эффективность, и он стал широко использоваться при построении цифровых регуляторов температуры [4].

Вторым фактором, во многом определившим структуру энергосберегающей АСУ ТП, явился появившийся примерно в то же время микроконтроллер (МК) фирмы Microchip Technology Incorporated (далее Microchip) PIC16C84 (PIC16F84A) [5]. От МК типа PIC16C54 он отличался наличием встроенной флэш-памяти и сохранял в себе все преимущества идеологии PIC-контроллеров, в корне отличавшихся от господствовавших в то время микропроцессоров семейств MCS-48/51: во-первых, RISC (а не CISC) архитектура (соответственно, сокращённый в три раза набор команд), во-вторых, улучшенные нагрузочные параметры портов ввода-вывода и, наконец, низкая стоимость многократно программируемых МК.

Постоянная длина команды PIC-контроллеров позволяла создавать очень компактный код. Миниатюрность корпуса, хорошее быстродействие, встроенный таймер WATCHDOG, низкий ток потребления, доступное программное обеспечение, простота системы команд (всего лишь три десятка) – вот основные параметры, определившие выбор PIC-контроллеров для построения цифровых распределённых АСУ ТП модульного типа.

К середине 1990-х годов отопительная система централизованного теплоснабжения здания УСЗК пришла в негодность. Встал вопрос либо о полном капитальном ремонте традиционной конвективной системы, либо о переходе на отопительную систему нового типа на основе новых энергосберегающих технологий. При этом оказалось, что затраты на техническое перевооружение отопительной системы с использованием энергосберегающей системы и её эксплуатация существенно меньше, чем вложения в капитальный ремонт, что обусловлено высокой материалоемкостью конструкции и большими объёмами строительно-монтажных работ. К тому же на время проведения капитального ремонта надо было приостанавливать деятельность УСЗК.

Следует также учитывать, что спортивные сооружения УСЗК, кроме основного функционального назначения, стали местом проведения общественных мероприятий, театрално-эстрадных представлений, коммерческих и технических выставок-ярмарок. Помещения сдаются в аренду под деловые и коммерческие офисы, магазины, склады и пр. Подобная универсальность необходима в условиях рыночной экономики. Поэтому предоставление отопительных услуг требовало индивидуального подхода к конкретному месту, конкретному времени и конкретному пользователю. Все эти соображения были положены в основу построения отопительной системы УСЗК многоцелевого назначения.

В феврале 1999 г. энергосберегающая система «Синтал Термолинк» была введена в эксплуатацию и заменила традиционную конвективную систему отопления. За несколько лет эксплуатации АСУ ТП был накоплен ценная информация о применении цифровых датчиков температуры, микроконтроллерных устройств и сетевых технологий. За это время появилось новое поколение цифровых датчиков температуры, расширился выбор микроконтроллеров, но опыт создания и эксплуатации цифровой распределённой АСУ ТП показал все преимущества концепции информационных, программируемых, распределённых систем.

Распределённая АСУ ТП может быть модернизирована уже на этапе испытаний с целью корректировки непредвиденных проблем или для улучшения тактико-технических ха-

рактических. Другим преимуществом программируемой модульной АСУ ТП является способность к глубокой самодиагностике как всей системы, так и отдельных модулей, что повышает надёжность изделий при минимальном обслуживании [5].

Позже, в 2003 г., все эти преимущества проявились при модернизации системы, направленной на расширение её информационных возможностей (объединение компьютеров в сеть, добавление GSM-модема для передачи экстренных сообщений, использование новой операционной системы LINUX).

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ АСУ ТП Волгоградского УСЗК

Модульная архитектура распределённой системы «Сингал Термолинк» реализована в г. Волгограде в четырёхэтажном Дворце спорта, включающем в себя, кроме главного спортивного зала, множество других помещений. Система работает, используя два уровня автоматического регулирования температуры объектов. Верхний уровень обслуживается центральными компьютерами и имеет наивысший приоритет над подключенными к сети локальными терморегуляторами, определяющими температуры нижнего уровня управления. Такая структура АСУ ТП, в отличие от централизованной, обладает повышенной надёжностью и сохраняет работоспособность даже при выходе из строя компьютеров верхнего уровня и/или локальной сети.

Около 100 цифровых датчиков DS1820 установлены непосредственно в помещениях, в которых необходимо поддерживать заданную температуру. Каждая группа из восьми датчиков связана однопроводным цифровым интерфейсом MicroLan с локальным модулем управления, установленным в силовом шкафу. Расстояние от наиболее удалённого датчика до локального модуля управления может достигать 300 м. Каждый локальный модуль управления принимает сигналы от датчиков и формирует управляющие сигналы для семисторных ключей, через которые запитываются нагревательные элементы инфракрасного типа. Каждый локальный модуль управления обеспечивает автономный режим регулирования температуры объекта и связан цифровым интерфейсом с центральным компьютером.

В здании УСЗК используется 17 локальных модулей управления и два

центральных компьютера. На компьютерах обрабатываются данные, поступающие от локальных модулей управления. Состояние объектов отображается в удобном для оператора виде на экране монитора. При этом кроме формуляров температуры и температурных уставок (с месячным программированием) по каждому локальному модулю, выводятся поэтажные графические планы с температурами всех датчиков.

Следует отметить, что команды управления, вырабатываемые центральными компьютерами, имеют наивысший приоритет и передаются соответствующим локальным модулям управления. Основным энергосберегающим эффектом системы достигается за счёт целевого автоматического выбора более низких температурных уставок в отдельных помещениях в определённые дни текущего месяца. Система энергосберегающего терморегулирования распределёнными объектами по месячной программе поддерживает заданные температуры в большом числе помещений комплекса с учётом времени суток и лимитов электроэнергии, выделяемых на теплоснабжение.

Дополнительный интерфейс центральных компьютеров подсоединён к двум тарифным счётчикам электроэнергии. Локальные модули управления состоят из двух компонентов: восьмиканальных цифровых регуляторов температуры и семисторных коммутаторов. Цифровые регуляторы температуры имеют следующие технические характеристики:

- диапазон регулируемых температур 0...30°C;
- шаг установки температуры 0,5°C;
- частота опроса датчиков 1 Гц;
- восемь цифровых датчиков температуры, одновременно подключаемых к одному регулятору;
- восемь выходных каналов управления, использующих оптронные ключи с контролем перехода фазы через ноль;
- однопроводной последовательный интерфейс к центральному компьютеру для повышения надёжности и помехозащищённости реализован по четырёхпроводной схеме;
- энергонезависимая память в цифровых регуляторах для сохранения температурных уставок.

Электрическая схема цифрового регулятора температуры локального модуля управления приведена на рисунке 1. Схема содержит два МК, ра-

ботающих в режиме master (D7) – slave (D8). Функции между МК разделены следующим образом: D7 опрашивает клавиатуру, управляет ЖКИ через дешифраторы D1 – D5, осуществляет обмен данными с компьютером; D8 принимает цифровые коды температуры от восьми датчиков, сравнивает их с температурными уставками и вырабатывает сигналы управления семисторами V1 – V8. Текущая температура отображается на семисегментном ЖКИ. Для просмотра температуры восьми каналов следует нажимать на кнопки «+» или «-». Выбрав таким образом канал и нажав на кнопку «*», можно увидеть температурную уставку этого канала, переданную из компьютера или, при работе без компьютера, с помощью кнопок «+»/«-» установить новую температурную уставку.

При обрыве или коротком замыкании датчиков на дисплей выводится сообщение ErrX, где X – номер канала. С помощью четырёх светодиодов индицируются наличие встроенного питания +5 В, работа интерфейса, состояние выхода каждого канала и неисправности контроллера и датчиков. Конструктивно цифровой регулятор выполнен в корпусе, закрепляемом на стандартную рейку.

Учитывая большую протяжённость соединений между центральными компьютерами и локальными модулями управления, большое внимание было уделено построению однопроводных удлинителей интерфейса. На рисунке 2 изображена схема передатчика последовательного интерфейса, подключаемого к разъёму последовательного порта центрального компьютера. На рисунке 3 показана схема приёмника последовательного интерфейса с преобразователем в интерфейс MicroLan. Для связи компьютера с локальными регуляторами используется четырёхпроводная схема на базе ИС типа ST485E. Проводка была выполнена двойным телефонным проводом типа ТРП. Силовые коммутаторы локальных модулей управления были применены двух типов: однофазные (25 А, 400 В) и трёхфазные (50 А, 600 В).

Дополнительной функцией АСУ ТП является пожарная сигнализация, т.е. формирование сигнала тревоги при превышении температуры 60°C любым датчиком, с автоматическим определением местоположения этого датчика. Для передачи экстренных сообщений

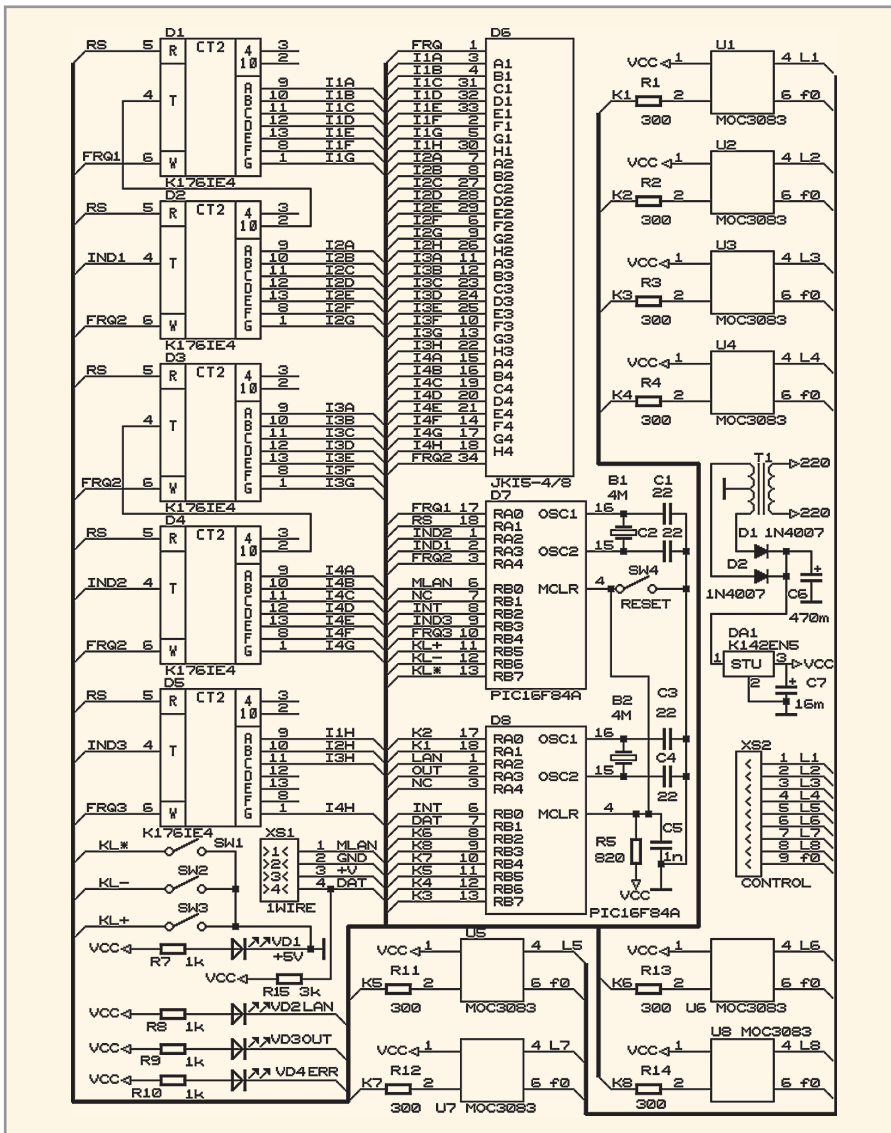


Рис. 1. Электрическая схема восьмиканального локального регулятора температуры

в виде SMS используется GSM-модем сотового телефона Sony-Ericsson [6].

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА АСУ ТП

Энергосберегающий эффект системы «Синтал Термолинк» складывается из двух факторов: высокой эффективности инфракрасных потолочных обогревателей и цифровых информационных технологий, положенных в основу работы АСУ ТП [7].

Инфракрасных обогреватели – это уникальные электрические отопительные приборы, действующие по принципу лучистого тепла. В отличие от традиционных конвекторов, потолочные обогреватели не используют воздух в качестве теплоносителя. Длинноволновые лучи теплового спектра почти беспрепятственно проходят через воздух и преобразуются в тепло только при попадании на какую-либо поверхность. Таким образом,

около 90% тепловой энергии передаётся преграждающим поверхностям (полу и мебели), которые, в свою очередь, отдают вторичное тепло в воздух. В этом случае наиболее комфортный тепловой режим сохраняется на уровне человеческого роста, что позволяет исключить обогрев бесполезного, с эргономической точки зрения, пространства под потолком. Необходимая тепловая мощность для обогрева помещений с высотой потолков 3...20 м снижается как минимум на 30% по сравнению с традиционными системами отопления. Уместно отметить и ряд специфических свойств таких обогревателей: пожаробезопасность, экологичность, высокую надёжность (гарантийный срок эксплуатации 25 лет), отсутствие переноса пыли, равномерный поверхностный нагрев, возможность работы в среде с повышенной влажностью (в здании УЗСК обогреватели установлены даже в душевых).

И всё-таки основной вклад в энергосбережение вносят информационные технологии. Именно с помощью цифровой реализации, сетевых решений и управляющей функции компьютерной программы реализуется наилучшим образом основополагающая концепция энергосбережения, основанная на адресном учёте энергозатрат и целевом регулировании подачи тепла потребителям по месячной программе.

Значительный вклад в энергосберегающий эффект вносит компьютерная программа TLINK.EXE. Функциями этой управляющей программы являются:

- адресное оперативное управление подачей тепла всем потребителями от центрального компьютера через сеть контроллеров, установленных в силовых шкафах, в автоматическом режиме по месячной программе; запись в память контроллеров температурных уставок, имеющих наивысший приоритет;
- приём от контроллеров данных о температурах и состоянии всех цифровых датчиков;
- учёт энергозатрат при помощи интерфейса к электросчётчикам потребителей.

После запуска программы TLINK.EXE производится тестирование и перезапись температурных уставок всех каналов в память контроллеров системы. Затем осуществляется переход программы в основной режим работы, когда производится считывание данных, передаваемых контроллерами, и отображение текущей информации на дисплее компьютера. При этом возможно отображение информации по каждому локальному модулю управления (всего их 17) или поэтажного плана с графической прорисовкой всех помещений (4 плана).

В основном режиме работы программа производит периодическую диагностику контроллеров системы, а также настройку уставок каналов контроллеров и отображение температур. Состояние каналов выбранного локального модуля управления – температура и текущая уставка – отображаются в верхнем окне с полной идентификацией пользователей. Если температура выводится красным шрифтом, это является сигналом неисправности соответствующего канала (каналов).

В случае неисправности связи компьютера с выбранным контроллером на экран выводится дополни-



Оптика компании Fraen SRL

- Может использоваться для белых и цветных светодиодов
- Позволяет получать различные значения углов: от 20° до 60° для белых светодиодов и от 10° до 30° для цветных светодиодов
- Температурный диапазон эксплуатации: -40...+85°C



ROCKET-SS



ROCKET-M



ROCKET-O

Оптика компании Ledil

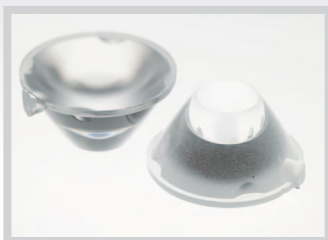
- Может использоваться для белых и цветных светодиодов
- Высокая стойкость к воздействию УФ и температуры (105°C)
- Позволяет получить значения углов от 4° до 30°
- Позволяет получить разные формы кривой силы света – симметричную и несимметричную

Оптика компании Carclo

- Может также использоваться для белых и цветных светодиодов
- Высокая стойкость к воздействию УФ и температуры (105°C)
- Позволяет получить значения углов от 5° до 40°
- Позволяет получить разные формы кривой силы света – симметричную и несимметричную



Ripple Medium



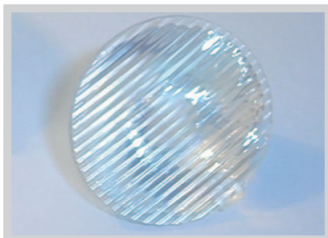
Frosted Medium



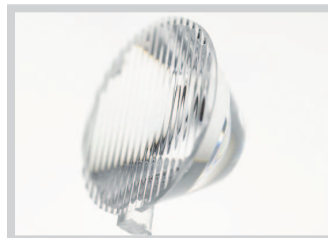
Ripple Wide



Frosted Wide



Elliptical



Elliptical Orthogonal

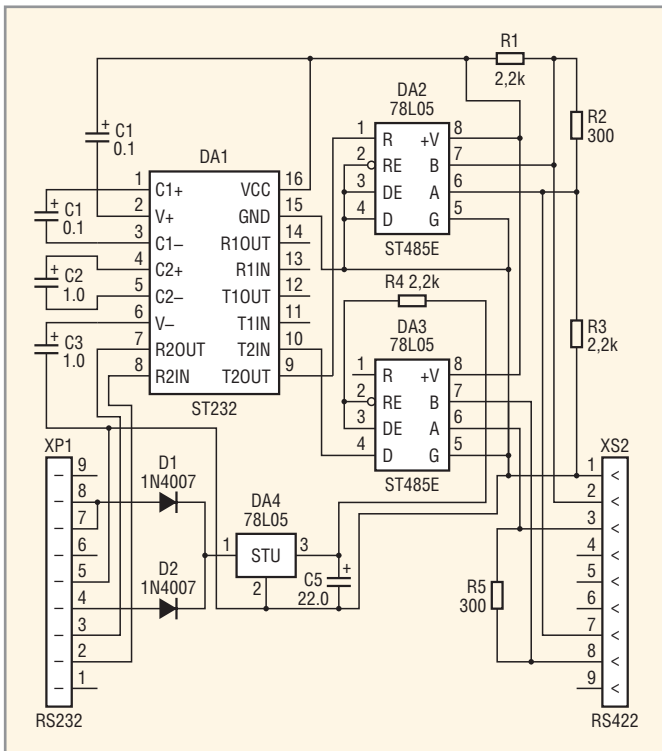


Рис. 2. Передатчик последовательного интерфейса

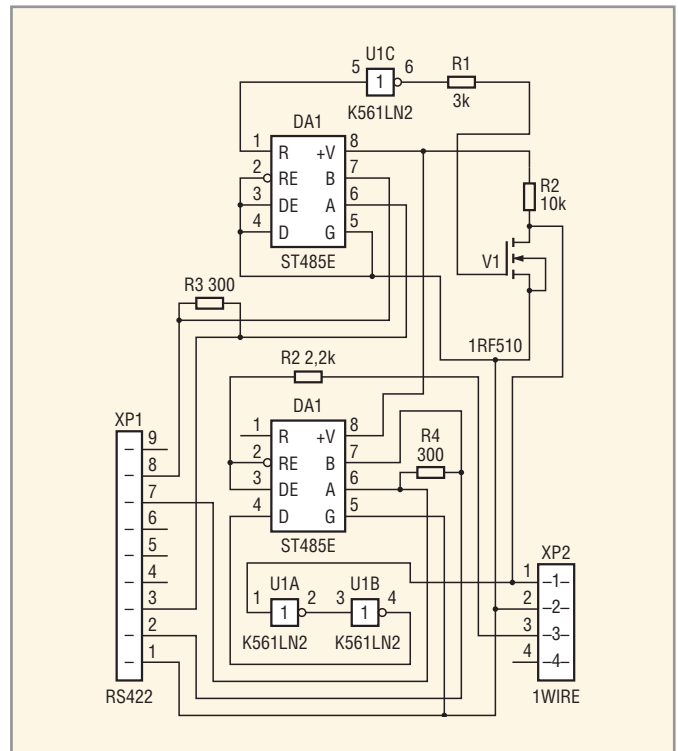


Рис. 3. Приёмник последовательного интерфейса

тельное сообщение об ошибке (Err). При нажатии клавиш 1 – 4 можно отобразить на экране компьютера соответствующие планы этажей и температур непосредственно в местах установки датчиков.

В режиме записи параметров [CHANGE] выбирается канал интересующего локального модуля управления, в который будет производиться запись новой уставки. После ввода температурной уставки предоставляется возможность выбрать время суток для действия данной уставки и дни текущего месяца, в которые данная уставка будет автоматически записана в выбранный канал. Часы и дни энергосбережения (отмечаются зелёным цветом) выбираются для каждого температурного канала и выбранного контроллера, в который будет производиться

запись нового значения уставки.

Чтобы проиллюстрировать эффективность работы программы, достаточно рассмотреть отопление большого спортивного зала УЗСК, который потребляет на отопление примерно половину всей электроэнергии объекта. Обычно в большом зале проводилось 5 – 6 спортивных или культурных мероприятий в месяц, все остальные дни батареи нагревали пустой зал. Сейчас это полностью исключено, так как температурный режим зала отслеживается месячной программой работы системы с учётом часов и дней проводимых в нем мероприятий. Об эффективности реализованной энергосберегающей системы терморегулирования говорят и первые оценки экономического эффекта от её внедрения.

Важно подчеркнуть, что корректность сравнения обусловлена, прежде всего, тем, что до 1999 г. в здании УЗСК использовалась традиционная система отопления и все отчётные документы сохранились. Расчёты показывают, что даже при неоднократном росте тарифов на электроэнергию экономический эффект от использования энергосберегающей системы только за период с октября 1999 г. по март 2004 г. составил свыше миллиона рублей (на рисунке 4 показано распределение экономии по годам). Таким образом, главный итог нескольких лет

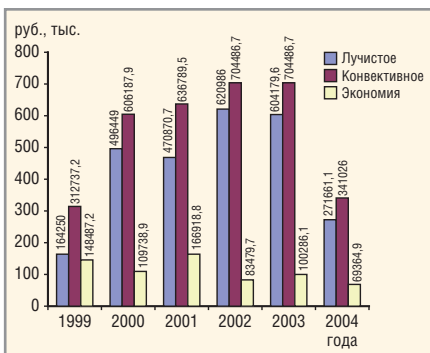


Рис. 4. Распределение экономического эффекта от внедрения энергосберегающей АСУ ТП по годам

эксплуатации энергосберегающей отопительной системы «Синтал Термолинк» состоит в том, что, несмотря на использование дорогостоящего источника энергии – электричества, новые цифровые технологии позволили создать более эффективную и надёжную систему отопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартнев В., Бартнев Г. Распределённая модульная система терморегулирования «Синтал Термолинк». Chip News. 1997. №9.
2. Бартнев В., Бартнев Г. Технология PLUG & PLAY в технике измерения температуры. Контрольно-измерительные приборы и системы. 1997. № 2.
3. Бартнев В., Бартнев Г. Новое поколение цифровых датчиков температуры от фирмы Dallas Semiconductors. Электронные компоненты. 1997. №3.
4. Бартнев В. Цифровые датчики температуры и их применение. Датчики и системы. 2004. № 12.
5. Бартнев В., Бартнев М. Энергосберегающая модульная АСУ ТП для распределённых объектов «Синтал телетерм». Датчики и системы. 2005. № 2.
6. Бартнев В. Регулятор температуры с дистанционным управлением по GSM-каналу. Современная электроника. 2006. № 9.
7. Бартнев В. Способ регулировки мощности электроотопительной системы. Патент № 2308823 по заявке № 2005130643 от 04.10.05. Опубликовано 20.10.07. Бюл. № 29 ФИПС.



2008 г. станет годом гибких дисплеев

Гибкие дисплеи ещё только прокладывают себе путь на рынок портативной электроники, однако именно 2008 г. должен стать переломным моментом, когда популярность таких устройств резко возрастёт, – считает аналитическое агентство iSupply. Согласно их исследованиям, значительное количество производителей планирует выпустить на рынок множество новых продуктов, оснащённых гибкими активноматричными дисплеями, и с этого момента начнётся бурное развитие соответствующего сектора IT-экономики.

Так, появление и развитие технологий, позволяющих изготавливать более совершенные гибкие дисплеи – с более высоким разрешением, повышенным количеством поддерживаемых цветов и оттенков, сниженной скоростью прорисовки изображения и пр., – приведёт к значительному росту рынка. Согласно отчётам аналитиков, к 2013 г. объёмы рынка гибких дисплеев достигнут отметки в \$2,8 млрд, что в тридцать пять раз выше аналогичного показателя за 2007 г. – \$80 млн.

Главной областью применения гибких дисплеев станет использование их в таких устройствах, как электронные книги, идентификационные устройства, мобильные телефоны, автомобильная электроника, а также целый ряд инновационных продуктов. Именно 2008 г. станет знаковым для индустрии гибких дисплеев, а их повсеместное распространение приведёт к появлению на мировом рынке целого ряда уникальных решений. В целом перспективы этой молодой индустрии оцениваются аналитиками очень высоко – устройства будут пользоваться высоким спросом у потребителей, что обеспечит производителям высокую и стабильную прибыль в течение длительного времени.

iSupply

TSMC освоила 40-нм нормы производства

Компания Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) представила, по её утверждению, первые в отрасли производственные линии, позволяющие выпускать чипы по 40-нм нормам. Этот этап совершенствования техпроцессов рассматривается как промежуточный и упрощающий дальнейший переход к основной на сегодняшний день цели – освоению 32-нм норм, – намеченный компанией на окончание следующего года. Для TSMC переход к более «тонким» техпроцессам с

«промежуточными остановками», похоже, становится правилом – так, прежде чем перейти от 65-нм к 45-нм, компания какое-то время выпускала полупроводниковую продукцию по 55-нм нормам. По мнению специалистов, за счёт такой стратегии TSMC снижает свои риски, связанные с модернизацией производства и обеспечением достаточного количества заказов для окупаемости новых линий, в то же время сохраняя лидирующие позиции в отрасли.

Фактически анонсированное производство представляет собой два техпроцесса – 40G, предназначенный для широкого применения, и 40LP, для производства продукции с требованиями к пониженному энергопотреблению. Сообщается, что построенная по новой технологии ячейка SRAM является на текущий момент самой маленькой в отрасли: 0,242 кв. мкм. Новый техпроцесс по сравнению с 65-нм нормами обеспечивает увеличение плотности размещения компонентов в 2,35 раза, а переход с 45-нм на 40-нм позволяет снизить показатели энергопотребления на 15%. Предполагается, что на базе 40LP будут производиться компоненты беспроводных и портативных устройств, тогда как 40G будет ориентирован на высокопроизводительные компоненты – центральные и графические процессоры, чипы для игровых консолей, сетевого оборудования и FPGA.

<http://www.3dnews.ru>

Рынок MEMS-устройств переживает подъём

Аналитическая компания Global Industry Analysts составила отчёт о перспективах рынка микроэлектромеханических систем, главным выводом которого стало заявление об отличных показателях роста и неплохих перспективах рынка на ближайшее будущее. Согласно информации от аналитиков, в течение завершающегося десятилетия, начиная с 2001 и заканчивая 2010 гг., наблюдается и будет наблюдаться стабильное увеличение объёма рынка на 12,3% ежегодно. В 2010 г. объём рынка должен достичь отметки в \$8,65 млрд.

Теперь стоит взглянуть на распределение сил уже в самом рынке MEMS-систем. Так, наибольший рост показал рыночный сегмент, на котором представлены решения для телекоммуникационных систем. В данном случае темпы роста составили 30,95% ежегодно. Наибольшим же спросом микроэлектромеханические устройства пользуются в сегменте промышленных/коммерческих систем – объём ука-

занного рыночного сегмента должен к 2010 г. составить \$4,8 млрд. Ещё одним крупным рынком сбыта MEMS-решения является рынок вычислительной электроники, который с растущей популярностью именно портативных аппаратов обещает радужное будущее для MEM-систем.

Что же касается перспектив, то интерес вызывает рынок автомобильной электроники и, как мы уже отметили, рынок вычислительных аппаратов. Однако нельзя пройти мимо и столь бурно развивающейся области, как робототехника – именно на него возлагают надежды разработчики и производители MEMS-устройств.

<http://www.3dnews.ru>

Запланировано строительство завода Foxconn в России

Крупнейший тайваньский производитель электронных компонентов, компания Hon Hai Precision Industry, более известная благодаря своему бренду Foxconn, сообщила о своих планах вложить 32,2 млн. евро в строительство завода на территории России. Это решение является частью общей стратегии компании по расширению производства в странах с низким уровнем накладных расходов. Ожидается, что будущий российский завод Foxconn будет представлять собой широкопрофильное сборочное производство, на базе которого можно выпускать мобильные телефоны, компьютерные компоненты и прочую электронику различных типов. Строительство может быть начато в текущем году, но точные сроки не были объявлены.

В настоящее время основные производственные мощности Hon Hai расположены в Китае, Мексике, Венгрии, Индии, Финляндии и Чехии. В июле прошлого года компания объявила о намерении вложить 1 млрд. долл. в строительство заводов во Вьетнаме, в городе Ханое. Интересно, что и в «большом» Китае, в связи с ростом уровня жизни в прибрежных районах, Hon Hai стремится осваивать в качестве производственной базы центральные и северные районы страны.

Hon Hai Precision Industry выполняет заказы Apple на производство iPod и iPhone, выпускает настольные системы и компоненты для Dell, Hewlett-Packard и Sony. Кроме того, с середины 2004 г. компания продвигает на рынке различную продукцию под собственным брендом Foxconn.

www.reuters.com

Автономный пульт контроля и управления на основе микроконтроллера AVR

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

Описывается вариант универсального автономного пульта, который можно использовать в сочетании с разнообразными системами контроля и управления объектами.

Любые электронные устройства или системы контроля и управления какими-либо объектами или процессами с участием оператора требуют наличия в своём составе панели или пульта контроля и управления. Такой пульт обычно включает в себя одиночные индикаторы, алфавитно-цифровой или графический дисплей, набор кнопок и звуковой излучатель. Поскольку современные устройства или системы строятся на основе различных микроконтроллеров, для подключения периферии требуется определённое количество портов ввода-вывода и достаточный объём памяти программ для их обслуживания. Поддержка пульта занимает определённую часть ресурсов микроконтроллера и усложняет схему всего устройства или системы.

Пульт контроля и управления должен быть эргономичным, располагаться в удобном для оператора месте, а в некоторых случаях – быть переносным. Эти требования не позволяют установить устройство контроля и управления в непосредственной близости от датчиков и исполнительных механизмов объекта. Если по каким-либо причинам требуется модернизация пульта контроля и управления, то переработке подвергается всё устройство или система.

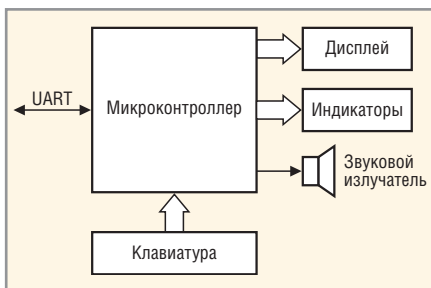


Рис. 1. Структурная схема пульта

Тем не менее, все обозначенные проблемы можно решить простым и недорогим способом. Для этого необходимо лишь вынести пульт из устройства или системы контроля и управления в автономный блок и подключить его к основному блоку управления с помощью последовательного интерфейса. При этом пульт должен содержать микроконтроллер, который будет принимать информацию для отображения, выводить её на дисплей, включать и отключать единичные индикаторы, формировать звуковой сигнал, осуществлять сканирование кнопок и передавать их код через последовательный интерфейс в основной блок.

В этом случае основной микроконтроллер будет свободен от выполнения операций сканирования клавиатуры и программной поддержки интерфейса индикации, а последовательный интерфейс обеспечит возможность подключения пульта на расстоянии, ограниченном лишь типом интерфейса.

В статье описывается пример реализации такого пульта контроля и управления на основе широко распространённого и недорогого микроконтроллера AVR фирмы Atmel. Данный пульт позволяет отображать информацию на двухстрочном алфавитно-цифровом дисплее, формировать звуковые сигналы, опрашивать восемь кнопок управления и включать восемь единичных индикаторов. Использование знакосинтезирующего дисплея позволяет отображать на нём буквы алфавита и различные символы.

В пульте контроля и управления применён последовательный интерфейс UART. Данный интерфейс мож-

но легко преобразовать в интерфейс RS-232, обеспечивающий его вынос на расстояние до 15 м от объекта, или в интерфейс RS-422/485, обеспечивающий удаление пульта от объекта на расстояние до 1200 м. При необходимости можно осуществить подключение пульта к объекту с помощью других последовательных интерфейсов типа SPI, I²C, USB и др. при несложной переработке схемы. Конкретный тип интерфейса определяется, как правило, в процессе разработки системы.

Структурная схема разработанного пульта представлена на рисунке 1. Пульт содержит один микроконтроллер, который опрашивает клавиатуру, выводит информацию на дисплей, а также управляет индикаторами и звуковым излучателем. Для связи применяется внутренний последовательный асинхронный порт UART. На рисунке 2 изображена принципиальная электрическая схема пульта. Перечень использованных элементов приведён в таблице 1.

Микроконтроллер D1 осуществляет управление всеми устройствами пульта с помощью программируемых выводов. Тактовая частота формируется при помощи кварцевого резонатора BQ1 и конденсаторов C1, C2. Программирование микроконтроллера осуществляется внутрисхемно, через соединитель J1. Через этот же соединитель подключается питание пульта во время его работы.

Обмен с контроллером системы управления осуществляется через соединитель J2. Конденсаторы C3, C4 и CP1 обеспечивают фильтрацию напряжения питания. Резистор R1 «подтягивает» вход сброса микроконтроллера к напряжению источника питания. Резисторы R2 – R9 обеспечивают ограничение тока для индикаторов HL1 – HL8.

Схема пульта разработана на основе распространённых и недорогих элементов, которые можно заменить аналогами (по функциям и техническим

Таблица 1. Перечень элементов пульта контроля и управления

Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание
BA1	Излучатель звуковой EFM-472	1	
BQ1	Кварцевый резонатор 7,3728 МГц	1	
C1, C2 C3, C4	ЧИП конденсаторы керамические 1206 18 пФ 0,1 мкФ	2 2	
CP1	Конденсатор электролитический SR-10-10	1	10 мкФ × 10 В
D1	Микросхема ATmega8515L-8AC	1	TQFP44
H1	Дисплей WH2002A	1	
HL1-HL8	Светодиоды L934	8	
R1 R2-R9	ЧИП резисторы 1206 10 кОм 1 кОм	1 8	
SB1-SB8	Кнопки DTSM20	8	
J1 J2	Соединители Вилка PLS-6 Вилка PLS-3		1 1

параметрам). В пульте использован доступный микроконтроллер ATmega8515 фирмы Atmel, имеющий достаточное количество внутренних ресурсов и программируемых выводов для подключения всех устройств пульта.

Кнопки пульта могут быть заменены кнопками мембранного типа, встроенными в заказную панель. Допускается использовать не все кнопки, показанные на схеме, а только кнопки, необходимые для конкретного исполнения.

Излучатель, примененный в пульте, имеет встроенный генератор, формирующий звуковую частоту 3,5 кГц при подключении к нему напряжения питания +5 В. Поэтому микроконтроллеру не требуется формировать сигнал звуковой частоты, а необходимо лишь подать высокий уровень сигнала на вывод, к которому подключен излучатель, на все время звучания.

В качестве индикатора можно использовать любой знакосинтезирующий жидкокристаллический или ва-

Таблица 2. Формат протокола обмена пульта контроля и управления

Байт	Назначение
Принимаемые данные	
1	Код устройства назначения: 0x00-дисплей; 0x01-единичные индикаторы; 0x02-звуковой излучатель
2	Данные для устройства назначения: для дисплея – код знакогенератора; для единичных индикаторов: 0 – погасить, 1 – зажечь; для звукового излучателя: 0 – отключить, 1 – включить, 2 – сигнал длительностью 0,5 с
Передаваемые данные	
1	Код нажатых кнопок

кумно-люминесцентный дисплей на базе встроенного контроллера HD44780 фирмы Hitachi, который совместим с микроконтроллером, примененным в схеме. Эти дисплеи получили наибольшее распространение, фактическим став промышленным стандартом. Аналоги данных модулей индикации выпускают также фирмы Epson, Toshiba, Sanyo, Samsung, Philips и др.

Преимущество жидкокристаллических дисплеев состоит в малом потреб-

Магнитодиэлектрики MICROMETALS

Уменьшение габаритов и потерь энергии



Высокоэффективные магнитодиэлектрические сердечники Micrometals для силовой электроники и ВЧ-техники

Micrometals наносит на свои изделия запатентованную цветовую маркировку в качестве защиты от подделок. Оригинальная продукция Micrometals в компании ПРОСОФТ

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ДОСТОИНСТВА:

- Большая номенклатура типоразмеров – от 3,4 мм до 165 мм
- Токоизолирующее полимерное покрытие до 3 слоёв
- Торoidalные, Ш- и U-образные, трубчатые, низкопрофильные сердечники, стержни, шайбы, бусины и др.
- Силовые магнитопроводы до 5 МГц
- ВЧ-сердечники для частот от 0,01 до 500 МГц
- Рабочая температура до 2000°C
- Высокая стабильность параметров

Применение сердечников MICROMETALS позволяет:

- Снизить стоимость индуктивных компонентов в 3...5 раз
- Снизить потери на 30...50% по сравнению с ферритами
- Оптимально распределить потери между сердечником и обмоткой
- Повысить надёжность аппаратуры
- Оптимизировать конструкцию и уменьшить габариты индуктивных компонентов

реклама

PROSOFT®

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

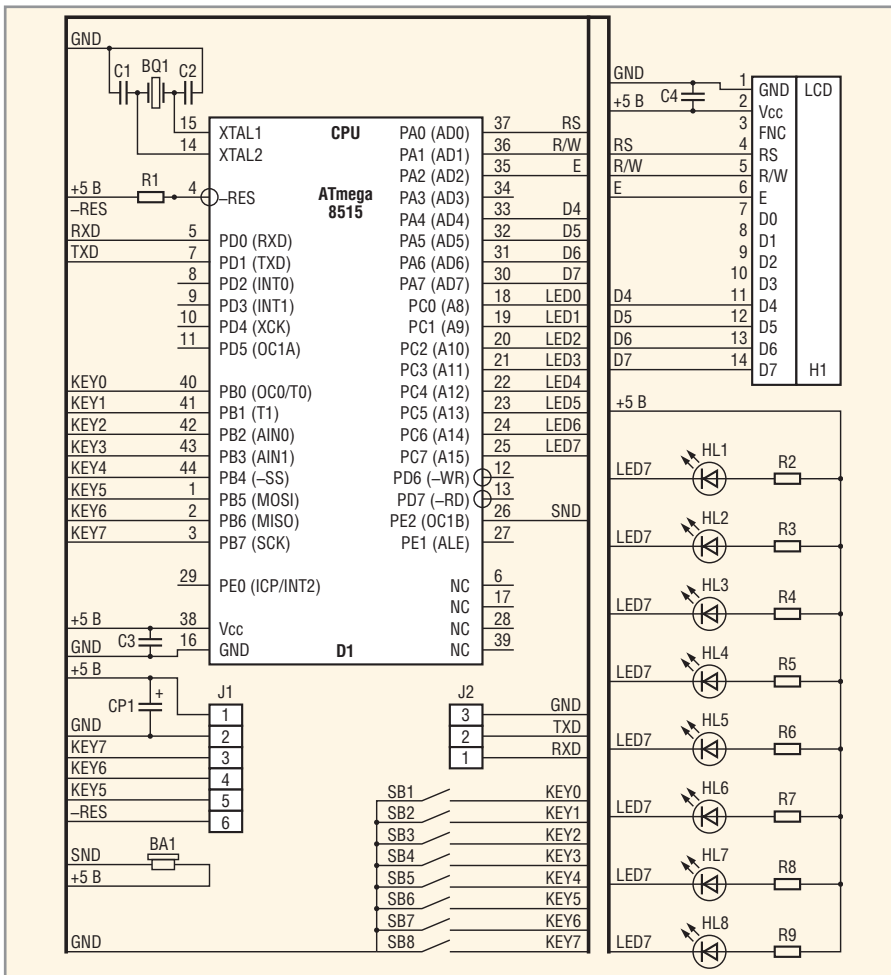


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема пульта

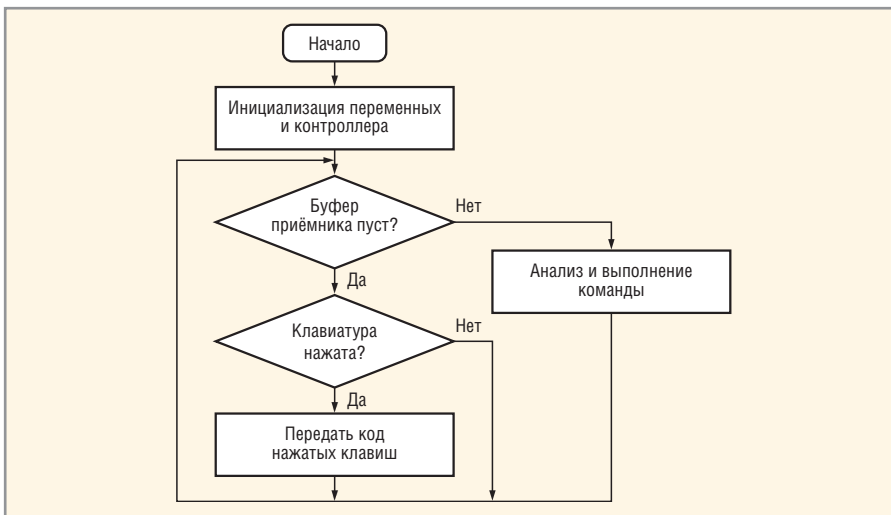


Рис. 3. Алгоритм работы программы пульта

ления энергии. Большинство ЖКИ имеет встроенную подсветку с цепями регулирования освещённости. Стандартный диапазон рабочей температуры жидкокристаллических индикаторов составляет от 0 до +60°C, а расширенный – от –20 до +70°C. Преимуществами вакуумно-люминесцентных индикаторов является высокая яркость и работа в широком диапазоне рабочих температур (от –40 до 85°C).

Поскольку обмен с пультом производится байтовыми посылками по последовательному интерфейсу, для использования всех ресурсов пульта контроля и управления необходимо использовать специальный формат обмена данными. Описание такого формата, разработанного автором, приведено в таблице 2.

Например, получив байты 0x00 и 0x35, пульт контроля и управления

отобразит на своём дисплее цифру 5, поскольку в таблице стандартного кода ASCII коду 0x35 соответствует символ числа 5. Получив байты 0x01 и 0xFF, пульт контроля и управления включит все восемь единичных индикаторов. Получив байты 0x02 и 0x01, пульт включит звуковой излучатель, а при получении байт 0x02 и 0x00 – отключит его.

Данный протокол можно расширить дополнительными кодами команд управления для пульта. Например, ввести коды очистки дисплея, формирования музыкальных звуков и т.п. Естественно, что поддержку нового протокола должна выполнять внутренняя программа пульта, а расширение или изменение протокола следует производить при необходимости.

Для реализации описанного выше протокола, на языке Си была написана программа управления для пульта. Алгоритм программы представлен на рисунке 3. Благодаря тому, что в использованной среде разработки CodeVisionAVR имеются встроенные библиотеки для работы с различными устройствами, в том числе и с дисплеями на базе встроенного контроллера HD44780, программа получилась простой и понятной.

Исходный текст программы с комментариями приведен в листинге 1 в дополнительных материалах к статье на сайте журнала.

Программа включает в себя заголовочные файлы с описанием имён регистров микроконтроллера и записей двоичных значений чисел, применяемых для инициализации переменных и других операций.

Порт UART настраивается на скорость 115 200 бод в асинхронном режиме для восьмибитного обмена без контроля чётности с одним стоповым битом. Аналогичный режим работы должен быть настроен для компьютерного порта, через который будет осуществляться обмен с адаптером. Это обеспечит полную совместимость.

В программе используются библиотечные подпрограммы обработки приёмника и передатчика UART, а также подпрограммы задержек. Прошивка для микроконтроллера в HEX-формате приведена в листинге 2 в дополнительных материалах к статье на сайте журнала.

Питание пульта осуществляется от источника постоянного тока +5 В. При необходимости схему можно дополнить импульсным преобразователем напряжения, который позволит питать пульт от источника постоянного тока с широким диапазоном изменения напряжения.

Проверку работоспособности пульта можно осуществлять с помощью персонального компьютера, имеющего в своём составе COM-порт, и тес-

товой программы для работы с этим портом.

Не применяя дополнительных элементов, можно увеличить количество кнопок управления до 16 или 64, включив их по схеме матрицы 4×4 или 8×8. При этом потребуются изменить программу обслуживания клавиатуры. В качестве дополнительного восьмирядного порта клавиатуры можно использовать шину данных дисплея. Естественно, данные усовершенство-

вания потребуют определённой переделки схемы и программы пульта.

Наличие последовательного интерфейса и современная элементная база позволяют выполнить описанный пульт с беспроводной связью и автономным питанием. Для этого можно использовать технологии беспроводной связи Bluetooth, ZigBee и др. Для их реализации в основной блок системы управления должен быть встроен совместимый приёмопередатчик. ☺

Новости мира News of the World Новости мира

«Телепатический воротник»

Компания Ambient продемонстрировала действие разработки, позволяющей распознавать проговариваемые мысленно слова без произнесения вслух и передавать их на удалённый компьютер, где они воспроизводятся средствами речевого синтеза. При всём сходстве с телепатией, система, получившая название Audeo, реагирует на нечто значительно большее, чем просто мысли. Пользователю предстоит немало предварительно потренироваться, чтобы научиться передавать голосовым связкам такие же усилия, как если бы он проговаривал передаваемые слова обычным образом.

В настоящее время Audeo «понимает» около 150 слов и предложений. В качестве дальнейшего развития разработчики предполагают перейти от распознавания целых слов к распознаванию лексем, с тем чтобы убрать ограничения на размер словарного запаса. По утверждениям создателей, система в какой-то степени способна поддерживать выразительность речи – так, например, есть возможность определить, насколько «громко» мысленно произнёс пользователь тот или иной фрагмент предложения. Предполагается, что подобные системы в перспективе можно будет использовать, например, для переговоров по мобильному телефону в тех условиях, когда говорить вслух нежелательно. Кроме того, они могут применяться как своего рода «речевые протезы» для людей, утративших способность нормально разговаривать из-за каких-либо заболеваний. Кстати, на предыдущей стадии работ способности разработки к распознаванию мысленных импульсов использовались для передачи управляющих сигналов приводам инвалидных колясок.

<http://www.3dnews.ru>

IBM и Hitachi займутся метрологией для 32-нм техпроцесса

Корпорация IBM и компания Hitachi объявили на днях о создании нового альянса

в полупроводниковой промышленности. В течение ближайших двух лет компании займутся совместной разработкой технологий в области метрологии для 32-нм технологического процесса. Согласно официальному пресс-релизу, специалисты компании разработают «новые методы анализа структуры полупроводниковых элементов с целью улучшения контроля характеристик транзисторов».

Напомним, что корпорации IBM уже удалось собрать под флагом Common Platform восемь крупных представителей полупроводниковой промышленности: AMD, Chartered, Freescale, Infineon, Samsung, Sony, Toshiba и STMicroelectronics. Целью альянса является совместная разработка технологических процессов производства КМОП-микросхем следующих поколений, и в первую очередь, 32-нм проектных норм. Однако сотрудничество с Hitachi на данный момент ограничивается только вопросами метрологии и не предполагает расширения.

Работа над совместными решениями будет проходить на базе центра Thomas J. Watson в г. Йорк-Таун (США) и College of Nanoscale Science and Engineering в г. Олбани (США), принадлежащих корпорации IBM. В работе примут участие представители трёх компаний – собственно Hitachi и IBM, а также специалисты компании Hitachi High-Technologies.

eetimes.com

В США разработаны наноматериалы, напрямую преобразующие радиацию в электричество

Группа американских учёных утверждает, что материалы, способные преобразовывать радиацию в электричество напрямую, откроют новую эру в машиностроении и космонавтике, – сообщает New Scientist. В атомных электростанциях используется другой подход к выработке электроэнергии: реактор нагревает пар,

который вращает турбины, вырабатывающие электричество.

С 60-х годов прошлого века США и СССР использовали в качестве элементов питания для своих космических зондов термоэлектрические материалы, которые преобразовывали тепло, выделяемое при радиоактивном распаде, в электричество. Эти материалы, однако, обладают очень низким КПД.

Теперь же американские исследователи разработали высокоэффективный материал, который способен преобразовывать даже не тепло, а саму радиацию в электроэнергию. Ливиу Поупа-Симил, бывший инженер из Государственной лаборатории Лос-Аламоса, основатель частной исследовательской компании LAVM, и Клаудиу Мунтеле из Университета сельского хозяйства и механизации Алабамы утверждают, что преобразовывать энергию радиоактивных частиц напрямую в электричество намного эффективнее.

Материалы, на которых они ставили эксперимент, позволили получить в 20 раз большую отдачу от радиоактивного распада, нежели при использовании термоэлектрических материалов. В данный момент учёные проводят эксперимент со слоями углеродных нанотрубок с золотом внутри, окружёнными гидридом лития. Радиоактивные частицы, ударяющиеся о золото, выбивают из него высокоэнергетические электроны. Они проходят по нанотрубкам и попадают в гидрид лития, откуда и продолжают свой путь по электродам.

Устройства на основе этой технологии могут быть достаточно малы, чтобы обеспечивать электроэнергией космические зонды, самолёты и даже наземный транспорт. Это, однако, произойдёт, по словам разработчиков, не раньше, чем через десять лет – столько времени примерно нужно для доведения этого метода до ума.

[New Scientist](http://NewScientist)

Проектирование и разработка космических бортовых приборов, ориентированных на современную зарубежную электронную компонентную базу

Николай Данилин, Сергей Белослудцев (Москва)

В статье представлена информация о методах аналитической оценки и практической отбраковки электронной компонентной базы индустриального уровня качества, предназначенной для использования в бортовых системах космических аппаратов, функционирующих в открытом космосе.

В преддверии вступления России во Всемирную торговую организацию, а также учитывая возросшую конкуренцию со стороны иностранных компаний, разработчики и изготовители российской радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) предпочитают применять современную иностранную электронную компонентную базу (ЭКБ), в том числе интегральные микросхемы (ИМС).

К услугам западного рынка ЭКБ начала прибегать и космическая отрасль России. Создание современной космической техники характеризуется многономенклатурным, малообъёмным (до 100 шт. в год) применением электрорадиоизделий повышенного уровня качества с улучшенными техническими характеристиками, способных сохранять работоспособность в условиях воздействия факторов космического пространства в течение 15 – 20 лет. Электронная компонентная база относится к критически важным технологиям и

широко используется в радиоэлектронной аппаратуре космической техники (КТ), а также оказывает непосредственное влияние на её технический облик и темпы развития.

Качество и надёжность космической техники РФ определяется жёстким соблюдением положения по созданию космической техники, введённого в действие постановлением Правительства Российской Федерации от 22 июля 1998 г. РФ № 819-3, в котором большое внимание уделено комплектующей электронной компонентной базе.

Не вдаваясь в подробности причин создавшейся ситуации, подчеркнём, что применение в российской промышленности (включая космическую технику) западных компонентов часто является не только прогрессивным, но и единственно возможным в определённых ситуациях инженерно-техническим решением.

После того как принято решение о применении в аппаратуре, особенно

в КТ, зарубежной ЭКБ, встаёт вопрос о закупке этой ЭКБ соответствующего качества.

Наиболее высоким качеством характеризуются американские ИМС классов S и B, а также европейские ИМС классов B и C.

Надёжность ИМС наиболее высокого класса выше надёжности коммерческих ИМС примерно в 80...100 раз. Приблизительно таково же и различие в стоимости между ИМС космического и коммерческого применения.

Уровни качества европейских и американских ИМС, ориентированных на космическое, военное, индустриальное и коммерческое применение, обобщены и сведены в таблицу 1.

Последнее время в нашей стране и за рубежом наметилась тенденция к применению в РЭА космических систем элементов индустриального класса вместо дорогой и труднодоступной зарубежной ЭКБ космического класса после проведения широкой программы отбраковочных, сверхотбраковочных и диагностических испытаний на основе анализа методов неразрушающего контроля, а также конструкционного контроля и физического анализа представительных выборок ИМС от каждой партии.

Интенсивная процедура отбора позволяет существенно повысить ка-

Таблица 1. Уровни качества зарубежных ИМС

Уровень качества (π_Q)	Европейские ИМС	Американские ИМС
Космический, $\pi_Q \cong 0,25$	Уровень B (приёмочные испытания LAT1, LAT2, LAT3)	JANS QPL38510
		CLASS V QML38535
Военный, $\pi_Q \cong 1,0$	Уровень C (приёмочные испытания LAT1, LAT2, LAT3)	JANS QPL38510
		CLASS Q QML38535
Средний военный, $\pi_Q \cong 2,0$	Экспериментальный уровень (уровень C без приёмочных испытаний LAT1, LAT2, без записи данных и визуального контроля перед герметизацией)	SMD (38536 Class M). Производственная линия, соответствующая уровню качества B, испытания в соответствии с пар. 1.2.1 MIL-STD-883
Низший военный, $\pi_Q \cong 5,0$	Объём испытаний сокращён по сравнению с классами B и C стандарта ESA/SCC 9000	Объём испытаний сокращён по сравнению с классами S и B MIL-STD-883
Индустриальный, $\pi_Q \cong 10,0$	ИМС негерметичные с дополнительными температурными испытаниями: индустриальный температурный диапазон от -25 до +100°C	
Коммерческий, $\pi_Q \cong 20,0$	ИМС негерметичные без отбраковочных испытаний: коммерческий температурный диапазон от 0 до 80°C	

чество партий ИМС и в среднем в 10...30 раз снизить интенсивность отказов в партиях за счёт исключения из них ИМС со скрытыми дефектами.

Процедуры отбраковочных испытаний, ДНК, РФА достаточно хорошо отработаны и успешно применяются в РФ и за рубежом.

Так, например, в НЦ СЭО РНИИ КП (Москва), на фирмах IGG (Портсмут, Англия), Technolgia (Севилья, Испания) достаточно широко развита практика эффективного комплектования РЭА КА элементами, которые не имеют квалификации/сертификации классов ОС, ОСМ (РФ), В, С (Европа), S, B (США).

Таковыми элементами могут быть микросхемы промышленных классов, а также элементы более высокого качества, которые за рубежом получили название COTS (Commercial of the Shelf) и под которыми понимают неквалифицированную ЭКБ.

Основные преимущества использования промышленных ИС во вновь разрабатываемых электронных блоках связаны со следующими причинами:

- радиационно-стойкие ИС оперативно запоминающих устройств (ОЗУ) класс Space имеют более чем на порядок меньшую информационную ёмкость;
- радиационно-стойкие ИС микропроцессоров класса Space достигли уровня 286/386-процессоров, тогда как в промышленных изделиях от них уже практически отказались и ориентируются в основном на процессоры выше уровня Pentium;
- промышленные ИС имеют на 1...2 порядка меньшую стоимость;
- для промышленных ИС на рынке широко представлено разнообразное прикладное программное обеспечение;
- средства разработки и отладки изделий на основе промышленных ИС более доступны.

Для того чтобы применять ЭКБ COTS в РЭА КА, необходимо выполнить ряд дорогостоящих работ, среди которых необходимо выделить отбраковочные (сверхотбраковочные) испытания, индивидуальный диагностический неразрушающий контроль ЭКБ, РФА выборки из нескольких элементов от каждой партии. При этом, конечно, значительно повышается конечная стоимость элементов, но в то же время почти про-

порционально уменьшается интенсивность отказов (повышается надёжность) этих элементов.

Надёжность зарубежных элементов промышленного класса, прошедших дополнительные испытания (ДИ) в аттестованных испытательных центрах, нам представляется целесообразным оценивать на основе американского справочника MIL-HDBK-217, применяя эмпирические коэффициенты повышения качества партии за счёт ДИ.

Среди многочисленных факторов, влияющих на функционирование электронной аппаратуры при её эксплуатации, особое значение имеет воздействие полей ионизирующих излучений космического пространства (КП) – электронов, протонов и ионов. Широкое применение полупроводниковых изделий микроэлектроники в качестве элементной базы космических электронных систем сделало актуальной задачу оценки и прогнозирования уровней отказов элементов и узлов к радиационным воздействиям космического пространства. Традиционно обеспечение и прогнозирование радиационной стойкости интегральных схем (ИС) осуществляется на основе требований соответствующих нормативно-технических документов. Так, за рубежом этим целям служат стандарты США MIL-STD-883 и Европейского космического агентства ESA/SCC Basic Specification.

Рассмотрим в качестве примера расчётную оценку интенсивности отказов цифровых логических МОП интегральных микросхем среднего уровня интеграции. В общем случае для ИМС всех классов интенсивность отказов согласно MIL-HDB-217 вычисляется по формуле:

$$\lambda = \lambda_G \pi_Q,$$

$$\lambda_G = (C_1 \pi_T \pi_V + C_2 \pi_E) \pi_L \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1},$$

где λ_G – интенсивность отказов без учёта коэффициента качества π_Q ;
 C_1 – коэффициент сложности ИС;
 $C_1 = 0,04$ для количества вентилях в ИС от 1000 до 3000;
 π_T – температурный коэффициент;
 $\pi_T = 1,1$ для температуры перехода, равной 50°C, для негерметичных корпусов КМОП ИС;
 π_V – коэффициент напряжения питания; $\pi_V = 1$ для КМОП при $U_{CC} < 12 \text{ В}$ и для всех других технологий, кроме КМОП;

C_2 – коэффициент корпуса; для негерметичных корпусов $C_2 = 2 \times 10^{-4} (N_p)^{1,23}$, где N_p – число внешних выводов; $C_2 = 0,007$ для 18-выводной ИС;

π_E – коэффициент влияния условий окружающей среды; $\pi_E = 0,45$ для условий космического аппарата;

π_L – коэффициент изученности; $\pi_L = 1$ для серийной ЭКБ с устоявшейся технологией.

С учётом значений вышеуказанных коэффициентов:

$$\lambda_G = 0,0528 \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

Коэффициент качества для ИС промышленного исполнения равен 10,0 (для сравнения отметим, что π_Q для ИС космического применения, т.е. класс S, равен 0,25).

Таким образом, окончательная интенсивность отказов для вышеуказанного подкласса ИС в промышленном исполнении:

$$\lambda = \lambda_G \pi_Q = 0,528 \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

Ниже приводятся расчётные данные по интенсивности отказов ИМС промышленного применения в негерметичных корпусах для 11 наиболее распространённых классов ИМС.

1. Микросхемы биполярные и МОП цифровые промышленные в негерметичных корпусах

$$\lambda = (C_1 \pi_T \pi_V + C_2 \pi_E) \pi_L \pi_Q \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

$\pi_Q = 10$;
 C_1 – коэффициент сложности ИС:
 $C_1 = 0,01$ от 1 до 100 вентилях,
 $C_1 = 0,02$ от 100 до 1000 вентилях,
 $C_1 = 0,04$ от 1000 до 3000 вентилях,
 $C_1 = 0,08$ от 3000 до 10000 вентилях;
 π_T – температурный коэффициент;
 $\pi_T = 1,1$ для температуры перехода, равной 50°C, для негерметичных корпусов КМОП ИС;
 π_V – коэффициент напряжения питания; $\pi_V = 1$ для КМОП при $U_{CC} < 12 \text{ В}$ и для всех технологий, кроме КМОП;
 C_2 – коэффициент корпуса; для негерметичных корпусов $C_2 = 2 \times 10^{-4} (N_p)^{1,23}$, где N_p – число внешних выводов;
 $C_2 = 0,0051$ для 14 выводов,
 $C_2 = 0,0061$ для 16 выводов,
 $C_2 = 0,0070$ для 18 выводов,
 $C_2 = 0,0100$ для 24 выводов;
 π_E – коэффициент влияния условий окружающей среды; $\pi_E = 0,45$ для условий космического аппарата;

π_L – коэффициент изученности; $\pi_L = 1$ для серийных ЭРИ с устоявшейся технологией.

Результаты расчётов сведены в табл. 2 и 3.

2. Монолитные биполярные и МОП линейные ИС

$$\lambda = (C_1\pi_T\pi_V + C_2\pi_E)\pi_L\pi_Q \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

Все коэффициенты полностью аналогичны приведённым в п. 1, кроме коэффициента C_1 :

$C_1 = 0,01$ для числа транзисторов от 1 до 100,

$C_1 = 0,02$ для числа транзисторов от 100 до 300,

$C_1 = 0,04$ для числа транзисторов от 300 до 1000.

Результаты расчётов сведены в табл. 4.

3. Монолитные биполярные и МОП цифровые микропроцессорные интегральные схемы (негерметичные, КМОП)

$$\lambda = (C_1\pi_T\pi_V + C_2\pi_E)\pi_L\pi_Q \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

Все коэффициенты полностью аналогичны приведённым в п. 1, кроме коэффициента C_1 :

$C_1 = 0,03$ для 8-разрядных микропроцессоров,

$C_1 = 0,06$ для 16-разрядных микропроцессоров,

$C_1 = 0,12$ для 32-разрядных микропроцессоров.

Результаты расчётов сведены в табл. 5.

4. Монолитные биполярные и МОП БИС ОЗУ

$$\lambda = (C_1\pi_T\pi_V + C_2\pi_E)\pi_L\pi_Q \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

Все коэффициенты полностью аналогичны описанным в п. 1, кроме коэффициента C_1 :

$C_1 = 0,025$ для динамических МОП ОЗУ до 16К,

$C_1 = 0,05$ для динамических МОП ОЗУ от 16К до 64К,

$C_1 = 0,1$ для динамических МОП ОЗУ от 64К до 256К,

$C_1 = 0,2$ для динамических МОП ОЗУ от 256К до 1М,

$C_1 = 0,05$ для статических МОП ОЗУ до 4К,

$C_1 = 0,1$ для статических МОП ОЗУ от 4К до 16К,

$C_1 = 0,2$ для статических МОП ОЗУ от 16К до 64К,

$C_1 = 0,4$ для динамических МОП ОЗУ от 64К до 256К,

$C_1 = 0,05$ для статических биполярных ОЗУ до 4К,

$C_1 = 0,1$ для статических биполярных ОЗУ от 4К до 16К.

Результаты расчётов сведены в табл. 6, 7 и 8.

5. БИС ПЗУ (ROM) и программируемых ПЗУ (PROM), включая PROM с пережигаемыми перемычками, PROM с ультрафиолетовым стиранием, электрическим стиранием (EEPROM) и электрически изменяемых (EAPROM) ПЗУ

$$\lambda = (C_1\pi_T\pi_V + C_2\pi_E)\pi_L\pi_Q \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

Все коэффициенты полностью аналогичны описанным в п. 1, кроме коэффициента C_1 :

$C_1 = 0,035$ для МОП ПЗУ до 16К,

$C_1 = 0,07$ для МОП ПЗУ от 16К до 64К,

Таблица 8. Интенсивность отказов биполярных ОЗУ в негерметичных корпусах

Объём памяти	λ
≤4К	0,309
>16К...64К	0,596

Таблица 2. Интенсивность отказов биполярных и МОП цифровых микросхем в негерметичных корпусах

Число вентиляей	Технология	λ
1 – 100	Биполярная	0,080
	МОП	0,138
>100 – 1000	Биполярная	0,150
	МОП	0,267
>1000 – 3000	Биполярная	0,293
	МОП	0,528
>3000 – 10 000	Биполярная	0,770
	МОП	1,240
>10000 – 30 000	Биполярная	1,372
	МОП	2,312

Таблица 3. Интенсивность отказов программируемых логических матриц в негерметичных корпусах

Число вентиляей	Технология	λ
1 – 100	Биполярная	0,341
	МОП	0,694
>100 – 1000	Биполярная	0,673
	МОП	1,378
>1000 – 3000	Биполярная	1,340
	МОП	2,750

Таблица 4. Интенсивность отказов биполярных и МОП линейных (аналоговых) микросхем в негерметичных корпусах

Число вентиляей	Технология	λ
1 – 100	Биполярная	0,173
	МОП	
>100 – 1000	Биполярная	0,332
	МОП	
>1000 – 3000	Биполярная	0,645
	МОП	

Таблица 5. Интенсивность отказов биполярных и МОП цифровых микропроцессоров в негерметичных корпусах

Число вентиляей	Технология	λ
8	Биполярная	0,241
	МОП	0,417
16	Биполярная	0,464
	МОП	0,816
32	Биполярная	0,980
	МОП	1,685

Таблица 6. Интенсивность отказов динамических МОП ОЗУ в негерметичных корпусах

Объём памяти	λ
≤16К	0,309
>16К...64К	0,596
>64К...256К	1,156
>256К...1М	2,274

Таблица 7. Интенсивность отказов статических МОП ОЗУ в негерметичных корпусах

Объём памяти	λ
≤16К	0,587
>16К...64К	1,142
>64К...256К	2,262
>256К...1М	4,488

$C_1 = 0,14$ для МОП ПЗУ от 64К до 256К,
 $C_1 = 0,28$ для МОП ПЗУ от 256К до 1М,
 $C_1 = 0,06$ для МОП UVE PROM,
 EEPROM, EPROM ПЗУ до 16К,

$C_1 = 0,12$ для МОП UVE PROM,
 EEPROM, EPROM ПЗУ от 16К до 64К,

$C_1 = 0,24$ для МОП UVE PROM,
 EEPROM, EPROM ПЗУ от 64К до
 256К,

$C_1 = 0,48$ для МОП UVE PROM,
 EEPROM, EPROM ПЗУ от 256К до 1М,

$C_1 = 0,06$ для ПЗУ с пережигаемыми
 перемычками до 16К,

$C_1 = 0,12$ для ПЗУ с пережигаемыми
 перемычками от 16К до 64К.

Результаты расчётов сведены в
 табл. 9, 10 и 11.

**6. Монолитные биполярные и МОП
 аналоговые микропроцессорные БИС**

$$\lambda = 1,24(C_1\pi_1\pi_V + C_2\pi_E)\pi_Q \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}.$$

Все коэффициенты полностью
 аналогичны описанным в п. 1, кроме
 коэффициента C_1 .

Для сигнальных процессоров с раз-
 рядностью до 16 $C_1 = 0,06$.

Результаты расчётов сведены в
 табл. 12.

Улучшение приведённых выше ин-
 тенсивностей отказов λ в разумных
 пределах может быть достигнуто
 проведением дополнительных испы-
 таний партии ИС.

Для негерметичных индустриаль-
 ных микросхем всех классов и типов
 коэффициент качества $\pi_Q = 10$ (ком-
 мерческие ИМС имеют коэффициент
 качества порядка 20). Негерметичные
 микросхемы индустриального при-
 менения можно довести до уровня ка-
 чества, соответствующего военной
 технике ($\pi_Q = 1$, но не выше), приме-
 няя комплекс технически обоснован-
 ных дополнительных отбраковочных
 испытаний, включая методы допол-
 нительного неразрушающего конт-
 роля (ДНК), для всех без исключения
 микросхем, комплектующих аппара-
 туру (табл. 13).

Улучшение коэффициента качест-
 ва, достигнутое за счёт введения 100%
 отбраковочных испытаний с приме-
 нением методов ДНК, составляет та-
 ким образом:

$$K_Q = 1,9 \times 1,7 \times 2,0 \times 1,6 = 10,34,$$

$$\pi_Q' = \pi_Q / K_Q = 10 / 10,34 \approx 1,$$

где π_Q' – результирующий коэффици-
 ент качества, достигнутый за счёт

проведения вышеуказанных меро-
 приятий.

Таким образом, применив к индуст-
 риальным компонентам дополни-
 тельные отбраковочные испытания в
 объёме, показанном на предыдущей
 странице, можно на порядок умень-
 шить величины интенсивностей от-
 казов, приведённых в таблицах 2 –
 12. Примером может служить инфор-
 мация по разработке зарубежного
 новейшего ретранслятора, представ-
 ленная в таблице 14.

Зарубежные специалисты в обла-
 сти обеспечения качества компонен-
 тов для космической техники счита-
 ют, что применение неквалифициро-
 ванных (например, индустриаль-
 ных) компонентов в космических
 программах вызвано не стремлени-
 ем сэкономить средства, а вынужден-
 ными обстоятельствами, связанны-
 ми с отсутствием на данный момент
 на рынке компонентов необходимо-
 го типа.

Работы по доведению индустри-
 ального компонента до уровня кос-
 мического требуют высоких денеж-
 ных и временных затрат.

Поскольку у индустриальных ИМС
 нельзя проследить жизненный цикл
 и отсутствуют регулярные данные
 заводов-изготовителей по их каче-
 ству, по отказам на различных ста-
 диях производства и применения,

**Таблица 9. Интенсивность отказов МОП ПЗУ
 в негерметичных корпусах**

Объём памяти	λ
$\leq 16\text{К}$	0,434
$>16\text{К}...64\text{К}$	0,832
$>64\text{К}...256\text{К}$	1,609
$>256\text{К}...1\text{М}$	3,194

**Таблица 10. Интенсивность отказов МОП ПЗУ
 (VVEPROM, EEPROM, EPROM)
 в негерметичных корпусах**

Объём памяти	λ
$\leq 16\text{К}$	0,711
$>16\text{К}...64\text{К}$	1,387
$>64\text{К}...256\text{К}$	2,720
$>256\text{К}...1\text{М}$	5,416

**Таблица 11. Интенсивность отказов
 биполярных ПЗУ и ПЗУ с пережигаемыми
 перемычками в негерметичных корпусах**

Объём памяти	λ
$\leq 16\text{К}$	0,358
$>16\text{К}...64\text{К}$	0,681

по возможным изменениям техно-
 логического процесса изготовле-
 ния, каждая партия ИМС индустри-
 ального уровня качества должна
 подвергаться определённым допол-
 нительным испытаниям (например,
 в соответствии с табл. 13), а выбор-
 ки от каждой партии должны под-
 вергаться конструкционному ана-
 лизу или РФА.

**Таблица 12. Интенсивность отказов биполярных или МОП аналоговых микропроцессорных
 устройств в негерметичных корпусах в индустриальном исполнении**

Число разрядов	Технология	λ
$\leq 16\text{К}$	Биполярная	0,575
	МОП	1,012

**Таблица 13. Дополнительные испытания для микросхем. Улучшение качества партий ЭКБ
 за счёт отбраковки**

Рекомендуемые дополнительные испытания для микросхем	Ожидаемое улучшение качества
Измерения электрических параметров по ужесточённым нормам для нормальной, положительной и отрицательной температур	В 1,9 раз
Проведения 10 термоциклов с измерением электрических параметров	В 1,7 раз
Осуществление электротермотренировки (ЭТТ) при максимальной рабочей для данной ИС температуре	В 2,0 раза
Измерение информационных параметров до и после ЭТТ	В 1,6 раза
Общее улучшение коэффициента качества: $1,9 \times 1,7 \times 2,0 \times 1,6$	В 10,34 раза

**Таблица 14. Характеристики новейшего зарубежного бортового ретранслятора, разработанного
 с применением сертифицированной ЭКБ**

Наименование	Требования заказчика	Полученные результаты с применением сертифицированной ЭКБ
Масса, кг	Не более 400	207
Потребляемая мощность, Вт	Не более 1400	Не более 800
Срок активного существования (САС), лет	Не менее 5	Не менее 12

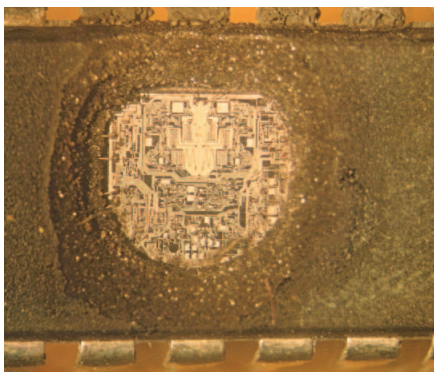


Рис. 1. Локальное вскрытие пластмассового DIP-корпуса для последующего анализа кристалла ИС, увеличение в 15 раз

Дополнительные испытания должны учитывать функциональные, конструктивные, технологические особенности ИМС и условия её предполагаемого применения.

За рубежом абсолютная дополнительная стоимость доведения компонента до более высокого уровня качества при наличии необходимого оборудования и согласованных программ испытаний в основном определяется временными затратами, которые, в свою очередь, пропорциональны заработной плате квалифицированных сотрудников – специалистов по элементной базе. Поэтому на Западе скептически говорят о возможной экономии затрат при начальной ориентировке на элементную базу промышленного или коммерческого уровня качества.

Что касается положения на российском рынке космических компонентов, то тяга разработчиков к зарубежной элементной базе промышленного уровня объясняется не только её широкими функциональными возможностями, но и существенно более низкими затратами на дополнительные отбраковочные, квалификационные (сертификационные) испытания, определяемые средней реальной заработной платой российских специалистов.

Поэтому тенденция к применению в космической аппаратуре зарубежной промышленной ЭКБ, особенно ИМС высокого уровня интеграции с последующим обязательным проведением определённого комплекса дополнительных испытаний и процедур сохранится, на наш взгляд, ещё длительное время.

Имеется важное обстоятельство, связанное с отставанием функцио-

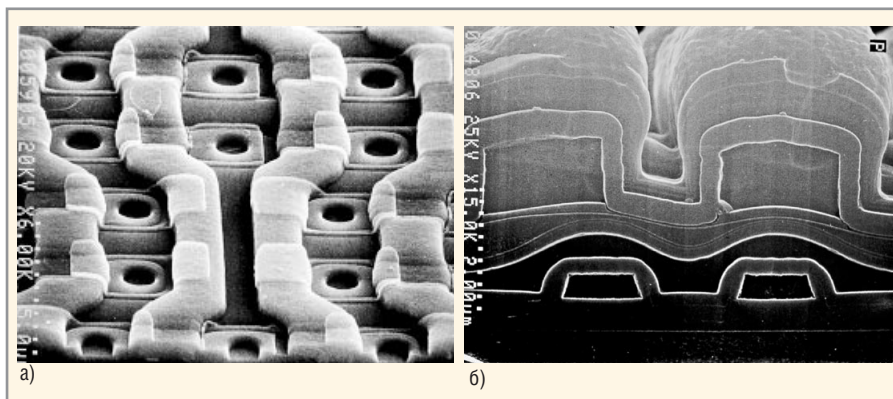


Рис. 2. РЭМ-изображения поверхности (а) и поперечного сечения (увеличение 6000х), (б) кристалла ИМС (увеличение 15 000х)

нальной сложности радиационно-стойких изделий микроэлектроники от ИС, выпускаемых в промышленных целях по современным технологиям. Использование новейших технологий позволяет существенно увеличить эффективность информационно-управляющих систем КА. К тому же средства разработки и отладки для промышленных ИС более широко представлены на рынке электронной продукции. Дополнительным фактором служит то, что ряд промышленных технологий, например кремний на изоляторе (КНИ), потенциально может иметь высокие показатели радиационной стойкости по ряду доминирующих радиационных эффектов. При этом следует также иметь в виду, что введённая в эксплуатацию электронная система должна функционировать в течение продолжительного срока, поэтому может оказаться, что к моменту запуска промышленных ИС, на основе которых построена электронная аппаратура КА, сняты с производства. Эти тенденции имеют место в рамках глобального процесса развития технологий изготовления ИС и проявляются через:

- уменьшение размеров отдельных компонентов ИС;
- увеличение быстродействия ИС;
- переход на более низкие уровни напряжений питания и потребляемой мощности.

Однако использование промышленных ИС в КА несёт определённый риск, связанный со следующими факторами:

- ряд промышленных ИС неприменим для условий эксплуатации в космосе, другими словами, не гарантируется их работа при воздействии радиации в широком диапа-

зоне температур, в условиях вакуума и т.д.;

- большинство промышленных ИС имеют уровень функциональных отказов порядка 10 крад по суммарной поглощённой дозе;
- стойкость ИС не контролируется от партии к партии, а разброс может составлять более порядка;
- надёжность промышленных ИС в экспериментальных условиях эксплуатации неопределённая;
- в процессе разработки промышленных ИС не контролируются паразитные структуры, которые очень часто определяют порог радиационных отказов ИС;
- новые поколения промышленных ИС появляются каждые 6 – 18 месяцев, что требует создания некоторого резерва к моменту запуска КА.

Вследствие этого приходится для промышленных ИС разрабатывать специальные процедуры входного и выходного контроля, а также в ряде случаев проводить дополнительные сертификационные испытания (табл. 13).

Тем не менее, надо иметь в виду, что в связи с высокими требованиями САС (15 – 20 лет) в практике ведущих западных космических фирм в соответствии с жёсткими требованиями заказчиков при комплектации БА применяется всё-таки ЭКБ в основном космического уровня качества Space. В крайнем случае возможно применение ЭКБ, специально разработанной и изготовленной по требованиям стандартов для уровня Space или отбракованной по процедурам Upscreening из элементов уровня MIL. Таким комплектующим присваивается статус «нестандартных». При этом широко используется разрушающий

физический анализ (см. рис. 1 и 2). На рисунке 2 представлен пример использования растрового электронного микроскопа (РЭМ).

ЭКБ уровня Space и MIL наиболее дорогие, их стоимость в 10...100 раз выше, чем у промышленных, номенклатура и объём производства значительно уже промышленных, сроки поставок более длительные (20 – 25 недель). На них в первую очередь распространяются экспортные ограничения, создаваемые государственными институтами.

Однако ЭКБ уровня Space позволяет реализовать мощную избыточность по качеству (10 – 20 раз) и создать реальный резерв противодействия спектру внешних факторов: от космического пространства (стойкость 100 крад) до влияния статического электричества при сборке.

Другими словами, *наивысшее качество и надёжность компонентов всегда приводят к наименьшей общей стоимости проекта (отсутствие рекламаций, отказов, сбоев).*

В настоящее время достигнутая технологическая норма составляет около 0,1 мкм. В ближайшее время планируется получить норму не более 0,05 мкм. Практически все современные тенденции по применению функционально-сложных изделий микроэлектроники приводят к увеличению чувствительности ИС к воздействию радиации.

Таким образом, на современном этапе прогноз уровней радиационной стойкости ИС должен учитывать рост качественных показателей радиационно-стойкого технологического процесса, который имеет тенденцию к уменьшению производства и потенциальной возможности широкого использования ИС, изготовленных по промышленной технологии, с возможностью последующего увеличения качества при разработке их радиационно-стойких аналогов.

В настоящее время при проектировании и разработке электронной аппаратуры КА требуется от 2 до 5 лет с момента выбора элементной базы (базовой технологии) до запуска КА.

Электронная компонентная элементная база должна быть выбрана на ранней стадии разрабатываемой космической программы для того, чтобы иметь достаточное время для проведения входного контроля и сертификационных испытаний ИС, разработки узлов и блоков электронной аппаратуры, проведения испытаний электронных узлов и интегрирования всех объектов в космический аппарат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Урличич Ю.М., Данилин Н.С., Чернов Д.А., Саинов А.А., Белослудцев С.А., Степанов А.А. Дополнительные отбраковочные испытания современной космической электронной компонентной базы. Современная электроника. 2007. № 2.
2. Данилин Н.С. Информационные технологии и сертификация элементной базы новых российских космических телекоммуникаций. М.: РТА ГТК, 2000.
3. Данилин Н.С., Белослудцев С.А. Стратегия обеспечения качества современной электронной компонентной базы новых российских космических разработок. М.: МАКС Пресс, 2007.



ЭНЕРГИЯ КОСМОСА!

Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи Interpoint

- Многообразие вариантов конструктивного исполнения
- Рабочий диапазон температур от -55 до +125°C
- Высокая радиационная стойкость до 300 крад
- Удельная мощность свыше 5000 Вт/дм³
- Выходная мощность от 1,5 до 100 Вт
- Входные напряжения: 16...40 В и 160...400 В постоянного тока
- Выходные напряжения: 1,5; 2,5; 3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12; ±15; +5/±12; +5/±15 В
- Выходной контроль по MIL-STD-883 и MIL-PRF-38534

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 САМАРА Телефон: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 НОВОСИБИРСК Телефон: (383) 202-0960; 335-7001; 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 КИЕВ Телефон (+380-44) 206-2343; 206-2478; 206-2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru

Реклама

Воздействие отдельных ядерных частиц на интегральные схемы

Александр Криницкий (Московская обл.)

Проанализированы условия возникновения в интегральных схемах кратковременных импульсов, вызванных отдельными ядерными частицами. Приведены упрощённые модели оценки ионизационной реакции при воздействии отдельных ядерных частиц и выходной электрической реакции изделий. Представлены результаты экспериментальных исследований выходной реакции интегральных микросхем, широко применяемых в радиоэлектронной аппаратуре.

ВВЕДЕНИЕ

Во многих случаях сбои и отказы аппаратуры космических аппаратов (АКА) обусловлены эффектами, возникающими в результате попадания в чувствительные элементы интегральных микросхем (ИС) отдельных ядерных частиц (ОЯЧ): тяжёлых за-

ряженных частиц и протонов с большой энергией. При этом доля применяемых типов ИС в АКА по отношению к другим классам электронной компонентной базы (ЭКБ) составляет 47,2% для изделий производства СНГ и стран Балтии (см. рис. 1) и 54,1% для изделий иностранного производства (см. рис. 2).

Из совокупности возможных локальных радиационных эффектов [1] наблюдаемым, но не в полной мере описанным, является эффект, связанный с появлением кратковременных импульсов ионизационной реакции на выходах ИС. Например, в цифроаналоговых преобразователях и аналоговых микросхемах амплитуда этих импульсов может составлять несколько десятков вольт [2], вследствие чего могут иметь место нарушения функционирования АКА.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ В ИС КРАТКОВРЕМЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ, ВЫЗВАННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Кратковременные импульсы возникают в результате ионизационной реакции полупроводниковых структур ИС, выражающейся генерацией в её

чувствительном объёме локального ионизационного заряда при взаимодействии ОЯЧ с веществом. За счёт собирания p-n-переходом избыточного заряда, на выводах элемента возникает ионизационный ток, типовая форма импульса которого показана на рисунке 3. При этом дрейфовые процессы завершаются за время, не превышающее единиц наносекунд, тогда как диффузионный ток может иметь продолжительность сотни наносекунд.

Параметры выходных импульсов характеризуются значениями амплитуды и длительности, которые определяются как процессами собирания носителей заряда с трека ядерной частицы, так и переключающей характеристикой ИС. В первом приближении ионизационная реакция $\Delta U(t)$ отдельного элемента зависит от величины собранного заряда ΔQ , внутренней ёмкости элемента C и времени τ_d , характеризующего быстроедействие отдельного элемента:

$$\Delta U(t) \approx \Delta Q / C \exp(-t / \tau_d), \quad (1)$$

где t – текущее время.

В общем случае существует корреляция между величинами ΔQ и τ_d . Если элемент ИС относительно быстрогодействующий, то величина собранного заряда определяется только дрейфовыми процессами. Для относительно инерционных элементов (большинство элементов аналоговых ИС) имеет место практически полное собирание заряда с трека ядерной частицы за счёт диффузионно-дрейфовых процессов.

Таким образом, для большинства элементов ИС выходная ионизационная реакция при воздействии ОЯЧ в первом приближении может быть записана в виде:

$$\Delta U(t) \approx k_L q LET L_e / C \exp(-t / t_{зд, p}), \quad (2)$$

где LET – линейные потери энергии (ЛПЭ) ОЯЧ; q – заряд электрона; L_e – эффективная длина собирания заряда с трека ядерной частицы; k_L – коэффициент пропорциональности ($k_L = 6,4 \times 10^8$ мг/МэВ см² для крем-

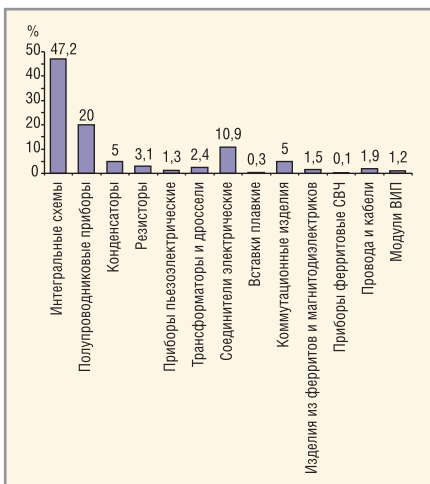


Рис. 1. Обобщённая характеристика номенклатуры ЭКБ производства СНГ и стран Балтии, применяемой в бортовой аппаратуре космических аппаратов

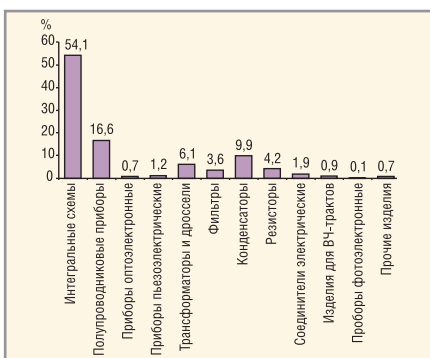


Рис. 2. Обобщённая характеристика номенклатуры ЭКБ иностранного производства, применяемой в бортовой аппаратуре космических аппаратов

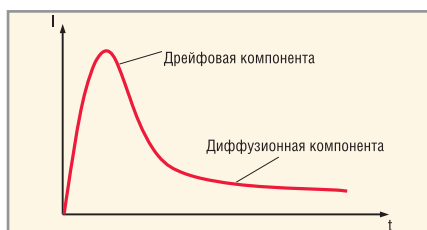


Рис. 3. Типовая временная зависимость импульса ионизационной реакции тока в полупроводниковой структуре ИС

ния); $t_{зд,р}$ – среднее время задержки распространения сигнала.

Эффективная длина собирания заряда с трека ядерной частицы в общем случае зависит от технологических параметров, режима работы и параметров налетающей частицы. В первом приближении можно воспользоваться следующей оценкой:

$$L_e \approx \min(W/\cos\theta, R_o, L_f), \quad (3)$$

где W – толщина активного слоя элемента ИС (для эпитаксиальных или КНИ ИС); θ – угол падения ядерной частицы; R_o – пробег ядерной частицы; L_f – эффективная длина собирания заряда с трека ядерной частицы. Для расчёта дрейфовых процессов типовое значение L_f равно 5 мкм.

На рис. 4 представлены результаты изменений пороговых значений ЛПЭ в зависимости от топологического размера элемента цифровых ИС для объёмной и тонкоплёночной технологий. При расчётных оценках предполагалось, что величина эффективной ёмкости пропорциональна времени $t_{зд,р}$, которое является степенной функцией минимального технологического раз-

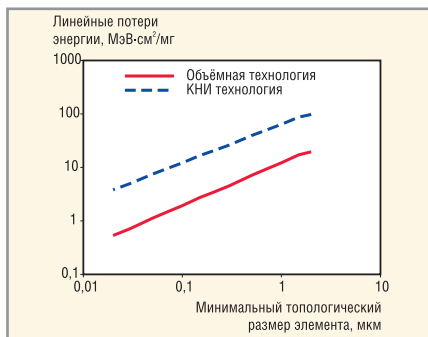


Рис. 4. Изменения пороговых значений ЛПЭ в зависимости от технологического допуска

мера. Принимая во внимание особенности ЛПЭ спектра ОЯЧ космического пространства, нетрудно заметить существенное увеличение чувствительности ИС к анализируемым эффектам при нормах менее 0,3 мкм.

Аналогичные оценки могут быть произведены и для аналоговых ИС. При этом надо иметь в виду, что величина собранного заряда за счёт процессов диффузии оказывается пропорциональной линейным размерам элемента [1]. Поэтому при размерах элементов, меньших L_e , заметной разницы в величинах собранного заряда для аналоговых и цифровых ИС, из-

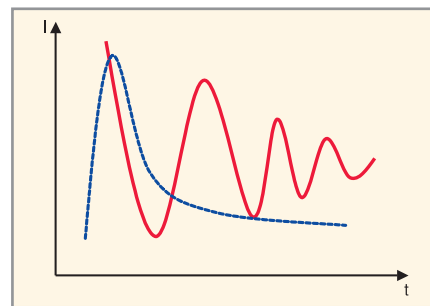


Рис. 5. Форма возможного отклика однокаскадного усилителя в виде затухающей синусоиды

готовленных по объёмной технологии, ожидать не следует.

Таким образом, при нормах проектирования, меньших 0,3 мкм, предполагается заметное увеличение чувствительности ИС к эффектам от ОЯЧ. При этом не будет заметных отличий в чувствительности аналоговых и цифровых ИС к эффектам возникновения кратковременных импульсов.

УПРОЩЁННАЯ МОДЕЛЬ ВЫХОДНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ИС УСИЛИТЕЛЯ

Результатом ионизационной реакции в чувствительных элементах ИС

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ» –
ОДНА ИЗ САМЫХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ КОМПАНИЙ РОССИИ –
ПРИГЛАШАЕТ К СОТРУДНИЧЕСТВУ И ОСУЩЕСТВЛЯЕТ:



поставку
 электронных компонентов в качестве второго поставщика (номенклатура порядка 400 тыс. наименований более 60 зарубежных производителей) при сотрудничестве с группой компаний ПРОСОФТ

производство
 промышленных и встраиваемых компьютеров (в форматах Compact PCI, VME, EPIC, 3,5", PC/104, MicroPC, AT96, PICMG, Mini-ITX, ATX), плат для монтажа на DIN-рейку, а также каркасов, шлейфов, кабелей и аксессуаров, предназначенных для работы в жестких условиях эксплуатации с военной приёмкой

разработку
 программных и аппаратных средств по ТЗ заказчика под контролем ВП

контрактную сборку
 изделий по КД заказчика, включая изготовление печатных плат, поверхностный монтаж и тестирование электронных модулей, изготовление механических деталей корпусов и передних панелей под контролем ВП

Производственное высокоавтоматизированное оборудование для поверхностного монтажа электронных модулей ЗАО «НПФ» «Доломант» соответствует уровню требований мировых производителей. Оборудование адаптировано к использованию бессвинцовой технологии, позволяет производить автоматическую разбраковку и рентгеновский контроль качества пайки.

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ»
 имеет лицензии на разработку и производство электронных средств для ВВТ и атомных электростанций, свидетельство об аттестации второго поставщика, а также СМК, сертифицированную в системе «Военный регистр» на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ РВ 15.002.

117437, Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
 Тел./факс: (495) 232-20-33
 E-mail: info@dolomant.ru
 Web: www.dolomant.ru

реклама

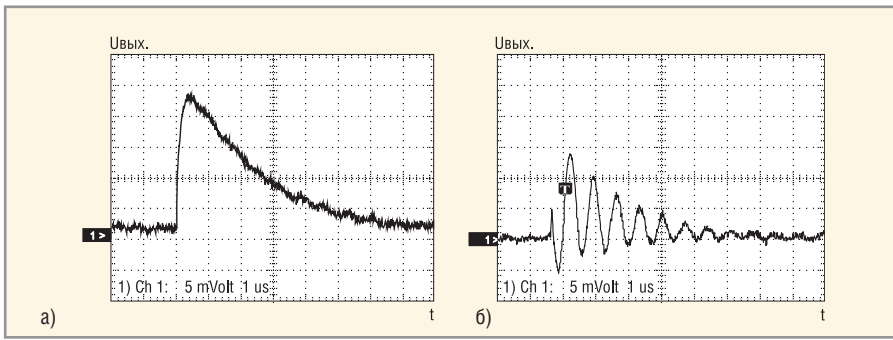


Рис. 6. Типовые временные зависимости выходного напряжения ИС ОУ 140УД20 после воздействия сфокусированным лазерным излучением

а) результат энерговыделения на входном транзисторе; б) результат энерговыделения от вторичных ядерных частиц в чувствительных элементах ИС

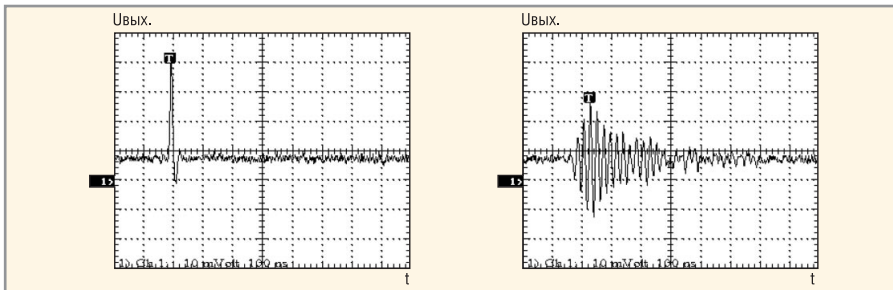


Рис. 7. Типовые временные зависимости выходного напряжения ИС ОУ типа 1484УД1У после воздействия высокоэнергетических протонов

является импульс напряжения на выходе микросхемы. Этот импульс, рассматриваемый как первичный импульсный отклик цепи, можно аппроксимировать дельта-функцией. Обычно передаточная функция (ПФ) однокаскадного усилителя описывается следующим выражением:

$$F(s) = 1/(s + \alpha) \quad (4)$$

где α – полюс ПФ, т.е. точка, где выражение (4) остаётся однозначным.

Для случая, когда полюс α является действительным, выходной сигнал будет представлять собой экспоненту. Если же полюса являются комплексно сопряжёнными числами (т.е. возмущение системы происходит не от одного, а от нескольких источников), отклик может прини-

мать вид затухающей синусоиды (см. рис. 5).

Однако, операционные усилители (ОУ) состоят из двух, трёх или четырёх каскадов усиления, которые имеют значительно большую полосу пропускания, чем весь ОУ. При этом весь ОУ может быть охвачен обратной связью, что также отражается на выходной реакции усилителя. Поэтому выходной импульсный сигнал может иметь несколько отличную форму (на рисунке 5 приведена пунктиром). Появление таких импульсов напряжения на выходах аналоговой ИС носит вероятностный характер и зависит от многих факторов и условий, параметры которых определяются энергией, воздействующей на интегральную схему ОЯЧ, местом воздействия и параметрами схемы усилителя.

Условия проведения исследований ИС ОУ типа 1484УД1У

Флюенс, протон/см ²	Режим включения ОУ	Количество одиночных сбоев
1,17 × 10 ¹¹	U _{cc+} = 12 В, U _{cc-} = 12 В, I _{cc+} = 30 мА, I _{cc-} = 30 мА, уровень триггера 250 мВ	0
1,15 × 10 ¹¹	U _{cc+} = 12 В, U _{cc-} = 12 В, I _{cc+} = 30 мА, I _{cc-} = 30 мА, уровень триггера 250 мВ	0
5,87 × 10 ¹⁰	U _{cc+} = 12 В, U _{cc-} = 12 В, I _{cc+} = 30 мА, I _{cc-} = 30 мА, уровень триггера 50 мВ	39
5,78 × 10 ¹⁰	U _{cc+} = 12 В, U _{cc-} = 12 В, I _{cc+} = 30 мА, I _{cc-} = 30 мА, уровень триггера 40 мВ	78
5,80 × 10 ¹⁰	U _{cc+} = 12 В, U _{cc-} = 12 В, I _{cc+} = 30 мА, I _{cc-} = 30 мА, уровень триггера 40 мВ	68

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫХОДНОЙ РЕАКЦИИ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Экспериментальное моделирование выходной реакции операционного усилителя 140УД20 с помощью источников лазерного сфокусированного излучения пикосекундной и наносекундной длительностей (ОАО ЭНПО «СПЭЛС», г. Москва) для двух значений длин волн (1,06 и 0,53 мкм) с длительностью импульса 25 нс показало, что форма сигнала на выходе ОУ под воздействием сфокусированного лазерного излучения имеет вид экспоненты или затухающей синусоиды (см. рис. 6).

Сигналы аналогичного вида (см. рис. 7) были получены при проведении исследований ИС операционного усилителя 1484УД1У на ускорителе протонов (ПИЯФ, г. Гатчина). Условия проведения исследований приведены в таблице.

Выходной сигнал ИС, обусловленный радиационным откликом, при прочих равных условиях будет зависеть и от места попадания ОЯЧ в чувствительную область ИС. Обобщённой характеристикой аналоговой ИС предлагается рассматривать значение сигнала возмущения, приведённое к её входу, которое будет зависеть от места возникновения возмущения и энергии ОЯЧ. Это потребует проведения дополнительных экспериментальных исследований с определением наиболее чувствительных областей ИС к воздействию ОЯЧ, а также моделирования в системе P-SPICE.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, упрощённые модели отклика ИС позволяют вероятностно оценить виды отклика при воздействии ОЯЧ. Кратковременные импульсы ионизационной реакции, возникающие в результате попадания в чувствительные элементы ИС ОЯЧ, могут привести к устойчивым нарушениям функционирования АКА.

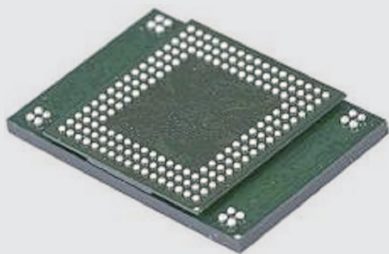
ЛИТЕРАТУРА

1. Чумаков А.И. Действие космической радиации на ИС. Радио и связь, 2004.
2. Turflinger T.L. Single Event Effects in Analog and Mixed-Signal Integrated Circuits. IEEE Trans. Nucl. Sci. 1996. Vol. NS-43. № 6. P. 594–600.
3. Никифоров А.Ю., Телец В.А., Чумаков А.И. Радиационные эффекты в КМОП ИС. Радио и связь, 1994.



Intel намерена ворваться на рынок твердотельных накопителей

По словам Троя Винслоу (Troy Winslow), ответственного за маркетинг NAND-флэш продуктов Intel, компания намерена значительно расширить своё присутствие на рынке твердотельных накопителей, причём собирается сделать это в очень агрессивной манере, что серьёзно встряхнёт этот сегмент, в котором сейчас господствуют Samsung, Toshiba и SanDisk. В настоящее время Intel предлагает флэш-накопители небольшой ёмкости, до 16 Гб, выполненные в формате сборок микросхем (Thin Small Outline Packages, TSOP). Но уже во втором квартале эта линейка должна получить пополнение в виде 1,8" и 2,5" твердотельных жёстких дисков с ёмкостью от 80 до 160 Гб. Таким образом, компания вступит в конкуренцию, например, с Samsung, у которой на третий квартал запланирован выход SSD-устройств ёмкостью 128 Гб.



Кроме того, Винслоу пообещал, что с выходом Intel на рынок SSD с интерфейсом SATA станет ясно, насколько производительность подобных устройств зависит от архитектуры, работы контроллера и встроенного ПО. На сегодняшний день наиболее скоростные модели твердотельных накопителей Samsung демонстрируют скорость считывания до 100 Мб/с, но для устройств Intel ожидаются «намного лучшие» показатели. То ли признавая растущую актуальность данного сегмента, то ли в честь своего выхода на этот рынок, Intel провозгласила 2008 г. «годом SSD-устройств».

Между прочим, начало массового распространения SSD-устройств Intel в качестве полной замены традиционным жёстким дискам, особенно целесообразной для ноутбуков, будет означать очередной шаг компании в качестве производителя почти всех комплектующих для мобильных систем. Процессоры, чипсет, коммуникационные решения, в ряде случаев – графическая подсистема, и вот теперь – твердотельные накопители. Пожалуй, из основных составляющих неохваченными вниманием Intel останутся лишь дисплеи и приводы оптических дисков. Винслоу счи-

тает, что одним из результатов обостряющейся конкуренции на рынке SSD станет значительный рост темпов снижения цен. По его прогнозам, в текущем году цены на твердотельные накопители снизятся на 40%, а затем по 50% в 2009 и 2010 гг.

Кроме роли компонента мобильных систем, Intel, так же как и Samsung, рассматривает SSD-устройства в качестве ускорителей для серверных систем. Поясняя свою мысль, Винслоу вспомнил продемонстрированный компанией эксперимент, в котором была показана система, транслирующая одновременно 4000 видеопотоков видео по запросу. Для обслуживания столь значительной нагрузки понадобилась дисковая подсистема, содержащая 62 традиционных дисковых накопителя со скоростью вращения шпинделя 15 000 об/мин. По его словам, в перспективе те же возможности можно будет получить, используя всего лишь 10 SSD-устройств с интерфейсом SATA.

blogs.cnet.com

Рынок полупроводников: память тянет отрасль вниз

Ассоциация производителей полупроводниковой продукции (Semiconductor Industry Association, SIA) опубликовала результаты работы полупроводниковой отрасли в январе 2008 г. Согласно данным ассоциации, рост отрасли по сравнению с результатом января 2007 г. составил 0,3%, достигнув отметки в 21,5 млрд. долл. США. По сравнению с показателем декабря 2007 г., рынок полупроводников потерял в весе 3,6%.

Как отмечают эксперты ассоциации, главной причиной столь неубедительных результатов является крайне плохое состояние дел в секторе динамической памяти. Рост, пусть небольшой, количества отгруженных микросхем полностью съедается постоянно снижающимися ценами по причине крайне высокой конкуренции среди производителей. Не спасает даже рост спроса на модули памяти, отмеченный специалистами ассоциации. Если исключить из месячного анализа сектор памяти, рост полупроводниковой отрасли составил бы 8,1%, – утверждают эксперты.

Состояние других секторов полупроводниковой промышленности вполне устойчивое, – утверждает агентство. Рост продаж персональных компьютеров и мобильных средств связи совпал с предсказанными ранее показателями. По мнению аналитиков ассоциации, годовой рост указанных секторов составит 12 и 15% соответственно. При этом на секторы персональных компьютеров и мобильных телефонов по

итогах 2008 г. придётся порядка 60% доходов всей полупроводниковой отрасли.

edn.com

AUO остается лидером по производству панелей для ЖК ТВ

Тайваньская компания AU Optronics (AUO) по результатам января 2008 г. сохранила за собой первое место среди производителей ЖК-панелей для телевизионных приёмников, – сообщает агентство DisplaySearch. На долю компании пришлось 23,1% рынка. Лидирующее положение компания сохраняет уже в течение восьми месяцев подряд. Всего, по данным агентства, в январе 2008 г. потребителям был отгружено 8,44 млн. панелей. Объём исследуемого рынка уменьшился по сравнению с декабрем 2007 на 3%. По сравнению с аналогичным показателем прошлого года рынок вырос на весовые 74%.

На втором месте рейтинга с результатом в 18,8% следует корейская компания LG Display (бывшая LG.Philips LCD), буквально по пятам преследуемая соотечественницей Samsung Electronics, завоевавшей в январе 2008 г. 18,6% рынка телевизионных ЖК-панелей. На четвёртом и пятом местах располагаются тайваньская Chi Mei Optoelectronics (CMO) и японская Sharp с долями рынка в 17,7 и 13,4% соответственно.

В сегменте панелей для ЖК-мониторов лидерство по итогам января 2008 г. принадлежит компании Samsung Electronics, завоевавшей 17% рынка. Доля AUO за указанный период возросла до 15,7%, LG Display – до 15,5%, что позволило компаниям занять второе и третье места в рейтинге. Компания CMO не удержала декабрьского второго места и с рыночной долей в 14,2% опустилась на четвёртое место. Тайваньские Chunghwa Picture Tubes (CPT) и HannStar Display пришли к концу месяца на пятом и шестом местах с результатом в 9,4 и 9,3% соответственно.

Январь 2008 г. не принес изменений в расстановку сил среди производителей ЖК-панелей для ноутбуков. По итогам месяцев, компания Samsung Electronics с 30,3% рынка сохранила за собой первое место. Показав результат в 29,1%, LG Display осталась на втором месте. Тайваньская AU Optronics с долей в 22,9% рынка надёжно удерживает третье место. Всего, по подсчётам экспертов агентства, в январе 2008 г. три ведущих производителя выпустили более 82% панелей для ноутбуков.

digitimes.com

Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx

(часть 13)

Валерий Зотов (Москва)

Тринадцатая часть курса знакомит с содержанием этапа реализации (implementation) проектируемых устройств в кристаллах ПЛИС семейств CPLD. Приводятся необходимые сведения о назначении и возможных значениях параметров процесса размещения и трассировки, выполняемого с помощью средств САПР серии Xilinx ISE. Рассмотрен этап реализации разрабатываемого устройства в кристаллах с архитектурой CPLD. Приводится краткое описание структуры отчётов о выполнении этапа размещения и трассировки и результатов статического временного анализа.


СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА РАЗМЕЩЕНИЯ И ТРАССИРОВКИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ В КРИСТАЛЛАХ ПЛИС СЕМЕЙСТВ CPLD

Этап реализации проектируемых устройств, выполняемых на базе ПЛИС семейств CPLD фирмы Xilinx, включает в себя две фазы: трансляции (Translate) и распределения ресурсов кристалла для реализации проектируемого устройства (Fit). В качестве названия для фазы Fit в русскоязычной литературе используются различные термины: компоновка, покрытие, подгонка. К сожалению, ни один из них не соответствует полностью содержанию процесса. Поэтому в дальнейшем процедуру Fit будем называть фазой размещения и трассировки проекта. Но при этом следует учитывать, что одноимённый этап в процессе проектирования устройства, реализуемого на основе ПЛИС семейств FPGA, имеет принципиально иное содержание.

В процессе трансляции выполняется объединение всех списков соединений в формате EDIF, входящих в состав проекта, и информации обо всех ограничениях, которые содержатся в файлах UCF и NCF (Netlist Constraints File). Результатом фазы трансляции является формирование логического описания проекта в терминах примитивов Xilinx низкого уровня (с учётом временных и топологических ограничений), выполненного в формате NGD (Native Generic Database). На вто-

рой стадии рассматриваемого этапа производится разбиение логического описания проекта, полученного на предыдущем шаге, на блоки в соответствии с ресурсами выбранного типа ПЛИС. При этом выполняется минимизация используемых (необходимых) ресурсов кристалла с учётом заданных ограничений. В результате выполнения процесса размещения и трассировки создаётся двоичный файл, который описывает использование физических ресурсов кристалла для реализации функций проектируемого устройства.

УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ ЭТАПА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА ОСНОВЕ ПЛИС С АРХИТЕКТУРОЙ CPLD

Перед активизацией процедур рассматриваемого этапа необходимо установить значения их параметров. Эти значения могут быть заданы отдельно для каждой фазы этапа реализации, например, перед её активизацией, или одновременно для всего процесса в целом. В первом случае следует выделить в окне процессов *Processes Window* название соответствующей фазы (*Translate* или *Fit*), после чего нажать кнопку , расположенную на оперативной панели Навигатора проекта (*Project Navigator*), или воспользоваться командой *Properties* контекстно-зависимого всплывающего меню, которое выводится щелчком

правой кнопки мыши. Затем в появившейся диалоговой панели необходимо установить требуемые значения параметров. При втором способе в окне процессов выделяется строка с названием этапа *Implement Design* и далее выполняется та же последовательность действий, что и в первом случае.

При использовании второго способа диалоговая панель параметров содержит пять страниц: *Synthesis*, *Fitting*, *Reports*, *Simulation Model*, *Programming*, доступ к которым открывает список *Category*, расположенный в левой части этой панели. Каждая из этих страниц содержит соответствующую группу (категорию) параметров, представленную в виде таблицы, структура которой была подробно рассмотрена ранее. Чтобы активизировать требуемую страницу этой диалоговой панели, достаточно выделить в списке *Category* строку с её названием. Установка значений параметров производится теми же методами, что и в диалоговой панели параметров синтеза.

На странице *Synthesis* представлены параметры процесса синтеза, которые были рассмотрены в предыдущих частях данного цикла. Страница *Fitting* содержит основные и дополнительные параметры, предназначенные для управления процессом размещения и трассировки проектируемых устройств в кристаллах ПЛИС с архитектурой CPLD. Страница *Reports* позволяет выбрать параметры формируемых отчётов при выполнении этапа реализации разрабатываемого устройства. Страница *Simulation Model* предоставляет доступ к параметрам полной временной модели, формируемой на основе результатов процесса размещения и трассировки проектируемого устройства в кристалле ПЛИС. На странице *Programming* расположены параметры, используемые в процессе формирования файла программирования.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ТРАССИРОВКИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ В КРИСТАЛЛАХ ПЛИС СЕМЕЙСТВ CPLD

Таблица параметров, представленная на странице *Fitting*, разделена на две части. Первая часть этой таблицы, озаглавленная *Standard Options*, содержит основные параметры управления процессом размещения и трассировки проектируемого устройства в кристалле ПЛИС семейств CPLD. Во второй части с заголовком *Advanced Options* расположены дополнительные параметры, используемые на этапе реализации.

Значение параметра *Allow Unmatched LOC Constraints* определяет способ обработки топологических ограничений *LOC*, в которых указаны идентификаторы цепей, отсутствующие в модулях исходного описания проектируемого устройства. При использовании значения «выключено», установленного по умолчанию, в случае обнаружения выражений ограничений *LOC*, содержащих некорректные идентификаторы цепей, выполнение этапа размещения и трассировки прекращается, и в окне консольных сообщений *Transcript Window* отображается соответствующее сообщение об ошибке. Если для параметра *Allow Unmatched LOC Constraints* задано значение «включено», то все некорректные выражения ограничений *LOC* игнорируются. При этом процесс размещения и трассировки не прерывается и сообщения о соответствующих ошибках не формируются. Данный параметр целесообразно использовать при размещении и трассировке незавершённых проектов.

Параметр *Implementation Template* позволяет разработчику выбрать стратегию оптимизации и соответствующие ей параметры процесса размещения и трассировки. Выпадающий список возможных значений этого параметра содержит следующие варианты: *Optimize Density*, *Optimize Speed*, *Optimize Balance*. При использовании значения *Optimize Density*, установленного по умолчанию для ПЛИС семейств Coolrunner-II и CoolRunner XPLA3, целью оптимизации является достижение максимальной плотности размещения проекта в кристалле (минимизация используемых ресурсов кристалла). Значение *Optimize Speed*

устанавливает в качестве критерия оптимизации быстродействие разрабатываемого устройства. Выбор значения *Optimize Balance* позволяет сочетать две рассмотренные выше стратегии оптимизации. При использовании ПЛИС семейств XC9500, XC9500XL и XC9500XV для реализации разрабатываемого устройства параметр *Implementation Template* по умолчанию принимает значение *Optimize Balance*.

Параметр *Use Location Constraints* управляет использованием информации о топологических ограничениях проекта в процессе размещения и трассировки. Выпадающий список возможных значений этого параметра содержит три элемента: *Always*, *Never*, *Try*. Если установлено значение *Always*, предлагаемое по умолчанию, то процесс размещения и трассировки выполняется с учётом топологических ограничений. Значение *Never* блокирует информацию о топологических ограничениях проекта. При выборе значения *Try* средства размещения и трассировки пытаются учитывать топологические ограничения, но при отрицательном результате эта информация игнорируется.

Параметр *Output Slew Rate* предназначен для управления длительностью фронтов выходных сигналов в проектируемом устройстве. Выпадающий список доступных значений этого параметра содержит следующие варианты: *Fast*, *Slow*, *Timing Driven*. Значение *Fast*, установленное по умолчанию, задаёт режим быстрого переключения выходных сигналов. При выборе значения *Slow* снижается скорость изменения (удлиняются фронты) выходных сигналов, что позволяет снизить уровень паразитных колебаний (шума) на выходах проектируемого устройства. Значение *Timing Driven* устанавливает скорость переключения выходных сигналов согласно спецификации. Следует обратить внимание на то, что если в модуле исходного описания или в файле ограничений явно задан режим переключения какого-либо выходного сигнала, то эти данные имеют более высокий приоритет, чем параметр *Output Slew Rate*.

С помощью параметра *Default Powerup Value of Registers* определяется начальное состояние регистров (триггеров), устанавливаемое при включении напряжения питания. В выпадающем списке возможных значений данного параметра представле-

но три варианта: *Low*, *High*, *FPGA Equivalent*. Значение *Low*, установленное по умолчанию, соответствует состоянию лог. 0. Если выбрано значение *High*, то все триггеры реализуются таким образом, что при включении питания находятся в состоянии лог. 1. В случае использования значения *FPGA Equivalent* триггеры, оснащённые входом асинхронной установки и не имеющие входа асинхронного сброса, в начальный момент времени (при подаче напряжения питания) устанавливаются в состояние лог. 1, а все остальные триггеры – в состояние лог. 0. При этом следует учитывать, что значение, указываемое с помощью атрибута *INIT* для какого-либо триггера или регистра, имеет более высокий приоритет по сравнению с параметром *Default Powerup Value of Registers*.

Параметр *Use Global Clocks* управляет использованием глобальных цепей синхронизации. При включённом значении этого параметра, установленном по умолчанию, средства размещения и трассировки могут использовать в качестве входов тактовых частот специальные выводы кристалла GCK, подключённые к глобальным цепям синхронизации ПЛИС. Выключенное значение *Use Global Clocks* запрещает автоматическое использование глобальных тактовых цепей, если только в модулях исходного описания проектируемого устройства или файле ограничений явно не указано назначение выводов GCK.

Значение параметра *Use Global Output Enables* разрешает или запрещает программам размещения и трассировки автоматически использовать глобальные цепи разрешения выходов ПЛИС (выводы GTS) для реализации входов управления тристабильными выходами проектируемого устройства. По умолчанию установлено значение «включено», разрешающее автоматическое применение указанных выводов. Если задано запрещающее значение *Use Global Output Enables*, то выводы GTS могут использоваться только при явном указании соответствующих атрибутов в модулях исходного описания проектируемого устройства или в файлах ограничений.

Параметр *Use Global Set/Reset* управляет использованием вывода GSR, к которому подключены глобальные цепи асинхронной установки и сброса ПЛИС, для реализации соответствующего входа проектируемого устрой-

ства. При разрешающем значении этого параметра, используемом по умолчанию, средства размещения и трассировки могут автоматически выбирать вывод GSR в качестве входа асинхронной установки или сброса проектируемого устройства. При установке запрещающего значения данного параметра, программы трассировки используют вывод GSR только при наличии соответствующих атрибутов в модулях исходного описания разрабатываемого устройства или файлах ограничений.

С помощью параметра *Unused I/O Pad Termination Mode* указывается состояние реализации проектируемого устройства. Выпадающий список возможных значений этого параметра содержит четыре варианта: *Keeper*, *Pullup*, *Ground* и *Float*. При выборе значения *Keeper*, установленного по умолчанию, ко всем незадействованным пользовательским контактам ввода/вывода ПЛИС подключаются цепи удержания последнего состояния. Установка значения *Pullup* соответствует подключению к указанным выше пользовательским выводам кристалла слаботочных подтягивающих резисторов *Pullup*. Если для параметра *Unused I/O Pad Termination Mode* указано значение *Ground*, то все неиспользуемые контакты ввода/вывода кристалла присоединяются к общей шине (корпусу, земле) через низкоомные цепи. В случае выбора значения *Float* все выводы ПЛИС, не задействованные в проекте, остаются неподключенными внутри кристалла. Для повышения помехоустойчивости разрабатываемого устройства рекомендуется неподключенные выводы ПЛИС присоединить к соответствующим цепям на печатной плате. Если для реализации разрабатываемого устройства выбрана ПЛИС семейства CoolRunner XPLA3, то вместо параметра *Unused I/O Pad Termination Mode* используется параметр *Unused Pin Termination*. Следует обратить внимание на то, что в выпадающем списке возможных значений этого параметра представлено всего два варианта: *Pullup* и *Float*. По умолчанию для параметра *Unused Pin Termination* используется значение *Pullup*.

Значение параметра *Input and Tristate I/O Termination Mode* определяет состояние пользовательских входных и тристабильных выводов кристалла, для которых в модулях исходного описания или файле ограничений явно не

указан вид внутренней фиксирующей цепи. В выпадающем списке представлены три возможных значения этого параметра: *Keeper*, *Pullup* и *Float*. Значение *Keeper*, принятое по умолчанию, соответствует режиму подключения цепей удержания последнего состояния к указанным пользовательским входам и тристабильным выводам ПЛИС. Если для параметра *Input and Tristate I/O Termination Mode* задано значение *Pullup*, то к указанным выводам кристалла присоединяются внутренние подтягивающие резисторы. При выборе значения *Float* цепи удержания последнего состояния и подтягивающие резисторы для пользовательских входных и тристабильных выводов не применяются. При использовании для реализации проектируемого устройства ПЛИС семейства CoolRunner XPLA3 вместо параметра *Input and Tristate I/O Termination Mode* применяется параметр *Input PIN Termination*. В отличие от параметра *Input and Tristate I/O Termination Mode* параметр *Input PIN Termination* может принимать одно из двух значений – *Pullup* или *Float*. По умолчанию для параметра *Input PIN Termination* предлагается значение *Float*.

Параметр *I/O Voltage Standard* позволяет определить цифровой сигнальный стандарт ввода/вывода для пользовательских контактов ПЛИС, задействованных в разрабатываемом проекте. Выпадающий список значений этого параметра содержит условные обозначения всех поддерживаемых цифровых сигнальных стандартов для используемого типа кристалла. По умолчанию при выборе ПЛИС семейства Coolrunner-II для параметра *I/O Voltage Standard* используется значение *LVC-MOS18*, которое соответствует низковольтному КМОП-стандарту ввода/вывода (1,8 В).

Если для реализации проектируемого устройства выбрана ПЛИС семейств XC9500, XC9500XL или XC9500XV, то в группу основных параметров этапа размещения и трассировки дополнительно входят два следующих параметра.

Параметр *Create Programmable GND Pins on Unused I/O* позволяет конфигурировать все неиспользуемые выводы ПЛИС как «общий» (GND), что повышает помехоустойчивость проектируемого устройства. По умолчанию установлено значение «выключено», запрещающее конфигурирование не-

используемых выводов кристалла в качестве дополнительных контактов GND.

С помощью параметра *Macrocell Power Setting* указывается режим потребляемой мощности макроячеек (Macrocell) кристалла. Выпадающий список возможных значений данного параметра содержит три варианта: *Std*, *Low*, *Timing Driven*. По умолчанию задано значение *Std*, соответствующее стандартному режиму потребления мощности. Выбор значения *Low* позволяет перевести макроячейки в режим пониженного энергопотребления, что приводит к снижению их быстродействия. Если используется вариант *Timing Driven*, то выбирается режим энергопотребления макроячеек в соответствии с заданными временными ограничениями.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РАЗМЕЩЕНИЯ И ТРАССИРОВКИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ В КРИСТАЛЛАХ ПЛИС СЕМЕЙСТВ CPLD

Страница *Advanced Options* диалоговой панели параметров этапа реализации содержит низкоуровневые параметры процесса размещения и трассировки. Для большинства этих параметров рекомендуется использовать значения, установленные по умолчанию.

Значение параметра *Macro Search Path* указывает полное название каталога (или каталогов), в котором находятся описания используемых макросов. Название требуемой папки вводится с клавиатуры после активизации поля редактирования значения данного параметра щелчком левой кнопки мыши или выбирается с помощью стандартной панели навигации по дискам компьютера, которая открывается при нажатии на кнопку с пиктограммой в виде многоточия. При указании нескольких разделов для поиска файлов описаний макросов их названия отделяются друг от друга символом « \cdot ».

Параметр *Use Timing Constraints* определяет, будут ли средствами размещения и трассировки приниматься во внимание временные ограничения проекта. При включенном значении этого параметра, установленном по умолчанию, оптимизация в про-

цессе размещения и трассировки производится с учётом всех временных ограничений, указанных в модулях исходных описаний проекта и файлах ограничений UCF и NCF. Если для параметра Use Timing Constraints задано значение «выключено», то средства размещения и трассировки игнорируют всю информацию о временных ограничениях.

Значение параметра Logic Optimization определяет вид оптимизации, выполняемой на логическом уровне. Выпадающий список содержит два возможных значения: Speed и Density. Значение Speed, используемое по умолчанию для ПЛИС семейств Coolrunner-II и CoolRunner XPLA3, устанавливает в качестве критерия логической оптимизации быстродействие разрабатываемого устройства. При выборе значения Density целью логической оптимизации является достижение максимальной плотности размещения проекта в кристалле (минимизация используемых ресурсов кристалла). Если для реализации разрабатываемого устройства выбран кристалл семейств XC9500, XC9500XL или XC9500XV, то для пара-

метра Logic Optimization по умолчанию предлагается значение Density.

Параметр Preserve Unused Inputs позволяет выбрать режим сохранения неиспользуемых входов компонентов проектируемого устройства. По умолчанию установлено значение «выключено», при котором средства оптимизации исключают неиспользуемые входы компонентов, представленных в описании разрабатываемого устройства.

С помощью параметра Exhaustive Fit Mode предоставляется возможность включения режима углубленной компоновки, который позволяет поместить больший объём логики в выбранный кристалл ПЛИС. При этом анализируются все возможные сочетания значений параметров Collapsing Pterm Limit и Collapsing Input Limit с целью выбора оптимальной комбинации, обеспечивающей возможность размещения проекта в кристалле минимального объёма при максимальной производительности. По умолчанию этот параметр находится в выключенном состоянии.

Параметр Use Multi-level Logic Optimization разрешает или запрещает много-

уровневую логическую оптимизацию, в процессе которой вначале выполняется упрощение логических выражений, после чего осуществляется преобразование логики в соответствии с выбранным критерием (быстродействие или плотность компоновки). По умолчанию для этого параметра установлено разрешающее значение, позволяющее уменьшить количество уровней логики и минимизировать общее число термов.

Значение параметра Use Data Gate определяет необходимость применения технологии DataGATE в кристалле семейства Coolrunner-II, используемом для реализации проектируемого устройства. Технология DataGATE предусматривает возможность сокращения суммарной потребляемой мощности за счёт блокировки неиспользуемых в определённые интервалы времени входных сигналов в ячейках ввода/вывода. В каждой входной цепи ПЛИС семейства CoolRunner-II, логическая ёмкость которых составляет не менее 128 макроячеек, между входным буфером и входом быстродействующей переключающей матрицы AIM предусмотрен управляемый ключ и регистр-за-

DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



THE **XP**ERTS IN POWER

- Диапазон рабочих температур от -40 до +100°C (основание корпуса)
- Высокий показатель надёжности
- Стойкость к внешним воздействующим факторам
- Стандартный набор сервисных функций



Серия MQR120

120 Вт

- Небольшие габариты: 95 × 11,5 × 65 мм
- КПД до 82%
- Диапазон входных напряжений 9,5...40 В
- Выходные напряжения 3,3; 5; 12; 15 и 24 В
- Защита от перегрузки, перенапряжения, короткого замыкания, перегрева; параллельная работа до 4 модулей, внешняя обратная связь
- MTBF > 1 000 000 ч



Серия ICH

50/75/100/150/200 Вт

- Гальваническая развязка: вход-выход 1500 В (постоянное напряжение)
- КПД до 85%
- Диапазоны входных напряжений: 9...36, 18...75, 18...36 и 36...75 В
- Одноканальные и двухканальные модели
- Защита от короткого замыкания нагрузки длительного действия
- Экранированный с пяти сторон корпус
- MTBF > 1 000 000 ч (MIL-HDBK-217F, при 25°C)

Официальный дистрибьютор компании XP Power в России и странах СНГ

PROSOFT®

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

реклама

щёлка. Для каждой входной цепи проекта в конфигурационной последовательности, загружаемой в кристалл, имеется соответствующий бит данных, значение которого определяет, будет ли задействована функция управления этим ключом. Если функция DataGATE активизирована, то при наличии активного уровня управляющего сигнала производится блокировка этой входной цепи, а значение входного информационного сигнала в момент блокировки записывается в регистр-щёлку. Если параметр *Use Data Gate* принимает значение «включено», установленное по умолчанию, процесс размещения и трассировки разрабатываемого устройства в кристалле ПЛИС осуществляется с учётом применения технологии DataGATE. При указании значения «включено» функция DataGATE не активизируется.

Параметр *Collapsing Input Limit* устанавливает максимальное допустимое количество входов функционального блока, получающихся в результате разбиения логики. Значение по умолчанию зависит от типа ПЛИС, выбранного для реализации проекта. Для кристаллов семейства XC9500 это значение равно 36, для ПЛИС семейств XC9500XL и XC9500XV – 54, для Coolrunner-II и CoolRunner XPLA3 – 32.

Значение параметра *Collapsing Pterm Limit* определяет максимальное количество термов (логических произведений), используемых при реализации сложной комбинаторной логики. Значение по умолчанию зависит от типа ПЛИС, выбранного для реализации проектируемого устройства. В случае применения кристаллов семейств XC9500, XC9500XL или XC9500XV это значение равно 25, для ПЛИС семейств Coolrunner-II и CoolRunner XPLA3 – 28.

С помощью параметра *Use Direct Input for Input Registers* разработчик может задействовать для реализации проектируемого устройства «быстрые» входы триггеров, расположенных в макроячейках кристаллов семейства CoolRunner-II. Помимо входов, соединённых с выходами PLA-матрицы логических произведений, каждая макроячейка ПЛИС семейства CoolRunner-II содержит дополнительный, так называемый «быстрый» вход, подключенный непосредственно к блокам ввода/вывода. Тем самым предоставляется возможность использования триггера, входящего в состав макроячейки, в качестве входного триггера или за-

щёлки. При этом комбинаторные функции макроячейки сохраняются. По умолчанию для параметра *Use Direct Input for Input Registers* установлено значение «включено», разрешающее применение «быстрых» входов макроячеек, которые соединены напрямую с блоками ввода/вывода. Для ПЛИС семейства CoolRunner XPLA3 вместо параметра *Use Direct Input for Input Registers* применяется параметр *Use Fast Input for Input Registers*.

Значение параметра *Function Block Input Limit* определяет максимальный коэффициент объединения по входу для функциональных блоков ПЛИС семейств Coolrunner-II и CoolRunner XPLA3. Для этого параметра по умолчанию используется значение, равное 38.

С помощью параметра *Other CPLD Fitter Command Line Options* пользователь может задать дополнительные параметры командной строки для программных средств размещения и трассировки. Все необходимые параметры командной строки указываются с помощью клавиатуры после активизации поля редактирования значения данного параметра. При перечислении нескольких параметров в поле редактирования значения *Other CPLD Fitter Command Line Options* они отделяются друг от друга пробелами.

Параметр *Other Ngdbuild Command Line Options* позволяет задать дополнительные команды для программы *Ngdbuild*, используемой на этапе реализации проектируемого устройства. Эти команды указываются в поле редактирования значения данного параметра через пробел.

Когда для реализации разрабатываемого устройства выбирается ПЛИС семейства CoolRunner XPLA3, страница *Advanced Options* диалоговой панели параметров этапа реализации включает три дополнительных параметра.

Значение параметра *Use Function Block Shared P-term Clocks* разрешает или запрещает применение специальных выделенных выходов PLA-матрицы логических произведений (термов) при реализации проектируемого устройства. Использование данных термов (логических произведений) позволяет снизить задержки распространения сигналов в разрабатываемом устройстве. По умолчанию данный параметр принимает значение «включено», разрешающее применение указанных термов.

Параметр *Use Foldback NANDs* определяет возможность использования логических элементов И-НЕ, предназначенных для организации обратных связей в каждом функциональном блоке. Применение этих элементов для организации обратных связей внутри функциональных блоков позволяет в ряде случаев, например, при реализации сложных логических функций, повысить плотность размещения проектируемого устройства в кристалле. Значение «выключено», установленное по умолчанию для параметра *Use Foldback NANDs*, запрещает применение указанных элементов И-НЕ в цепях внутренней обратной связи. При этом данные элементы могут быть задействованы в качестве стандартных логических ресурсов кристалла при реализации функций разрабатываемого устройства.

С помощью параметра *Reserve ISP pins* указывается режим работы контактов JTAG-порта в кристалле, выбранном для реализации проектируемого устройства. Контакты JTAG-порта (TMS, TDO, TCK и TDI) в ПЛИС семейства CoolRunner XPLA3 могут быть задействованы в качестве пользовательских входов/выходов или применяться только для программирования кристалла и обратного считывания конфигурационной информации. По умолчанию параметр *Reserve ISP pins* принимает значение «включено», при котором указанные контакты используются только для выполнения функций порта JTAG-интерфейса. В случае установки данного параметра в состояние «выключено» контакты TMS, TDO, TCK и TDI могут быть задействованы в качестве пользовательских входов/выходов при реализации разрабатываемого устройства.

При использовании для реализации проектируемого устройства ПЛИС семейства XC9500 в группу дополнительных параметров этапа размещения и трассировки, в дополнение к перечисленным выше, входят ещё три параметра.

С помощью параметра *Pin Feedback* осуществляется управление трассировкой выходных цепей макроячеек к входам быстродействующей переключающей матрицы. При использовании значения «включено», установленного по умолчанию, выходные сигналы макроячеек подключаются к пользовательским выводам кристалла через соответствующие буферные элементы, после чего могут вновь подаваться на входы

быстродействующей переключающей матрицы. Такое решение повышает гибкость процесса трассировки цепей, но приводит к увеличению задержки распространения сигналов по этим цепям. Дополнительная задержка вносится входными и выходными буферными элементами.

Значение параметра *Local Macrocell Feedback* разрешает или запрещает использование внутренних (локальных) цепей обратной связи в макроячейках. Применение указанных цепей обратной связи позволяет повысить быстродействие проектируемых устройств. Локальные цепи обратной связи целесообразно использовать, например, при разработке высокоскоростных счётчиков и конечных автоматов. По умолчанию для параметра *Local Macrocell Feedback* установлено значение «включено», разрешающее применение внутренних цепей обратной связи.

Параметр *Enable FAST Connect/UIM optimization* предназначен для управления оптимизацией использования универсальной матрицы межблочных соединений, входящей в состав быстродействующей переключающей матрицы. По умолчанию для

данного параметра задано «включено», использование которого позволяет повысить гибкость процесса трассировки цепей и существенно уменьшить количество точек входа в функциональных блоках ПЛИС.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕДУРАМИ ГЕНЕРАЦИИ ОТЧЁТОВ О ВЫПОЛНЕНИИ ЭТАПА РАЗМЕЩЕНИЯ И ТРАССИРОВКИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ В КРИСТАЛЛАХ ПЛИС СЕМЕЙСТВ CPLD

Страница *Reports* диалоговой панели параметров этапа реализации содержит параметры, определяющие степень детализации отчёта с результатами временного анализа проекта, и формат представления отображаемой информации.

Параметр *HDL Equations Style* предназначен для выбора языка HDL-описания итоговых выражений, определяющих состояние сигналов проектируемого устройства. Выпадающий список значений этого параметра со-

держит четыре варианта: *Source*, *ABEL*, *VHDL* и *Verilog*. При указании значения *Source* итоговые выражения, описывающие формирование сигналов разрабатываемого устройства, будут записаны на том же языке HDL, который использовался при создании модулей исходного описания проектируемого устройства. Значения *ABEL*, *VHDL* и *Verilog* предоставляют возможность явного указания соответствующего языка HDL для записи итоговых выражений в формируемом отчёте.

Значение параметра *Timing Report Format* позволяет выбрать одну из двух форм отчёта о результатах статического временного анализа проектируемого устройства. По умолчанию установлен обобщённый формат отчёта (*Summary*), включающий временные характеристики только основных путей распространения сигналов проектируемого устройства. При выборе подробной формы (*Detail*) создаваемый отчёт содержит значения задержек распространения сигналов по различным маршрутам внутри кристалла, реализующего проектируемое устройство.

С помощью параметра *Other Timing Report Command Line Options* разра-

ПОЛУПРОВОДНИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ



ПРИМЕНЕНИЕ SiC-диодов Шоттки позволяет

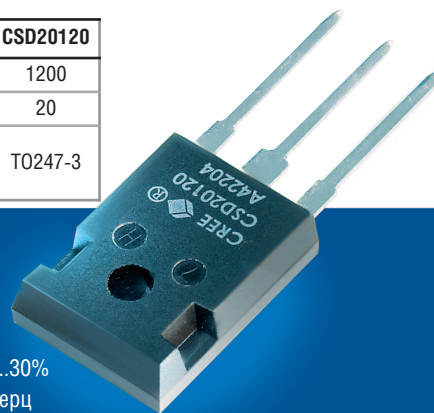
- Снизить потери в диоде и ключевом транзисторе в 2 раза
- Уменьшить количество силовых электронных компонентов в 3 раза
- Увеличить надёжность
- Повысить частоту преобразования, уменьшить массу и габариты
- Получить выигрыш в стоимости и эффективности одновременно

Характеристики высоковольтных диодов Шоттки фирмы Cree

Наименование	CSD04060	CSD06060	CSD10060	CSD20060	CSD05120	CSD10120	CSD20120
U _{макс} , В	600	600	600	600	1200	1200	1200
I _{пост} , А	4	6	10	20	5	10	20
Типы корпусов	T0252, T0220-2, T0220-3	T0263, T0220-2, T0220-3	T0263, T0220-2, T0220-3	T0247-3	T0220-2	T0220-2, T0247-3	T0247-3

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- Активные корректоры коэффициента мощности — снижение динамических потерь в ключевом транзисторе и диоде до 60%
- Антипараллельные диоды MOSFET- и IGBT-транзисторов и модулей для жёсткого переключения — снижение динамических потерь на 20...30%
- Мощные высоковольтные выпрямители для частот до единиц мегагерц



Официальный дистрибьютор компании CREE в России и странах СНГ



АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

ботчик может указать дополнительные опции командной строки для средств генерации отчетов о результатах выполнения этапа размещения и трассировки проектируемого устройства в кристалле.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ ПОЛНОЙ ВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ В КРИСТАЛЛАХ ПЛИС СЕМЕЙСТВ CPLD

На странице *Simulation Model* расположены параметры, предназначенные для управления процедурами формирования полной временной модели разрабатываемого устройства, создаваемой после размещения и трассировки проекта в кристалле. Таблица параметров генерируемой модели, представленная на этой странице, разбита на три части: *General Simulation Model Properties*, *VHDL Simulation Model Properties* и *Verilog Simulation Model Properties*. В первой части таблицы *General Simulation Model Properties* расположены общие параметры полной временной модели проектируемого устройства, не зависящие от выбранного для её описания языка HDL. Вторая часть таблицы *VHDL Simulation Model Properties* содержит дополнительные параметры формируемой модели при использовании языка VHDL для её описания. Третья часть таблицы *Verilog Simulation Model Properties* объединяет параметры полной временной модели, генерируемой на языке Verilog.

Значение параметра *Simulation Model Target* определяет язык HDL, используемый для представления описания формируемой модели. Выпадающий список возможных значений этого параметра зависит от выбранных средств синтеза и системы моделирования проектируемого устройства. По умолчанию предлагается язык описания аппаратуры HDL, который используется при создании исходных модулей проекта. При использовании средств синтеза XST VHDL/Verilog выпадающий список допустимых значений параметра *Simulation Model Target* содержит два варианта: *VHDL* и *Verilog*. В этом случае по умолчанию предлагается значение *VHDL*.

Параметр *Generate Post-Fit Simulation Model* предоставляет возможность автоматической генерации полной вре-

менной модели разрабатываемого устройства на основе полученных результатов размещения и трассировки проекта в кристалле. Значение «выключено», установленное по умолчанию, блокирует автоматическое формирование полной временной модели проектируемого устройства после его размещения и трассировки в кристалле.

Значение параметра *Retain Hierarchy* определяет способ представления объектов HDL-описаний в иерархической структуре проекта в генерируемой полной временной модели. Если этот параметр установлен в состояние «включено», то указанные объекты представляются в формируемой модели в виде отдельных иерархических модулей, соответствующих исходному описанию проекта. При использовании значения «выключено» иерархическая структура объектов, определённая в исходном описании проектируемого устройства, в генерируемой модели не сохраняется. По умолчанию установлено значение «включено», при котором сохраняется иерархия объектов в создаваемой полной временной модели.

Параметр *Bring Out Global Set/Reset Net as a Port* используется для включения глобальной цепи сброса/установки кристалла в описание интерфейса моделируемого объекта. Если данный параметр находится в состоянии «включено», то глобальный сигнал сброса/установки триггерных ресурсов кристалла GSR преобразуется в формат порта объекта, который представлен в описании верхнего уровня иерархии проекта. Значение «выключено», принятое по умолчанию, соответствует обычному представлению глобальной цепи сброса/установки ПЛИС. При этом соответствующий порт не включается в состав интерфейса объекта верхнего уровня иерархии проекта.

Значение параметра *Global Set/Reset Port Name* позволяет указать название порта, соответствующего глобальной цепи сброса/установки кристалла. По умолчанию название порта совпадает с идентификатором этой цепи (*GSR_PORT*). Новое значение этого параметра вводится с помощью клавиатуры после активизации соответствующего поля редактирования. Эта возможность доступна только в том случае, если параметр *Bring Out Global Set/Reset Net as a Port* установлен в состояние «включено».

Параметр *Generate Testbench File* управляет процессом автоматической

генерации шаблона тестового файла. Создаваемый файл имеет расширение *tbhd* при использовании языка VHDL или *tv*, если применяется язык Verilog. Название автоматически генерируемого файла состоит из идентификатора объекта описания и имени модели (*<entity_name>_<sim_model_name>* для языка VHDL или *<module_name>_<sim_model_name>* для языка Verilog). По умолчанию для данного параметра установлено значение «выключено», которое запрещает автоматическое формирование шаблона тестового файла.

Параметр *Rename Design Instance in Testbench File to* позволяет переименовать объект верхнего уровня иерархии в шаблоне тестового модуля проекта. По умолчанию в качестве названия объекта, описывающего испытательный стенд, используется идентификатор *UUT*. Изменить значение данного параметра можно только в том случае, если параметр *Generate Testbench File* находится в состоянии «включено».

С помощью параметра *Other NETGEN Command Line Options* можно указать дополнительные параметры командной строки для программы NETGEN.

При выборе языка VHDL для описания генерируемой временной модели становятся доступными параметры, представленные во втором разделе таблицы, – *VHDL Simulation Model Properties*.

Параметр *Rename Top Level Entity to* предоставляет возможность изменения названия для объекта верхнего уровня иерархии создаваемого VHDL-описания модели. По умолчанию, если значение этого параметра не определено, имя объекта верхнего уровня иерархии наследуется из модуля исходного описания проекта. Чтобы указать другой идентификатор, нужно активировать поле редактирования значения рассматриваемого параметра и воспользоваться клавиатурой.

Параметр *Rename Top Level Architecture To* позволяет изменить название архитектурного тела объекта, соответствующего верхнему уровню иерархии создаваемого VHDL-описания модели. По умолчанию в качестве названия архитектуры объекта верхнего уровня иерархии предлагается идентификатор *STRUCTURE*. Для изменения этого названия следует активировать поле редактирования и воспользоваться клавиатурой.

Значение параметра *Reset On Configuration Pulse Width* определяет дли-

тельность импульса, необходимого для моделирования компонентов, управляющих инициализацией глобальных цепей сброса/установки в начальный момент времени (*Reset-On-Configuration, ROC*). По умолчанию для этого параметра используется значение, равное 100 нс.

С помощью параметра *Generate Architecture Only (No Entry Declaration)* указывается состав формируемого описания полной временной модели. Если для данного параметра указано значение «включено», то в составе генерируемого описания будет присутствовать только блок определения архитектуры соответствующего объекта. При этом блок декларации этого объекта и его интерфейса не включается в формируемое описание. В случае использования значения «выключено», указанного по умолчанию для параметра *Generate Architecture Only (No Entry Declaration)*, генерируется полное описание соответствующего объекта.

Если для параметра *Simulation Model Target*, определяющего язык описания формируемой модели, указано значение *Verilog*, то в доступное состояние переключается третий раз-

дел таблицы параметров – *Verilog Simulation Model Properties*.

Параметр *Rename Top Level Module To* позволяет изменить название модуля верхнего уровня иерархии в описании модели, формируемом на языке *Verilog*. По умолчанию, если значение этого параметра не определено, название объекта верхнего уровня иерархии совпадает с идентификатором модуля верхнего уровня иерархии из файла исходного описания проектируемого устройства.

Значение параметра *Include 'uselib Directive in Verilog File* разрешает или запрещает включение директивы *uselib* в состав формируемых файлов. Для большинства поддерживаемых средств моделирования рекомендуется использовать для данного параметра запрещающее значение, предлагаемое по умолчанию.

С помощью параметра *Path Used in \$sdf_annotate* разработчик может указать раздел, в котором содержатся требуемые файлы SDF. Этот параметр применяется только в тех случаях, когда необходимые файлы SDF расположены вне рабочего каталога проекта.

Параметр *Do Not Escape Signal and Instance Names in Netlist* определяет способ обработки идентификаторов сигналов и компонентов описания проектируемого устройства, в состав которых входят недопустимые символы. При использовании значения «включено» производится автоматическое исправление названий сигналов и компонентов, содержащих некорректные символы. В этом случае каждый недопустимый символ в названии автоматически заменяется символом подчёркивания. Если для параметра *Do Not Escape Signal and Instance Names in Netlist* выбирается значение «выключено», предлагаемое по умолчанию, то некорректные идентификаторы сигналов и компонентов исключаются средствами генерации полной временной модели.

После установки требуемых значений параметров процесса размещения и трассировки следует подтвердить их нажатием клавиши ОК, расположенной в нижней части каждой страницы диалоговой панели. Далее следует активировать процесс размещения и трассировки или каждую его фазу поочередно.



Продолжение следует

Клеммы и соединители для печатных плат






К монтажу
ГОТОВЫ!

Реклама

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT®

МОСКВА Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
 САМАРА Телефон: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 НОВОСИБИРСК Телефон: (383) 202-0960; 335-7001; 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 КИЕВ Телефон: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
 УФА Телефон: (347) 2925-216; 2925-217 • Факс: (347) 2925-218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

Моделирование источников импульсно-модулированных сигналов

Роман Антипенский (г. Воронеж)

В статье рассматривается методика разработки источников импульсно-модулированных сигналов, предназначенных для использования в системах схемотехнического моделирования радиоэлектронных устройств. Материал статьи может оказаться полезным разработчикам радиоэлектронной аппаратуры, в которой применяются импульсно-модулированные сигналы.

В статье [1] была описана методика разработки моделей сигналов в программной среде MathCAD и последующего их использования в системе схемотехнического моделирования DesignLAB. В настоящей статье мы продолжим разработку источников импульсно-модулированных сигналов, основываясь на предложенной методике.

Импульсно-модулированные сигналы представляют собой последовательность импульсов с высокочастотным заполнением, т.е. последовательность радиоимпульсов, получаемую в результате многоступенчатой (например, двухступенчатой) модуляции [2].

На первом этапе первичным сигналом $u_{\Omega}(t)$ модулируется несущее колебание, представляющее собой периодическую последовательность прямоугольных видеоимпульсов (как правило). Модуляция с использованием такой несущей называется *импульсной* и широко используется в радиорелейных системах для осуществления многоканальной радиосвязи с временным разделением каналов.

Импульсное несущее колебание имеет характер периодической последовательности импульсов и может быть представлено следующим выражением:

$$u_{\Omega}(t) = U_m \sum_{k=-\infty}^{\infty} u_1(t - t_0 - kT), \quad (1)$$

где $u_1(t)$ — функция, описывающая форму одиночного импульса.

В последовательности (1) $u_1(t)$ чаще всего является прямоугольным однополярным импульсом, который характеризуется амплитудой U_m , частотой следования $F_H = 1/T$, длительностью (шириной) импульса t_u и начальной

фазой t_0 , определяющей временное положение центров импульсов $t_0, k + 1 = t_0, 1 + kT$, где $t_0, 1$ — момент времени, соответствующий середине первого импульса, $k = 0, 1, 2$ — число периодов.

Изменяя один из параметров несущей импульсной последовательности пропорционально первичному сигналу $u_{\Omega}(t)$, можно получить четыре основных вида импульсной модуляции: амплитудно-импульсную (АИМ), при которой изменяется амплитуда импульсов $U_m(t) = U_m + \Delta U(t) = U_m + au_{\Omega}(t)$; широтно-импульсную (ШИМ), при которой изменяется ширина (длительность) импульса $t_u(t) = t_u + \Delta t_u(t) = t_u + au_{\Omega}(t)$; фазоимпульсную (ФИМ) или время-импульсную (ВИМ), при которой изменяется время действия импульса (фаза импульса) $t_0, k + 1(t) = t_0, k + 1 + \Delta t_0, k + 1 + au_{\Omega}(t)$; частотно-импульсную (ЧИМ), при которой изменяется частота следования импульсов $F_u(t) = F_u + \Delta F_u(t) = F_u + au_{\Omega}(t)$, где a — соответствующий виду импульсной модуляции коэффициент пропорциональности, имеющий для каждого вида свою величину и размерность.

Модель источника сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией

Для построения модели источника сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией в программной среде MathCAD введём следующие параметры модели:

```
Частота модулирующего колебания
F:= 2000
Период и скважность импульсов
дискретизации
dS:= 0,5 × 10-4 m:= 3
```

Следует отдельно остановиться на выборе значений таких параметров, как период и скважность импульсов дискретизации. Чем чаще следуют импульсы в несущем колебании, тем меньше интервал Δt и тем точнее отображается сам модулирующий сигнал. Частоту следования импульсов определяют исходя из необходимой точности восстановления непрерывного модулирующего колебания по его дискретным значениям при обратном процессе демодуляции на приёмной стороне. Принципиальную возможность восстановления непрерывного колебания по набору его дискретных значений устанавливает теорема Котельникова, имеющая фундаментальное значение для решения многих задач теории передачи сигналов. Мы же не будем ограничивать значения этих параметров модели, позволяя тем самым моделировать временные реализации импульсно-модулированных сигналов с необходимыми характеристиками.

Далее введём массивы дискретного модельного времени t_j , частоты f_j для отображения спектров сигналов, а также массив отсчётов первичного модулирующего колебания y_j :

```
j:= 0...10 000    tj:= j × 10-6
fj:= 100j        yj:= 1 + sin(2πftj)
```

Затем переводим длину одного импульса dS в число отсчётов dL , задаём приращение индексной переменной b с интервалом изменения dL и вводим индексную переменную rh , которая обеспечит постоянство значений переменной Y (это и есть временное представление сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией) на протяжении всей длительности импульса дискретизации:

```
dL:= dS × 106    h:= 0, dL...10 000
rh:= 0...dL
Imj:= if(tj < dS/m, 1, 0)
Yh + rh:= if(rh < dL/m, yh, 0)
```

Выражение с идентификатором модели Im_j обеспечивает формирование временных отсчётов одиночного импульса, необходимых для сравнительного анализа спектров сигнала с АИМ. Далее вычисляем комплексные спектры сигналов Sw и Swi с помощью функции альтернативного быстрого преобразования Фурье $CFFT(X)$ [3], получаем амплитудные спектры и выполняем их нормировку:

```
Sw:= cfft(Y)    vj:= |Swj|
r:= max(v)     bj:= vj/r
Swi:= cfft(Im) vij:= |Swij|
ri:= max(vi)  bij:= vij/ri
```

Теперь, если вывести в окно программы MathCAD графики временного Y_j и спектрального представлений b_j сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией, получим результаты, показанные на рисунке 1.

Затем добавим в модель следующий программный код, осуществляющий запись результатов моделирования сигнала с АИМ в файл:

```
I:= 0..1 sigj, i:= if(I = 0, tj, Yj)
WRITEPRN("sig.dat"):= sig
```

Необходимо отметить, что для правильной записи временных отсчётов сигнала в файл необходимо в программе MathCAD установить следующие значения системных параметров PRN File Settings: Precision (точность отображения) = 10, Column Width (ширина столбца) = 20.

Покажем теперь, как выполнить ввод и моделирование испытательной схемы для проверки модели сигнала в программе DesignLAB 8.0. Введём схему, показанную на рисунке 2. В качестве источника сигнала воспользуемся компонентом VPWL_FILE [4] (источник напряжения, заданный в файле) и установим значение его атрибута File = sig.dat. Сохраним собранную схему,

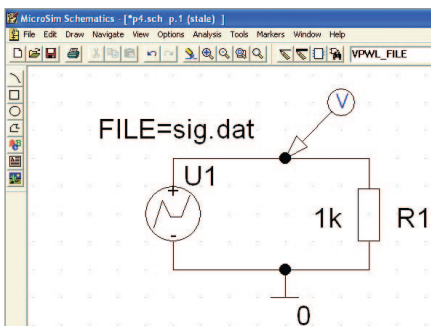


Рис. 2. Испытательная схема с источником сигнала из файла

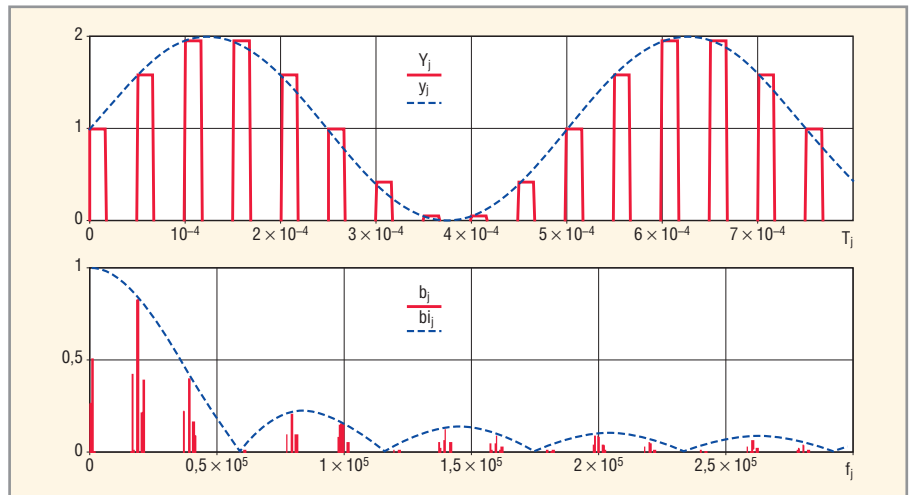


Рис. 1. Результаты моделирования колебания с амплитудно-импульсной модуляцией

поместив в папку со схемой файл sig.dat, зададим параметры директивы временного анализа и выполним моделирование. В окне программы Probe системы DesignLAB мы увидим точно такой же сигнал, который первоначально был создан нами с помощью программы MathCAD (см. рис. 3).

Выполнив быстрое дискретное преобразование Фурье в системе схемотехнического моделирования DesignLAB, получим спектральное представление сигнала, полностью соответствующее модели сигнала, разработанной в программной среде MathCAD (см. рис. 4).

Модель источника сигнала с широтно-импульсной модуляцией

При этом виде модуляции ширина импульса пропорциональна амплитуде модулирующего сигнала, поэтому выражение для формирования временного представления Y_j следует преобразовать к виду:

$$Y_{h+rh} := \text{if}[rh < (dL/m) + y_h z, 1, 0].$$

В данном выражении длительность импульсов дискретизации dL/m уве-

личивается (или уменьшается) пропорционально амплитуде первичного сигнала $y_b z$. При этом амплитуда модулирующего колебания считывается в моменты времени t_b , а параметр z является глубиной модуляции. На рисунке 5 показаны результаты моделирования колебания с широтно-импульсной модуляцией.

Модель источника сигнала с время-импульсной модуляцией

При этом виде модуляции положение импульса на временной оси пропорционально амплитуде модулирующего сигнала, поэтому выражение для формирования временного представления Y_j следует преобразовать к виду:

```
xh:= floor(yhz)
Yh + rh + xh:= if(xh > 0, if(rh < dL/m, 1, 0), if(rh < dL/m, 1, 0))
```

Параметр модели x_h представляет собой коэффициент, обеспечивающий сдвиг начала импульсов дискретизации, и вычисляется как целое значение от амплитудного отсчёта первичного сигнала, умноженного на коэффици-

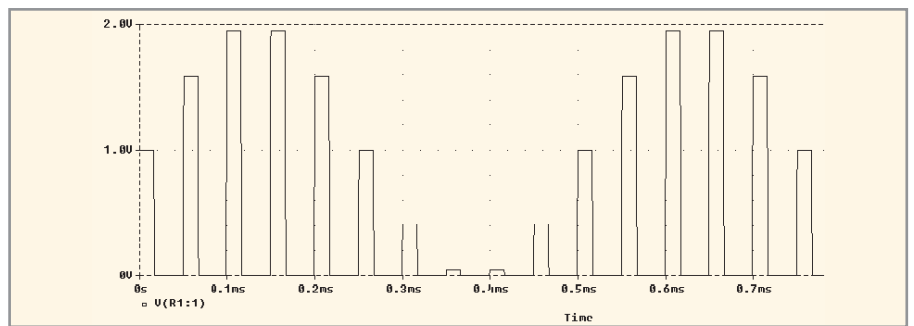


Рис. 3. Результаты моделирования источника сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией в системе DesignLAB

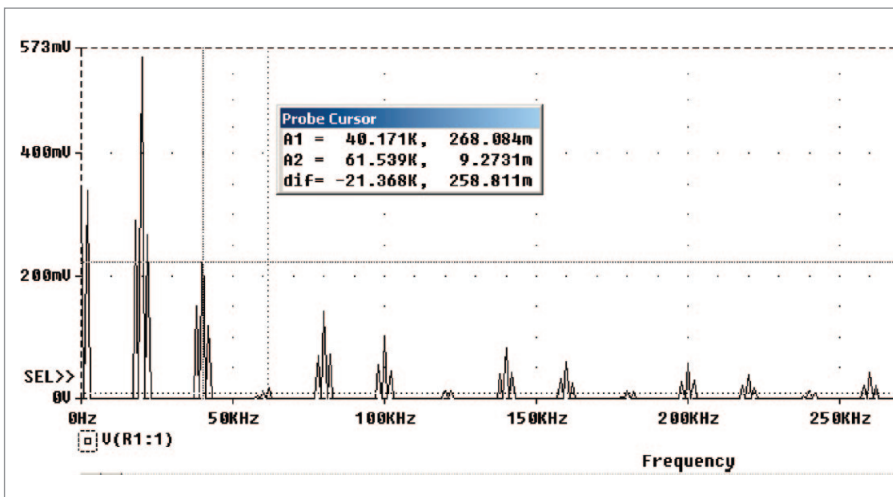


Рис. 4. Результаты спектрального анализа сигнала с АИМ в системе схемотехнического моделирования DesignLAB

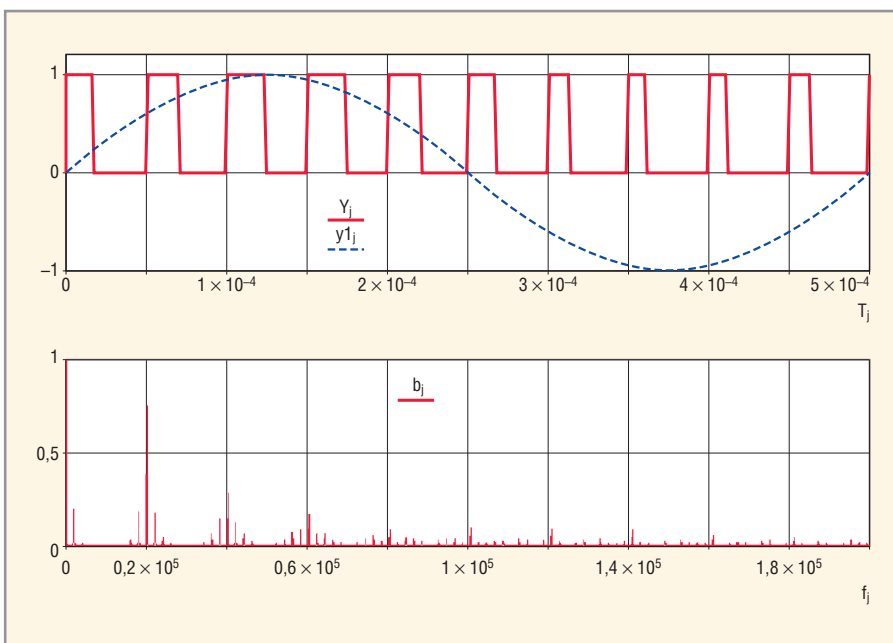


Рис. 5. Результаты моделирования колебания с широтно-импульсной модуляцией

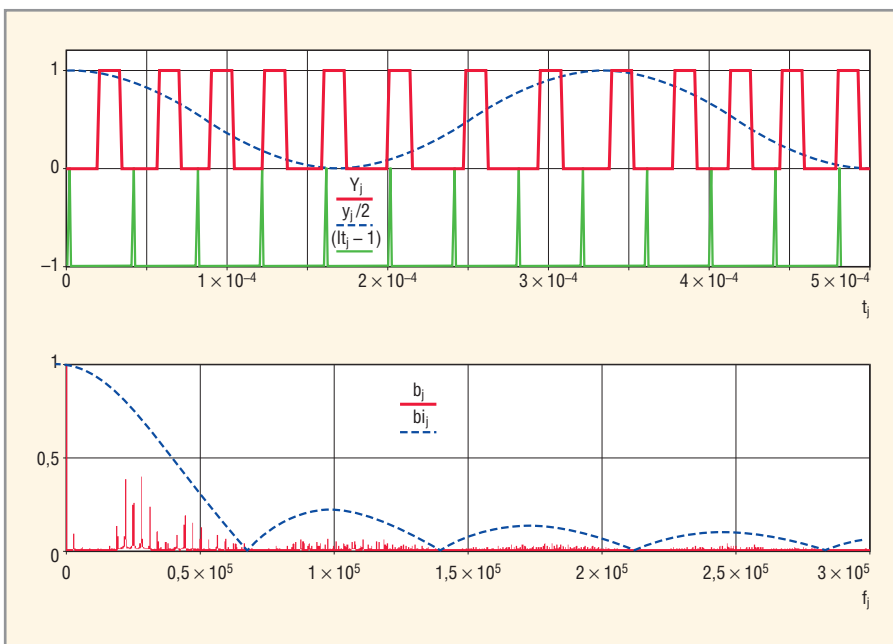


Рис. 6. Результаты моделирования колебания с время-импульсной модуляцией

ент глубины модуляции z . Сдвиг начала импульсов дискретизации (функции Y_j) осуществляется путём приращения индексов на величину x_b . Результаты моделирования колебания с время-импульсной модуляцией представлены на рисунке 6, где обозначены моменты снятия амплитудных отсчётов первичного колебания, позволяющие оценить глубину модуляции.

Модель источника сигнала с кодово-импульсной модуляцией

Процесс получения модулированного сигнала при кодово-импульсной модуляции (КИМ) складывается из трёх операций: дискретизации модулирующего сигнала по времени, квантования его отсчётов по уровню и кодирования квантованных отсчётов в соответствии с каким-либо кодом. Значение уровня квантованного отсчёта сигнала соответствует определённому числу, которое представляется последовательностью m – элементарных комбинаций импульсов и пауз («1» и «0») в двоичном коде.

Разработку модели сигнала с кодово-импульсной модуляцией начнём с кодирования квантованных уровней сигнала. Положим их число равным 10, тогда нам необходимо не менее четырёх разрядов для кодирования каждого из десяти уровней. На рисунке 7 показан фрагмент программного кода модели сигнала с кодово-импульсной модуляцией, где введены варьируемые параметры модели – четырёхразрядные коды квантованных уровней первичного сигнала, а также период и коэффициент сжатия импульсов дискретизации.

В качестве первичного сигнала будем использовать телефонное сообщение, подробно рассмотренному в [5]. При этом модулирующий сигнал представим в виде суммы ограниченного числа гармонических составляющих, аппроксимирующих спектр реального телефонного сообщения (ТЛФС) в регулируемых пределах отклонения их амплитуд и фаз, и генерируемых по случайному закону с равномерным распределением в диапазоне $0...2\pi$:

$$S_{\text{ТЛФС}} = \sum_{k=0}^{N_T-1} (Sm_k + d\Delta Sm_k) \cos(2\pi F_k t_j + \varphi_k), \quad (2)$$

где F_k , Sm_k – частоты и их амплитуды, аппроксимирующие спектр реального

ТЛФС; d — уровень отклонения амплитуд гармонических составляющих от аппроксимированных значений амплитуд реального ТЛФС; Δsm_k — нормированные случайные значения отклонений амплитуд гармонических составляющих; ϕ_k — начальные фазовые сдвиги частот; N_f — количество гармонических составляющих в спектре. Фрагмент программного кода, приведённый на рисунке 8, формирует временное представление телефонного сообщения в соответствии с выражением (2), выполняет его нормировку по уровню так, чтобы отсчёты сигнала находились в пределах от 0 до 1.

При этом имеется возможность регулирования количества частотных составляющих первичного сигнала путём изменения параметра N . Установив маркер в поле, отмеченное красным фоном, можно каждый раз генерировать новые случайные значения фазовых сдвигов гармоник модулирующего сигнала ϕ_k , чтобы получать различные реализации формы как первичного, так и модулированного сигналов.

Теперь нам необходимо получить выражение, которое бы формировало заданную кодом импульсную последовательность в зависимости от уровня первичного сигнала. Для этого мы воспользуемся моделью импульсной последовательности с кодовым следованием посылок, разработанной в [6]:

$$I2(t_i) = \sum_{n=0}^{N_u-1} F \left[\begin{matrix} t_3 + \frac{T_n}{N_u} n \leq t_i < t_3 + \\ 0 \\ + \frac{T_n}{N_u} (n+1), \end{matrix} \right] M_n, \quad (3)$$

где t_3 — длительность интервала задержки кодовой посылки относительно момента времени $t_i = 0$; N_u — количество импульсов в посылке; T_n — длительность кодовой посылки; параметр M_n будет определяться кодовой комбинацией того или иного квантованного уровня. Чтобы формировать кодовые импульсы, соответствующие определённому уровню, необходимо добавить условие, проверяющее, попадает ли текущий уровень сигнала в заданный диапазон или нет. Тогда совокупность выражений, реализующих рассмотренный алгоритм на

```

период дискретизации          коэффициент сжатия импульсов дискретизации
dS := 0.5 · 10-4              k := 1

кодирование десяти уровней первичного сигнала

m01 := 0  m02 := 0  m03 := 0  m04 := 1      m11 := 0  m12 := 0  m13 := 1  m14 := 0
m21 := 0  m22 := 0  m23 := 1  m24 := 1      m31 := 0  m32 := 1  m33 := 0  m34 := 0
m41 := 0  m42 := 1  m43 := 0  m44 := 1      m51 := 0  m52 := 1  m53 := 1  m54 := 0
m61 := 0  m62 := 1  m63 := 1  m64 := 1      m71 := 1  m72 := 0  m73 := 0  m74 := 0
m81 := 1  m82 := 0  m83 := 0  m84 := 1      m91 := 1  m92 := 0  m93 := 1  m94 := 0
    
```

Рис. 7. Фрагмент программного кода модели КИМ-сигнала

```

s := k 4  N := 10  k := 1..N  Nt := 10000  j := 0..Nt  tj := j · 10-6  fj := j · 100

Um1 := 3  Um2 := 4  Um3 := 6  Um4 := 5  Um5 := 4.5  Um6 := 4
F1 := 300  F2 := 600  F3 := 900  F4 := 1200  F5 := 1500  F6 := 1800
Um7 := 3.5  Um8 := 3  Um9 := 2.4  Um10 := 2
F7 := 2100  F8 := 2400  F9 := 2800  F10 := 3200  ϕk := rnd(Umk) · π

Tj := ∑k=1N Umk · cos(2 · π · Fk · tj + ϕk)  min := min(T)  Tj := Tj + |min|  R := max(T)  Tj := Tj/R
    
```

Рис. 8. Фрагмент программного кода модели КИМ-сигнала, формирующий первичный сигнал в виде телефонного сообщения

языке программной среды MathCAD для уровней первичного сигнала в диапазонах $0,9 \leq y_{1j} \leq 1$, затем $0,8 \leq y_{1j} \leq 0,9$ и т.д., запишется в следующем виде:

```

dL := dS × 106  h := 0, dL...Nt
rh := 0...dL  y1j := Tj
Y3h+rh := if(rh < 2, 1, 0)
yr9h+rh := if(0,9 ≤ y1h ≤ 1, ∑n=14 if( dLn/s <
≤ dL/s + dLn/s, m9n, 0), 0)
yr8h+rh := if(0,8 ≤ y1h < 0,9, ∑n=14 if( dLn/s <
< rh ≤ dL/s + dLn/s, m8n, 0), yr9h+rh)
yr1h+rh := if(0,1 ≤ y1h < 0,2, ∑n=14 if( dLn/s <
< rh ≤ dL/s + dLn/s, m1n, 0), yr9h+rh2)
Yrh+rh := if(y1h < 0,1, ∑n=14 if( dLn/s <
< rh ≤ dL/s + dLn/s, m0n, 0), yr1h+rh)
    
```

Следует отметить, что в представленном программном коде осуществ-

ляется формирование сигнала, начиная в девятого уровня квантования. Поэтому, если вывести на график массив y_{1j} , мы увидим кодовые импульсы, соответствующие только девятому (последнему) уровню первичного сигнала. Затем мы выполняем суммирование импульсов каждого уровня так, чтобы в итоге получить модулированный сигнал Y_j . Добавив в программный код выражения для расчёта амплитудного спектра сигнала и записи результатов моделирования в файл, можно вывести и проанализировать результаты моделирования, представленные на рисунке 9.

Разновидностью кодово-импульсной модуляции является т.н. дельта-модуляция (ДМ). В отличие от КИМ, ДМ кодирует не полное значение дискретного уровня, а лишь приращение каждого последующего уровня по сравнению с предыдущим. Для реализации такого алгоритма необходимо сравнивать амплитудные отсчёты первичного сигнала в текущий и предыдущий моменты времени. Поскольку возможно и нарастание, и убывание сигнала, следует предусмотреть отслеживание этих изменений с целью последующего кодирования данных.

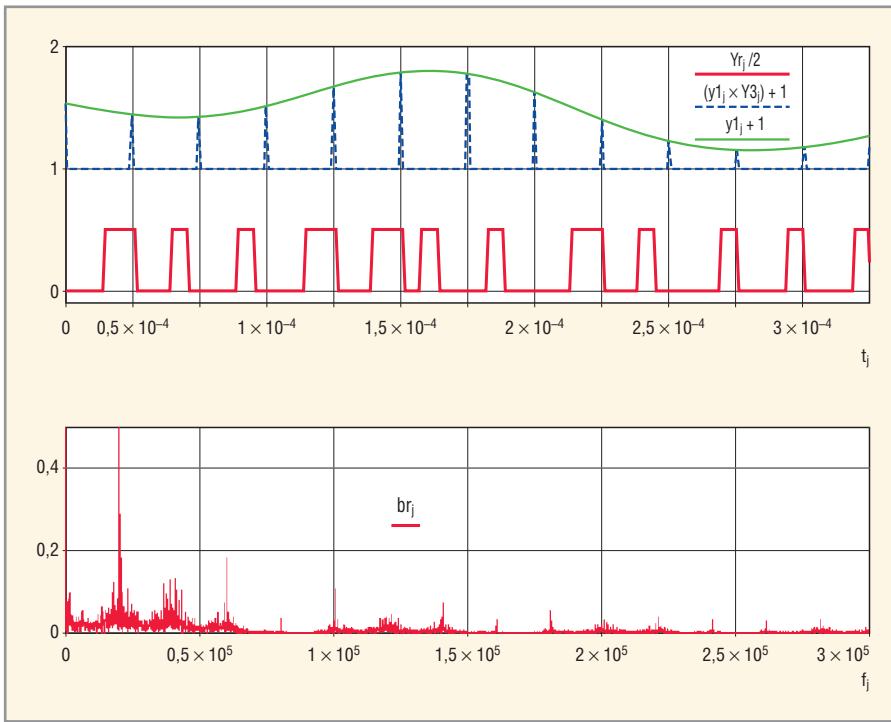


Рис. 9. Результаты моделирования сигнала с кодово-импульсной модуляцией

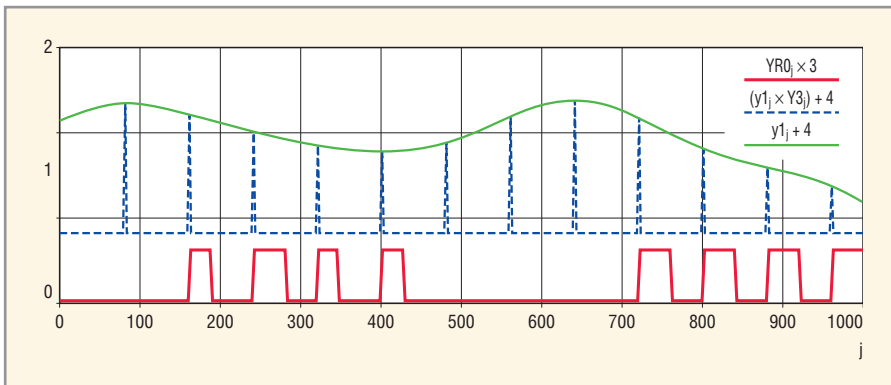


Рис. 10. ДМ-сигнал для ниспадающего первичного сигнала

Обозначим идентификаторами $m0...m3$ кодовые последовательности четырёх дельта-уровней возрастающего первичного сигнала, а идентификаторами $m6...m9$ – кодовые последовательности четырёх дельта-уровней убывающего первичного сигнала. Пример задания кодовых последовательностей представлен следующим программным кодом:

Кодирование четырёх дельта-уровней ниспадающего первичного сигнала

```

m6_0 := 1      m6_1 := 1
m6_2 := 0      m6_3 := 0
m6_4 := 0      m7_0 := 1
m7_1 := 1      m7_2 := 1
m7_3 := 0      m7_4 := 0
m8_0 := 1      m8_1 := 1
m8_2 := 1      m8_3 := 1
m8_4 := 0      m9_0 := 1
    
```

```

m9_1 := 1      m9_2 := 1
m9_3 := 1      m9_4 := 1
    
```

Тогда фрагмент программного кода, формирующий модулированный ДМ-сигнал для убывающего первичного сигнала, можно представить в следующем виде:

$$dL := dS \times 10^6 \quad h := dL, 2dL \dots Nt$$

$$rh := 0 \dots dL \quad y1_j := T_j$$

$$yr9_{h+rh} := \text{if} \left(\begin{aligned} &3 \leq y1_{h-dL} - y1_h \leq \\ &\leq 5, \sum_{n=0}^4 \text{if} \left(\frac{dLn}{s} < rh \leq \frac{dL}{s} + \frac{dLn}{s} + \frac{dLn}{s}, m9_n, 0 \right), 0 \end{aligned} \right)$$

$$yr8_{h+rh} := \text{if} \left(\begin{aligned} &2 \leq y1_{h-dL} - y1_h \leq \\ &\leq 3, \sum_{n=0}^4 \text{if} \left(\frac{dLn}{s} < rh \leq \frac{dL}{s} + \frac{dLn}{s} + \frac{dLn}{s}, m8_n, 0 \right), 0 \end{aligned} \right)$$

$$yr7_{h+rh} := \text{if} \left(\begin{aligned} &1 \leq y1_{h-dL} - y1_h \leq \\ &\leq 2, \sum_{n=0}^4 \text{if} \left(\frac{dLn}{s} < rh \leq \frac{dL}{s} + \frac{dLn}{s} + \frac{dLn}{s}, m7_n, 0 \right), yr8_{h+rh} \end{aligned} \right)$$

$$Yr0_{h+rh} := \text{if} \left(\begin{aligned} &0 \leq y1_{h-dL} - y1_h \leq \\ &\leq 1, \sum_{n=0}^4 \text{if} \left(\frac{dLn}{s} < rh \leq \frac{dL}{s} + \frac{dLn}{s} + \frac{dLn}{s}, m6_n, 0 \right), yr7_{h+rh} \end{aligned} \right)$$

Обратим внимание на следующий момент: в связи с тем, что мы должны сравнивать текущее $y1_b$ и предыдущее (отстоящее на длительность интервала дискретизации) $y1_{b-dL}$ значения первичного сигнала, необходимо соответствующим образом задать приращение индексной переменной b , что мы и делаем в первой строке представленного выше программного кода. Кроме того, чтобы обеспечить попадание разности текущих и предыдущих амплитудных отсчётов первичного сигнала в четыре диапазона (для нашего примера), необходимо нормированный ТЛФС сигнал умножить на 10. На рисунке 10 представлены результаты расчёта массива $YR0$, соответствующего ДМ-сигналу для ниспадающего первичного сигнала.

Для возрастающего первичного сигнала следует в условиях операторов поменять местами идентификаторы $y1_b$ и $y1_{b-dL}$, тогда выражение, формирующее ДМ-сигнал для первичного сигнала, дельта-отсчёты (разность текущего и предшествующего амплитудных отсчётов) которого попадают в самый верхний диапазон, можно записать в следующем виде:

$$yr3_{h+rh} := \text{if} \left(\begin{aligned} &3 \leq y1_h - \\ &- y1_{h-dL} \leq 5, \sum_{n=0}^4 \text{if} \left(\frac{dLn}{s} < rh \leq \frac{dL}{s} + \frac{dLn}{s} + \frac{dLn}{s}, m3_n, 0 \right) \end{aligned} \right)$$

Аналогичным образом запишутся выражения для дельта-уровней 2, 1, и 0 возрастающего модулирующего сигнала. В заключение необходимо

сложить получившиеся массивы для фрагментов возрастающего и убывающего по амплитуде телефонного сообщения, что даст результирующий дельта-модулированный сигнал с количеством дельта-уровней первичного сигнала от 0 до 8.

Модель источника сигнала с частотно-импульсной модуляцией

Модель сигнала с частотно-импульсной модуляцией можно получить с использованием предыдущей модели. Во-первых, зададим последовательность, одинаковую для всех уровней квантования сигнала, следующим кодом:

```

Период дискретизации
ds:= 1 × 10-4

Кодовая последовательность
m00:= 1      m01:= 0
m02:= 1      m03:= 0
m04

Коэффициенты сжатия импульсов
дискретизации для уровней 0 – 9
k9:= 2      k8:= 1,8
k7:= 1,7    k6:= 1,6
k5:= 1,5    k4:= 1,4
k3:= 1,3    k2:= 1,2
k1:= 1,1    k10:= 1
    
```

Затем введём коэффициенты сжатия импульсов дискретизации каждого уровня, что и позволит получить различную частоту их следования в зависимости от уровня первичного сигнала. Следует отметить, что с изменением длительности импульсов дискретизации мы изменяем и длительности пауз, при этом скважность последовательности равна двум.

Во-вторых, следует внести изменения в выражения для формирования модулированного сигнала:

$$yr_{9+rh} := \text{if} \left(0,9 \leq y_{1h} \leq 1, \sum_{n=0}^4 \text{if} \left(\frac{dLn}{sk9} < \leq \frac{dL}{sk9} + \frac{dL}{sk9} \cdot m0_n, 0 \right), 0 \right)$$

$$yr_{8+rh} := \text{if} \left(0,8 \leq y_{1h} \leq 0,9, \sum_{n=0}^4 \text{if} \left(\frac{dLn}{sk8} < < rh \leq \frac{dL}{sk8} + \frac{dL}{sk8} \cdot m0_n, 0 \right), yr_{9+rh} \right)$$

Здесь показан фрагмент измененного программного кода для формирования уровней 9 и 8 модулирован-

ного сигнала. И, наконец, для заданной кодовой последовательности параметр *s* следует установить равным 6, тогда на каждом интервале дискретизации *dS* поместится три импульса и три паузы. Наибольшая частота следования импульсов получается, когда уровень первичного сигнала *y1* соответствует девятому интервалу (коэффициент сжатия импульсов дискретизации *k9* = 2); наименьшая частота следования импульсов получается, когда уровень первичного сигнала находится в пределах от 0 до 1 (коэффициент сжатия импульсов дискретизации *k0* = 1).

В реальных системах связи полученная модулированная последовательность импульсов используется для манипуляции гармонического высокочастотного несущего колебания. Тем самым осуществляется перенос модулированных импульсов на частоту несущего колебания *wn*, излучаемого в эфир. В этом случае получается вторичная или двойная модуляция. Чаще всего применяется вторичная амплитудная манипуляция. Для реализации этой операции в модели добавим следующий программный код:

```

fn:= 150000      slj:= if(Yrj > 0,
cos(2 × 3,14fntj), 0)
    
```

Таким образом, массив *sl_j* является сигналом КИМ-АТ, полученным

путём первичной кодово-импульсной модуляции и вторичной амплитудной манипуляции (телеграфии).

Применяя рассмотренные в статье алгоритмы формирования сигналов, читатель сможет самостоятельно создавать или модифицировать приведённые модели и использовать их в процессе моделирования различных радиоэлектронных устройств. В следующих статьях автор планирует рассмотреть вопросы моделирования процессов взаимодействия сигналов и преднамеренных помех, используемых в радиоаппаратуре специального назначения для подавления систем связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипенский П.В. Моделирование источников сложных сигналов. Современная электроника. 2007. № 9.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Радио и связь, 1986.
3. Saffe R. C. Random Signals for Engineers using MATLAB and Mathcad. Springer-Verlag, 2000.
4. Рапевиз В.Д. Система сквозного проектирования электронных устройств Design-Lab 8.0. Солон, 1999.
5. Антипенский П.В. Моделирование источников аналоговых сигналов. Современная электроника. 2007. № 4.
6. Антипенский П.В. Моделирование источников сигналов с дискретной модуляцией. Современная электроника. 2007. № 8. ©

ДАТЧИКИ ПОТЕНЦИОМЕТРЫ ДЖОЙСТИКИ

В основе автоматизации любого оборудования лежит использование различных датчиков и преобразователей. Особенно актуальной является проблема увеличения производительности небольших и недорогих машин. Более чем 40 лет MEGATRON представляет на мировом рынке экономичные механические и электрические преобразователи (датчики).

ДАТЧИКИ
ЛИНЕЙНОГО
ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

ДЖОЙСТИКИ

БЕСКОНТАКТНЫЕ
ДАТЧИКИ
ЛИНЕЙНОГО
ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

КАТАЛОГИ ПРОДУКЦИИ
НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ
НА САЙТЕ WWW.IRIT.RU

БЕСКОНТАКТНЫЕ
ДАТЧИКИ ВРАЩЕНИЯ

ДАТЧИКИ
ВРАЩЕНИЯ

«ИРИТ»: Москва, 115211, Каширское шоссе, дом 55, корпус 1
Телефон/факс: (495) 781-79-97
E-mail: sale@irit.ru Internet: http://www.irit.ru

реклама

Специализированная выставка-форум «Электроника-Транспорт 2008»

12 – 14 марта 2008 г. в Москве, в ЦВК «Экспоцентр» с успехом прошла третья специализированная выставка-форум «Электроника-Транспорт 2008». Поддержку мероприятию оказали: Международная ассоциация «Метро», Управление радиоэлектронной промышленности и систем управления Федерального агентства по промышленности, Российская инженерная академия, Департамент транспорта и связи города Москвы, МосгортрансНИИпроект.

Особенностью мероприятия этого года стала двухдневная деловая программа для технических специалистов предприятий городского пассажирского транспорта. Руководство Департамента транспорта и связи Москвы провело встречу на тему «Информационное обеспечение транспортно-пересадочных узлов в Москве, открытие пассажирского движения по МКЖД». Были обсуждены вопросы интеграции пригородного железнодорожного сообщения с другими видами городского транспорта столицы. Об опыте использования информационных технологий для комплексной автоматизации городского движения рассказали представители структур городского транспорта Санкт-Петербурга, Казани, Нижнего Новгорода, Минска, Киева, Ярославля и других городов. Делегация в составе руководства УРЭП и СУ Роспрома, Департамента транспорта и связи Москвы, руководителей пред-

приятий радиоэлектронного комплекса, метрополитенов ознакомилась с экспозицией выставки.

По сравнению с форумом 2007 г. значительно расширилась программа для метрополитенов, подготовленная Международной ассоциацией «Метро». Прошли круглые столы по интегрированным системам безопасности, автоматизации движения, модернизации систем автоматики и телемеханики, энергосбережению и контролю качества электроэнергии.

Специалисты железных дорог встретились на круглом столе по автоматизации на железнодорожном транспорте (модернизация подвижного состава, диспетчерских систем, систем управления и контроля движения, использование средств отображения на подвижном составе, на вокзалах и станциях).

В блоке мероприятий, посвящённых компонентам для транспортного приборостроения, интерес вызвали круглые столы по модулям с низкой рабочей температурой (до -60°C), разработке и контрактному производству бортовой РЭА, электрическим соединителям, а также семинары отдельных компаний.

12 марта состоялась церемония награждения лауреатов конкурса «Зелёный свет». Это признание достижений компаний, представляющих новые перспективные разработки электронной техники для транспорта: модули, приборы, программные

продукты, системные решения, внедрение которых будет способствовать улучшению технических и экономических характеристик, повышению безопасности, эффективности железнодорожного, городского наземного транспорта и метро.

Впервые на выставках была развёрнута коллективная экспозиция «Российский РЭК – Олимпиаде 2014». Выставка «Электроника-Транспорт» – российское мероприятие; российские разработки должны сыграть ведущую роль в строительстве инфраструктуры сочинской Олимпиады. Заказчики увидели системы безопасности и видеонаблюдения, решения для контроля дорожной обстановки и автоматизации движения, системы спутниковой навигации для транспортных средств, разработки по учёту пассажиропотока и многое другое.

Плотный поток посетителей форума «Электроника-Транспорт 2008» показал, что наш транспорт остро нуждается в освоении современной электроники и информационных технологий. Мероприятие играет ведущую роль как место встречи профессионалов со всех видов наземного транспорта и метро.

В выставке и деловой программе приняли участие 113 компаний, более 40 профильных СМИ освещали работу выставки, а количество посетителей-специалистов превысило 3000, в том числе около 400 гостей из стран ближнего и дальнего зарубежья.



7 мая – День радио

Владимир Бартнев (Москва)

110 лет назад, в 1898 г. в научных исследованиях изобретателя радио профессора Попова А.С. наступил важный этап. Во-первых, ему удалось построить приёмно-передающие станции на учебном судне «Европа» и крейсере «Африка» и установить беспроводную связь на 5 км. Опыты Попова подтвердили его приоритет как изобретателя радио. Это же подтверждает и официальный отказ Морского ведомства в выдаче патента Г. Маркони на систему радиосвязи в России. Во-вторых, в 1898 г. Петербургская фирма «Дюкрите» выпускает первую партию приёмников конструкции А.С. Попова для военно-морского флота. Но самое главное – от телеграфной беспроводной связи Попов переходит к радиотелефонной радиосвязи и на построенный им «приёмник депеш» с телефонными трубками получает привилегию № 6066 с приоритетом от 14 (26) июля 1899 г. Приёмники этого типа в России выпускались вплоть до 1904 г. Высокую оценку они получили и за рубежом. В Париже на Всемирной выставке в 1900 г. приёмник Попова был удостоен Большой золотой медали. К этому времени на Западе фирмам «Маркони» и «Телефункен» удалось организовать промышленное производство радиоаппаратуры в массовом количестве. Поэтому в 1905 г., когда началась русско-японская война и потребовалось большое количество радиостанций, Военное министерство заказало их за границей, а не в Петербурге. Зарубежные поставки радиоаппаратуры существенно возросли и перед первой мировой войной. Так, к 1913 г. для России фирмой «Телефункен» было изготовлено 325 радиостанций. Фирма, видя большой спрос на радиоаппаратуру, организовала в Петербурге представительство с заводом, который после Октябрьской революции стал Радиотелеграфным заводом им. Н.Г. Козицкого.

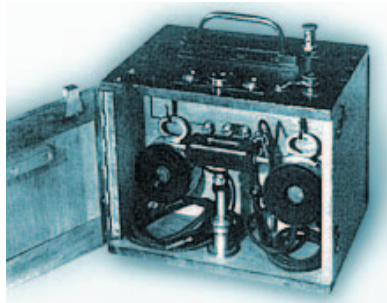
Существенным событием, которому в этом году исполняется 90 лет, явилось подписание в 1918 г. В.И. Лениным декрета о создании Нижегородской радиолaborатории, ставшей колыбелью отечественной радиотехники. Работы создателей этой лабо-

ратории В.К. Лебединского, В.М. Лецинского, М.А. Бонч-Бруевича стали гордостью страны. В Нижегородской радиолaborатории начал свою научную деятельность выдающийся изобретатель и учёный О.В. Лосев, которому в 1938 г. на учёном совете Ленинградского индустриального института (сейчас СПбГТУ) была присуждена степень кандидата физико-математических наук без защиты диссертации. Только сейчас начинаешь понимать значение его открытия усилительных и генерирующих свойств полупроводников, которое он сделал, когда ему ещё не было 20 лет. Своим открытием он опередил американцев с изобретением транзистора на 25 лет. Ему же принадлежит открытие свечения полупроводников. 10 мая 2008 г. исполняется 105 лет со дня рождения этого выдающегося учёного, создателя первого полупроводникового радиоприёмника, вошедшего в историю радиотехники под названием «Кристадин Лосева».

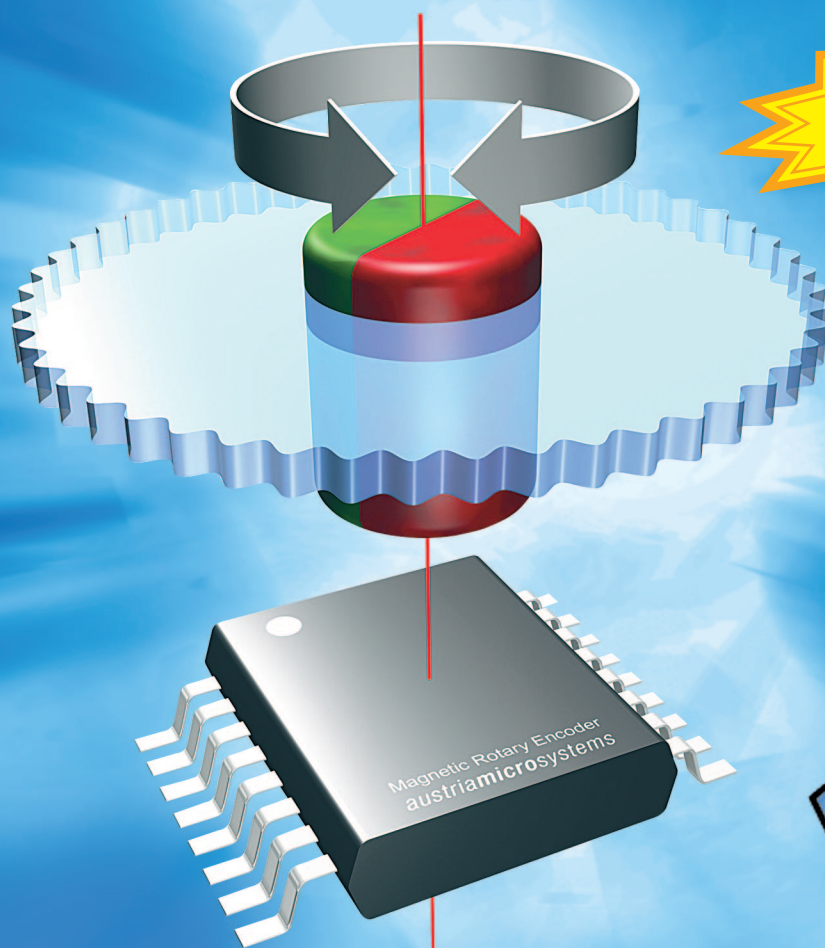
Нельзя не сказать ещё об одном радиоприёмнике. Ровно 50 лет назад на Рижском радиозаводе им. А.С. Попова с конвейера сошёл первый в мире ламповый радиоприёмник с дистанционным управлением. Этот уникальный в своём роде радиоприёмник называли «Фестиваль» (в 1957 г. в нашей

стране прошел 6-й Международный фестиваль молодежи и студентов). В этом приёмнике даже сейчас, по прошествии многих лет, поражает всё: и внешнее оформление с использованием ценных пород дерева, и качественное звучание за счёт отличных низкочастотных динамиков прямого излучения БГД1, обеспечивающих особую бархатность ламповому звуку, и автоматическая настройка на станции, и, конечно, дистанционный пульт управления, с помощью которого можно было на расстоянии переключать диапазоны, перестраивать приёмник и менять громкость звучания. На Всемирной выставке в Брюсселе 1958 г. этот радиоприёмник был награжден Золотой медалью. Радиоприёмник «Фестиваль» был последним шедевром ламповой техники, так как 50 лет назад наступила эра транзисторных приёмников.

Уже в 1957 г. на Воронежском заводе «Электросигнал» был разработан и в 1958 г. начал выпускаться первый отечественный транзисторный радиоприёмник «Спутник». Отличительная черта этого приёмника, выполненного по супергетеродинной схеме на семи транзисторах, состояла в том, что для зарядки аккумуляторов, от которых питался приёмник, впервые использовалась встроенная солнечная батарея. Размеры приёмника – 185×125×49 мм, вес с аккумулятором – 950 г. По конструкции и параметрам радиоприёмник был очень удачным и оставался лидером среди последующих подобных приёмников не только у нас в стране, но и за рубежом. ©



ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МАГНИТНЫЕ ДАТЧИКИ УГЛА ПОВОРОТА



150°C

ae austriamicrosystems

ХАРАКТЕРИСТИКИ

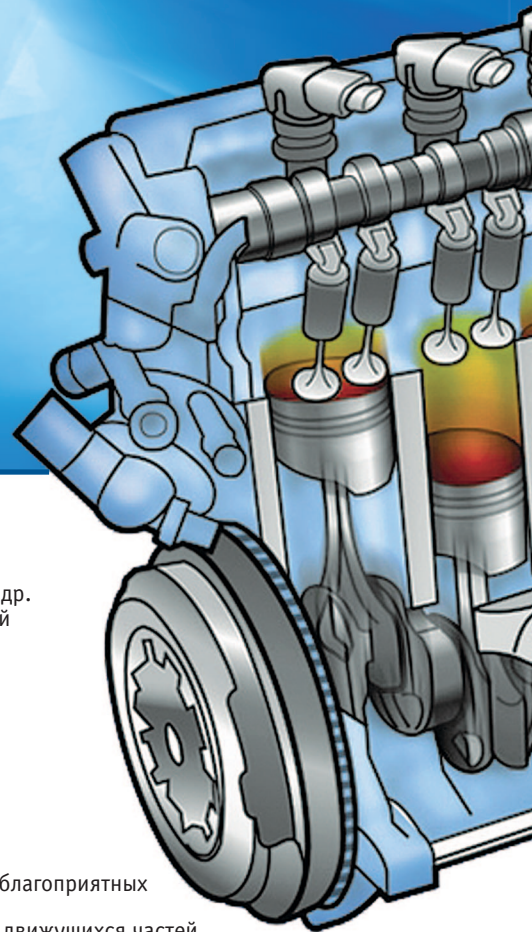
- разрешение 8, 10 и 12-бит
- точность до 0,0875° (4096 позиций)
- интерфейсы
 - синхронный последовательный интерфейс
 - широтно-импульсная модуляция
 - инкрементный
 - аналоговый
 - управляющие сигналы для бесколлекторного двигателя постоянного тока
- программирование «нулевой позиции»
- высокая скорость (до 30 000 об/мин)
- функция «кнопки»
- магнитная чувствительность 20...80 мТ
- температурный диапазон работы от -40°C до +150°C
- маленький корпус SSOP 16 (5,3 мм × 6,2 мм)
- ультранизкий ток потребления 30 мкА

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- поворотные выключатели
- контроль позиции AC/DC-моторов
- офисная техника: принтеры, сканеры и др.
- контроль положения клапанов, вентилях
- замена оптических энкодеров
- сенсор угла поворота руля
- датчик позиции педали «газа»
- робототехника
- автоматика

ПРЕИМУЩЕСТВА

- энкодер на одном кристалле
- не требуется калибровка
- идеально подходит для применения в неблагоприятных условиях окружающей среды
- высокая надёжность за счет отсутствия движущихся частей
- устойчивость к разбросам и изменению температуры окружающей среды



Официальный дистрибьютор компании Austria Microsystems

PROSOFT®

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

ВСЕГДА В СВОЕЙ СТИХИИ!

B BULGIN



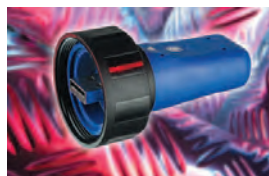
Компания Bulgin Components производит цилиндрические герметичные разъемы, разъемы IP68 для систем передачи данных USB и ETHERNET, переключатели со светодиодной индикацией IP66 – IP68, держатели батарей и предохранителей, силовые разъемы.

Многие изделия компании стали промышленным стандартом.

Серия Ethernet Buccaneer

Серия FireWire Buccaneer

IP68 Bluetooth Adapter



ВЛАГОЗАЩИЩЁННЫЕ РАЗЪЁМЫ И КНОПЧНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ BULGIN



www.bulgin.co.uk

Официальный дистрибьютор компании Bulgin на территории России и стран СНГ

PROSOFT® АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

ЭЛЕКТРОНИКА
КОМПОНЕНТЫ • ОБОРУДОВАНИЕ • ТЕХНОЛОГИИ

ChipEXPO -2008

ОКТАБРЬ 1-3
6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ • МОСКВА • ЭКСПОЦЕНТР

**ВЕДУЩАЯ РОССИЙСКАЯ
ВЫСТАВКА ПРИГЛАШАЕТ!**

СОВМЕСТНО С ВЫСТАВКОЙ

DISPLAY

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Министерство промышленности
и энергетики Российской Федерации
Федеральное агентство по промышленности
Департамент науки и промышленной
политики города Москвы
Московская торгово-промышленная палата
Российская Инженерная Академия

ИНФОРМАЦИОННАЯ
ПОДДЕРЖКА



www.chipexpo.ru

