Современная электроника

1
2016



В номере:

- Рынок инженерного ПО в России
- Сканирующие лазерные дальномеры
- Светодиодные источники для светоотверждения
- Термоэлектрические промышленные генераторы
- Отладка последовательных шин встраиваемых систем
- Нагрев биологического объекта под действием СВЧ
- Дни инноваций Министерства обороны РФ – 2015

и многое другое...

WWW.SOEL.RU

App Store
Google Play



«Фаворит – Электронная Компания»

WWW.FAVORIT-EC.RU тел./факс: +7(495) 627-76-24

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ
Фаворит-ЭК

Реклама

Доломант

Производство электроники ответственного применения для сложных условий эксплуатации



www.**FACTORY**.DOLOMANT.RU

СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО –

универсальный инструмент для индивидуальных проектов

- **15 лет импортозамещения:** контрактное производство в России на европейском уровне
- **Весь цикл производства:** от образцов и макетов изделий до серийной партии, от модуля до блока
- **Полный комплекс услуг:** участие в ОКР, поддержание склада для серийных программ, сервисное обслуживание, все виды работ по стандартам ГОСТ, ОСТ и рекомендациям IPC

ИМПОРТОЗА- и СОВМЕЩЕНИЕ ГОСТ, ОСТ, рекомендации IPC

Реклама

(495) 739-07-75 product@dolomant.ru www.dolomant.ru

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

№ 1, 2016
Издаётся с 2004 года

Главный редактор
Алексей Смирнов

Заместитель главного редактора
Александр Хлынов

Редакционная коллегия
Александр Балакирев, Андрей Данилов, Виктор Жданкин, Эрмин Машурян, Сергей Сорокин, Андрей Туркин, Рифат Хакимов

Литературный редактор
Ольга Семёнова

Вёрстка
Марина Петрова

Обложка
Дмитрий Юсим

Распространение
Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама
Ирина Савина
(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

Производственно-практический 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 партнёров Торгово-промышленной палаты Российской Федерации
Цена договорная

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР»
Адрес: 105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 28, стр.10
Тел./факс: (495) 786-7714

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, 2015

1/2016 Contents

MARKET

Russian Market News 4
The Engineering Software Market in Russia 8
Evgeniya Vasilenko

ROBOTECHNICS

Light Detection and Ranging 10
Andrey Antonov

MODERN TECHNOLOGIES

Ensuring Success When Switching from Conventional Lamp to LED Curing Sources 16
The Bandwidth Estimation Using Spectral Effective Methods of Signals Modulation 20
Vyacheslav Fedorov, Vladimir Filatov

ELEMENTS AND COMPONENTS

Modern 32-bit ARM Microcontrollers Series STM32: Graphic Code Generator STM32CubeMX 22
Oleg Val`pa

DEVICES AND SYSTEMS

Thermoelectric Generators for Industrial Propose. Part 1 28
Petr Shostakovskiy
OLED Microdisplays MDO 01 34
Nikolay Usov, Oleg Grachev, Boris Kondratskiy, Oleg Kotovskiy, Aleksandr Novichkov, Aleksandr Nuriev, Aleksandr Cherednichenko
Industrial Switches HARTING Ha-VIS eCon 3000 PoE 38
Viktor Zuev, Olga Romanovskaya
The World's First Multi-Domain Combined Mass Oscilloscopes Tektronix MSO3000 40
Vladimir Dyakonov
Embedded Serial Bus Debugging Using Oscilloscope 46
Alex Klimaj

ENGINEERING SOLUTIONS

The Antenna Signal Amplifier of the DVB-T2 50
Aleksey Kuzminov

DESIGN AND SIMULATION

One More Time about TopoR 56
Sergey Sorokin
Calculation of Heating Temperature in Biological Object under RF-exposure 60
Aleksandr Kurushin

FORMULA FOR SUCCESS

The Story of One Innovation: the Creation of i-TOR-110 64

PAGES OF HISTORY

«The Bitmap Node»: Only the Plan is Holy 66
Petr Novysh

COMPETENT OPINION

The Intellectual Property Management Standards 68
Julia Zorina, Yuriy Parvulusov, Gennadiy Fokin

EVENTS

Import Substitution: Providing the Enterprises of Electronic Components for Domestic Production 72
The Russian Federation Ministry of Defence Innovation Days – 2015 74
Design and Modeling with PCB SOFT 80

Содержание 1/2016

РЫНОК

4 Новости российского рынка

8 Рынок инженерного ПО в России
Евгения Василенко

РОБОТОТЕХНИКА

10 Сканирующие лазерные дальномеры (LIDAR)
Андрей Антонов

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

16 Переход от традиционных ламп к светодиодным источникам для светоотверждения материалов

20 Оценка пропускной способности при использовании спектрально эффективных методов модуляции сигналов
Вячеслав Фёдоров, Владимир Филатов

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

22 Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: графический генератор кода STM32CubeMX
Олег Вальпа

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

28 Термоэлектрические генераторы промышленного применения. Часть 1
Пётр Шостаковский

34 Микродисплеи на основе органических светодиодов МДО 01
Николай Усов, Олег Грачёв, Борис Кондрацкий, Олег Котовский, Александр Новичков, Александр Нуриев, Александр Чередниченко

38 Промышленные коммутаторы HARTING Ha-VIS eCon 3000 PoE
Виктор Зуев, Ольга Романовская

40 Первые в мире многодоменные комбинированные массовые осциллографы Tektronix MSO3000
Владимир Дьяконов

46 Отладка последовательных шин встраиваемых систем с помощью осциллографа
Алекс Климадж

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

50 Антенный усилитель телевизионного сигнала DVB-T2
Алексей Кузьминов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

56 Ещё раз про TopoR
Сергей Сорокин

60 Расчёт температуры нагрева биологического объекта под действием СВЧ-мощности
Александр Курушин

ФОРМУЛА УСПЕХА

64 История одной инновации: создание i-TOR-110

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

66 «Растровый узел»: свят лишь План
Пётр Новыш

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

68 Стандарты менеджмента интеллектуальной собственности
Юлия Зорина, Юрий Парвулюсов, Геннадий Фокин

СОБЫТИЯ

72 Импортозамещение: обеспечение предприятий ЭКБ отечественного производства

74 Дни инноваций Министерства обороны РФ – 2015

80 Проектирование и моделирование с PCB SOFT

ПОДПИСКА 2016

Концепция распространения журнала – БЕСПЛАТНАЯ подписка для специалистов.
Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год.
Для удобства читателей и оперативного доступа к информации предусмотрен выбор бумажной или электронной версии журнала.
Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2016 год.

Электронная версия для мобильных устройств

Скачивайте бесплатное **приложение** «Современная электроника» в **Google Play** для пользователей устройств на платформе Android (в разделе «Приложения/Бизнес») и **App Store** для пользователей iOS (в разделе «Бизнес»).
С помощью этого приложения можно бесплатно читать с экрана номера наших журналов. К новым номерам журнала доступ в приложении платный.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

- подписаться может любой желающий, тогда как бесплатная подписка оформляется только для специалистов в области электроники. Поступающие в редакцию подписные анкеты тщательно обрабатываются, и часть их отсеивается;
- журнал будет гарантированно доставлен, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- эту подписку могут оформить иностранные граждане.

«Роспечать»
Оформить платную подписку можно в почтовом отделении через агентство «Роспечать». Тел.: (495) 921-2550. Факс: (495) 785-1470

Подписаться можно как на 6 месяцев, так и на год. Подписные индексы по каталогу агентства «Роспечать»: на полугодие – **46459**, на год – **36280**.

Кроме того, можно оформить платную подписку через альтернативные подписные агентства.

«Урал-Пресс»
Тел.: (495) 961-2362
http://www.ural-press.ru

Читатели из дальнего зарубежья
могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»
Тел.: +7 (495) 672-7012
Факс: +7 (495) 306-3757
info@periodicals.ru

На правах рекламы

Новости российского рынка

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

«РТСофт» ставит правильный BLOK

Компания «РТСофт» запустила в серию новое поколение ультракомпактных бесшумных отечественных встраиваемых компьютеров серии BLOK.

Машины предназначены для создания широкого спектра решений при построении ответственных эргономичных систем с длительным жизненным циклом в атомной энергетике, в управлении воздушным движением, на транспорте, в специальных сегментах экономики.

Компьютеры BLOK прекрасно подходят для создания сетевых мультимедийных человеко-машинных интерфейсов, в качестве встраиваемых компактных серверов, бортовых машин и коммуникационных шлюзов.

Компьютеры BLOK обеспечены высоким уровнем сертификационной и лицензионной поддержки. Машины имеют сертификаты ГОСТ Р и Таможенного союза. Компания-производитель имеет самый широкий перечень сертификатов и лицензий для работы в различных сегментах экономики РФ и стран ТС: TUV ISO 9001-2008, ФСТЭК, Ростехнадзора, ФСБ, Минпромторга и др.

Идеология машин основана на правильных R&D-рецептах, делающих BLOK одной из основ успешной программы импортозамещения ЗАО «РТСофт»:

- опора на **собственные ресурсы с огромным опытом** (более 22 лет) партнёрства с ведущими российскими и зарубежными инженерными компаниями;
- **производство на территории России** на базе собственного комплекта КД. BLOK – не «отвёрточная» сборка, а полноценный проект НИОКР;
- **максимальная независимость и защищённость** от действий поставщиков и производителей компонентов: все критически важные части BLOK имеют альтернативных поставщиков и производителей. Эмбарго и BLOK несовместимы;
- поддержка **актуальных мировых концепций** в embedded-дизайне: SWaP, IoT, MiniTCO (необслуживаемость), 24 × 7, кондуктивное охлаждение;
- опора на **открытые международные стандарты**: COM Express (PICMG COM.0), PCISIG MiniPCI Express и проверенные референсные дизайны;
- **ориентированный на будущее выбор** стандартных цифровых технологий: сети, мультимедийность, процессоры, диски, архитектура расширений;
- построение **изменяемой архитектуры**, гарантирующей заказ оптимальной конфигурации в части CPU, SDRAM, SSD/HDD, miniPCI Express I/O;
- построение архитектуры BLOK, гарантирующей максимальную **plug&play совместимость** с широким спектром готового системного ПО класса Linux, Windows, QNX, VxWorks, LynxOS и их отечественными клонами;
- использование **промышленных embedded-компонентов**, имеющих длительный жизненный цикл и E2-исполнение (–40…+85°C);
- **универсальные возможности** для встраивания и охлаждения: 19-дюймовая стойка, стол, «холодная поверхность», стена, потолок;
- возможность **модернизации машин в будущем**: переход на новые поколения микропроцессоров и операционных систем.



Важное преимущество изделий BLOK – широкие возможности индивидуализации в соответствии с пожеланиями заказчика: изменение входных характеристик питания, расширение температурного диапазона, усиление механических и IP-свойств, портация ОС, интеграция с промышленным монитором GT777, отвечающим требованиям IV группы исполнения ТС АС-ЯРО, превращающая BLOK в готовый сетевой человеко-машинный интерфейс.

Следуя современным требованиям рынка, производитель оснастил компьютеры BLOK четырьмя портами GEthernet, шестью портами USB 3.0/2.0 и двумя COM-портами, а также звуковой подсистемой Intel HD.

Для расширения доступны два слота MiniPCI Express: обеспечена подготовка для работы в средах Wi-Fi и GSM, а также с модулями доверенной загрузки российских производителей. В базовой конфигурации используется двухъядерный ЦП Intel Core i5 Haswell с тактовой частотой 1,6 ГГц (может быть заменён на другие ЦП серий Intel Core i7, Intel Atom и микропроцессоры отечественного производства), до 16 Гбайт памяти DDR3L-1600 и два накопителя формата 2,5″, которые могут быть объединены в RAID-массив.

Важное свойство платформы BLOK – поддержка вывода на три дисплея в разрешениях до 4K через три интерфейса DisplayPort.

Малое тепловыделение ЦП позволяет системе быть безвентиляторной, что повышает надёжность и обеспечивает **нулевой** уровень шума. Производитель предоставляет на BLOK гарантию до 4 лет, при этом средняя наработка на отказ составляет 70 000 часов. Базовая конфигурация в корпусе высоты 1U весит 4,4 кг, рассчитана на работу при температурах от –10 до +55°C и монтируется в 19-дюймовую стойку, на стену, на рейку DIN либо устанавливается на стол.

Машины доступны для бесплатного «тест-драйва» со склада «РТСофт».

Учитывая нужды пользователей, производитель оказывает профессиональную поддержку комплексной совместимости в системах заказчика. Выбирая BLOK, пользователи получают современную цифровую функциональность, совместимость с перспективным оборудованием, низкую стоимость владения, чрезвычайную простоту обслуживания, техническую поддержку ведущих экспертов отрасли и 100-процентную защиту от санкций и ограничений.

С подробной информацией по BLOK можно ознакомиться на сайте компании «РТСофт» по адресу: blok.rtsoft.ru/?so1

На правах рекламы

Новости российского рынка

Выпрямитель ИП 1600 для систем бесперебойного питания

Компания «МПП-Ирбис» представляет выпрямитель ИП1600, который предназначен для применения в составе стоек бесперебойного питания.

Конструктивное исполнение ИП1600 (см. рис. 1) позволяет разместить 5 выпрямителей в корзине высотой 1U для 19-дюймовой стойки. Для коммутации применяются комбинированный краевой разъём с мощными входными и выходными контактами, а также группа слаботочных контактов для обеспечения работы под управлением контроллера PSC200 торговой марки ШТИЛЬ.

Анонсируемые выпрямители рассчитаны на работу в широком диапазоне входного напряжения от 85 до 297 В (см. рис. 2). Коэффициент мощности при входном напряжении 220 В и полной нагрузке составляет 0,99, а диапазон рабочих температур от +5 до +55°С. На рисунке 3 представлен график ограничения максимального тока нагрузки от температуры окружающей среды.

Применение микропроцессоров для управления выпрямителем позволяет создать гибкую систему защиты от перегрева и перегрузок и использовать применяемые силовые компоненты с максимальной отдачей для обеспечения максимальной выходной мощности исходя из конкретных условий применения выпрямителя.

Таким образом, в нормальных условиях обеспечивается максимальная мощность (для исполнения 48 В – до 1700 Вт). При пониженном входном напряжении и повышенной рабочей температуре максимальная мощность уменьшается, для того чтобы обеспечить необходимый запас от перегрузки и перегрева компонентов.

Управление вентилятором охлаждения также построено по принципу максимально экономного расходования его ресурса, чтобы максимально увеличить его срок службы. При включении выпрямителя встроенный микроконтроллер тестирует вентилятор и устанавливает такое напряжение питания вентилятора, чтобы скорость его вращения была минимальной. При этом не только экономится ресурс вентилятора, но и, как побочный эффект, в десятки и сотни раз снижается акустический шум.

При увеличении нагрузки выпрямителя, по мере нагрева силовых компонентов скорость вращения вентилятора постепенно увеличивается. При сбросе нагрузки по мере остывания компонентов – уменьшается, вплоть до минимального значения.

Если вентилятор зарастает пылью (изнашивается и пр.) и, как следствие, для минимальной скорости требуется достаточно большое напряжение питания, цветовая индикация на передней панели сигнализирует о возможных грядущих проблемах с вентилятором. Это позволяет пользователю своевременно провести необходимую профилактику.

На рисунке 4 представлена типовая нагрузочная характеристика выпрямителя на примере исполнения 48 В в нормальных условиях (когда ограничения по максимальной мощности не действуют). Максимальная мощность 1700 Вт на выходе выпрямителя достигается при номинальном выходном напряжении 53,5 В и максимальном токе нагрузки 31,5 А.

Выходное напряжение выпрямителя может устанавливаться по команде внешнего контроллера в пределах от минимального (42 В) до максимального (58 В).

При выходном напряжении выше номинального максимальная мощность нагрузки ограничивается на уровне 1700 Вт, при выходном напряжении ниже номинального максимальная мощность нагрузки определяется произведением величины выходного напряжения на максимальный ток нагрузки.

При выходном напряжении ниже предельного значения для аккумулятора автоматически переключается порог защиты по току, что обеспечивает комфортные условия для силовых компонентов при коротком замыкании по выходу (для исполнения 48 В порог установлен на уровне 40 В).

В выпрямителе предусмотрены защиты:

- от перенапряжения на выходе;
- от неполного соединения с разъёмом;
- от работы при входном напряжении за пределами допустимых значений;
- от перегрева;
- от работы при температуре окружающей среды выше или ниже допустимых значений.

Для защиты общей шины на случай выхода из строя одного из выпрямителей на выходе ИП1600 установлен плавкий предохранитель.

Характеристики выпрямителей ИП1600 для работы с аккумуляторными батареями

Наименование	$U_{вх}$, В	$U_{вых}$, В			$I_{нагрузки}$, max, А	КПД, %
		min	nom	max		
ИП1600-24	~220 В, 50 Гц	21	27,4	28	50	92
ИП1600-48		42	53,5	58	31,5	
ИП1600-60		52	67,7	72	24	



Рис. 1. Внешний вид выпрямителя ИП1600

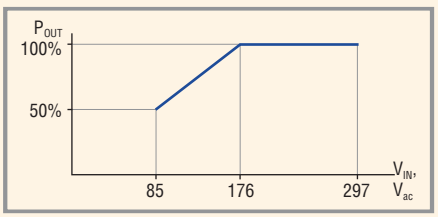


Рис. 2. Ограничение мощности от величины входного напряжения

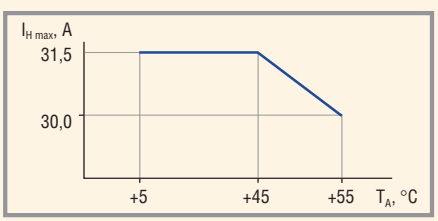


Рис. 3. Ограничение максимального тока нагрузки от температуры окружающей среды

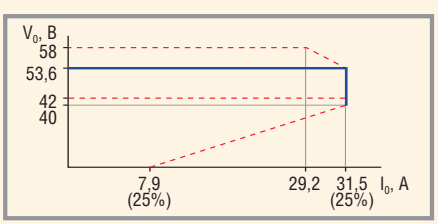


Рис. 4. Типовая нагрузочная характеристика ИП1600

На лицевой панели предусмотрена цветовая индикация текущего состояния выпрямителя – красный, жёлтый и зелёный светодиоды.

В ближайшем будущем планируется выпускать 3 варианта исполнения выпрямителей серии ИП1600 – для работы с аккумуляторными батареями 24, 48 и 60 В (см. таблицу). Первым в очереди на производство заложен вариант для работы с аккумуляторной батареей 48 В.

В перспективе планируется усовершенствовать микропроцессорное управление для обеспечения возможности параллельной работы выпрямителей и равномерного распределения нагрузки между выпрямителями без участия внешнего контроллера (как сделано в инверторах серии ИП-1500). Это позволит расширить область возможных применений выпрямителя ИП1600.

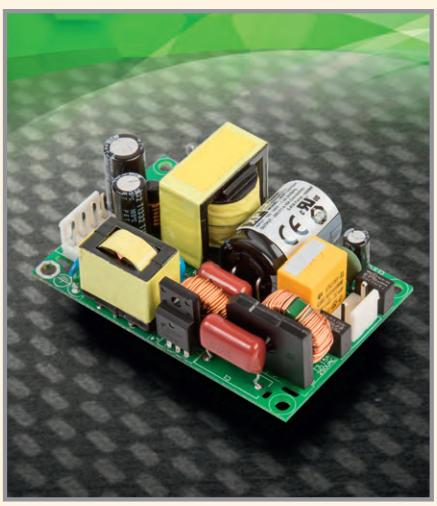
ЗАО «МПП-Ирбис»
Тел.: (495) 987-1016
www.mmp-irbis.ru

На правах рекламы

Новости российского рынка

Самые компактные 130-ваттные AC/DC от XP Power

Компания XP Power объявила о начале поставок высокоэффективных миниатюрных источников питания AC/DC серии ECP130 в конструктивном исполнении «открытый каркас». Представленные приборы сертифицированы для применений в оборудовании информационных технологий и медицинской аппаратуре.



Модули способны обеспечить полную мощность 130 Вт при охлаждении воздушным потоком 10 фут^3/м или обеспечивают высокую мощность в нагрузке 100 Вт при конвекционном охлаждении, обходясь без охлаждающих вентиляторов.

Выпущены семь одноканальных моделей, обеспечивающих на выходе напряжения с номинальными значениями 12, 15, 18, 24, 28, 36 и 48 В. Каждая из представленных моделей способна работать от напряжения переменного тока в диапазоне от 85 до 264 В. Приборы оснащены защитными плавкими предохранителями в фазном и нейтральном проводах.

Модули серии ECP130 имеют ультракомпактную площадь основания 50,8 × 76,2 мм и очень низкий профиль – всего лишь 28 мм. Занимая на 25% меньше площади, чем широко распространённый промышленный стандарт 2 × 4″, модули серии ECP130 обеспечивают высокую удельную мощность 19,7 Вт/дюйм^2 при типичных значениях КПД 95% и потребляемую мощность в режиме холостого хода менее 0,5 Вт.

При создании модулей питания серии ECP130 использовались самые современные технологии, которые обеспечили высокую эффективность и компактность. Все эти факторы позволяют применять модули серии ECP130 практически в любом приложении: в медицинской аппаратуре и оборудовании информационных технологий, а также многочисленных общепромышленных системах.

Модули серии ECP130 являются первыми в промышленности источниками питания, обеспечивающими высокий КПД при таком малом размере корпуса.

Приборы соответствуют требованиям безопасности стандартов UL/IEC/EN 60950-1 к оборудованию информационной технологии, и самых последних жёстких стандартов ANSI/AAMI IS 60601-1 и IEC/EN60601-1 (3-е издание), распространяющихся на безопасность медицинских электрических приборов и аппаратуры. Они характеризуются низким значением тока утечки и обеспечивают два средства защиты пациента (MOPP), изоляцию между первичными и вторичными цепями, и средства защиты оператора (MOOP) между вторичной цепью и корпусом.

Все модули питания серии ECP130 характеризуются широким диапазоном рабочих температур от –40 до +70°C (без понижения выходной мощности до температуры +50°C).

Представленные модули отвечают требованиям стандартов EN55011 и EN55022 (класс B) к кондуктивным помехам, ограничениям помех излучения по Class A, исключая применение дополнительных внешних фильтрующих компонентов.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

1600-Вт источники питания для жёстких условий эксплуатации

Компания SCHAEFER представляет 1600-ваттные модули источников питания AC/DC и DC/DC серии C4500.



Компактные и прочные модули, выполненные из компонентов индустриального класса, обеспечивают высокоэффективное и компактное решение для самых жёстких условий окружающей среды в различных отраслях промышленности, таких как бортовое оборудование подвижного состава железнодорожного транспорта и систем управления движением, аппаратура связи, аппаратура для военных применений и системы управления технологическими процессами.

Высокоэффективные источники питания серии C4500 обеспечивают в нагрузке три ряда выходной мощности 900, 1200 и 1600 Вт и предлагаются для работы от девяти стандартных диапазонов напряжений постоянного тока: 10…16 В, 20…32 В, 40…64 В, 50…80 В, 80…160В, 160…320 В, 320…640 В и 450…800 В. Модули сети переменного тока предлагаются для работы в однофазных сетях 115 или 230 В, а также для работы от трёхфазных сетей переменного тока 3 × 200 В, 3 × 400 В и 3 × 480 В.

Одноканальные модели доступны с десятью диапазонами выходных напряжений, охватывающих значения от 12 до 400 В.

Все выходы являются регулируемыми и характеризуются высокой стабильностью: нестабильность по току 0,2% или лучше, и нестабильность по напряжению 0,1%. Доступны для заказа модули с входными и выходными напряжениями по спецификациям заказчиков.

Все модели серии C4500 оснащены полным набором защитных функций, включая защиту от перенапряжения, ограничения тока на выходе, а также защиту от перегрева с автоматическим восстановлением работы и обеспечивают преобразование напряжения с КПД до 92%.

Стандартные модули с естественным конвекционным охлаждением способны работать в диапазоне температур окружающей среды от –20 до +75°C (понижение выходное мощности 2,5%/°C при температурах выше +55°C). Доступны также модули для работы в диапазоне температур –40…+75°C.

Модули питания оснащены сервисными функциями:

- развязывающие диоды для параллельной работы;
- дистанционное включение/выключение;
- сигнализация состояния входного и выходного напряжении (Power Fail /DC-OK);
- сброс системы в исходное состояние;
- цепи для подключения внешней обратной связи и программирования режимов работы и мониторинга.

Предлагаются модели, выполненные в прочных корпусах 6U × 21TE × 306 мм (В × Ш × Г), а также для настенного монтажа, установки на шасси и DIN-рейку.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

На правах рекламы

Новости российского рынка

Модули «Салют» на базе процессора 1892ВМ14Я

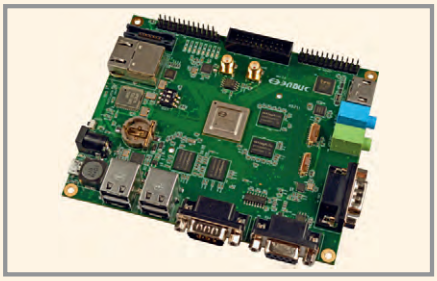
ОАО НПЦ «ЭЛВИС» объявляет о начале поставок отладочных модулей «Салют» для многоядерного процессора нового поколения 1892ВМ14Я.

Модули Салют-ЭЛ24Д1 и Салют-ЭЛ24Д2 позволяют отлаживать ПО и создавать макеты конечных изделий: одноплатных компьютеров, планшетов, интеллектуальных видеокамер, телефонов, систем обработки и отображения информации.

Основа модулей – процессор 1892ВМ14Я – представляет собой малопотребляющую высокопроизводительную микропроцессорную систему на кристалле, включающую два ядра DSP ELcore-30M, два CPU ARM Cortex-A9, кодек H.264, кодер JPEG, графический 3D-акселератор Mali-300, навигационный коррелятор ГЛОНАСС/GPS/BeiDou и порты ввода-вывода.

Основные характеристики модулей «Салют»:

- процессор 1892ВМ14Я;
- ОС: Linux 4.1;
- память: 2 Гбайт DDR3-1066, 4 Гбайт NAND Flash, 32 Гбайт microSD;
- интерфейсы: Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Ethernet, USB, HDMI, аудио, CSI, UART, RS-485, CAN, SPI, I²C, GPIO и др.;
- габариты 80 × 100 мм или 105 × 130 мм.



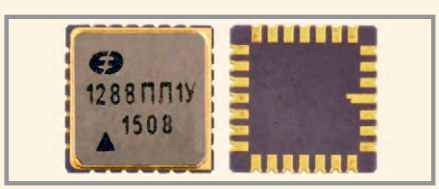
www.multicore.ru

Тел.: (495) 913-3251

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Радиационно-стойкие микросхемы ФАПЧ 1288ПЛ1У с частотой до 6 ГГц

Компания ОАО НПЦ «ЭЛВИС» разработала радиационно-стойкие микросхемы синтезатора частот на основе ФАПЧ 1288ПЛ1У, предназначенные для использования в синтезаторах несущих и гетеродинных частот, а также в синтезаторах сигналов приёмопередающих устройств радиолокационных и связных комплексов в VHF, UHF, L, P, S и C диапазонах.



Микросхема поддерживает работу в режимах целочисленного и дробного частотного синтеза, а также в режиме синтеза сигналов с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ).

Предусмотрены возможность управления целочисленным коэффициентом деления по параллельной шине и режим работы СБИС с непосредственным управлением.

СБИС 1288ПЛ1У может применяться в качестве замены зарубежных микросхем серий PE97xx (Peregrine) и ADF4108S (Analog Devices).

Основные характеристики:

- суммарная накопленная доза ≥ 250 крад;
- входная тактовая частота до 6 ГГц;
- опорная тактовая частота до 250 МГц;
- нормированный уровень собственных фазовых шумов –220 дБн/Гц (типовое значение –229 дБн/Гц);
- режимы работы с целочисленными и дробными коэффициентами деления;
- последовательный и параллельный интерфейсы управления;
- температурный диапазон –60…+85°C;
- напряжение питания 3,3 В;
- максимальный ток потребления 100 мА.
- корпус CLCC – 6,5 × 6,5 × 1,35 мм.

www.multicore.ru

Тел.: (495) 913-3251

СВЧ-разъёмы российского производства от Амитрон Электроникс

Микрополосковый переход SMA-РБМГП-Х-1-293 предназначен для соединения СВЧ-устройств SMA-типа с микрополосковым трактом. Присоединительные размеры перехода: резьба 1/4-36UNS-2A со стороны, подключающейся к кабельному разъёму, и резьба 1/4-36UNS-2A со стороны микрополоскового вывода. КСВН в диапазоне частот до 18 ГГц не более 1,25.

Согласованная коаксиальная нагрузка (termination) – элемент коаксиального тракта, предназначенный для поглощения СВЧ-мощности. Также согласованные нагрузки применяют в качестве эквивалентов антенн при настройке передающей аппаратуры.



Нагрузки TR002B-M тип IX вариант 1 выполнены в тракте 4.15/1.27 с метрической резьбой и работают в диапазоне частот от 0 до 20 ГГц.

Нагрузки TS001B тип SMA выполнены в тракте 4.15/1.27 с дюймовой резьбой и работают в диапазоне частот от 0 до 20 ГГц.

Нагрузки TR002B-M и TS001B характеризуются небольшими размерами, малой массой, низким КСВН (не более 1,2) во всём диапазоне частот, широким диапазоном температур (–60…+85°C) и хорошими вибрационными характеристиками.

www.favorit-ec.ru

Тел.: (495) 627-7624

10,1-дюймовые TFT-панели для планшетных компьютеров

Компания Raystar Optronics, Inc. предлагает 10,1″ TFT-панели серии RFH101ZA с разрешением 1024 × 600 пикселей для применения в планшетных компьютерах.



Использование низковольтных дифференциальных сигналов позволяет уменьшить размеры, энергопотребление и стоимость контроллеров. В качестве источника излучения используются массивы светодиодов белого свечения, которые обеспечивают яркость свечения экрана 160 кд/м² и контрастность 600:1.

Предлагается базовая модель RFH101ZA-ACW-LNN без установленного сенсорного экрана. Для упрощения ввода данных и взаимодействия с пользователем планируется собирать модели дисплеев с сенсорным экраном (резистивным или ёмкостным). Добавление антиотражающей плёнки улучшает оптические характеристики панели.

Основные характеристики:

- рабочий угол обзора 12:00 часов соответствует направлению наблюдения сверху – вертикальное положение;
- диапазон рабочих температур от –10 до +60°C, а диапазон температур хранения от –20 до +70°C (для применения в планшетных компьютерах этого вполне достаточно);
- размер активной области 222,72 × 125,28 мм;
- габаритные размеры дисплейного модуля 235 × 143 × 3 мм.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Рынок инженерного ПО в России

Евгения Василенко (Москва)

В статье представлен краткий анализ ситуации, сложившейся на рынке инженерного программного обеспечения России на сегодняшний день. Приведён объём продаж ПО, указаны основные игроки рынка PLM, перечислены отечественные решения, названы потребители российского ПО, озвучены меры поддержки отечественных разработчиков.

Россия традиционно сильна в сфере высоких технологий. Однако ситуация сложилась так, что наш внутренний ИТ-рынок относительно невелик, эксперты оценивают его в 2–3% от мирового. Многие отечественные компании довольно успешно продают свои продукты и в России, и в других странах. Экспорт ПО достаточно высок, как услуг по заказной разработке, так и тиражируемых продуктов. Объём экспорта ИТ-разработок из РФ составляет всего $5,4 млрд, из них на долю продуктов приходится 43,5%, а на долю услуг – 56,5%.

Что касается внутреннего рынка, то здесь нет чёткой статистики. Согласно правительственной стратегии развития ИТ-отрасли, годовой объём продаж ПО в России составляет 120 млрд руб., а услуг – 150 млрд руб. По данным International Data Corporation (IDC), объём продаж составляет $4,9 млрд. Эксперты сходятся в оценке доли отечественных продуктов, которая составляет всего 25% рынка.

Если говорить конкретно об инженерном программном обеспечении, то следует отметить, что в России существует хорошая математическая инженерная школа, и у нас есть довольно много команд, которые специализируются на разработке САПР. В частности, в АРПП входит около 100 компаний, более 10% из них специализируются именно в этой области: ADEM, Csoft Development, SDI Solution, АСКОН, КванторФорм, Нанософт, НТЦ АПМ, НТЦ ГеММа, СИГМА Технология, ТЕСИС, Фидесис, Эремекс.

Переходя непосредственно к рынку PLM-решений, можно обратиться к данным иностранной консалтинговой компании CIMdata. Согласно проведённым ею исследованиям, объём российского рынка PLM составляет более $300 млн. Россия входит в группу лидирующих стран с «экономикой PLM» наряду с Бразилией, Китаем, Германией, Индией, Японией, Южной Кореей и США. При этом CIMdata считает, что, учитывая заявленные на государственном уровне цели промышленного развития страны, мы недоинвестируем в PLM, и остаётся ещё много задач по автоматизации промышленности.

Проведя анализ основных игроков российского рынка PLM, CIMdata выделила пять компаний, и среди них есть одна российская – АСКОН. По данным этого исследования, АСКОН занимает 17% отечественного рынка PLM-решений. Если посмотреть, что входит в состав решений, мы увидим, что у этой компании сильны компетенции в «средних» и «лёгких» MCAD и PDM. В отличие от иностранных производителей, у нас отсутствуют тяжёлые MCAD. В целом же сейчас ни одно российское решение не перекрывает всех задач заказчика.

Таким образом, российские вендоры успешно конкурируют в привычном для себя сегменте «средних» САПР, а причинами успеха зарубежных лидеров рынка является то, что они имеют комплексные сквозные PLM-решения. При этом если рассмотреть отдельно сегменты PLM, мы увидим большое количество российских разработчиков, успешно конкурирующих в своих нишах. Например, по данным журнала «Планета CAM», в сегменте CAM заметны четыре российских решения: Tehtran, Gemma, ADEM и Sprut. Совокупно названные российские игроки занимают в этом сегменте 17%. Причём сам рынок CAM, как в России, так и в мире, очень фрагментирован. Объём российского рынка составляет порядка $44 млн.

Теперь немного о потребителях этого ПО. Заказчиков условно можно разделить на малые, средние и крупные предприятия. К первым относится 71% от всех машиностроительных предприятий, которым принадлежит 21% от общего числа инженерных рабочих мест. Основными особенностями малых предприятий является то, что их бизнес-процессы достаточно просты, а ресурсы



Евгения Василенко, Ассоциация разработчиков программных продуктов «Отечественный софт»

ограничены, они не могут себе позволить комплексные дорогие решения, да, как правило, и не нуждаются в глубокой автоматизации коллективной работы и используют доступные продукты. Средний бизнес составляет 26% от всех машиностроительных предприятий и 37% от общего числа инженерных рабочих мест. В основном сюда относятся частные машиностроительные предприятия. Они используют типовые преднастроенные PLM-решения, которые могут быть относительно быстро внедрены. К крупному бизнесу можно отнести 3,6% от всех машиностроительных предприятий, среди которых высока доля ОПК и госсектора. Им принадлежит 42% от общего числа инженерных рабочих мест. У этой группы наибольшие инвестиционные возможности. Они могут себе позволить сквозную автоматизацию всех бизнес-процессов и внедряют кастомизированные PLM-решения. К основным заказчикам относятся автопроизводители, производители судов, летательных и космических аппаратов, иных транспортных средств. Глобальная конкуренция требует от них, в первую очередь, использования передовых технологий, так как предприятия должны демонстрировать опережающее развитие. Однако сложился стереотип, согласно которому самые передовые технологии – иностранные. К сожалению, заказчики не рассматривают российские решения, практически повсеместно используется инженерное программное обеспечение зарубежных вендоров.

Ситуацию можно изменить, причём кардинально, так как в большинстве сегментов программного обеспечения уже есть российские решения. Так АРПП в тестовом режиме ведёт каталог отечественного ПО. В нём уже более 1000 продуктов разного класса, и это ещё далеко не все решения. Мы можем способствовать увеличению объёма отечественного ПО посредством регулирования отрасли. В первую очередь, сохранив действующие пониженные тарифы страховых взносов. Эта мера критична для отрасли. Главный ресурс, которым мы располагаем, это люди. То есть фонд оплаты труда разработчика ПО, по данным АРПП, составляет порядка 70–80% всех расходов. Увеличение выплат, связанных с оплатой труда, приведёт к катастрофическим последствиям. Применение же пониженных тарифов страховых взносов доказало свою эффективность: отрасль растёт, компании имеют возможность инвестировать в свои разработки, развиваться, привлекать высококлассных специалистов. Поэтому, основываясь на проведённом мониторинге, Минкомсвязь России активно выступает за целесообразность сохранения действующих тарифов.

Вторая важная мера поддержки отечественных разработчиков – стимулирование спроса, в первую очередь, со стороны государственного сектора. Как уже говорилось, исторически сложилось так, что заказчики зачастую даже не рассматривают российские продукты при выборе информационных систем. Чтобы изменить такой вектор, при участии нашей Ассоциации разработаны нормативные документы: федеральный закон № 188 и постановление Правительства в исполнение этого закона. Документы предусматривают запуск с 1 января 2016 г. реестра российского ПО и установление приоритета отечественным решениям при госзакупках.



Специальный проект журнала «Современная электроника»
и сайта robotosha.ru

РОБОТОША



Сканирующие лазерные дальномеры (LIDAR)

Андрей Антонов (г. Волгоград)

В статье представлен общий обзор технологии лазерного сканирования объектов в пространстве, рассмотрены устройства, реализующие эту технологию и применяющиеся в мобильных робототехнических комплексах.

Обзор технологии LIDAR

Термин LIDAR (от англ. Light Detection and Ranging) относится к системам радиолокации, работающим в оптическом диапазоне и использующим в качестве источника излучения лазер. Часто в зарубежных источниках можно встретить аналогичные термины – LADAR (Laser Detection and Ranging) и Laser Radar.

В мобильных наземных робототехнических комплексах и беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) эта технология играет очень важную роль: она используется для автоматического построения трёхмерной карты (сцены) окружающего пространства и пространственной ориентации аппарата.

Существуют разные варианты систем LIDAR, но в общем случае все они включают следующие ключевые элементы, определяющие принцип работы системы:

- источник фотонов (чаще всего это лазер);
- детектор фотонов;
- тактирующая цепь;
- оптическая приёмо-передающая часть [1].

Системы LIDAR времяпролётного типа (Time-of-Flight, ToF) используют короткие импульсы лазерного излучения, с высокой точностью фиксируя моменты их передачи и приёма откликов (отражённых сигналов), чтобы вычислить расстояния до объектов в окружающем пространстве или на поверхности земли (например, при топосъёмке с БПЛА). После объединения серии таких измерений с информацией о местоположении и ориентации аппарата, создаётся результирующая трёхмерная сцена интересующей области пространства. Чаще всего эта сцена сохраняется в виде массива координат (x, y, z), называемого облаком точек.

Несмотря на то, что существует множество устройств LIDAR для разных областей применения, все они состоят из похожего набора функциональных узлов (см. рис. 1), таких как:

- подсистема измерения расстояния (лазерный передатчик и приёмник);
- сканирующая подсистема;
- подсистема позиционирования и ориентации;
- система управления;
- хранилище данных.

Подсистема измерения расстояния

Принципиальные отличия отдельных устройств LIDAR заключаются в реализации функции измерения расстояния.

Важнейший узел системы LIDAR – подсистема измерения расстояния – состоит, в свою очередь, из таких внутренних подсистем, как лазерный передатчик и электрооптический приёмник.

Лазерный передатчик излучает энергию в виде сфокусированного луча, который до выхода из устройства проходит через ряд преобразовательных компонентов: переключатель приёмо-передатчика, расширители луча, выходная телескопическая оптика и другое.

В системе LIDAR могут использоваться различные типы лазеров, но чаще всего применяют твердотельный Nd:YAG-лазер, активной средой в котором выступает алюмо-иттриевый гранат ($Y_3Al_5O_{12}$), легированный ионами неодима.

Лазерные сканирующие дальномеры работают на различных длинах волн, но чаще других используются следующие:

- 1064 нм (ближний инфракрасный диапазон) – для топографических сканеров;
- 532 нм (зелёный) – для батиметрических (измеряющих глубину) сканеров;

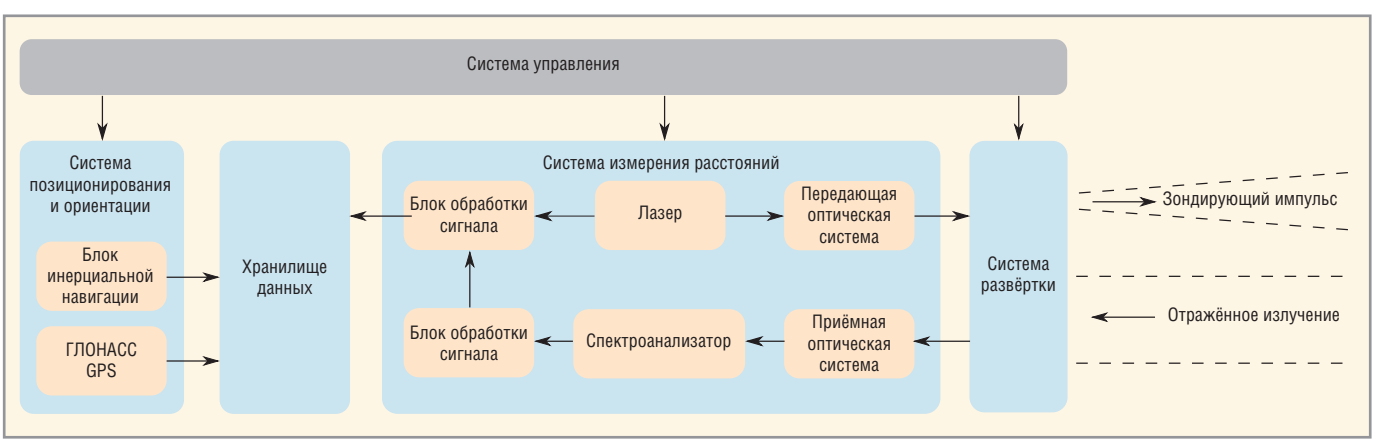


Рис. 1. Компоненты системы LIDAR

- 600–1000 нм – для наземных устройств, предназначенных для коммерческого использования;
- ~1500 нм – для наземных сканирующих систем, используемых в научных целях.

Выбор длины волны лазерного излучателя зависит от целого ряда факторов:

- отражающих свойств сканируемых объектов;
- характеристик окружающей среды;
- чувствительности используемого детектора;
- необходимой степени безопасности для глаз;
- требований к конструкции устройства.

Помимо длины волны излучения нужно также учитывать мощность лазера.

Электрооптический приёмник получает энергию лазерного луча, отражённого или рассеянного целью, и фокусирует её на светочувствительном детекторе при помощи входной оптики.

Методы определения расстояния

Зафиксированные значения моментов передачи и приёма лазерного луча используются для расчёта времени, проведённого светом в пути, и, следовательно, расстояния до объекта, отразившего луч.

В системе LIDAR обычно используется один из двух режимов, определяющих метод измерения расстояния: импульсный режим или режим непрерывной волны.

В системах с импульсной модуляцией, также известных как времяпролётные системы, лазером излучаются единичные световые импульсы с высокой частотой следования. Измеряется время, прошедшее с момента излучения импульсного сигнала до момента возврата отклика в приёмник. Расстояние до точки поверхности объекта, в которой произошло отражение лазерного луча, может быть вычислено по формуле:

$$D = 0{,}5 \times c \times t, \qquad (1)$$

где c – скорость света, t – полное время прохождения светом пути до точки отражения и обратно (раундтрип), D – искомое расстояние до точки отражения.

В системах с непрерывной волной лазер излучает непрерывный сигнал, к которому затем применяется синусоидальная амплитудная модуляция. В этом случае время прохождения светом полного пути от передатчика до приёмника будет прямо пропорционально сдвигу фаз в излучённом и принятом сигналах:

$$t = \frac{\varphi}{2\pi} \cdot T, \qquad (2)$$

где φ – фазовый сдвиг, T – период сигнала.

После определения времени t прохождения луча, расстояние D, как и в первом случае, вычисляется по формуле (1). Для снижения неопределённости может быть использована многотоновая синусоидальная модуляция.

Также в системах с непрерывной волной используется альтернативный метод – с линейной частотной модуляцией. В таких системах переданный и принятый сигналы смешиваются, а для демодуляции и получения информации, содержащейся в несущей частоте, используется когерентный приёмник.

Нужно отметить, что в уравнениях (1) и (2) предполагается, что детектор в течение времени t стационарен. Для случаев с передвигающимся детектором необходимо будет внести в уравнения соответствующие поправки.

Методы детекции

Обычно в системах LIDAR используется два способа детекции: прямая и когерентная.

При прямой детекции приёмник преобразует сигнал непосредственно в напряжение или ток, который пропорционален входящей оптической мощности. Приёмники могут включать лавинные фотодиоды и фотоэлектронные умножители.

LIDAR-детекторы также могут работать в режиме счёта фотонов. В этом режиме детектор способен регистрировать даже очень небольшое количество фотонов, а в режиме счётчика Гейгера становится чувствительным даже к отдельным фотонам. Электронная схема приёмника производит измерение генерируемого тока с поправкой на время пролёта фотонов в приёмнике, в результате чего получается прямое измерение момента приёма оптического отклика.

При когерентной детекции полученный оптический сигнал смешивается с локальным осциллятором посредством гетеродина, и только после этого фокусируется на фоточувствительном элементе. При смешивании информация преобразуется в узкополосный сигнал, что снижает шум по сравнению с методом прямого детектирования, где используется оптический фильтр.

Бегущий луч и массив

Важно отметить, что описанные методы определения расстояния и способы детектирования требуют различной геометрии приёмников.

В целом, большинство коммерческих систем LIDAR работают по принципу «бегущего луча», где для одного излучённого импульса фиксируется один или несколько (как правило, от 2 до 5) значений расстояния для оптических сигналов, вернувшихся вдоль одной и той же линии визирования (множественные возвраты). Для следующего импульса подсистема целеуказания изменяет направление линии визирования, и затем снова записывается несколько значений расстояния.

Этот метод – метод точечного сканирования – обычно применяется в системах LIDAR, работающих в линейном режиме, при котором энергия лазера фокусируется на малой области исследуемой поверхности, и требуется достаточно сильный отражённый сигнал для записи отклика и расчёта дистанции. Однако существуют также системы LIDAR, которые используют лазерное излучение для засветки большой площади поверхности. При этом они оснащены покадровым матричным детектором с целью измерения значений расстояния для каждого пикселя в массиве. Этим системам с кадровой развёрткой требуется небольшая сила отражённого сигнала. Они записывают сотни или даже тысячи расстояний для излучённого импульса.

Подсистема развёртки (сканирования)

В тех случаях, когда необходимо не просто определить расстояние до объекта, а сделать обзор целевой области, система LIDAR должна производить измерения во множестве точек. Для построения сцены целевой области пространства используется комбинация движения LIDAR-устройства в целом и работы подсистемы развёртки, через которую проходит излучаемый оптический сигнал.

Распространённый вариант реализации подсистемы развёртки основан на использовании качающегося зеркала. Последовательное изменение направ-

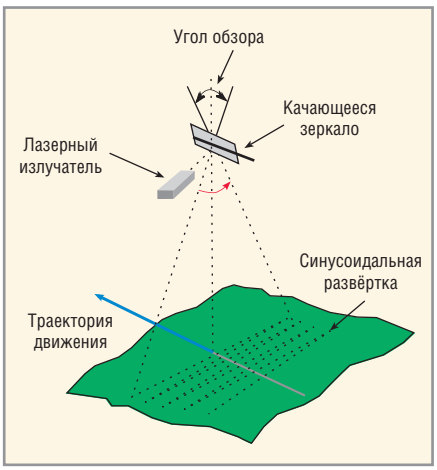


Рис. 2. Система развёртки с качающимся зеркалом

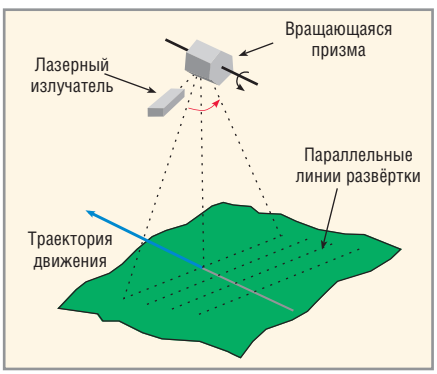


Рис. 3. Система развёртки с вращающейся призмой



Рис. 4. Сканирующая система с вращающимся зеркалом

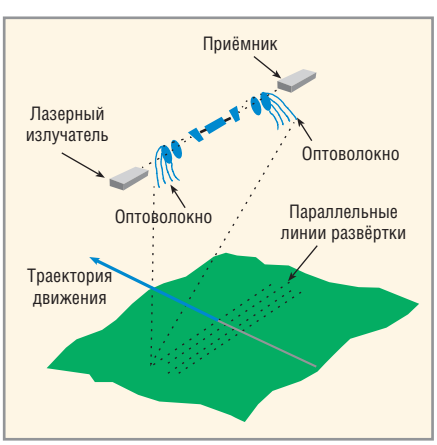


Рис. 5. Оптоволоконная система развёртки

ления линии визирования, вдоль которой излучается оптический сигнал, осуществляется с помощью подвижного зеркала. Это зеркало поворачивается на ограниченный угол (угол обзора) вокруг оси, лежащей на его плоскости и, как правило, параллельной направлению движения устройства. Качание зеркала позволяет сканировать целевую область пространства и формировать сцену нужной ширины, определяемой углом качания зеркала (см. рис. 2). Подсистема на основе качающегося зеркала создаёт синусоидальную развёртку. При этом частота качания обратно пропорциональна заданному углу обзора (ширине сцены). Основной недостаток такого способа развёртки – непостоянная скорость движения зеркала. Дважды в течение рабочего цикла зеркало должно замедлиться, полностью остановиться, изменить направление движения на противоположное и вновь ускориться. В результате измерения, производимые с постоянной частотой, формируют сцену с неравномерной плотностью точек (меньше точек в середине полосы сканирования и больше по краям). Подсистема развёртки лазерного луча с помощью качающегося зеркала применяется, в частности, в лазерных сканерах фирм Leica [2] и Optech [3].

Альтернативный способ сканирования основан на использовании вращающейся призмы. В такой подсистеме развёртки многогранная призма с зеркальными гранями непрерывно вращается вокруг своей оси симметрии. Лазерный луч переходит от одной грани призмы к другой скачкообразно, в результате чего массив точек, формирующийся при движении устройства, состоит из ряда параллельных линий (см. рис. 3). Этот вариант лишён недостатков качающегося зеркала, однако он сложнее в реализации и в том, что касается обработки результатов измерений. Системы LIDAR с вращающейся призмой производит австрийская фирма Riegl [4].

Третий вариант подсистемы сканирования использует вращающееся зеркало. Ось вращения в этом варианте расположена почти перпендикулярно к поверхности зеркала (см. рис. 4). За счёт отклонения поверхности зеркала от плоскости, перпендикулярной к оси вращения, формируется развёртка отражённого лазерного луча в виде эллиптической кривой. Преимущество метода заключается в том, что каждая точка пространства сканируется дважды. Вместе с тем эллиптическая развёртка значительно усложняет обработку результатов сканирования, так как обработка двойных измерений является весьма сложной задачей. Кроме того, поскольку точки в одной и той же области получены с разных позиций (так как система движется и меняет ориентацию в пространстве), полученное таким способом облако точек может содержать большое количество «шумов» [5]. Примерами систем, использующих развёртку лазерного луча с помощью вращающегося зеркала, являются сканеры Leica AHAB DragonEye.

В качестве альтернативы механической развёртке в настоящее время существует применяемая в некоторых системах LIDAR оптоволоконная подсистема для направления лазерного луча на целевую область. При таком способе достигается более стабильная геометрия сканирования, благодаря фиксированным связям между оптоволоконными каналами и другими оптическими каналами устройства. Лазерный луч направляется с помощью оптоволоконного пучка, а направление сканирования для каждого импульса зависит от того, из какого оптоволоконного канала он излучается. Подобная система пучков используется и в приёмной оптике (см. рис. 5).

Подсистема позиционирования и ориентации

Для практического использования информации, получаемой с помощью сканирующих лазерных дальномеров, одного только массива значений расстояния от устройства до объектов и величин относительных углов сканирования недостаточно. Достоверность данных об окружающем пространстве (получаемых в виде трёхмерного облака точек или двумерного изображения с данными о расстояниях) может быть достигнута только при условии, что для каждой точки измеряются абсолютные значения положения и ориентации несущей платформы системы LIDAR в пространстве в момент приёма отклика от импульса. Для таких измерений используется подсистема ориентации и позиционирования.

Эта подсистема включает в себя два основных компонента: приёмный модуль системы глобального позиционирования (ГЛОНАСС или GPS) и блок инерциальной навигации (IMU). Дан-



Рис. 6. Основные подсистемы беспилотного автомобиля Google

ные GPS-приёмника используются для записи местоположений несущей платформы в определённые моменты времени. Из множества существующих методов уточнения GPS-координат, в системах LIDAR, как правило, применяется дифференциальная постобработка сигнала со стационарной базовой станции или дифференциальные обновления в реальном времени. Для получения более точных наборов данных накладываются строгие ограничения на размещение базовой станции относительно платформы лазерного дальномера. Ориентация платформы измеряется при помощи блока инерциального измерительного устройства, в котором используются гироскопы и акселерометры. Данные GPS и IMU записываются во время движения платформы и объединяются (обычно во время шага постобработки данных).

Система управления (системный контроллер)

Для генерации облака точек все подсистемы, составляющие систему LIDAR, должны работать совместно. Качество полученных данных напрямую зависит не только от параметров каждой подсистемы, но и от взаимосогласованности их работы. Выставление параметров сенсоров и контроль работы подсистем осуществляет системный контроллер лазерного дальномера.

Хранилище данных

Конечные данные LIDAR представляют собой файлы со значениями координат GPS и IMU, с измеренными значениями расстояний и иногда с информацией от других подсистем. Поскольку системы LIDAR могут генерировать очень большие объёмы данных, в системе предусмотрен накопитель, на который данные сохраняются сразу после сбора.

Практический пример: Velodyne HDL-64E

В качестве примера рассмотрим устройство лазерного сканирующего дальномера высокого разрешения HDL-64E, производимого компанией Velodyne. Именно этот 64-лучевой LIDAR с трёхмерным сканированием установлен на беспилотные автомобили, разработанные компанией Google. Лазерный дальномер стал одним из ключевых компонентов, позволившим сделать автомобиль по-настоящему автономным.

Устройство Velodyne, установленное на крыше беспилотного автомобиля (см. рис. 6), генерирует подробную трёхмерную карту окружающего пространства. Бортовой компьютер объединяет данные измерений, полученных с LIDAR, с картами высокого разрешения, формируя различные модели данных, которые позволяют роботизированному автомобилю передвигаться самостоятельно, избегая столкновений с препятствиями и не нарушая правил дорожного движения [6].

Модель дальномера HDL-64E имеет 64 пары излучатель-детектор, которые обеспечивают наличие равноотстоящих секторных полей обзора по 26,5°.

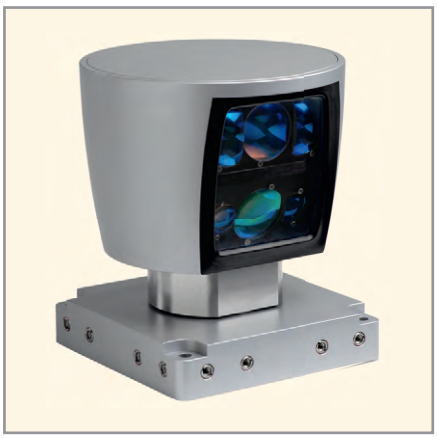


Рис. 7. Внешний вид лазерного дальномера HDL-64E

Для обеспечения 360-градусного обзора по азимуту весь оптический блок закреплён на вращающемся основании (см. рис. 7) и вращается с частотой 600 оборотов в минуту. При необходимости эта частота регулируется в диапазоне 300...900 об/мин путём передачи простой текстовой команды через последовательный интерфейс. Этот же последовательный порт может быть использован для обновления прошивки сканера.

Дальномер Velodyne обладает максимальным диапазоном измерения расстояния – до 120 м с погрешностью не более 2 см [7]. Независимо от частоты вращения оптического блока, устройство постоянно генерирует большой объём данных – 1 млн точек в секунду, что соответствует горизонтальному угловому разрешению 0,05°. Устройство статически и динамически сбалансировано, что сводит к минимуму воздействие вибрации и обеспечивает стабильное изображение сцены.

Каждый лазер дальномера HDL-64E излучает оптический импульс продолжительностью 5 нс (на уровне 50% амплитуды с максимальной пиковой мощностью 60 Вт). Высокое напряжение, необходимое для создания пикового тока в излучателе на уровне 30 А, генерируется схемой обратноходового преобразователя, что позволяет использовать для питания лазерной установки низкие напряжения. Выходной лазерный луч фокусируется линзами. При попадании на цель часть излучения отражается обратно в направлении источника. Этот отражённый свет проходит через отдельную систему линз и УФ-фильтр, необходимый для снижения фоновой оптической засветки (увеличения отношения сиг-

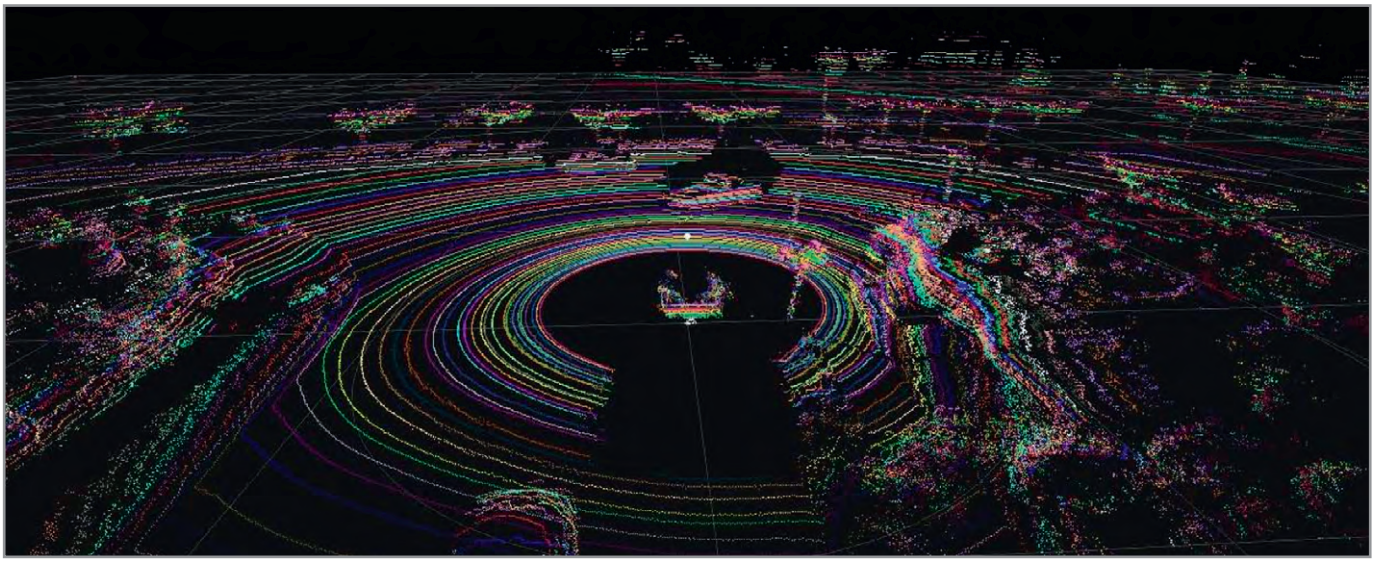


Рис. 8. Изображение, полученное с использованием HDL-64E (один из кадров)

нал/шум). Линзы приёмной системы фокусируют отражённое излучение на лавинный фотодиод, генерирующий электрический сигнал, пропорциональный интенсивности оптического. Лазер и лавинный фотодиод юстируются на заводе-изготовителе для обеспечения максимальной чувствительности при минимизации перекрёстных сигнальных помех, образуя, таким образом, наиболее эффективную пару излучатель-детектор.

В соответствии с силой отражённого сигнала, детектируемого лавинным фотодиодом и схемой усилителя, система изменяет амплитуду лазерного импульса, поддерживая минимальный необходимый уровень излучения. Эта автоматическая подстройка мощности лазера, во-первых, снижает нагрев оптического блока и повышает его надёжность, а во-вторых, не даёт детекторам войти в режим насыщения. В противном случае, при получении детектором слишком большого количества оптической энергии, наступал бы режим насыщения, для выхода из которого детектору требуется значительное время (если оно превышает период следования импульсов, это неизбежно приводит к искажению детектируемого сигнала). В-третьих, если уровень сигнала сопоставим с шумом, что усложняет его детектирование, система автоматически повышает уровень мощности лазерного излучения. Это может происходить, например, в случае приближения к порогу чувствительности (120 м) или при слабом отражении от чёрной матовой поверхности.

Выходной сигнал усиливается и передаётся на аналого-цифровой преобразователь с частотой дискретизации 3 ГГц. Затем оцифрованный сигнал с детектора передаётся в цифровой сигнальный процессор (DSP), использующий собственный алгоритм анализа данных и определения времени возврата сигнала. Использование коротких оптических импульсов в сочетании с высокочастотной обработкой сигнала обеспечивают большую разрешающую способность системы.

Пары излучатель-детектор поделены на две группы по 32 лазера. Одна группа расположена в верхней части модуля и направлена на верхнюю половину поля обзора, а вторая группа, находящаяся под первой, направлена на нижнюю половину поля обзора. Поскольку верхний оптический блок предназначен для измерения бóльших расстояний, угловое расстояние между оптическими импульсами у него больше, чем в нижнем блоке, который проводит измерения на более коротких дистанциях.

Устройство предоставляет данные пользователю через стандартный порт 100BaseT Ethernet. Информация непрерывно передаётся в виде кадров. Частота генерации кадров равна частоте вращения оптического блока (при 600 об/мин – 10 Гц). Объём данных, переданных за секунду, может содержать более миллиона точек. В пакетах данных содержится информация о расстоянии и интенсивности излучения для каждой пары излучатель-детектор, а также соответствующая угловая координата. Эти данные могут быть собраны с помощью стандартной утилиты сбора Ethernet-пакетов, например Wireshark [8], и визуализированы в компьютерной программе, такой как Velodyne Digital Sensor Recorder. Также полученные данные могут быть обработаны автономной навигационной системой для создания оценочной карты, которая затем может использоваться для выявления препятствий, поиска оптимального маршрута и, в конечном итоге, для вычислений, связанных с рулевым управлением, торможением и ускорением.

На рисунке 8 показан пример кадра данных с устройства HDL-64E, полученного при помощи приложения Velodyne Digital Sensor Recorder. Вблизи центра изображения различима белая точка, указывающая на положение сенсора. Для каждой пары излучатель-детектор сгенерированное облако точек представлено отдельным цветом. Пространственное представление данных формируется объединением двухмерных облаков точек. При вращении модуля набор точек от одной пары излучатель-детектор образует на ровной поверхности непрерывную окружность.

Приведённый пример относится к варианту установки дальномера на крыше кабины грузовика, поэтому на изображении ниже белой точки имеется тёмная область – кузов. Как видно на рисунке, впереди грузовика находятся два транспортных средства: другой грузовик, пытающийся повернуть налево, и легковой автомобиль, пересекающий перекрёсток. Кроме того, позади легкового автомобиля на изображении видны дорожное ограждение, земля и деревья. Слева и справа от сенсора видны волнистые области,

соответствующие дорожному ограждению и тротуару и выделяющие проезжую часть в поле зрения. Вдоль тротуара различим кустарник. Полученные данные также позволяют определить дорожную ситуацию позади сенсора – на изображении имеется транспортное средство, находящееся за грузовиком.

Важно, что в любом из облаков точек нет разрывов в круговых данных (вокруг грузовика). Этот факт показывает, что частоты следования лазерных импульсов для верхнего и нижнего блоков дальномера сконфигурированы правильно. Если бы частота следования импульсов была ниже, чем требуется, то каждая из окружностей состояла бы из пунктирных линий.

Пустые области на изображении возникают из-за находящихся на оптическом пути препятствий, не позволяющих получить данные о пространстве за ними (эффект затенения). Например, так возникает чёрная полоса позади кузова грузовика.

Следует отметить, что устройство LIDAR также может быть установлено под углом 90° к вертикальной оси для изменения области обзора. Такая схема установки может быть использована в геодезических и картографических приложениях.

Основные характеристики Velodyne HDL-64E

Параметры	Характеристики
Сенсор	• 64 лазера (4 сборки по 16 лазеров) • горизонтальный обзор 360° (азимут) • угловое разрешение 0,09° (азимут) • вертикальный обзор 26,8° (угол возвышения) • разрешение при измерении расстояния <5 см • частота обновления области обзора 5…15 Гц (выбирается пользователем) • диапазон измерения для дорожного полотна – до 50 м (доля отражения ~0,10) • диапазон измерения для автомобилей и листвы – до 120 м (доля отражения ~0,80) • скорость измерений >1 млн точек в секунду • задержка измерений <0,05 мс
Лазер	• Class 1M (безопасен для глаз) • длина волны 905 нм • длительность импульса 5 нс • адаптивная система управления мощностью для минимизации насыщения
Питание	• напряжение 12…16 В постоянного тока • максимальный потребляемый ток 4 А
Выход данных	• 100 Мбит Ethernet с UDP

Рассмотренный лазерный дальномер Velodyne HDL-64E относится к классу 1M, то есть считается безопасным для глаз. Сенсор помещён в водонепроницаемый корпус, сохраняет работоспособность при экстремальных температурах и оптимален для использования в автомобилях. Основные технические характеристики устройства приведены в таблице.

Литература

1. CSMWG Information Guidance Document. Light Detection and Ranging (LIDAR) Sensor Model Supporting Precise Geopositioning. NGA.SIG.0004_1.1, 2011-08-01.
2. www.leica-geosystems.com.
3. www.optech.com.
4. www.riegl.com.
5. www.lidar.pro/wiki/Воздушный_лазерный_сканер.
6. www.robotosha.ru/robotics/how-it-works-driverless-car-google.html.
7. www.velodynelidar.com.
8. www.wireshark.org.

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

+ Различные решения по подбору элементной базы
+ Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
+ Поддержка склада
+ Оказание технической и информационной поддержки

+7 (495) 232-2522
INFO@PROCHIP.RU
WWW.PROCHIP.RU



BULGIN Wolfspeed SHARP HUMMEL SEMILEDS CREE AUO MICROMETALS RAYSTAR OLED Display Provider
Greyhill HARTING Pushing Performance anadigm MPS Monolithic Power Systems RFHIC www.rfhic.com LUMINEQ XP Power АРБЕЛОС PHILIPS LUMILEDS

Реклама

Переход от традиционных ламп к светодиодным источникам для светоотверждения материалов

Перевод: Алекс Карабуто

Светодиоды продолжают успешно вытеснять традиционные источники света не только в домохозяйствах и общественных местах, но также в узкоспециализированных областях. Одной из таких областей является светоотверждение – затвердевание материалов под действием света определённого диапазона длин волн. Преимущества светодиодов в этой области позволяют выйти на новый уровень технологий, однако переход на новые источники света редко осуществим простой заменой лампы на светодиоды. Обычно он связан с рядом изменений в конструкции и технологиях, в том числе, для используемых материалов. О том, каковы трудности и слагаемые успеха на этом пути, рассказывает эта статья [1].

В англоязычной литературе для светоотверждаемых материалов обычно используется аббревиатура LCM (Light-Curable Materials). В русскоязычных же источниках общепринятого сокращения для них пока не сформировалось. Можно предположить, что наиболее адекватным сокращением послужит СОМ (светоотверждаемые материалы). На данный момент такие материалы часто упоминаются в связи с медициной, однако этим использование СОМ отнюдь не ограничивается. Композитные СОМ находят всё больше разнообразных технических применений, в том числе – при производстве электроники.

Как работает светодиодное отверждение

Для использования СОМ со светодиодными источниками для отверждения физико-химические процессы в этих материалах должны быть совместимы со светом от выбранного светодиодного источника и другими параметрами технологии. Поэтому для понимания преимуществ и ограничений применения светодиодных источников света для самоотверждения композитных материалов (см. рис. 1) необходимо выяснить, что же происходит во время затвердевания под действием света.

Когда светодиодный источник излучает энергию нужного спектрального диапазона, фотоинициатор полимеризации во фрагментах СОМ формирует свободные радикалы, что запускает процесс затвердевания (см. рис. 2). В процессе светоотверждения молекулы СОМ расщепляются на свободные радикалы, которые затем начинают формировать полимерные цепочки с мономерами, олигомерами и другими ингредиентами до тех пор, пока все компоненты не образуют твёрдый полимер. Под действием интенсивного света жидкий СОМ полимеризуется (затвердевает). Окончание процесса затвердевания иногда называют терминацией (Termination).

Этот процесс во многом подобен тому, который происходит при облучении СОМ лампами широкого спектра, но с одним важным отличием. Дело в том, что светодиоды излучают свет в более узком диапазоне длин волн, чем обычные лампы. Поэтому светоотверждаемые материалы необходимо создавать такими, чтобы они эффективно полимеризовались в том узком спектральном диапазоне, который излучает выбранный светодиодный источник. Это отличие может повлиять на отверждение многих популярных ныне СОМ, особенно если они изначально были оптимизированы для источников света с широким спектром.

Преимущества светодиодного отверждения

Несмотря на отмеченную проблему, у светодиодных источников для отверждения есть ряд преимуществ.

Во-первых, светодиодные системы обычно работают при более низких температурах, чем обычные лампы, что обусловлено их меньшим энергопотреблением и нагревом. И поскольку некоторые подложки для нанесения СОМ весьма чувствительны к высоким температурам, с обычными лампами требуется многократное их облучение с пониженной интенсивностью и перерывами для охлаждения, чтобы избежать повреждения материала от перегрева (см. рис. 3). Такой подход может потребоваться и для исключения термического расширения подложки или её фрагмента. При переходе на светоди-

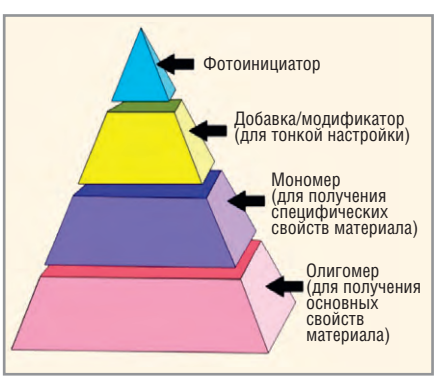


Рис. 1. Типичные компоненты светоотверждаемого материала

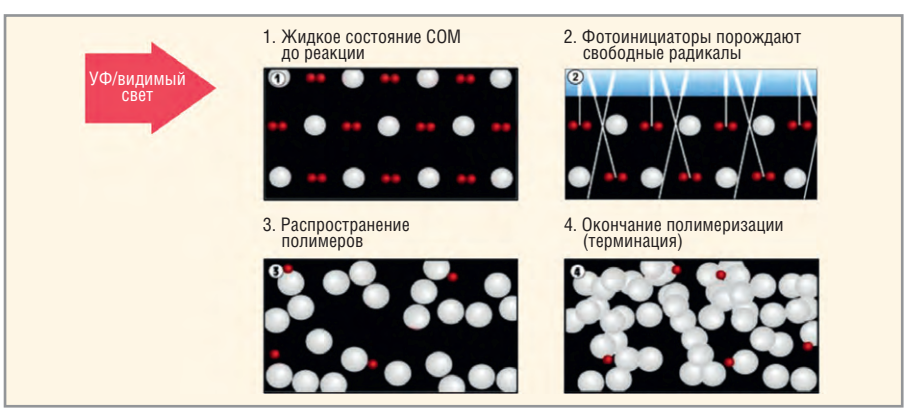


Рис. 2. Процесс светоотверждения

оды данных проблем можно избежать даже при однократном более длительном светоотверждении.

Во-вторых, светодиодные излучатели более долговечны. Хотя светодиоды тоже деградируют со временем, но по сравнению с типичными лампами, имеющими ресурс около 2000 часов (по падению интенсивности вдвое), долговечность правильно спроектированных светодиодных источников превышает 20 000 часов при падении интенсивности менее чем на 50%. Кроме того, поскольку для включения светодиодов на рабочую (полную) мощность нет необходимости их предварительно прогревать (что, как правило, приходится делать с лампами), то отпадает и необходимость оставлять их включёнными в коротких перерывах бездействия оборудования. Это также увеличивает срок использования светодиодных ламп в составе технологической установки. Впрочем, это не отменяет процедуры их периодической поверки люксометром, хотя для светодиодного источника их можно проводить существенно реже – тоже экономия.

В третьих, светодиоды способны обеспечить более однородный поток света на облучаемую область, а значит и более согласованные результаты светоотверждения.

Кроме того, светодиоды более энергоэффективны и являются частью «зелёных» технологий, предлагая безопасные условия эксплуатации. Таким образом, светодиоды способны дать существенную экономию средств.

Что нужно для перехода на светодиодное отверждение

При переходе на светодиодное отверждение обычно требуется не только простая замена источника света. Во-первых, как было отмечено, СОМ должен быть спектрально совместим с выбранной светодиодной системой. Передовые производители систем светоотверждения, как правило, учитывают это в своём оборудовании и материалах (см. рис. 4). Они помогут подобрать оптимальные компоненты под требования заказчика, включая проведение исследований с подложками и физико-химическими процессами, используемыми заказчиком. Приведённый на рисунке 4 прибор поддерживает до четырёх светодиодных головок с высокой интенсивностью излучения для точечного применения. Светодиодные головки и фокусирующие линзы могут использоваться в любых сочетаниях.

Почему при этом необходимо проводить исследования под конкретные задачи заказчика, если в свободном доступе уже существуют многочисленные спецификации? К сожалению, информация в спецификациях производителей часто не рассматривает все параметры, необходимые заказчику, а опирается на типовые сценарии использования. Это может касаться материалов и геометрии подложек, клеевых швов, поведения адгезивных свойств при облучении, а также оптимального спектра для светоотверждения. И, конечно, спецификации не в состоянии описать все их сочетания, которые могут возникнуть в процессе производства, особенно применительно к спектральным пикам конкретных светодиодных источников, которые могут отличаться даже от партии к партии.

Даже если спецификация производителя светодиодного источника для светоотверждения утверждает, что пик его излучения приходится на определённую частоту, спектр конкретного источника может потребовать верификации при помощи измерений, чтобы исключить влияние смещения спектра в малоэффективную для светоотверждения область, если вдруг попался не очень качественный светодиодный источник. Если СОМ оптимизирован так, чтобы затвердевать при определённой длине волны, а светодиодный источник излучает спектр с пиком на несколько иной длине волны, возможно недоотверждение материала, что негативно скажется на качестве продукции.

Выбор СОМ, совместимого со светодиодным источником

Поскольку требования к СОМ обычно формулируются, исходя из технических особенностей конкретного применения, материал выбирается до того, как встаёт вопрос об источнике света для отверждения. Поэтому источник обычно подбирается под конкретный СОМ и особенности его нанесения на заданную подложку. В результате может оказаться, что СОМ, хорошо работающий с лампой широкого спектра, потребуется заменить при переходе на светодиодный источник для отверждения.

Впрочем, некоторые СОМ действительно хорошо работают с обоими типами источников света. Поэтому, прежде чем перейти к выбору нового

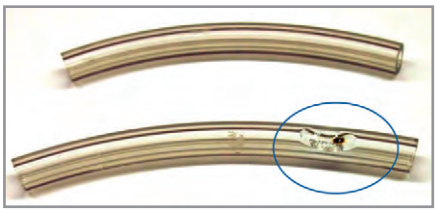


Рис. 3. Пример детали из СОМ, повреждённой перегревом во время светоотверждения (участок обведён овалом). Верхняя деталь получена при помощи светодиодного источника отверждения, нижняя – традиционного лампового

СОМ, стоит всесторонне проверить работоспособность текущего СОМ с новым источником света. И даже если вы убедитесь в совместимости СОМ со светодиодным источником, вам наверняка придётся сделать некие доводки процесса отверждения, иначе можно столкнуться с неожиданными последствиями в работе отвердевшей конструкции.

В том случае, если всё же требуется переход на новый СОМ, возникает ряд вопросов, так или иначе связанных с тем, выбирается СОМ для светодиодного источника или лампы с широким спектром. А именно: какова идеальная вязкость для вашего приложения, насколько жёстким должен быть материал после затвердения, как хорошо он должен быть связан с подложкой, позволяет ли материал подложки рассеиваться энергии отверждения, каково должно быть время затвердевания в данном техпроцессе.

Для термочувствительных подложек узкий температурный диапазон охлаждения светодиодного отверждения является очевидным преимуществом. Важно помнить, что даже с узким диапазоном света LED-источников, излучаемая ими энергия всё же абсорбируется подложкой и СОМ, что приводит к термическим процессам в них.

Вдобавок, все адгезивы, покрытия и прочие сопутствующие материалы являются, по крайней мере, чем-то экзотермическим, выделяющим дополнительное тепло во время отверждения. То есть, чем быстрее материал затвердевает, тем сильнее его термическая реакция. Это следует учитывать при определении оптимальной интенсивности и времени экспозиции.

Если светодиодная система выглядит привлекательной благодаря своим низким температурам (для небольших деталей, термочувствительных или энергопоглощающих материалов), то следует быть осторожным и не отда-



Рис. 4. Прибор для светодиодного отверждения компании Dymax, модель The BlueWave QX4

вать предпочтение слишком экзотермическим COM. По возможности лучше выбирать более термостабильные материалы.

При переходе на светодиодное светоотверждение особенно важно, чтобы выбранный COM хорошо работал в выбранном спектральном диапазоне источника света. Правильный выбор материала упростит последующий выбор светодиодной системы.

Изменения процесса для существующих COM

Если COM, выбранный для традиционных ламп, подходит и для светодиодного отверждения, некоторые техпроцессы всё равно потребуют определённой доработки. В зависимости от характера излучаемой каждым источником энергии возможны отличия в силе связи материала с подложкой, твёрдости затвердевшего COM и режимах экспозиции. Также ожидаемое термическое расширение материала и подложки может меняться с уширением спектра излучаемой источником энергии. Всё это может потребовать дополнительных исследований, которые помогут оптимизировать материалы и техпроцессы.

Выбор правильной дозирующей системы

Система дозировки также может потребовать изменений при смене материала на новый. Например, если выбранный COM обладает высокой вязкостью, плунжерный насос даст лучший результат, чем нагнетательный бак. Встаёт вопрос и о том, какой тип дозатора лучше использовать: точечный, заливочный, обмазывающий, шариковый или герметизирующий. Не стоит обходить вниманием и вопрос того, будет ли COM подаваться механизмом или оператором и какой тип контейнера будет при этом использоваться – шприц, картридж, баллон или бак.

Выбор светоотверждающего оборудования

Когда COM выбран, можно приступать к выбору светодиодной системы



для отверждения, исходя из требуемого спектра и интенсивности экспозиции.

Во-первых, частота излучаемого света должна соответствовать длине волны спектра поглощения фотоинициатора в СОМ. Необходимо отметить, что она не всегда равна типичному пику ртутных ламп в области 365 нм. Достаточно узкий колоколообразный спектр светодиодного излучения может иметь пик в видимом или ультрафиолетовом диапазоне, в зависимости от типа светодиода, и это будет влиять на способность СОМ к отверждению.

Во-вторых, различные виды монтажа светодиодов применительно к конструкции установки имеют свои преимущества и недостатки, в зависимости от конкретного приложения. Светодиоды на гибких выводах более компактны и универсальны. Обычно корпусированные светодиодные системы занимают больше места, но обладают большей эффективностью излучения и лучшим отводом тепла, что обеспечивает более высокую интенсивность отверждения, а их конструктивные особенности упрощают замену ими ртутных ламп в уже имеющихся установках.

В третьих, мощность светодиодных отверждающих систем должна быть проверена объективными средствами контроля, поскольку часто они продаются безотносительно применения в конкретных системах и нуждаются в калибровке.

Интенсивность нужно измерять как электромагнитное излучение во всём излучаемом спектре на поверхности отверждаемого объекта. Согласно светоотверждающей химии, это излучение является ультрафиолетовым или видимым светом и измеряется в милливаттах на квадратный сантиметр (мВт/см^2). Для измерения интенсивности используется специализированный люксометр или радиометр с восприимчивостью в видимом и ультрафиолетовом диапазонах спектра. Хотя такие приборы распространены достаточно широко, у разных производителей они могут заметно различаться, поэтому для сравнительных целей лучше использовать один и тот же прибор, причём предназначенный именно для измерения световых источников такого типа.

Чтобы не возникло недоразумений из-за различных переменных, вроде падения интенсивности с расстоянием и угловым отклонением, следует определять уровень мощности именно в точке отверждения, а не рядом с источником излучения. Требуемая «мощность» или «интенсивность» светоотверждающего источника часто приводится как уровень мощности, излучаемой источником. Однако обратная пропорциональность квадрату расстояния и угол отклонения влияют на то, какая энергия в итоге достигнет поверхности материала, что нужно учитывать при выборе источника. При этом данные по спектральному распределению следует учитывать вместе с измерениями интенсивности, чтобы получить правильную картину для выбранного СОМ.

Таким образом, успех при переходе с обычных ламповых источников для светоотверждения на светодиодные зависит от внимательного рассмотрения всех перечисленных выше факторов – от выбора СОМ до конструкции отверждающей установки. При правильном учёте всех факторов такой переход может привести к получению заметных преимуществ.

Литература

1. www.dymax.com



Оценка пропускной способности при использовании спектрально эффективных методов модуляции сигналов

Вячеслав Фёдоров, Владимир Филатов (Москва)

На сегодняшний день современные многоканальные системы связи и управления широко используются. Это спутниковые системы связи и управления, сотовые сети, сети беспроводного доступа, профессиональные сети связи (подвижные и стационарные), сети связи специального назначения. Все перечисленные системы имеют ограничение частотного ресурса. Следовательно, появляется необходимость увеличения их пропускной способности.

От цифровой системы связи требуется высокая скорость передачи сообщений, измеряемая в количестве передаваемых двоичных символов за единицу времени (битовая скорость), узкая частотная полоса, занимаемая сигналом, малая вероятность ошибки (символьной p_s, битовой p_b) при низкой, насколько это возможно, мощности сигнала. Эти требования должны быть реализованы в совокупности с возможностью простой аппаратной реализации. Перечисленные требования к системе противоречивы. Очевидно, что для повышения скорости передачи следует расширять частотную полосу канала, а для уменьшения вероятности ошибок – увеличивать мощность сигнала. Спектральная эффективность R_b / F максимальна в системах с амплитудно-фазовой модуляцией. Символ длительности T_s переносит $\log_2 M$ бит информации, где M – число символов алфавита. Битовая скорость $R_b = (\log_2 M) / T_s$. Минимальная ширина полосы пропускания канала (F), необходимая для передачи данных в основной полосе частот без межсимвольных искажений со скоростью $R_s = 1 / T_s$ символов в секунду, равна $1 / (2T_s)$ Гц (в два раза меньше частоты опросов детектора). Таким образом, ширина спектра полосовой амплитудно-фазовой манипуляции удваивается, а необходимая полоса пропускания канала становится равной $1 / T_s$. Частотная полоса системы с M-арной частотной манипуляцией $F = M / T_s$. Следовательно, спектральная эффективность систем с амплитудно-фазовой и частотной манипуляцией рассчитывается по формулам:

$$R_b / F = \log_2 M \text{ (QAM) и}$$
$$R_b / F = (\log_2 M) / M \text{ (FSK).} \quad (1)$$

С целью повышения спектральной эффективности в финитном спектре используются многоосновные виды модуляции. Согласно работе Б. Скляра [1], наиболее эффективными по данному показателю являются M-арная фазовая модуляция (M-PSK) и M-арная квадратурная амплитудно-фазовая модуляция (M-QAM). На рисунке 1 отмечены точки, представляющие значения показателей E_b / N_0 и R_b / F для M-арной амплитудно-фазовой манипуляции с когерентным детектированием (знак o, M = 2, 4, 16, 64) и частотной манипуляции с некогерентным детектированием (знак ×, M = 2, 4, 8, 16). При этом вероятность битовой ошибки без помехоустойчивого кодирования составляет не более 10^{-5}. Предполагается, что несущее колебание модулируется прямоугольными импульсами.

С увеличением параметра M помехоустойчивость системы с частотной манипуляцией возрастает, а системы с амплитудно-фазовой манипуляцией – уменьшается (см. рис. 1). В системе с амплитудно-фазовой манипуляцией с ростом M уменьшается расстояние между сигналами. Поэтому увеличивается вероятность ошибки, определяемой и как функция S / N, и как функция E_b / N_0. Вероятность ошибки в системах с двухбитным и однобитным символом (4ФМ и 2ФМ) одинакова, поскольку система 4ФМ – это две системы 2ФМ, работающие одновременно и независимо друг от друга на ортогональных составляющих. Спектральная эффективность системы 4ФМ в два раза выше, чем у системы 2ФМ. Спектральная эффективность систем с двухбитным и однобитным частотным модулированием сигнала (4ЧМ и 2ЧМ) одинакова: $(\log_2 2) / 2 = (\log_2 4) / 4$. Таким образом, заданные скорость передачи данных и помехоустойчивость можно обеспечить при ограниченной частотной полосе. Сделать это можно за счёт увеличения мощности сигнала с амплитудно-фазовой манипуляцией, а при ограниченной мощности – за счёт расширения частотной полосы сигнала с частотной манипуляцией.

Применяя амплитудно-фазовую манипуляцию с большими значениями параметра M, удаётся передавать данные с высокой скоростью по узкополосной проводной линии связи, поскольку на этой линии отношение сигнал/шум, как правило, велико.

Первый способ подразумевает применение временного, частотного или кодового уплотнения (см. рис. 2). Наилучшим способом применения кодового уплотнения является использование ортогональных сигналов. В таком случае применение M-арной частотной модуляции представляется крайне затруднительным. Наиболее целесообразным в таком случае представляется использование M-арной квадратурной амплитудно-фазовой модуляции (M-QAM) или гибридной M-арной квадратурной амплитудно-фазовой (инверсной модуляции) M-QAPM. При этом сохраняется ортогональность и увеличивается эффективность использования спектра:

$$P_{ош} = 1 - P_{пр\,А}(X / \varphi) \times$$
$$\times \left[\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^{M} P_{пр\,А}(\varphi i) + \frac{1}{2} (P_{пр\,М\,А}(X / \varphi) + 1) \right]. \quad (2)$$

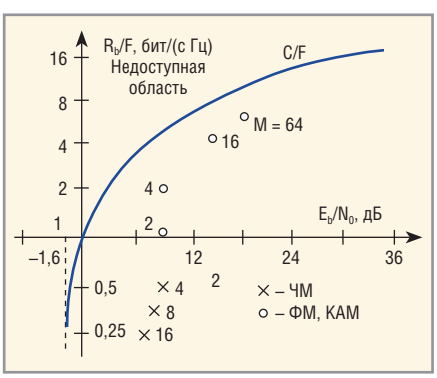


Рис. 1. Сравнение М-ЧМ, М-ФМ и М-КАМ

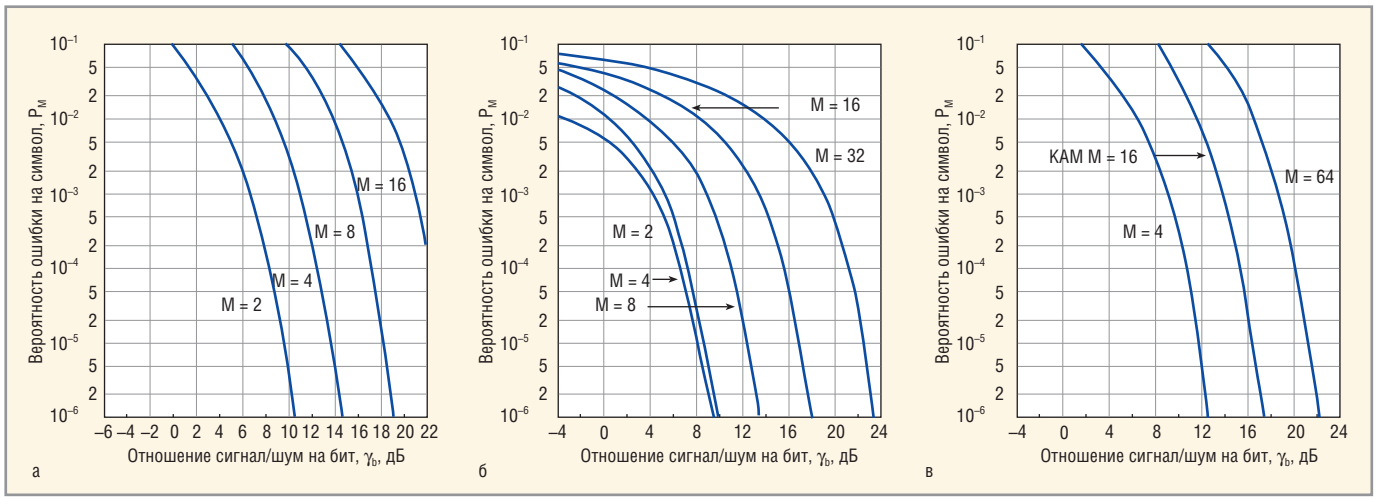


Рис. 2. Вероятность ошибки на символ при [2]: а – М-АМ; б – М-ФМ; в – М-КАМ

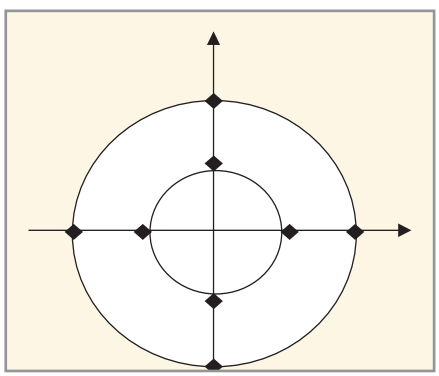


Рис. 3. Двухуровневая квадратурная амплитудно-инверсная модуляция (2-QAPM)

Сравнительная характеристика энергетических затрат на бит информации при различных видах модуляции (значения для M-PSK и M-QAM [2])

$P_{ош}$/бит	Бит/символ	M-PSK	M-QAM	M-QAPM
10^{-3}	8			17,1
	6		15	12,24
	4	15	11	7,64
10^{-4}	8			18,69
	6		17	13,84
	4	16	12,7	9,27
10^{-5}	8			19,98
	6		18	15,14
	4	18	14,3	10,49
10^{-6}	8			21,17
	6		21,8	15,97
	4	19	14,5	11,58

На рисунке 3 можно наблюдать, что спектральная и энергетическая эффективность рассмотренных систем далека до теоретического предела. Чтобы к нему приблизиться необходимо совершенствовать методы модуляции и кодирования.

Рассмотрим другой вид модуляции – квадратурную амплитудно-фазовую (инверсную) модуляцию. Данный вид модуляции позволяет передавать информацию по синфазной и квадратурной составляющим, что повышает спектральную эффективность полосы частот.

Как следует из таблицы 1, наиболее приемлемым из проанализированных видов модуляции является М-арный квадратурный амплитудно-фазовый демодулятор.

Выводы

Предложенный способ многоуровневой амплитудно-инверсной модуляции сигналов (КАИМ), по сравнению с КАМ, характеризуется существенно большей энергетической эффективностью при их одинаковой спектральной эффективности.

Литература

1. *Скляр Б.* Цифровая связь. М. Издательский дом Вильямс. 2003. С. 1104.
2. *Дж. Проксис.* Цифровая связь. Пер. с англ. М. Радио и связь. 2000. С. 800.
3. *Томаси У.* Электронные системы связи. М. Техносфера. 2007. С. 1360.

Новости мира News of the World Новости мира

Qualcomm грозит штраф за ущемление конкурентов

Европейские антимонопольные органы обвиняют Qualcomm в попытках помешать развитию конкуренции на рынке мобильных процессоров. Теперь компанию могут оштрафовать на миллиарды долларов.

Как пишет газета The Wall Street Journal со ссылкой на заявление Европейской Комиссии (ЕК), сделанное 8 декабря, Qualcomm платила одному из своих крупных клиентов (его имя не называется) за то, чтобы он не использовал в своих устройствах чипы других компаний. Кроме того, Qualcomm продавала микросхемы по ценам ниже себестоимости, чтобы вытеснить конкурирующую Icera с рынка.

В связи с выдвинутыми обвинениями Qualcomm получила от ЕК два так называемых уведомления о претензиях, на которые компании устно или письменно необходимо ответить в течение 3–4 месяцев. Если дискриминационная политика чипмейкера будет окончательно доказана, ему грозит штраф в размере 10% от годовой выручки по каждому обвинению. Также компании придётся изменить методы ведения бизнеса. По итогам 2015 финансового года, закрытого 27 сентября, Qualcomm выручила $25,3 млрд.

В Qualcomm утверждают, что компания всегда работала в Европе с соблюдением местных антимонопольных законов, а «конкуренция на рынке чипов беспроводной связи остаётся сильной и динамично развивающейся».

Напомним, в феврале Qualcomm была оштрафована на $1 млрд в Китае за подобное злоупотребление своим статусом одного из лидера отрасли.

Reuters

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: графический генератор кода STM32CubeMX

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

В статье приведено описание программного инструмента STM32CubeMX визуальной графической подготовки и генерации программного кода на языке Си для 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 от компании STMicroelectronics.

Введение

В настоящее время семейство микроконтроллеров STM32 включает в себя достаточно большой набор вариантов ядер: Cortex-M0, Cortex-M0+, Cortex-M3, Cortex-M4. При таком разнообразии микроконтроллеров встаёт вопрос о наличии инструмента для настройки частот тактирования, инициализации периферии микроконтроллеров и генерации кода для них.

Описание генератора кода

С целью облегчения труда программистов и ускорения разработки программ для микроконтроллеров семейства STM32 компания STMicroelectronics [1] создала специальное программное обеспечение под названием STM32CubeMX. Основная идея программного обеспечения STM32CubeMX как раз и заключается в предоставлении универсального инструмента для настройки и создания кода инициализации для микроконтроллеров STM32. Данный продукт позволяет осуществить:

- назначение выводов с автоматическим разрешением конфликтов;
- построение дерева тактирования с динамической проверкой конфигурации;
- инициализацию периферии с проверкой параметров на корректность;
- инициализацию питания с оценкой результирующего потребления.

Программный инструмент STM32 CubeMX постоянно модернизируется. Его возможности расширяются путём обеспечения поддержки всё большего количества моделей микроконтроллеров. Данный программный инструмент и обновления для него всегда можно загрузить с официального сайта STMicroelectronics [1].

STM32CubeMX является частью программной платформы STM32Cube™, которая разработана для облегчения труда разработчика и сокращения времени написания программ для микроконтроллеров семейства STM32. Платформа STM32Cube™ включает в себя десятки примеров базовых программ, поддерживает библиотеки USB, Ethernet, FreeRTOS, FatFS и функцию расчёта энергопотребления микроконтроллеров с батарейным питанием.

С помощью данной платформы пользователь может генерировать проекты для сред разработки IAR Embedded Workbench, Keil uVision и Atollic TrueStudio. Также планируется поддержка GCC и других компиляторов.

Рассмотрим на конкретном примере, как можно применять данный инструмент на практике. На момент написания статьи генератор кода STM32CubeMX имел версию 4.4.0, для которой и приведено описание.

Первым делом необходимо скачать установочный файл генератора кода STM32CubeMX с официального сайта [1] и установить его на персональном компьютере с операционной системой Windows XP (или более новой) путём простого запуска установочного файла.

После установки программы и её запуска на экране монитора откроется окно начала работы.

Версию установленной программы можно посмотреть в меню «Help» с помощью программной кнопки «About» или одновременным нажатием кнопок «Alt» и «A».

С помощью меню «Help» можно также получить справку о программе, нажав клавишу «F1», проверить обновления программы, установить новые библиотеки и настроить процедуру обновления.

Рассмотрим процедуру генерации нового проекта. Для этого необходимо в меню «File» выбрать «New project...». Через несколько секунд после этого откроется окно (см. рис. 1). Здесь необходимо выбрать серию, тип микроконтроллера и его корпус (в закладке «MPU Selector») с помощью элементов выбора «Series», «Lines» и «Package» группы «MCU Filters». При необходимости здесь же можно задать минимальное количество выводов «IO» и размер памяти «Flash», «Ram» и «Eeprom» микроконтроллера.

С помощью закладки «Board Selector», представленной на рисунке 2, можно выбрать используемую в будущем проекте отладочную плату. Например, «Discovery», «Nucleo» или «EvalBoard».

После выбора типа микроконтроллера и нажатия кнопки «Ok», программа STM32CubeMX откроет новое окно,

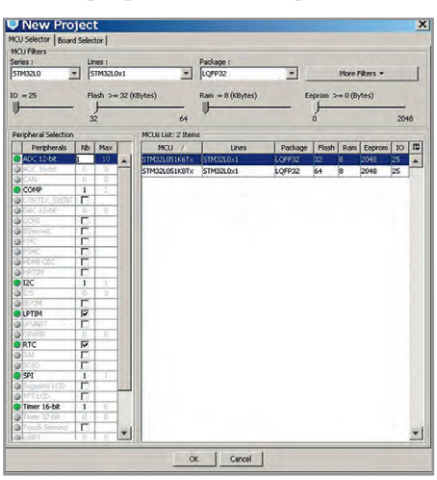


Рис. 1. Окно «New project»

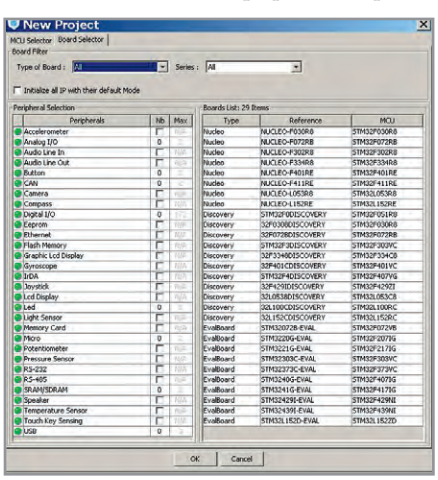


Рис. 2. Закладка «Board Selector»

в котором будут приведены все периферийные устройства микроконтроллера и аппаратные блоки в свёрнутом виде. Разворачивая списочный состав этих устройств, нужно отметить галочкой те устройства, которые необходимы в будущем проекте, как это показано на рисунке 3. Здесь же можно настроить некоторые свойства периферии и порты ввода–вывода. При этом задействованные выводы периферийных устройств на изображении микроконтроллера в центре окна будут автоматически изменять свой цвет на зелёный. Первоначально незадействованные выводы являются неактивными и имеют серый цвет. Выводы питания по умолчанию окрашены в жёлтый цвет.

Нажатие закладки «Clock Configuration» откроет окно с архитектурой для настройки частот внутренней синхронизации микроконтроллера (см. рис. 4). В этом окне можно выбирать источники синхронизации и задавать различные коэффициенты деления частот.

В очередной закладке «Configuration», изображённой на рисунке 5, можно настроить выбранные ранее и отображённые в графической форме функциональные блоки ADC, DMA, GPIO, NVIC, RCC и другие. Здесь же можно настроить функционирование периферии. Например, запустить АЦП по переполнению таймера или задать прерывания и связи контроллера прямого доступа к памяти. После выбора на этой закладке контроллера DMA1 или DMA2 программа STM32CubeMX, с учётом выбранной ранее периферии, предложит назначить источник запроса на копирование. Тут же можно указать и другие параметры копирования: циклическое или нормальное, направление копирования, требование инкремента адреса источника и приёмника и так далее.

В этой же закладке простым щелчком мыши можно настроить прерывания, открыв соответствующее окно, показанное на рисунке 6.

Список прерываний также согласован с выбранной ранее периферией. В этом окне можно задать уровень вложенности прерываний и, в соответствии с этим, присвоить разрешённому прерыванию группу и подгруппу. Подобным образом настраиваются блоки ADC, UART и другие.

Следующая закладка «Power Consumption Calculator» открывает окно, представленное на рисунке 7. Здесь можно проконтролировать режимы питания микроконтроллера и вычислить его энергопотребление.

Теперь, после всех проделанных манипуляций, можно сгенерировать программный код проекта, нажав на соответствующий элемент «Generate Code» в меню «Project». При этом откроется окно, показанное на рисунке 8, в котором необходимо заполнить название проекта, путь к нему и среду разработки проекта. В каче-

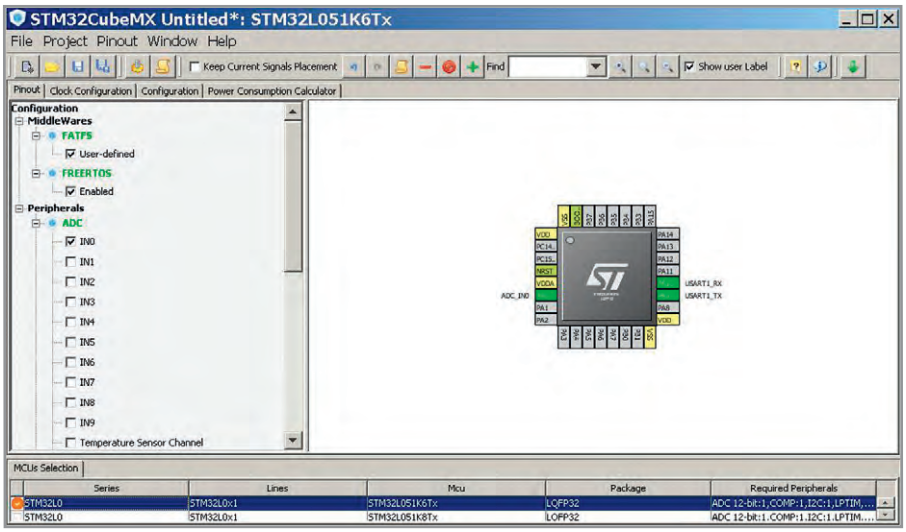


Рис. 3. Периферийные устройства микроконтроллера и аппаратные блоки в развёрнутом виде

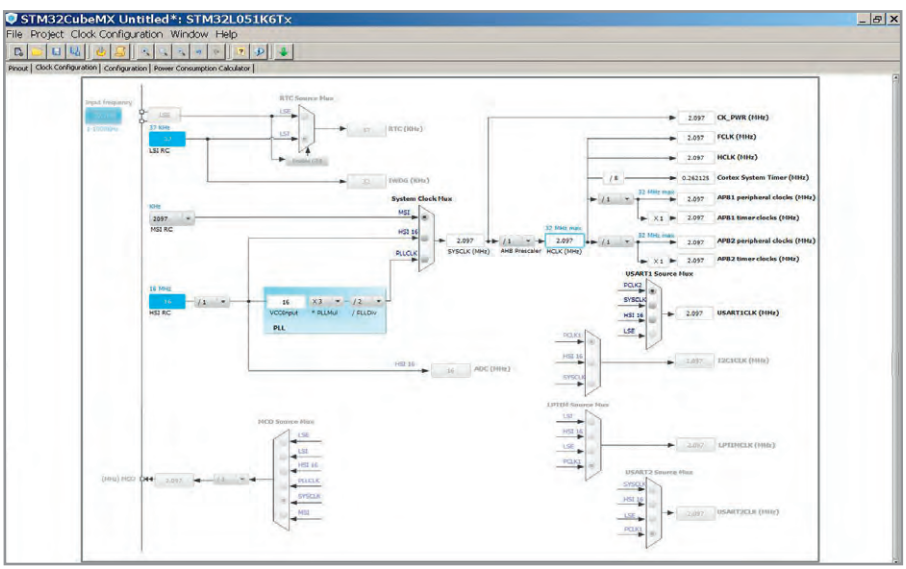


Рис. 4. Закладка «Clock Configuration»

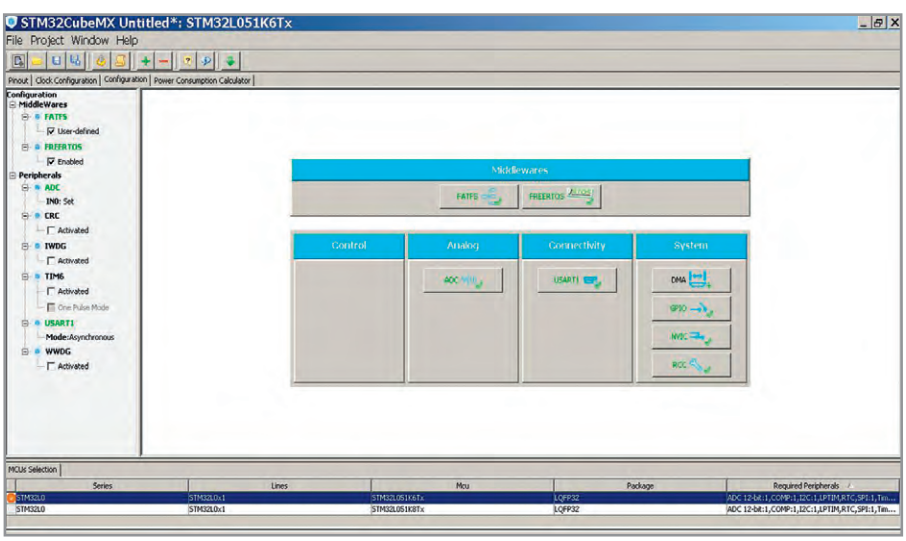


Рис. 5. Закладка «Configuration»

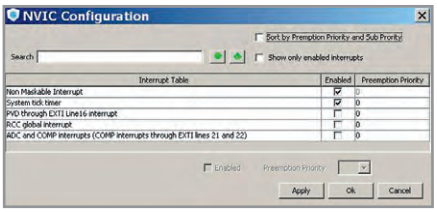


Рис. 6. Окно настройки прерываний

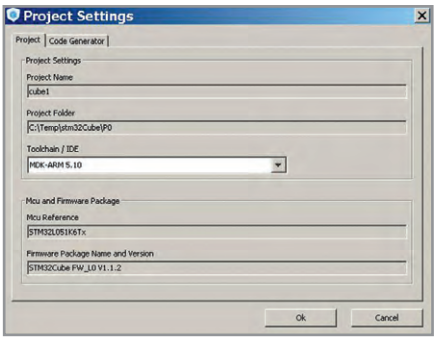


Рис. 8. Окно заполнения данных о проекте

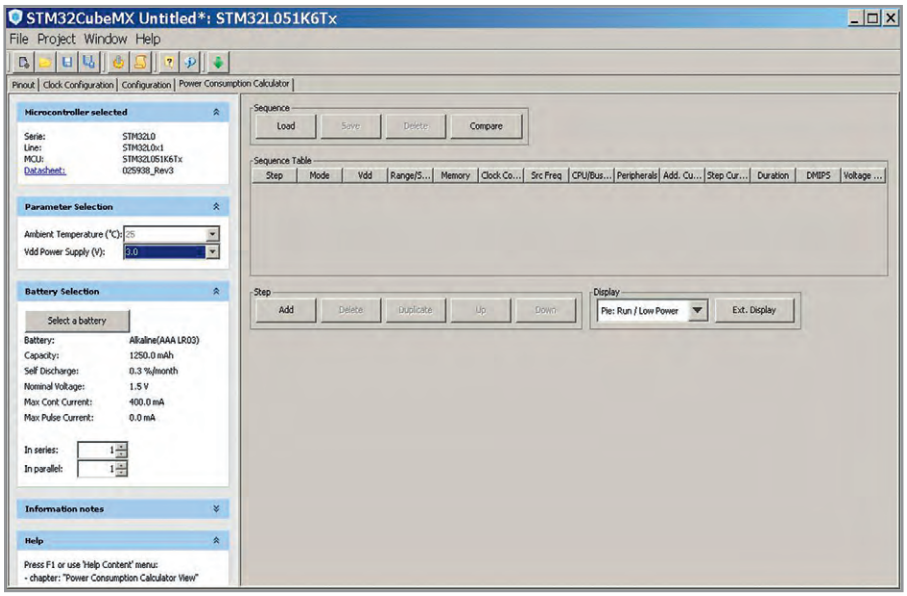


Рис. 7. Закладка «Power Consumption Calculator»

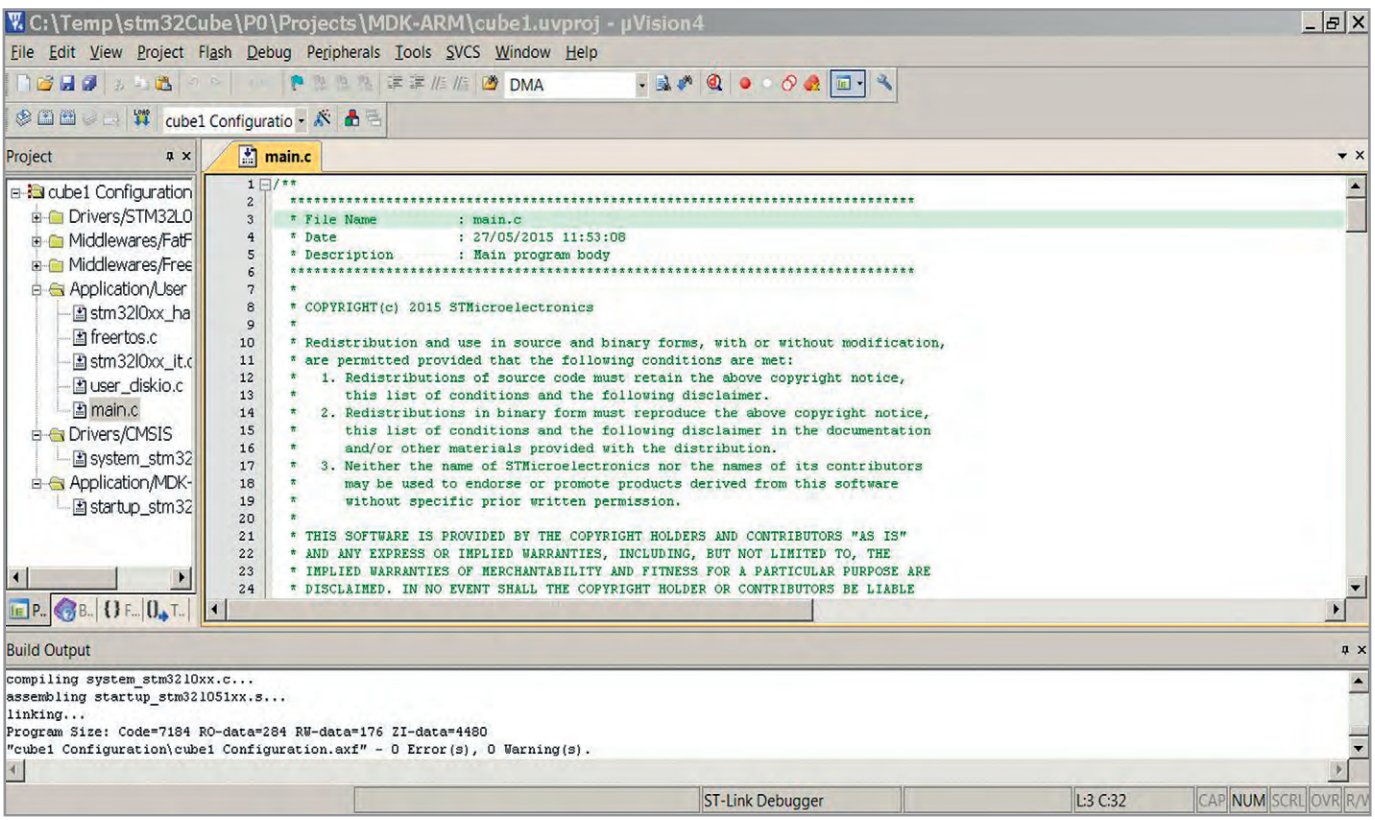


Рис. 9. Среда разработки «Keil MDK-ARM»

стве среды разработки проекта можно выбрать «EWARM», «Keil MDK-ARM» или «TrueSTUDIO». Кроме того, в закладке «Code Generator» можно настроить опции генератора кода.

Наконец, после нажатия кнопки «Ok», STM32CubeMX приступит к генерации кода программы. При этом из Интернета в автоматическом режиме могут быть загружены недостающие модули и библиотеки.

Нажатие в последнем окне кнопки «Ok» приведёт к открытию среды разработки с программным кодом проекта. В нашем примере это среда разработки «Keil MDK-ARM», изображённая на рисунке 9.

Полученный программный код содержит все необходимые файлы и функции для рабочего проекта. Главный модуль программы находится в файле «main.c». Дополняя этот файл необходимыми для решения конкретной задачи командами, можно успешно завершить создание программы и сгенерировать в среде разработки «Keil MDK-ARM» программный код для загрузки в микроконтроллер.

Заключение

Таким образом, ПО STM32CubeMX позволяет программисту быстро создать заготовку для нового проекта на основе любого микроконтроллера семейства STM32 самым простым путём – с помощью мышки и оконных форм настройки, а не копировать куски программ из папки стандартной библиотеки с последующей доработкой их под свои задачи.

Литература

1. www.st.com.

GIGAVAC™
Today's Expert in High Voltage Relays

Лидер в области разработки и производства высоковольтных реле и контакторов



Реклама



Вакуумные реле



Газонаполненные реле



Герконовые реле



Контакторы

АПП АРАТУРА СИСТЕМ СВЯЗИ

ЗАО "Аппаратура Систем Связи"

Тел. /факс: (495) 925-50-12 • info@escltd.ru • www.escltd.ru

Новости мира News of the World Новости мира

10 крупнейших европейских производителей разъёмов

Аналитическая компания Bishop & Associates в своём отчёте представила 10 крупнейших европейских производителей разъёмов (см. табл. 1).

Объём продаж разъёмов на европейском рынке в 2014 году достиг $11,8 млрд, что составляет 21,3% мирового спроса на данную продукцию. Европа является вторым по величине регионом для продажи разъёмов (см. табл. 2).

Компания TE Connectivity выручила $3,3 млрд в продажах в Европе, что позволило ей занять на европейском рынке разъёмов долю в 27,8%. Большая часть европейских продаж компании TE приходится на сектор автомобильного рынка.

Объём продаж компании Delphi Connection Systems в Европе составляет $980 млн, что делает её второй по величине компанией на данном европейском рынке с долей 8,3%. Компания Amphenol занимает третью позицию с долей рынка 8,1%.

В таблице 3 приведены 10 крупнейших европейских производителей разъёмов согласно объёмам продаж на европейском рынке в 2014 году. На эти 10 компаний приходится 47,6% от европейского рынка продаж разъёмов.

Было определено около 150 компаний-производителей разъёмов, для которых Европа является местом происхождения.

www.ostec-group.ru

Первый в отрасли ручной комбинированный анализатор с диапазоном частот до 50 ГГц

Компания Keysight Technologies пополнила своё семейство ручных анализаторов FieldFox шестью моделями миллиметрового диапазона.

Флагманская модель является первым в отрасли ручным комбинированным анализатором с диапазоном частот до 50 ГГц. Обладая бóльшим числом встроенных функций по сравнению с другими аналогичными анализаторами, FieldFox способен заменить три или четыре простых прибора (настольных или ручных), которые обычно используются для технического обслуживания и диагностики систем, работающих на частотах Ka-диапазона или выше.

«Новые модели FieldFox массой всего 3,2 кг выполняют измерения лабораторного класса, предоставляя специалистам по эксплуатации полные характеристики самых сложных современных РЛС и систем спутниковой связи, – отметил Дэн Данн (Dan Dunn), генеральный директор отдела ручных ВЧ- и СВЧ-приборов компании Keysight. – Кроме того, комбинированный анализатор FieldFox обладает непревзойдённой функциональностью и стоит почти в два раза меньше любого настольного прибора с эквивалентными параметрами».



Три модели комбинированных анализаторов охватывают диапазоны 32, 44 или 50 ГГц и позволяют выполнять анализ спектра, векторный анализ цепей и тестирование антенно-фидерных систем с помощью портативного и прочного прибора. Три модели анализаторов спектра охватывают те же частотные диапазоны.

Во всех шести новых моделях измерения спектра выполняются до восьми раз быстрее по сравнению с другими подобными анализаторами. Кроме того, анализаторы FieldFox миллиметрового диапазона на 1,4 кг легче подобных приборов других производителей.

Семейство FieldFox оптимизировано для проведения измерений в полевых условиях. Полностью герметичный корпус (без вентиляторов и вентиляционных отверстий) отвечает требованиям стандартов US MIL-PRF-28800F класс 2, прошёл типовые испытания на соответствие требованиям стандарта MIL-STD-810G к работе во взрывоопасных средах (метод 511.5, процедура 1). Кроме того, анализаторы FieldFox прошли типовые испытания на соответствие требованиям стандарта IEC/EN 60529 IP53 по водо- и пылезащищённости.

Таблица 1. 10 крупнейших компаний на европейском рынке в 2014 г.

Место в Европе	Место в мире в 2014 г.	Производитель	Объём продаж в Европе в 2014 г.	Процентная доля рынка, %
1	1	TE Connectivity	3 286,5	27,8
2	4	Delphi Connection Systems	979,8	8,3
3	2	Amphenol	957,5	8,1
4	3	Molex Incorporated	499,6	4,2
5	13	HARTING	489,5	4,1
6	12	Rosenberger	377,0	3,2
7	6	Yazaki	277,0	2,3
8	24	Souriau	230,3	2,0
9	18	Phoenix Contact	206,1	1,7
10	35	Weidmüller Interface GmbH & Co KG	180,4	1,5
Всего			7 483,7	47,6
Все остальные			4 319,1	52,4
Всего по Европе			11 802,8	100,0

Таблица 2. Продажи разъёмов в 2014 году по регионам

Регион	Всего продаж в 2014 г., $	Доля рынка, %
Северная Америка	11 598,1	20,9
Европа	11 802,8	21,3
Япония	5 604,0	10,1
Китай	14 950,0	27,0
Азиатско-Тихоокеанский регион	8 584,1	15,5
Остальные страны мира	2 863,0	5,2
Всего в мире	55 402,0	100,0

Таблица 3. 10 крупнейших европейских компаний

Место в Европе в 2014 г.	Место в мире в 2014 г.	Производитель	Всего продаж в 2014 г., $	Процентная доля рынка, %
1	12	Rosenberger	900,0	3,2
2	13	HARTING	725,6	2,6
3	18	Phoenix Contact	469,6	1,7
4	24	Souriau	390,5	1,4
5	25	Radiall	364,7	1,3
6	27	HUBER+SUHNER	336,3	1,2
7	31	Kostal Kontakt Systeme GmbH	280,0	1,0
8	32	LEMOS.A	277,7	1,0
9	36	Weidmüller Interface GmbH & Co KG	258,9	0,9
10	40	WAGO	219,2	0,8
		Всего	4 222,5	7,6
		Все остальные	51 179,5	92,4
		Всего в мире	55 402,0	100,0

Новости мира News of the World Новости мира

Анализаторы имеют широкий набор программно-добавляемых функций, позволяя инженерам выбирать те функции, которые нужны сейчас, и приобретать другие функции позже по мере необходимости. В качестве примеров таких дополнительных возможностей можно привести векторный вольтметр, измерения характеристик кабелей с применением рефлектометрии, встроенный измеритель мощности, импульсные измерения, анализатор спектра со стробированием по времени, анализатор помех (с функцией спектрограммы) и приёмник GPS.

Дополнительную информацию можно найти на странице ***www.keysight.com/find/first50***

«Фаствел» и «Эремекс» на Третьем Московском международном инженерном форуме

20 ноября 2015 г. в Москве в отеле «Ритц-Карлтон» состоялся Третий Московский международный инженерный форум «Опережающее развитие инжиниринга как условие разработки и быстрого запуска производства конкурентоспособной высокотехнологичной продукции».



Компании «Эремекс» и «Фаствел» представили в рамках мероприятия свои инновационные технологии и решения.

Организаторами Форума выступили Московская Конфедерация промышленников и предпринимателей, Министерство промышленности и торговли РФ, Департамент науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы, Российское технологическое агентство, Российский союз промышленников и предпринимателей, Российская инженерная академия.

В рамках ММИФ–2015 состоялся плодотворный диалог между представителями правительства, законодательной власти и крупнейших государственных корпораций, занятых в сфере высоких технологий.

Самое активное участие в работе Форума приняли министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров и депутат Государственной Думы РФ, председатель Московской конфедерации промышленников и предпринимателей Елена Панина. Всего же мероприятие объединило более 600 представителей федеральных и региональных органов власти, профессиональных и предпринимательских объединений, вузов, инжиниринговых центров, научно-технических и производственных предприятий.

Формат ММИФ включал в себя как масштабную конференцию с широким кругом тем, так и экспозицию, на которой участники Форума демонстрировали свою продукцию, решения и технологии.

Выступление на конференции министра промышленности и торговли Дениса Мантурова можно назвать программным, поскольку в нём были обозначены магистральные направления развития отечественных технологий на ближайшую перспективу и на будущее в целом. Объединяет эти направления стремление к достижению технологической независимости по всем отраслям промышленности и экономики и постепенный, но уверенный переход от импортной компонентной базы и программного обеспечения к отечественным аналогам.

Кроме того, на конференции выступили президент Российской инженерной академии Борис Гусев, генеральный директор Московской высшей школы инжиниринга Рац Вальтер, ректор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ) Борис Левин и другие авторитетные докладчики.

В экспозиционной части форума российская компания «Фаствел», разработчик электроники для ответственных применений, принимала участие в партнёрстве с Научно-исследовательским институтом вычислительных комплексов им. М.А. Карцева (НИИВК).

Также свои разработки представила отечественная компания «Эремекс» – авторитетный разработчик инженерного программного обеспечения для проектирования электроники.

Стенды компаний «Фаствел» и «Эремекс» посетил Денис Мантуров. Сергей Сорокин, генеральный директор группы компаний ПРОСОФТ, представил министру продукцию и рассказал о возможностях и преимуществах представленных образцов. Министр проявил заинтересованность и дал распоряжение о предоставлении максимально полной информации о программных решениях и оборудовании «Фаствел» и «Эремекс».

Специалисты компании «Фаствел» в рамках форума представили контроллеры Fastwel I/O – модульный программируемый контроллер для решения задач АСУ ТП, разработанный специально для экстремальных условий эксплуатации. Эти контроллеры успешно функционируют в составе высоконадёжных систем сбора данных и управления технологическими процессами в нефтегазовой отрасли, на транспорте, в химической, атомной, горно-обогатительной и судостроительной промышленности. Устройства работают при температуре от –40…+85°C, относительной влажности воздуха до 95% и обладают высокой стойкостью к ударам и вибрации.

Наибольшим интересом пользовался защищённый планшет ОНИКС08. Посетители активно расспрашивали о его возможностях и функциональных особенностях. Планшет предназначен для носимого и бортового применения в жёстких условиях, требующих от изделия высокой стойкости к ударам, вибрации, осадкам и пониженной температуре окружающей среды до –30°C.

Партнёр компании «Фаствел» – НИИВК – представил вниманию аудитории форума солнечный контроллер МФН-12(24)-12; регистратор параметров средств пассажирского транспорта; регистратор параметров состояния поездов метрополитена и другие высокотехнологичные решения.

Компания «Эремекс» с успехом продемонстрировала систему сквозного проектирования электроники Delta Design. САПР Delta Design содержит все основные инструменты для организации сквозного процесса проектирования электронных устройств на базе печатных плат и включает в себя ряд важных функциональных компонентов, таких как менеджер библиотек, схемотехнический редактор, системы цифрового и аналогового моделирования Simtera и SimOne и уникальный высокопроизводительный автотрассировщик печатных плат TopoR, пользующийся большой популярностью у разработчиков в России.

Помимо этого, специалисты компании познакомили гостей стенда с гибкой операционной системой реального времени FX-RTOS, созданной для управления многопоточными встраиваемыми приложениями с ограниченными ресурсами. FX-RTOS предоставляет пользователю все инструменты, необходимые для реализации таких приложений.

www.fastwel.ru

Термоэлектрические генераторы промышленного применения
Часть 1

Пётр Шостаковский (Санкт-Петербург)

Термоэлектричество – это уникальное физическое явление, позволяющее преобразовывать тепловой поток в электрическую энергию. В статье описаны конструкции и параметры генераторных модулей и термоэлектрических генераторов. В первой части представлены базовые термоэлектрические эффекты, а также термоэлектрические генераторные модули (ТГМ) – выбор, особенности установки и результаты испытаний.

Важность физического явления, называемого термоэлектричеством, необоснованно занижена в силу ускоренного развития альтернативных способов получения электрической энергии. Однако в последние годы термоэлектрические генераторы всё чаще применяются в качестве основных или дублирующих источников электроэнергии. Отсутствие движущихся частей обеспечивает уникально высокий уровень надёжности (до 25 лет эксплуатации) при минимальном обслуживании.

Несмотря на очевидные преимущества, термоэлектричество обеспечивает преобразование тепловой энергии в электрическую с КПД не выше 8%. Это не представляет собой ограничение, если основным назначением тепловой энергии является обогрев (суммарный КПД в этом случае равен 100%), или используется тепловая энергия, отводимая от различных механических и электрических устройств (например, двигателей). В этом случае КПД генератора добавляется к КПД устройства.

Важнейшим преимуществом термоэлектрических генераторов является то, что они вырабатывают постоянный ток с напряжением от единиц вольт и мощностью от милливатт до сотен ватт, который требуется подавляющему большинству современных электронных устройств. Такому диапазону идеально соответствуют автономные источники питания на основе термоэлектрического эффекта. Сегодня термоэлектрическая генерация занимает нишу уникальных приложений, для которых применение стандартных источников электрической энергии затруднительно или невозможно.

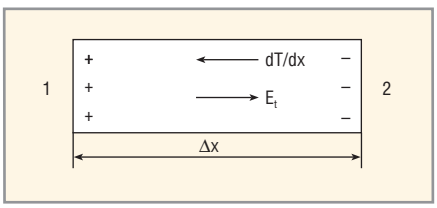


Рис. 1. Распределение зарядов в отрезке проводника при наличии градиента температуры

Базовые термоэлектрические эффекты

Термоэлектричество возникает в металлах и полупроводниках при наличии градиента температур. В настоящее время известны три термоэлектрических эффекта: Томсона, Зеебека и Пельтье.

Упрощённое описание эффекта Томсона

В металлах выход электрона проводимости из атомной решётки требует совершения работы по преодолению силы притяжения, действующей на электрон со стороны ядер атомов. Для различных металлов эта работа отличается и может иметь положительное и отрицательное значение. Для данного проводника работа выхода электрона зависит от его температуры. Разная температура в различных частях проводника приводит к разной концентрации электронов и, как следствие, к объёмной разности потенциалов. Этот эффект носит имя его открывателя – Уильяма Томсона (лорда Кельвина).

Если на участке проводника между точками 1 и 2 (см. рис. 1) создать разность температур T1 = T2 + ΔT и поддерживать градиент температуры постоянным, то через проводник будет идти постоянный поток тепла. В металлах перенос тепла осуществляется в основном движением электронов проводимости. Возникает диффузионный поток электронов, направленный против градиента температуры (от 1 к 2). В результате концентрация электронов на горячем конце уменьшится, а на холодном увеличится. Внутри проводника возникнет электрическое поле E_t, приводящее к перераспределению концентрации электронов и появлению разности потенциалов. Для металлов на отрезке образца металла 1–2 термоЭДС Томпсона E_t направлена навстречу градиенту температуры dT/dx.

Термоэлектрический эффект Томсона имеет объёмный характер и относительно слабое физическое проявление. Это определяет отсутствие его технических применений. Данный эффект учитывается только в относительно точных расчётах термоэлектрических устройств. В рамках данной статьи описание эффекта Томпсона позволяет упростить объяснение другого термоэлектрического эффекта – эффекта Зеебека.

Эффект Зеебека

Прежде чем приступить к рассмотрению данного эффекта, необходимо вспомнить о физическом явлении контактной разности потенциалов, открытом Алессандро Вольтой. Оно проявляется при контакте двух разнородных металлов, имеющих различную работу выхода электронов, и заключается в диффузионном обмене электронами от металла с большей их концентрацией к металлу с меньшей концентрацией электронов. Данный эффект проявляется кратковременно и только в области контакта двух разнородных металлов в момент их соединения.

В 1821 г. Томас Зеебек заметил: если соединить два разнородных проводника и поддерживать разную температуру места их соединения (спая) и внешних концов проводников, то за счёт разной концентрации носителей заряда возникает разность потенциалов, называемая термоЭДС. Конструкция, состоящая из спая разнородных металлов, называется термопарой (см. рис. 2).

Разность температур на нагреваемом спае T_h и охлаждаемых концах проводников T_c обеспечивает тепловой поток Q, разность величин которого на входе (Q_h) и выходе (Q_c) для приведённой конструкции, в соответствии с законом сохранения энергии, даст значение электрической мощности P в нагрузке R_L.

В металлах концентрации свободных электронов очень велики и не зависят от температуры. Энергия и скорости электронов также слабо зависят от температуры. Поэтому коэффициент термоЭДС α металлов (также именуемый коэффициентом Зеебека) очень мал (порядка нескольких мкВ/К) и не зависит от температуры в широком её диапазоне:

$$E_s = \alpha (T_h - T_c),$$

где E_s – термоЭДС, α – коэффициент термоЭДС, T_h и T_c – температура горячего и холодного спаев термопары, соответственно.

Принято измерять термоЭДС по отношению к «нулевому» металлу, в качестве которого был выбран свинец. В таблице 1 приведены значения коэффициента α некоторых металлов (по отношению к свинцу) для интервала температур 0...100°C (положительный коэффициент α приписан тем металлам, к которым течёт ток через нагретый спай). Приведённые данные не следует считать абсолютно достоверными, так как величина термоЭДС зависит от чистоты металла и внешних механических и химических воздействий.

Совсем иная картина получается в случае соединения двух разнородных полупроводников. На рисунке 2 изображена термопара, состоящая из полупроводниковых ветвей с электронной (n-тип) и ионной (p-тип) проводимостями. Для указанной конструкции термопары значение α может превышать 1000 мкВ/К [1, 2].

В отличие от термоэлектрического эффекта Томсона, существующего в объёме проводника, эффект Зеебека является в большей степени поверхностным, так как проявляется в местах контакта двух разнородных металлов или полупроводников. Конструктивное увеличение площади контакта позволяет увеличить ток в нагрузке при постоянной величине термоЭДС. Последовательное электрическое соединение термоэлектрических пар позволяет увеличить суммарную ЭДС.

Конструктивно ветви термопар представляют собой параллелепипеды из полупроводникового материала. С помощью пайки они соединяются последовательно между двумя керамическими пластинами с коммутационными проводниками (см. рис. 3), образуя наиболее распространённую конструкцию термоэлектрического генераторного модуля (ТГМ), в которой электрический ток в ветвях (при наличии внешней нагрузки) протекает последовательно, а тепловой поток – параллельно. Число последовательно соединённых термопар может достигать нескольких сотен, что приводит к увеличению внутреннего электрического сопротивления. В этой связи принято считать ТГМ источником тока [3].

Эффект Пельтье

Помимо эффекта Зеебека, к термоэлектрическим явлениям относят эффект Жан-Шарля Пельтье, который можно считать условно обратным явлению Зеебека. Эффект Пельтье проявляется при пропускании постоянного электрического тока через спай разнородных металлов (полупроводников) и выражается в выделении или поглощении теплоты Пельтье при прохождении через место соединения разнородных металлов электрического тока. Если термоЭДС препятствует прохождению электрического тока, то в таком спае произойдёт замедление скорости движения электронов и выделение теплоты Пельтье. Если термоЭДС способствует прохождению электрического тока, то в таком спае электроны ускорят своё движение, поглотив часть тепловой энергии из окружающей среды (материалов конструкции). Таким образом, термоэлектрические эффекты позволяют не только преобразовывать тепловую энергию в электрическую, но и переносить тепловую энергию из одной точки в другую. Читатель, заинтересовавшийся данным эффектом и его практическими применениями, может обратиться к материалам [4–6].

Эффект Пельтье влияет на работу ТГМ, так как при протекании электрического тока через нагрузку он переносит тепло от горячей стороны ТГМ к холодной, препятствуя появлению разности температур в термопарах. Отключение нагрузки при работе ТГМ вблизи максимальных температур может привести к перегреву ТГМ и его выходу из строя.

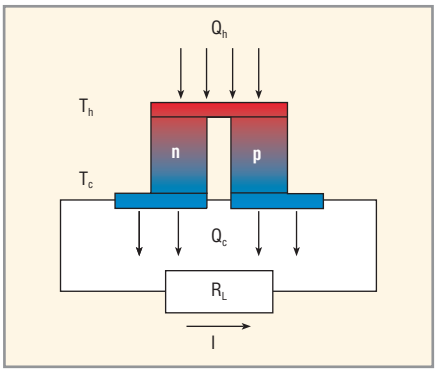


Рис. 2. Термопара с тепловым потоком Q и внешней электрической нагрузкой R_L

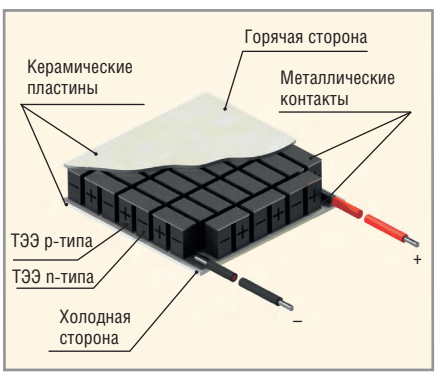


Рис. 3. Термоэлектрический генераторный модуль в разрезе

Таблица 1. Коэффициенты термоЭДС для некоторых металлов

Металл	α, мкВ/К
Платина	-4,4
Олово	-0,2
Свинец	0,0
Серебро	+2,7
Медь	+3,2
Сурьма	+4,3

Термоэлектрические генераторные модули как основа термоэлектрического генератора

Уже было отмечено, что ТГМ состоит из последовательно соединённых термоэлектрических пар. Наибольшее распространение получили так называемые низкотемпературные ТГМ с диапазоном рабочих температур до 200°C. В настоящее время широкое применение получают ТГМ с максимальной рабочей температурой до 280°C [7]. Данная температура является предельно высокой для сплавов теллурида висмута – основы полупроводниковых ветвей подавляющего большинства выпускаемых ТГМ. Длительная эксплуатация ТГМ на основе указанного материала при температурах свыше 300°C невозможна. Именно это и определяет категорию ТГМ на основе данного полупроводника, как «низкотемпературные ТГМ».

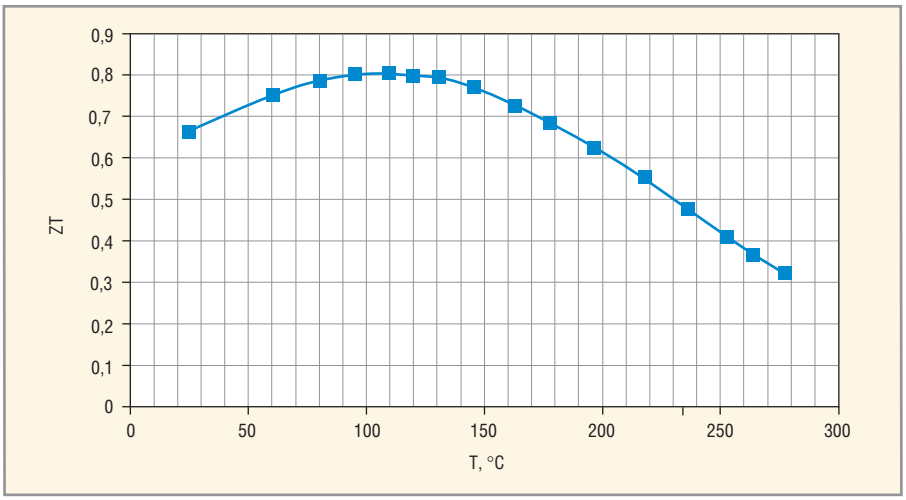


Рис. 4. Зависимость добротности стандартного ТГМ от средней рабочей температуры

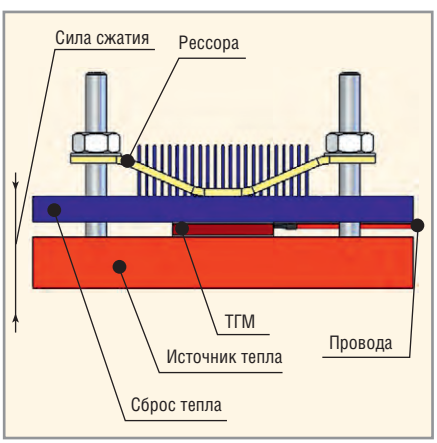


Рис. 5. Базовая конструкция термоэлектрического генератора

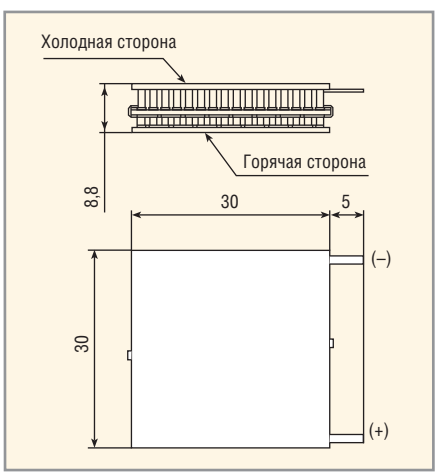


Рис. 6. Пример конструкции двухкаскадного ТГМ

Показатель эффективности (часто называемой добротностью) термоэлектрического преобразования полупроводникового вещества имеет нелинейную зависимость от температуры, с точкой максимума при некоторой температуре. Правильный выбор этой точки определяет эффективность термоэлектрического преобразования в модуле. Для расчёта эффективности термоэлектрического преобразования используют формулу:

$$Z = \alpha^2 \times \sigma / k,$$

где α – коэффициент термоЭДС (В/К), σ – удельная электропроводимость (См/м), k – удельная теплопроводность (Вт/(м×К)). Для данного представления добротность имеет размерность $К^{-1}$. На практике для получения безразмерной величины добротности используют величину ZT. Результаты измерений добротности стандартного генераторного модуля представлены на рисунке 4.

Изготовление термопар из полупроводника с максимальной эффективностью преобразования, лежащей вблизи средней температуры эксплуатации (исходя из предположения, что температура равномерно распределяется вдоль ветвей), позволяет реализовать наивысший КПД генераторной системы. Это существенное положительное отличие ТГМ, разрабатываемых и выпускаемых высокотехнологичными отечественными компаниями от аналогичной продукции компаний из КНР.

Для эффективной работы ТГМ необходима не только оптимизированная для рабочих температур эффективность термоэлектрического вещества, но и оптимальное сочетание минимального электрического внутреннего сопротивления с максимальным тепловым сопротивлением. Последнее достигается специальными добавками редкоземельных металлов, обеспечивающих ионный и электронный типы проводимости и придающих желаемые свойства полупроводнику.

Наименьшая теплопроводность необходима для создания максимального падения температуры на термопарах. Уменьшить теплопроводность ТГМ можно за счёт увеличения высоты термоэлектрических элементов, однако при этом происходит нежелательное пропорциональное увеличение внутреннего электрического сопротивления и снижение вырабатываемой мощности.

Любая термоэлектрическая генераторная система должна обеспечить протекание теплового потока через ТГМ. Этот поток создаёт разность температур на тепловом сопротивлении термоэлектрического модуля. В общем случае, для организации теплового потока, необходим источник тепла, устройство передачи тепла к ТГМ, а также устройство отвода тепла в окружающую среду (см. рис. 5).

Как было отмечено ранее, в практике применения термоэлектрического преобразования теплового потока в электрическую энергию термоэлектрические генераторные модули могут быть оптимизированы для различных рабочих температур. Для получения максимальной эффективности при работе на максимальной разности температур (например 30°С по холодной стороне и 250°С по горячей) генераторный модуль может быть разделён на два каскада, в каждом из которых вещество будет оптимизировано для своей рабочей температуры (см. рис. 6). В этом случае термоэлектрические ветви в каждом каскаде работают с максимальной эффективностью, обеспечивая наивысший КПД преобразования (до 8% в составе термоэлектрического генератора).

В зависимости от доступной мощности (плотности) теплового потока, а также от способа отвода тепла от охлаждаемой стороны ТГМ в окружающую среду, конструкция термоэлектрического генератора (ТЭГ) меняется. Обычно тепло отводится с помощью жидкостного или воздушного радиатора. Жидкостный радиатор имеет минимальное тепловое сопротивление и позволяет получить максимальный перепад температур, но требует дополнительных устройств (насос, внешний теплоотвод). Воздушный радиатор может эксплуатироваться с естественной конвекцией или с усиленной дополнительным обдувом (за счёт тяги вытяжной трубы или вентилятора, запитываемого от ТГМ).

Термоэлектрический генераторный модуль выбирается, исходя из технически доступного способа отвода тепла в окружающую среду, причём для воз-

душного радиатора с естественной конвекцией применяют ТГМ с максимальным тепловым сопротивлением, соответствующим тепловому сопротивлению радиатора. Для жидкостного способа отвода тепла, как правило, используются ТГМ с небольшой высотой ветви термопары и, соответственно, меньшим внутренним электрическим сопротивлением и большей вырабатываемой мощностью (в сопоставимых условиях). Модули с большим числом термопар позволяют получить большее напряжение. Это важно для запуска преобразователя постоянного тока при малых перепадах температур.

Выбор ТГМ на основе параметров генераторной системы

Как уже говорилось, наряду с вырабатываемой электрической мощностью на согласованной нагрузке, не менее важной характеристикой генераторного модуля является его тепловое сопротивление R_t, указываемое в справочных данных от производителей. Равно как и величина электрической нагрузки, оно требует согласования, которое должно осуществляться как по горячей (нагреваемой), так и по холодной (охлаждаемой) стороне модуля. При этом обе части конструкции обладают своими значениями теплового сопротивления (см. рис. 5). Выбор правильного их соотношения с тепловым сопротивлением генераторного модуля позволяет построить наиболее эффективную систему термоэлектрического преобразования тепловой энергии в электрическую [8].

При прочих равных условиях, чем ниже внутреннее сопротивление генераторного модуля, тем выше вырабатываемая электрическая мощность. Уменьшение внутреннего электрического сопротивления приводит к пропорциональному снижению теплового сопротивления.

На основе опыта применения термоэлектрических генераторных модулей было установлено оптимальное соотношение тепловых сопротивлений источника тепла, радиатора охлаждаемой стороны и генераторного модуля:

$$R_t \approx k \times (R_{tc} + R_{th}),$$

где R_t – тепловое сопротивление генераторного модуля, R_{th} – тепловое сопротивление источника тепла, R_{tc} – тепловое сопротивление радиатора охлаждаемой стороны, k – поправочный коэффициент (1...1,5). Во всех случаях конструктор стремится получить максимальную мощность с единицы площади (удельной мощности) от различных источников тепла и при различных возможностях по отводу тепла в окружающую среду.

Можно выделить три основные группы низкотемпературных генераторных модулей, которые производятся серийно:

1. *Модули для конструкций с отводом тепла с помощью жидкостного охлаждения*. С одной стороны, жидкостное охлаждение требует наличия насоса, внешнего радиатора и системы трубопроводов, обеспечивающих циркуляцию теплоносителя. С другой стороны, в ряде промышленных систем отвод тепла в жидкостную среду проблем не составляет. Более того, в некоторых случаях (например, в отопительных котлах) является единственно приемлемым. Условной границей



между жидкостным и воздушным (принудительным) способами отведения тепла для термоэлектрических генераторных модулей можно считать значение теплового сопротивления < 1 К/Вт, которому соответствуют изделия ТГМ-199-1,4-0,8, ТГМ-199-1,4-1,15, ТГМ-127-1,4-0,8 и другие [7].

2. *Модули для отвода тепла с помощью радиаторов с принудительным воздушным охлаждением* занимают условную область тепловых сопротивлений от 1 К/Вт до 2 К/Вт, чему соответствуют изделия ТГМ-199-1,4-1,5, ТГМ-199-1,4-2,5, ТГМ-127-1,4-1,5 и другие [7].

3. *Модули для отвода тепла с помощью радиаторов с конвекционным воздушным охлаждением.* Следуя приведённой методике, такие модули должны иметь тепловое сопротивление свыше 2 К/Вт. Этому значению соответствуют, например, изделия ТГМ-199-1,4-3,2, ТГМ-199-1,4-3,5, ТГМ-127-1,4-2,5 и другие [7]. При меньшей вырабатываемой мощности, но хорошем согласовании теплового сопротивления радиатора с тепловым сопротивлением ТГМ, такие модули позволяют реализовать максимальную эффективность. Это важно при преобразовании слабых тепловых потоков. Описание конструкции термоэлектрического генератора с воздушным конвекционным теплообменом и результаты его испытаний приведены в статье [9]. На сайте [7] размещена в свободном доступе программа, позволяющая рассчитывать термоэлектрические системы охлаждения. В рамках этой программы выделен в отдельный раздел расчёт тепловых сопротивлений радиаторов различных конструкций. Подробное описание работы с данной программой можно найти в статье [6].

За рамками данного раздела остался немаловажный фактор, определяющий выбор модуля – его стоимость. Зачастую она вносит свои коррективы в окончательный вариант конструкции.

Особенности установки ТГМ

Установка ТГМ сопряжена с необходимостью выполнения целого ряда условий, обеспечивающих надёжную и эффективную работу генератора. Необходимым условием является выполнение качественного механического сопряжения деталей конструкции: чем выше класс механической обработки деталей конструкции, через которые тепло проходит от источника через ТГМ в радиатор холодной стороны, тем больше точек механического контакта деталей и тем выше теплопроводность. При сборке генератора применяют теплопроводящую пасту, замещающую воздух в тех местах, где нет непосредственного механического контакта, однако её теплопроводность на порядок меньше теплопроводности сопрягаемых деталей. Увеличение точек соприкосновения обеспечивается равномерным стягиванием конструкции с помощью резьбовых соединений. Рекомендованные усилия прижима ТГМ приводятся на интернет-страницах производителей [7].

Важным параметром расчёта конструкции генератора является тепловой коэффициент расширения деталей генератора, поскольку в процессе работы происходит неравномерный нагрев его частей. Это приводит к неравномерным тепловым расширениям, которые могут стать причиной ослабления усилия прижима ТГМ и его перегрева, излишнего усилия сжатия и даже механического разрушения. Для компенсации теплового расширения применяют специальные пружины с резьбовыми стяжками (см. рис. 5). Варианты установки ТГМ с различными видами пружинных компенсаторов описаны в статье [9].

Результаты испытаний ТГМ

Как правило, поставщики ТГМ приводят в справочной литературе расчётные значения вырабатываемой электрической мощности при заданных температурах горячей и холодной сторон модуля. В них учтены потери на керамике и теплопроводном материале между модулем и радиаторами [7]. Некоторые производители публикуют расчётные данные для предельных температур на спаях ТГМ (без учёта потерь на керамических пластинах и теплопроводящей пасте). Такой подход, как минимум, создаёт дополнительные проблемы разработчикам (необходимость учёта неизвестных тепловых сопротивлений частей ТГМ) и вводит в заблуждение относительно реальных технических характеристик проектируемого генератора, в ряде случаев, принципиально недостижимых. В этой связи наибольший интерес представляют результаты испытаний изделий, проведённые в заводских условиях, и их соответствие расчётным значениям [7].

Тепловое сопротивление ТГМ состоит из «полезного» теплового сопротивления полупроводникового материала. Чем оно выше, тем эффективнее тепловой поток преобразуется в электрическую энергию. К нему прибавляется сопротивление керамики, которое для мощных ТГМ с относительно низкими термоэлектрическими элементами (ветками) становится соизмеримым с тепловым сопротивлением, вносимым термопарами. Уменьшение толщины керамики ограничено характеристиками прочности и надёжности. Для специальных применений, в которых стоимость не является первостепенным фактором, возможно изготовление ТГМ с керамическими основаниями из нитрида алюминия (в стандартных ТГМ используются керамические подложки из 96-процентного оксида алюминия). Стоимость таких модулей при-

Таблица 2. Расчётные значения мощности термоэлектрических генераторных модулей

Тип модуля	A, мм	B, мм	H, мм	R_{ac}, Ом	R_{ac} при 22°C, Ом	R_t, К/Вт	U, В	I, А	P, Вт	η, %
ТГМ-127-1,0-0,8	30	30	3,1	1,84	1,29	1,69	3	1,66	5,1	4,7
ТГМ-127-1,0-1,3	30	30	3,6	3	2,1	2,7	3,4	1,12	3,8	5,1
ТГМ-127-1,0-2,5	30	30	4,8	5,8	4	5	3,7	0,63	2,3	5,4
ТГМ-127-1,4-0,8	40	40	3,1	0,95	0,66	0,87	3	3,1	9,4	4,6
ТГМ-127-1,4-1,2	40	40	3,5	1,42	0,99	1,28	3,3	2,3	7,5	4,9
ТГМ-127-1,4-1,5	40	40	3,9	1,89	1,31	1,69	3,4	1,81	6,2	5,1
ТГМ-127-1,4-2,0	40	40	4,3	2,4	1,64	2,1	3,5	1,5	5,3	5,3
ТГМ-127-1,4-2,5	40	40	4,8	3	2	2,6	3,6	1,23	4,5	5,4
ТГМ-127-2,0-1,3	48	48	3,6	0,75	0,53	0,69	3,1	4,1	12,6	4,7
ТГМ-199-1,4-0,8	**40**	**40**	**3,2**	**1,46**	**1,03**	**0,57**	**4,1**	**2,8**	**11,4**	**4,1**
ТГМ-199-1,4-1,15	40	40	3,6	2,1	1,48	0,81	4,6	2,2	10	4,6
ТГМ-199-1,4-1,2	40	40	3,7	2,2	1,54	0,84	4,6	2,1	9,8	4,6
ТГМ-199-1,4-1,5	40	40	4,1	2,9	2	1,12	5	1,69	8,4	4,9
ТГМ-199-1,4-2,0	40	40	4,4	3,7	2,6	1,39	5,2	1,41	7,3	5,1
ТГМ-199-1,4-2,5	40	40	4,9	4,6	3,2	1,72	5,4	1,17	6,3	5,2
ТГМ-199-1,4-3,2	40	40	5,7	5,9	4,1	2,2	5,6	0,94	5,3	5,4
ТГМ-199-1,4-3,5	40	40	6	6,5	4,5	2,4	5,6	0,87	4,9	5,4

T хол. стороны = 30°C; T гор. стороны = 200°C (максимальная рабочая температура)

близительно в два раза выше (в больших партиях). Вариант исполнения ТГМ с керамическими основаниями на основе AlN позволяет в несколько раз снизить потери теплового потока на керамике, облегчив конструктору задачу построения максимально эффективного термоэлектрического генератора [4].

Далее приводятся результаты испытаний генераторных модулей ТГМ-199-1,4-0,8 и сравнение их с расчётными данными от производителя. В таблице 2 [7] указаны расчётные значения вырабатываемой мощности с учётом тепловых потерь на керамических подложках из 96-процентного оксида алюминия (Al_2O_3), входящих в состав ТГМ, и теплопроводящей пасты, применяемой при установке ТГМ в конструкцию генератора. Номинальная (расчётная) мощность стандартного модуля ТГМ-199-1,4-0,8 (в таблице данные по этому модулю выделены жирным шрифтом) для температуры холодной стороны модуля 30°С и горячей 200°С составляет 11,4 Вт. На графике (см. рис. 7) приведены результаты испытаний генераторных модулей ТГМ-199-1,4-0,8, выполненных в интервале температур 50°С на холодной стороне модуля и 150°С на горячей (зависимость вырабатываемой мощности от сопротивления нагрузки), проведённых компанией КРИОТЕРМ. Полученные данные – для стандартного варианта исполнения (синий график) – в точке максимума (4,91 Вт) на 14% превосходят расчётные данные, приведённые производителем (4,3 Вт) для аналогичного интервала [7].

График красного цвета отражает результаты испытаний такого же генераторного модуля, но выполненного с применением подложек из керамики AlN с теплопроводностью до 200 Вт/м×К. Видно, что при аналогичных условиях вырабатываемая мощность выше на 20% за счёт уменьшения потерь теплового потока на керамике. По результатам испытаний можно сделать следующие выводы:

- приведённая на интернет-странице изготовителя информация о вырабатываемой мощности соответствует наихудшим условиям и может быть повышена за счёт уменьшения толщины термопасты, качества обработки поверхностей радиаторов и тщательной сборки генератора;
- применение при изготовлении ТГМ керамических подложек на основе AlN позволяет увеличить вырабатываемую мощность при заданных условиях на 20% (в нашем случае с 4,91 до 5,85 Вт);
- на основе полученных данных можно оценить мощность, вырабатываемую указанными модулями в расширенном интервале температур. Для этого следует умножить полученные значения мощности на квадрат отношения рассчитываемого интервала температур к 100°С (150°С по горячей стороне и 50°С по охлаждаемой). Тогда для интервала температур 30...200°С (также приведённого на интернет-странице) вырабатываемая мощность испытанных модулей составит: 14,2 Вт для ТГМ-199-1,4-0,8 с керамикой Al_2O_3 и 16,9 Вт для ТГМ-199-1,4-0,8 с керамикой AlN.

Во второй части статьи будут приведены примеры серийно выпускаемых отечественных ТЭГ и автономных источников питания на их основе.

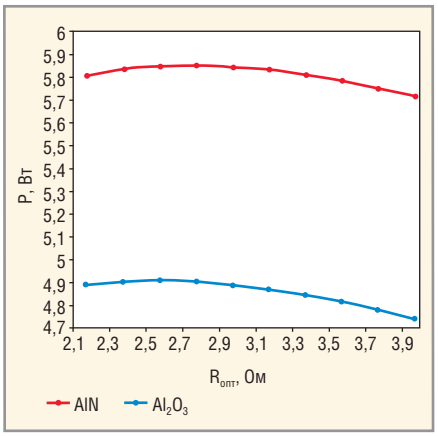


Рис. 7. Сравнительные испытания ТГМ-199-1,4-0,8

Литература

1. *Иоффе А.Ф.* Полупроводниковые термоэлементы. М.–Л. Изд-во АН СССР. 1956–1960.
2. *Иоффе А.Ф., Стильбанс Л.С., Иорданишвили Е.К., Ставицкая Т.С.* Термоэлектрическое охлаждение. М.–Л. Изд. АН СССР. 1956.
3. *Буритейн А.И.* Физические основы расчёта полупроводниковых термоэлектрических устройств. М. Физматтиз. 1962.
4. *Кораблёв В.А., Тахистов Ф.Ю., Шарков А.В.* Прикладная физика. Термоэлектрические модули и устройства на их основе. Учебное пособие. СПб. СПбГИТМО (ТУ). 2003.
5. *Шостаковский П.Г.* Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники. Компоненты и технологии. 2009. №12.
6. *Шостаковский П.Г.* Разработка термоэлектрических систем охлаждения и термостатирования с помощью компьютерной программы KRYOTHERM. Компоненты и технологии. 2010. №8.
7. www.kryotherm.ru.
8. *Иорданишвили Е.К.* Термоэлектрические источники питания. М. Советское радио. 1968.
9. *Шостаковский П.Г.* Современные термоэлектрические источники питания электронных устройств. Компоненты и технологии. 2015. №1.

Новости мира News of the World Новости мира

Самообучающаяся система ASM ProcessExpert оптимизирует SMT-производство

Самообучающаяся система ASM ProcessExpert стала технологическим прорывом и важной вехой на пути к созданию Smart SMT Factory.

Компания ASM разработала и внедрила ключевой компонент для оптимизации интеллектуальных SMT-предприятий будущего – первую самообучающуюся экспертную систему для SMT-производств ASM ProcessExpert. Она не только измеряет и контролирует результаты печати с исключительной точностью, а также непрерывно стабилизирует и оптимизирует процесс печати. ASM ProcessExpert состоит из чрезвычайно новаторской и точной системы ASM ProcessLens 5D для контроля нанесения паяльной пасты и программного обеспечения ASM ProcessEngine, которое в режиме реального времени стабилизирует и оптимизирует процесс печати на основе параметров из встроенных баз данных. Со специальными функциями, такими как DFM (Design for Manufacturability) анализ, производители электроники могут внедрять новые продукты значительно быстрее и более эффективно, чем раньше.

В течение всего производственного цикла ASM ProcessExpert контролирует и оптимизирует данные с принтеров автоматически и инициативно, предоставляя более качественные параметры печати, и, как следствие, более высокое качество изделий и большую производительность линии.

www.siplace.ru

Микродисплеи на основе органических светодиодов МДО 01

Николай Усов, Олег Грачёв, Борис Кондрацкий, Олег Котовский, Александр Новичков, Александр Нуриев, Александр Чередниченко (Москва)

В статье описаны первые серийно выпускаемые отечественные микродисплеи МДО 01, построенные на основе органических светодиодов. Приведены конструктивно-технологические особенности и характеристики разработанных микродисплеев.

Введение

Технологии устройств на основе органических светодиодов (ОСИД) активно развиваются в последние годы и идут на смену существующим технологиям в системах отображения информации [1–3]. ОСИД-дисплеи обладают рядом преимуществ перед жидкокристаллическими, плазменными и другими видами плоскопанельных дисплеев: сочные, яркие цвета, быстрый отклик (менее 1 мкс), высокая яркость и контрастность, широкий угол обзора, меньшая потребляемая мощность (отсутствует подсветка светоизлучающих слоёв), низкое рабочее напряжение, широкий температурный диапазон функционирования (до –45°С).

В конце прошлого столетия возникла и быстро развивается новая область электронной техники, связанная с микроминиатюрными устройствами отображения информации – микродисплеями (МД) [4–6]. Микродисплеи – это наиболее эффективные индивидуальные средства отображения информации (когда дисплей расположен около глаза пользователя). Их отличает малый вес, небольшие размеры и низкое энергопотребление, высокое разрешение, яркость и контрастность изображения, безопасность применения, сохранение работоспособности при низких температурах окружающей среды. Благодаря этим качествам микродисплеи могут устанавливаться:

- в наголовные (нашлемные) видеомодули, входящие в экипировку сотрудников спецподразделений, военнослужащих, специалистов различного рода, работающих в сложных условиях;
- в средства визуализации для проведения микрохирургических операций;
- в очки виртуальной реальности для комплексных тренажёров;
- в устройства визуализации и видоискатели тепловизоров, фото- и видеокамер;
- в информационно-развлекательное оборудование.

Создание первых отечественных серийных микродисплеев на основе ОСИД потребовало напряжённой работы коллектива физиков, химиков, конструкторов и технологов, в том числе авторов статьи.

Устройство и характеристики микродисплеев

Дисплеи МДО 01 ПЦ (полноцветные) и МДО 01 МБ (монохромные) – это активно-матричные унифицированные микродисплеи на основе ОСИД. Они предназначены для воспроизведения буквенно-цифровой и графической информации в электронной аппаратуре.

Микродисплеи имеют аналоговые RGB и монохромный композитный входы, а управление осуществляется по шине I²C. Габариты микродисплея МДО – 19,8 × 15,2 × 5,0 мм, размер светящегося поля – 12,0 × 9,0 мм, количество пикселей – 800 × 600, размер пикселя – 15,0 × 15,0 мкм. Масса микродисплея – не более 2 г. Основные параметры и характеристики микродисплеев приведены в таблице 1.

Микродисплей (см. рис. 1) состоит из основания, кремниевой микросхемы управления и светоизлучающей матрицы на основе ОСИД. Основание представляет собой печатную плату, на которой смонтированы вспомогательные электронные компоненты (конденсаторы, сопротивления) и кварцевый резонатор, который выдаёт частоту синхронизации 120 МГц для микродисплея и через внутренний делитель подаёт синхросигналы определённой частоты на каждый блок управления. На плате расположен также 30-контактный разъём для подключения МД к оборудованию.

Для защиты матрицы от внешних воздействий используется прозрачная крышка из стекла, на внутреннюю поверхность которой в полноцветных микродисплеях нанесены светофильтры, задающие цвет пикселя на экране. Для монохромного чёрно-белого микродисплея светофильтры не используются.

Для сопряжения микродисплея с глазом человека необходимо использовать специальную оптическую систему, например, показанную на рисунке 2.

Активно-матричная схема управления микродисплея, приведённая на рисунке 3, выполнена по КМОП-технологии с проектными нормами 0,35 мкм (за исключением кварцевого резонатора).

Входной буфер имеет три входных канала для приёма RGB-видеосигналов и вход для монохромного композитного видеосигнала. Входные сигналы R, G и B являются связанными по посто-



Рис. 1. Внешний вид микродисплея: а – фронтальная сторона; б – тыльная сторона

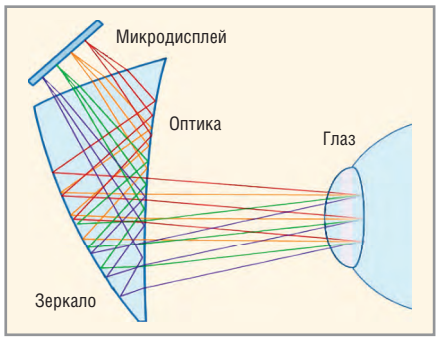


Рис. 2. Оптическая система на основе призмы для сопряжения микродисплея со зрительной системой человека

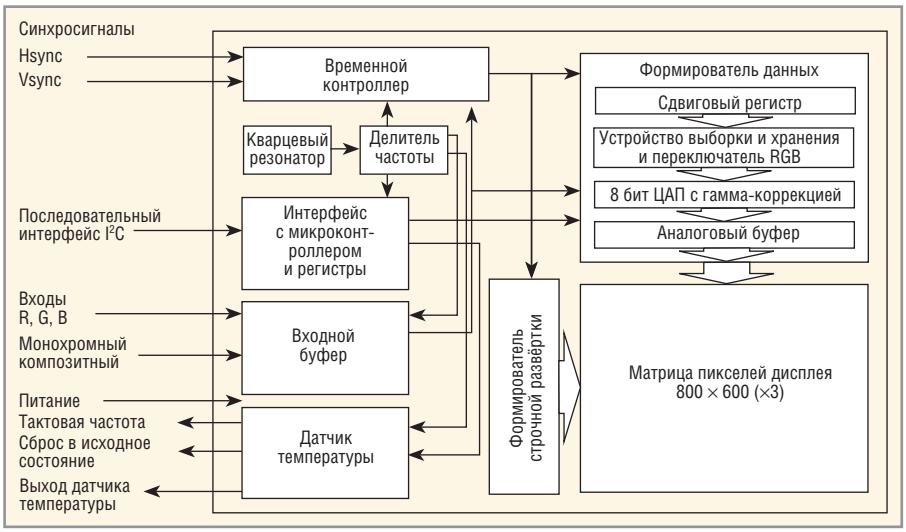


Рис. 3. Функциональная схема микродисплея

янному току аналоговыми сигналами с внешними тактовыми сигналами и сигналами вертикальной и горизонтальной синхронизации, совместимыми со стандартом VESA VSIS. Для сигналов, поступающих по входам R, G и B, предусматривается прогрессивная развёртка (как для полноцветного, так и монохромного режима).

Специальный композитный монохромный видеовход (MONO) совместим с сигналами, соответствующими стандартам SMPTE-170M и PAL, и предназначен только для монохромных чересстрочных видеосигналов. В случае применения монохромного режима при использовании RGB-входов, сигналы от этих входов преобразуются в монохромный сигнал, который поступает на все три канала данных одновременно.

Монохромный композитный или RGB-видеосигналы поступают в аналого-цифровой преобразователь (АЦП) входного буфера, где преобразуются в цифровые сигналы, подаваемые в формирователь данных (формирователь строчной развёртки). В случае использования монохромного композитного видеосигнала блок АЦП выделяет также синхроимпульсы и подаёт их во временно́й контроллер.

Формирователь данных содержит сдвиговый регистр, устройство выборки и хранения, RGB-переключатель, 8-битовый ЦАП с гамма-коррекцией и аналоговый буфер.

Формирователь строчной развёртки содержит двунаправленный сдвиговый регистр для обеспечения развёртки изображения сверху вниз или снизу вверх.

Через последовательный интерфейс управления со стороны внешнего микроконтроллера производится выбор режимов работы микродисплея. Схема управления микродисплеем

Таблица 1. Основные параметры и характеристики микродисплеев МДО

Наименование параметра, единица измерения	Наименьшее значение	Номинальное значение	Наибольшее значение
Количество элементов отображения, пиксель	–	800 × 600 (×3)	–
Яркость в белом цвете, кд/м^2:			
МДО 01 ПЦ	70	150	–
МДО 01 МБ	150	400	–
Неравномерность яркости свечения микродисплея в белом цвете, %	–	–	15
Координаты цветности в белом цвете, CIE:			
МДО 01 ПЦ	0,27; 0,29	0,32; 0,34	0,37; 0,39
МДО 01 МБ	0,27; 0,29	0,32; 0,34	0,37; 0,39
Яркостной контраст, отн. ед., не менее	100 : 1	–	–
Количество градаций яркости	–	256	–
Ток по источнику питания аналоговой и логической частей схемы управления МД, мА	–	–	130
Ток по источнику питания светоизлучающей матрицы МД, мА	–	–	20
Ток по источнику питания смещения МД, мА	–	–	20

ОАО «ЦНИИ «ЦИКЛОН»
Росэлектроника
МИКРОДИСПЛЕЙ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДОВ


МДО 01
СДЕЛАНО В РОССИИ
• Формат изображения: 800×600×(3)
• Диагональ экрана: 15 мм
• Яркость в белом цвете, кд/м²:
МДО 01МБ >150, МДО 01ПЦ >70
• Видеовходы:
аналоговые R,G,B: 0…7 В
монохромный композитный: 0…1 В
• Яркостной контраст: >100:1
• Рабочий диапазон температур: –40…+55°C
• Габаритные размеры: 19,8×15,2×5 мм
www.cyclone-jsc.ru / info@cyclone-jsc.ru / marketing@cyclone-jsc.ru

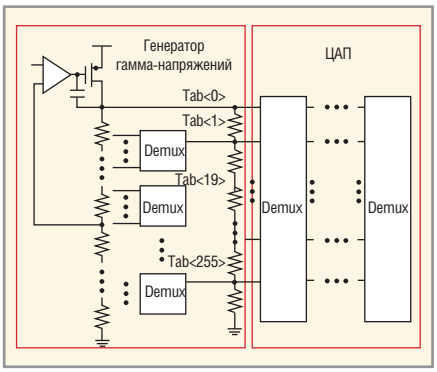


Рис. 4. Функциональная схема генератора гамма-напряжений и ЦАП

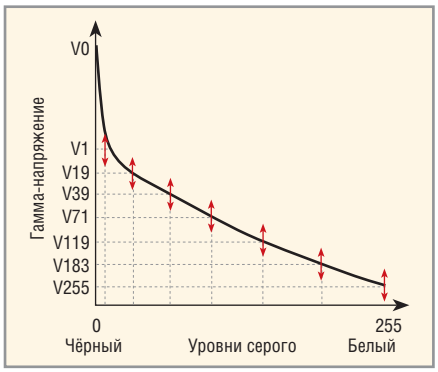


Рис. 5. Зависимость напряжений гамма-генератора от значений уровней серого

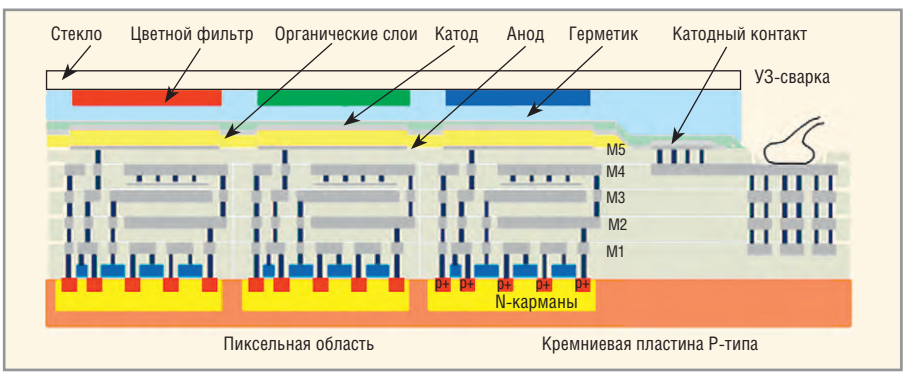


Рис. 6. Строение пиксельной области полноцветного микродисплея

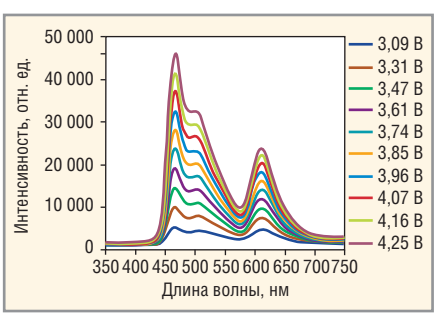


Рис. 7. Спектры излучения монохромного микродисплея при разных значениях напряжения питания анода

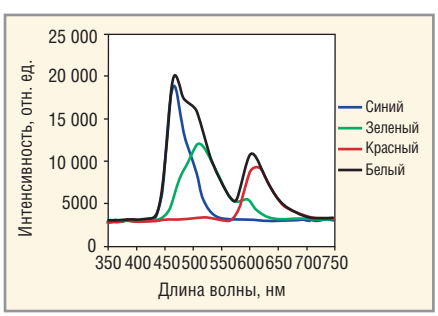


Рис. 8. Спектры излучения белого, красного, зелёного и синего цветов свечения полноцветного микродисплея

Таблица 2. Режимы работы микродисплеев

Режим*		Частота	Формат изображения
SVGA 800 × 600	H	37,879 кГц	800 пикселей
	V	60,317 Гц	600 строк
	P	40,000 МГц	–
SVGA 800 × 600	H	47,348 кГц	800 пикселей
	V	50 Гц	600 строк
	P	33,333 МГц	–
SMPTE-170M 640 × 480	H	15,748 кГц	640 пикселя
	V	30 Гц, чересстрочный	240 строк
	P	12 МГц	–
PAL 768 × 576	H	15,625 кГц	768 пикселей
	V	25 Гц, чересстрочный	288 строк
	P	15 МГц	–

** H – горизонтальная (строчная) развёртка, V – вертикальная (кадровая) развёртка, P – пиксельная развёртка; полярность синхроимпульсов (H_{SYNC} и V_{SYNC}) должна быть отрицательной, согласно стандарту VESA DMT.*

содержит следующие регистры: регистр управления режимами работы микродисплея, регистры гамма-коррекции, регистры управления смещением красного, зелёного, синего и монохромного входных сигналов, регистр управления работой датчика температуры. Программирование регистров производит внешний управляющий микроконтроллер. Для этих целей можно использовать любой микроконтроллер с интерфейсом I²C, выполненным аппаратно или программно. Как правило, загрузка режимных регистров производится всего один раз при включении питания, за исключением режима температурной коррекции, о котором будет сказано далее. Режимы работы микродисплея приведены в таблице 2.

Для управления кривой яркости пикселей ЦАП формирователя данных объединён с генератором гамма-напряжений (см. рис. 4). На выходе генератора можно получить семь различных значений напряжения (см. рис. 5), которые задаются значениями уровней оттенков серого (1, 19, 39, 71, 119, 183, 255). Последние записываются в режимные регистры гамма-коррекции через линию I²C. Светоизлучающая матрица микродисплея содержит 800 × 600 пикселей. Каждый пиксель имеет размер 15 × 15 мкм. Цветной пиксель состоит из трёх RGB-субпикселей размером 5 × 15 мкм. Субпиксель представляет собой светодиод белого цвета. Строение пиксельной области полноцветного микродисплея с основными элементами представлено на рисунке 6.

Спектры излучения монохромных и полноцветных МД показаны на рисунках 7 и 8. Как видно из рисунка 7, форма кривой спектральной характеристики монохромного МД в диапазоне рабочих напряжений V_{AN} сохраняется. При этом яркость излучения меняется с изменением V_{AN}. Форма спектральной характеристики белого света полноцветного МД на рисунке 8 повторяет спектральную характеристику монохромного МД с уменьшением интенсивности излучения из-за поглощения света в светофильтрах.

Функциональная схема субпиксельной ячейки представлена на рисунке 9. Управление светодиодом субпикселя производится генератором тока на основе p-канальных МОП-транзисторов, включённых в анодную цепь светодиода. Свет, излучаемый светодиодом, пропорционален плотности протекающего через него тока. Катоды всех светодиодов матрицы соединены вместе и подключены к источнику V_{COM}.

Яркость микродисплеев зависит от температуры (см. рис. 10). Изменение яркости при изменении температуры можно компенсировать изменением анодного напряжения, используя типовые зависимости, приведённые на рисунке 11. Регулирование V_{AN} в зависимости от температуры необходимо потому, что срок службы органического светодиода при увеличении яркости сокращается [8, 9]. На рисунке 12 для примера показано уменьшение яркости дисплея в ходе наработки при температуре +55°C.

Для контроля температуры в микродисплей встроен датчик температуры, функциональная схема которого приведена на рисунке 13. Датчик состоит из чувствительной к темпера-

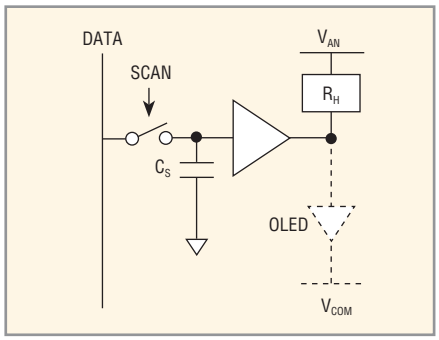


Рис. 9. Функциональная схема субпиксельной ячейки

туре транзисторной схемы и АЦП. Сигнал с транзисторной схемы поступает в АЦП, где преобразуется в цифровой сигнал и поступает на выходной разъём микродисплея. Выходной сигнал с датчика температуры T_{OUT} представляет собой последовательный 8-битовый цифровой сигнал, который привязывается к тактовой частоте T_{CLK}. Начало выборки данных определяется сигналом T_{RST}. Первым выбирается старший значащий бит (MSB). Тактовая частота (выход датчика температуры T_{CLK}) используется внешним контроллером для выборки сигнала T_{OUT}. Линия I^2C используется для калибровки датчика температуры.

Используя возможности уменьшения яркости микродисплея путём уменьшения анодного напряжения, можно значительно продлить срок службы микродисплея при повышенных температурах.

Литература

1. *Ghosh A., Van Slyke S.* Information Display. 2006. V. 22. №2.
2. *Peng D.Z., Hsu H.L., Nishikawa R.* Information Display. 2007. V. 23. №2.
3. *Хайниц Р.* Органические светодиоды для дисплеев и освещения. Светотехника. 2006. №5.
4. *Armitage D., Underwood I., Wu S.-T.* Introduction to Microdisplays. John Wiley & Sons, Ltd. 2006.
5. *Howard W.E., Prache F.* Microdisplays Based Upon Organic Light – Emitting Diodes. IBM J. RES. & DEV. 2001. V. 45. №1.
6. *Самарин А.В.* ЖК микродисплеи, использующие технологию LCOS. Электронные компоненты. 2005. №2, 3.
7. *Усов Н.Н.* Перспективы применения органических светодиодов для систем отображения информации и освещения. Светотехника. 2011. №5.
8. *Fery C., Racine B., Vaufrey D., Doyeux H., and Cina S.* Physical Mechanism Responsible for the Stretched Exponential Decay Behavior of Aging Organic Light-Emitting Diodes. Applied Physics Letters. 2005. V. 87. 213502.
9. *Кондрацкий Б.А., Котовский О.Г., Новичков А.А., Усов Н.Н.* Конструктивно-технологические особенности органических светодиодов и приборов на их основе. Нанотехника. 2013. №4 (36).

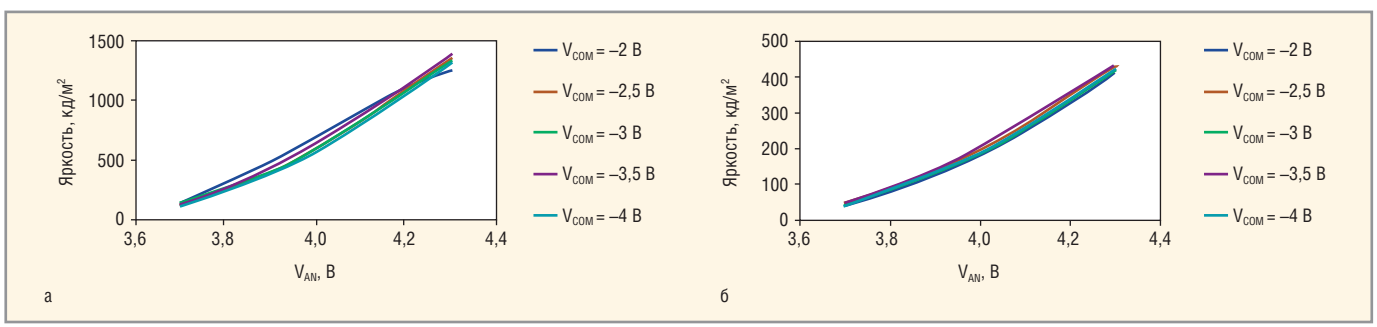


Рис. 10. Типовая зависимость яркости микродисплеев от V_{AN} при различных напряжениях V_{COM}: а – монохромных; б – полноцветных

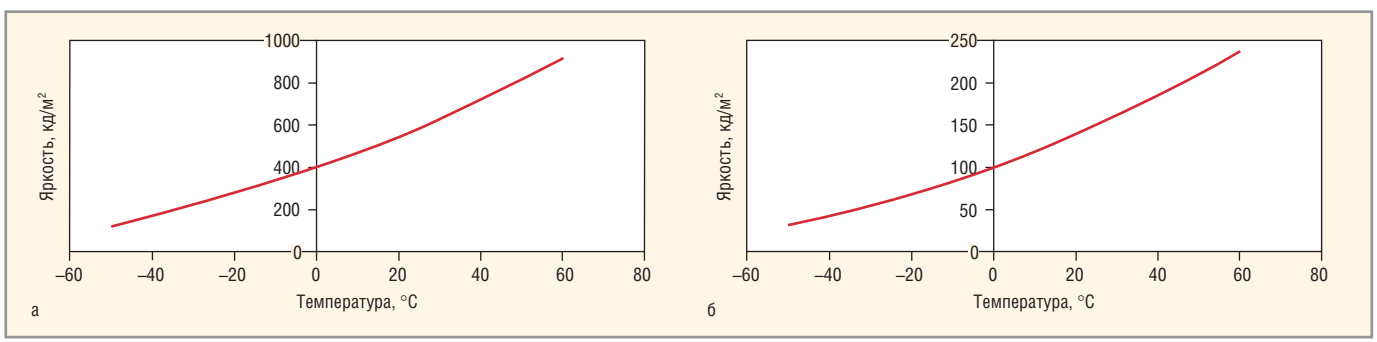


Рис. 11. Типовая зависимость яркости микродисплеев от температуры: а – монохромных; б – полноцветных

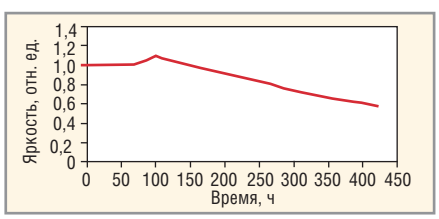


Рис. 12. Зависимость яркости от времени наработки при повышенной температуре

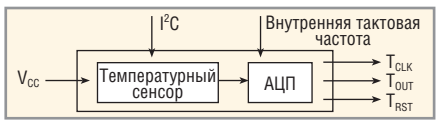


Рис. 13. Функциональная схема датчика температуры

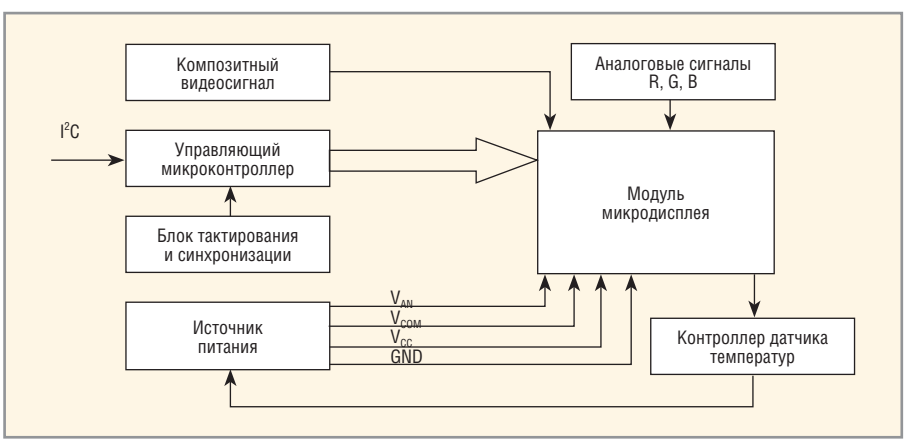


Рис. 14. Схема подключения микродисплея

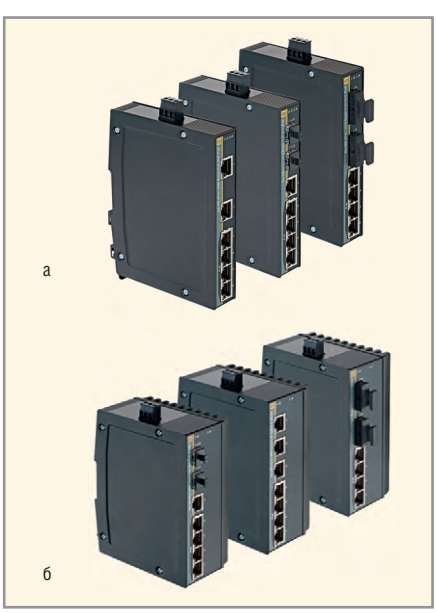
Промышленные коммутаторы HARTING Ha-VIS eCon 3000 PoE

Виктор Зуев (Екатеринбург), Ольга Романовская (Москва)

В статье рассказано об одном из направлений деятельности компании HARTING, которая не только входит в число ведущих производителей разъёмов для различных применений, но и разрабатывает и производит промышленные сетевые Ethernet-коммутаторы.

Ethernet всё чаще применяется в прикладных системах, работающих в жёстких условиях эксплуатации. От «промышленных» Ethernet-коммутаторов требуется высокая отказоустойчивость и бесперебойная работа в широком диапазоне температур. Если коммутатор устанавливается во влажной среде, само устройство и все кабельные соединения на его корпусе должны иметь соответствующую степень защиты (до IP67). Корпус коммутатора должен быть прочным. Для некоторых применений требуется также защита от воздействия вибрации. Эти требования и определяют концепцию «промышленного Ethernet».

Помимо большого ассортимента надёжных промышленных соединителей и кабелей, компания HARTING предлагает широкий выбор промышленных Ethernet-коммутаторов: как неуправляемых, так и конфигурируемых и управляемых. Наряду с «немецким качеством» продукции, другими важными рыночными преимуществами этих коммутаторов являются их экономичность и широкий ассортимент. Кроме того, следует учитывать большой опыт специалистов, разрабатывающих и создающих изделия HARTING. Коммутаторы обладают европейскими и российскими сертификатами по электробезопасности и специальными сертификатами для применения на ж/д и морском транспорте.



Коммутаторы HARTING:
а – eCon 3000 PoE; б – eCon 3000 PoE+ DC/DC

В линейку неуправляемых коммутаторов входит 5 основных серий с числом портов до 16 штук и возможностью подключения как кабелей типа «витая пара», так и оптоволоконных. Устройства поддерживают передачу данных со скоростями 10 Мбит/с (Ethernet), 100 Мбит/с (Fast Ethernet) и 1 Гбит/с (Full Gigabit Ethernet). В линейку входят коммутаторы как с портами RJ45, так и M12. Корпус можно установить на DIN-рейку или закрепить на панели.

Обновившаяся недавно серия неуправляемых коммутаторов Ha-VIS eCon с поддержкой Power over Ethernet (PoE) является оптимизированным решением для расширения сетевой инфраструктуры или создания новых промышленных сетей. Два вида малогабаритных корпусов – тонкий и плоский – гарантируют эффективное использование ограниченного пространства в шкафах управления.

Поддержка технологий Gigabit Ethernet, PoE и PoE+, обеспечивающая питанием подключённое сетевое оборудование, наличие сертификатов на использование в промышленности, судостроении и на транспорте, а также большой диапазон рабочих температур (–40...+70°C) расширяют сферу применения этих устройств.

Семейство Ha-VIS eCon 3000 PoE – новая линейка неуправляемых Ethernet-коммутаторов компании HARTING. Эти коммутаторы предназначены для установки на DIN-рейку в шкафах управления (степень защиты – IP30) и имеют до 8 портов. Устройства eCon 3000 PoE способны обеспечить питанием подключённое к ним сетевое оборудование. Они удобны для быстрого расширения или восстановления сетевых структур. Благодаря использованию технологии PoE упрощается подключение устройств, к которым нецелесообразно или невозможно подводить отдельный кабель от источника питания: IP-телефонов, точек доступа беспроводных сетей Wi-Fi и WiMAX, IP-видеокамер.

В линейку устройств серии Ha-VIS eCon 3000 PoE входят коммутаторы с различными сочетаниями портов RJ45 и оптоволоконных портов с автоматическим определением скорости передачи и полярности на кабеле типа «витая пара». Это позволяет произвести быстрый запуск надёжной сетевой инфраструктуры. Важной особенностью новой линейки является то, что все разновидности коммутаторов доступны как в промышленном, так и в коммерческом исполнении (различаются диапазоном рабочих температур: –40...+70°C и 0...+55°C соответственно). Это значит, что можно не переплачивать, если не требуется расширенный диапазон температур.

Общие особенности серии:

- энергоснабжение до четырёх подключённых устройств с поддержкой стандарта PoE+ (до 137 Вт);
- минимальное собственное потребление энергии;
- защита от перенапряжения и неправильной полярности;
- улучшенное крепление на DIN-рейку;
- максимальная выходная мощность PoE – 15,4 Вт на один порт, общая – 61,6 Вт при использовании блока питания на =48 В;
- максимальная выходная мощность PoE – 34,2 Вт на один порт, общая – 136,8 Вт при использовании блока питания на =54 В;
- материал корпуса: анодированный алюминий/сталь с порошковым покрытием.

Новинки серии HARTING eCon 3000 (см. рисунок) можно условно разделить на четыре подгруппы:

- eCon 3000 Fast Ethernet Basic PoE/PoE+;
- eCon 3000 Fast Ethernet Basic PoE/PoE+ и DC/DC;
- eCon 3000 Full Gigabit Ethernet Basic PoE/PoE+;
- eCon 3000 Full Gigabit Ethernet Basic PoE/PoE+ и DC/DC.

Характеристики коммутаторов серии eCon 3000 PoE/PoE+

Подкатегория	Количество портов	Скорость передачи данных, Мбит/с	Размер буфера хранения данных	Размер фрейма	Размер таблицы MAC-адресов, тыс.	Ширина корпуса, мм	Особенности
Fast Ethernet Basic PoE/PoE+	5–8 портов RJ45; 0–2 оптоволоконных порта с длиной линии до 15 км	10/100	448 Кбит	1522 байт	1	25	Высокая плотность установки коммутаторов на DIN-рейке
Fast Ethernet Basic PoE/PoE+ и DC/DC						60	Встроенный DC/DC-преобразователь напряжения для PoE/PoE+
Full Gigabit Ethernet Basic PoE/PoE+	5–7 портов RJ45; 0–2 оптоволоконных порта с длиной линии до 10 км; 0–2 слота для установки SFP-модулей	10/100/1000	1 Мбит	Поддержка длинных фреймов передачи данных (Jumbo Frames, 10 Кбайт)	8	25	Высокая плотность установки коммутаторов на DIN-рейке
Gigabit Ethernet Basic PoE/PoE+ и DC/DC						60	Встроенный DC/DC-преобразователь напряжения для PoE/PoE+

Ключевые характеристики каждой из подгрупп коммутаторов eCon 3000 PoE показаны в таблице.

Коммутаторы, оснащённые встроенным преобразователем напряжения (обозначение DC/DC), могут работать с источником питания 24 В, самостоятельно вырабатывая внешнее напряжение 54 В для питания подключённых PoE-устройств. Это позволяет экономить время и затраты на установку дополнительных кабелей и источников питания.

Заключение

Аналитики IHS/IMS (”The World Market for Industrial Ethernet and Fieldbus Technologies – 2013 Edition“) уверены, что в ближайшие 10–15 лет технология Ethernet заменит во многих применениях традиционные промышленные сети. Эксперты прогнозируют переход на Ethernet большого числа промышленных сетей и, как следствие, дальнейший рост рынка коммутаторов Industrial Ethernet. Надёжное оборудование – ключевой компонент для создания высокопроизводительной и простой в реализации и обслуживании промышленной сети.

В условиях высокой рыночной конкуренции производители промышленных коммутаторов и другого сетевого оборудования должны: вести гибкую ценовую политику, адаптировать свои решения под различные задачи, работать над дальнейшим обновлением и оптимизацией текущей продуктовой линейки. Наличие ключевых преимуществ коммутаторов HARTING, описанных в данной статье, ставит их в один ряд с другими крупнейшими мировыми производителями сетевых решений и позволяет использовать в самых разных отраслях промышленности: машиностроении и робототехнике, ветровой и солнечной энергетике, автоматизации, на транспорте, в промышленных сетях и судостроении.

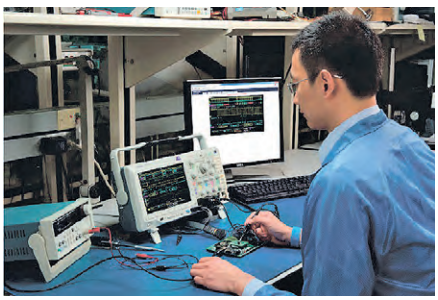
Литература

1. Материалы компании HARTING «Ethernet – значит эффективность», МКА // ВКС. 2013. №2. С. 40.
2. www.osp.ru/lan/2013/09/13037411.
3. www.b2b.harting.com.



Первые в мире многодоменные комбинированные массовые осциллографы Tektronix MSO3000

Владимир Дьяконов (г. Смоленск)



Разработка новой обширной серии из 10 многодоменных осциллографов Tektronix MDO3000 вновь сделала компанию не только первой, но и единственной в мире компанией, выпускающей осциллографы, совмещённые с полноценным анализатором спектра радиочастот. При этом ради повышения доступности и уменьшения стоимости, пришлось пойти на ряд ограничений.

Компания Tektronix, Inc. в феврале 2014 г. объявила о выпуске на рынок 10 новейших многодоменных комбинированных (6 разных приборов в одном корпусе) осциллографов серии MDO3000 с закрытой архитектурой и вполне умеренной стоимостью. Как и в серии MDO4000 [1], впервые в мире в дешёвый осциллограф для повседневной работы опционально был встроен вполне полноценный анализатор спектра радиочастот.

Современные встраиваемые системы постоянно усложняются, и в них растёт применение беспроводных устройств. При этом приобретение всех приборов, необходимых разработчикам для эффективной отладки и диагностики, обходится всё дороже. Кроме того, они занимают немало места на рабочем столе. MDO3000 в корне меняет методику исследования и тестирования электронных устройств, предлагая функции шести независимых приборов в одном сравнительно недорогом приборе. Возможности прибора расширяются при подключении к осциллографу внешнего компьютера и дополнительного дисплея.

По данным корпорации Tektronix, более 25% владельцев осциллографов пользуются анализатором спектра несколько раз в неделю и более 40% встраиваемых систем имеют какой-либо беспроводной интерфейс. Являясь достойными продолжателями первого в мире осциллографа со встроенным анализатором спектра радиочастот – осциллографа Tektronix MDO4000, завоевавшего ряд наград, – осциллографы серии MDO3000 полностью соответствуют этой тенденции, но гораздо больше интегрированы с другими приборами, имеют скромные габариты и массу, а главное, имеют меньшую стоимость.

Теперь инженеры и научные работники могут выполнять анализ во временно́й, логической и частотной областях (доменах) с помощью одного прибора, не отвлекаясь на показания нескольких приборов, установленных в разных местах и не загромождая ими рабочий стол. По сравнению с отдельными осциллографами и анализаторами спектра такого класса, комбинированный осциллограф MDO3000 обладает лучшими характеристиками и возможностями, предлагая удобства приборов без ущерба для их технических характеристик.

Старшие модели MDO3000 уверенно перешли два первых «магических» барьера в развитии осциллографов – барьер по времени нарастания переходной характеристики в 1 нс и барьер по полосе исследуемых частот в 1 ГГц. И это произошло в серии сравнительно дешёвых массовых приборов. Младшие модели этой серии вообще являются «бюджетными» приборами для повседневной работы. Все дополнительные возможности приобретаются отдельно в виде опций, и приборы легко модернизируются в ходе эксплуатации.

В своём классе осциллографов с умеренной ценой, ориентированных на рынок массовых приборов [2], осциллографы Tektronix MDO3000 вновь оказались первыми и пока единственными в мире осциллографами, имеющими встроенный анализатор спектра радиочастот и позволяющими полноценно исследовать принципиально новую для них частотную область. Приборы имеют следующие характеристики [3, 4]:

- закрытая архитектура, позволяющая снизить вес, габариты, потребляемую мощность и стоимость приборов;
- полоса частот – 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц, 200 МГц и 100 МГц;
- аналоговые каналы – два (MDO3xx2) или четыре (MDO3xx4);
- частота дискретизации – 2,5 Гвыб/с (три или четыре канала), 5 Гвыб/с (один или два канала), 2,5 Гвыб/с (все каналы), интерполяция sin(x)/x;
- жидкокристаллический дисплей с диагональю экрана 9 дюймов и разрешением 800 × 480 точек (WVGA);
- разрешение по вертикали 8 бит, программное повышение разрешения до 11 бит;
- глубина записи 10 Мточек с просмотром с помощью системы Wave Inspector Navigation;
- режимы работы осциллографа – развёртка во времени, XY и совместно;
- анализатор спектра, стандартная конфигурация от 9 кГц до максимального значения полосы осциллографа, опция – от 9 кГц до 3 ГГц;
- цифровые (логические) каналы (опция) –16 каналов с 16-канальным цифровым пробником P6316 500 Мвыб/с в основном режиме или 8,25 Гвыб/с с системой повышенного разрешения MagniVu;
- генератор сигналов (опция) – один выход, 50 МГц, 13 встроенных форм и произвольная форма;
- анализатор протоколов последовательных шин (опция) – I^2C, SPI, RS-232, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553 и Audio;
- цифровой вольтметр (штатно встроенная опция) – 3,5 разряда, AC RMS, DC, AC+DC RMS;
- более 125 условий запуска развёртки;
- 9 дополнительных модулей для анализа сигналов последовательных шин.

Осциллографы серии MDO3000 имеют два или четыре аналоговых канала

(см. рис. 1) с верхней границей полосы пропускания от 100 МГц до 1 ГГц, 16 цифровых каналов (опция) и один РЧ-канал анализатора спектра радиочастот с диапазоном частот от 9 кГц до верхней границы полосы пропускания аналоговых каналов. Диапазон частот по РЧ-входу можно расширить до 3 ГГц для любой модели. Благодаря новой функции FastAcq, осциллографы MDO3000 поддерживают скорость захвата более 280 000 осциллограмм в секунду, которые выводятся на чёткий дисплей с цифровым люминофором, облегчающим поиск редко появляющихся аномалий сигнала.

На рисунке 1 показан внешний вид осциллографов Tektronix серии MDO3000 со стороны передней панели. Осциллографы внешне очень похожи на приборы более старшей серии MDO4000, но они значительно меньше, легче и дешевле. Габариты прибора: высота 203,2 мм, ширина 416,6 мм и глубина 147,4 мм, масса 4,2 кг, потребляемая мощность – 120 Вт. Малые габариты, вес и потребляемая мощность – всё это относится к несомненным достоинствам приборов, как и широкий температурный диапазон работы: от –10 до +55°С.

Сзади расположены разъёмы тактового генератора и выхода для запуска внешних устройств, подключения внешнего дисплея, порта USB и локальной сети LAN, сетевого кабеля питания и замка для защитного троса. По бокам осциллографов рекомендуется оставлять свободное место (не менее 51 мм) для вентиляции прибора. Она облегчается малой потребляемой от сети мощности, что является достоинством прибора.

Встроенный цифровой вольтметр и частотомер является единственной штатной опцией, которая активизируется уже при регистрации купленного прибора. Он позволяет измерять среднеквадратическое значение переменного напряжения, постоянное напряжение или среднеквадратическое значение суммарного (переменное + постоянное) напряжения с разрешением 3,5 разряда, а также измерять частоту с разрешением 5 разрядов, причём результаты измерений выводятся на большой легко читаемый экран, который позволяет мгновенно замечать изменения показаний.

Встроенный прибор не является мультиметром, и его функции ограничены – практически аналогичны автоматическим измерениям напряжения и частоты. Его применение дополнительно не нагружает исследуемое устройство, являясь простым и удобным.

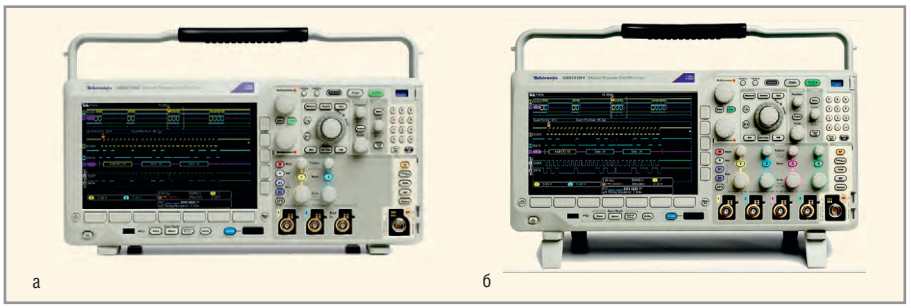


Рис. 1. Внешний вид осциллографа Tektronix MDO3000 спереди: а – 2-канальный; б – 4-канальный

Основой MDO3000 является двух- или четырёхканальный цифровой запоминающий осциллограф реального времени с фирменной системой «цифрового фосфора», системой просмотра осциллограмм WaveInspector и встроенным анализатором спектра радиочастот с отдельным входом. Прибор имеет восьмиразрядную закрытую архитектуру и является дальнейшим развитием многодоменных осциллографов старшей серии MDO4000 в направлении повышения интеграции с другими приборами, повышения степени доступности осциллографов и снижения их стоимости.

Приборы имеют следующие возможности и преимущества:

- высокая скорость захвата сигналов в режиме FastAcq позволяет быстро находить трудноуловимые аномалии сигналов;
- максимальная скорость захвата осциллограмм 235000/с для всех моделей, кроме 1 ГГц (у них она более 280000/с);
- панель управления Wave Inspector® облегчает навигацию и автоматизирует поиск данных сигнала;
- 33 автоматизированных измерения и гистограммы сигнала для упрощённого анализа сигнала;
- интерфейс пробников TekVPI поддерживает активные, дифференциальные и токовые пробники с автоматическим выбором диапазона и единиц измерения;
- широкоэкранный цветной дисплей с диагональю 9 дюймов (229 мм);
- небольшие размеры и масса – всего 147 мм в глубину и 4,2 кг массы.

Канал вертикального отклонения имеет переключаемые входы с входным сопротивлением 50 Ом и 1 Мом. Все приборы, за исключением самых широкополосных (1 ГГц), дополнительно имеют 75-омный вход, широко применяемый при исследовании телевизионных сигналов. Интерфейс TekVPI позволяет подключать различные типы пробников с автоматическим определением их параметров. Чувствительность по вертикали (без пробников) от 1 мВ/дел до 1 В/дел для низкоомных входов и до 10 В/дел для высокоомных входов. Погрешность входного сопротивления составляет ±1%.

Канал горизонтального отклонения обеспечивает временну́ю развёртку с масштабом от 1 нс/дел (0,4 нс/дел у 1 ГГц приборов) до 1000 с/дел. Запуск развёртки возможен в автоколебательном, ждущем и однократном режимах и может проводиться по 128 различным условиям (по перепадам и фронтам, по длительности импульсов, по их комбинациям и так далее). На рисунке 2 показан запуск по положительному перепаду. Установка осуществляется с помощью меню двух типов: вертикального и горизонтального в нижней части экрана, которые меняются в зависимости от выбранного режима работы.

Для просмотра части сложных сигналов служит интеллектуальная «лупа времени» – фирменное средство WaveInspector, которое управляется характерной сдвоенной поворотной ручкой, выделяющейся на передней панели. Одна из ручек осуществляет перемещение выделенного участка осциллограммы по горизонтали, а другая меняет масштаб изображения. Обзорная осциллограмма размещается сверху, а под ней находится развёрнутая осциллограмма, то есть выделенная часть обзорной осциллограммы. С помощью простого проигрывателя обзор может осуществляться в ручном и автоматическом режимах работы с остановкой по заданным условиям. WaveInspector является мощным средством для детального изуче-

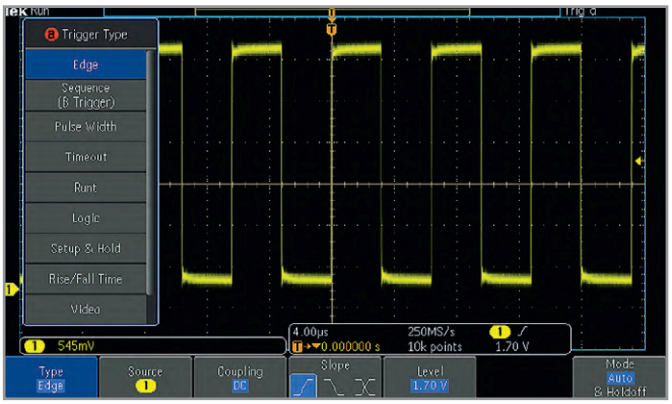


Рис. 2. Запуск по положительному перепаду

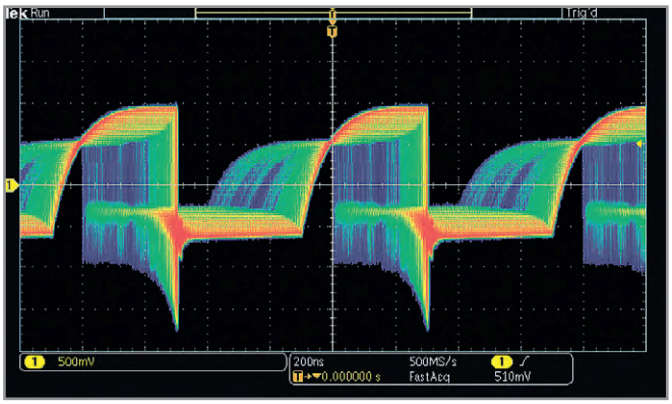


Рис. 3. Просмотр нестабильных импульсов при цветной персистенции

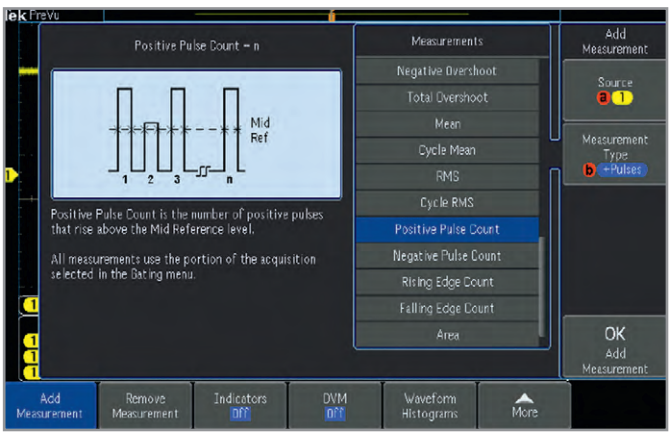


Рис. 4. Задание автоматических измерений

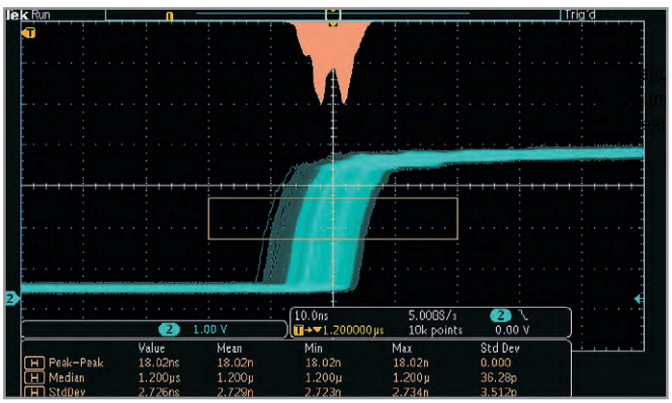


Рис. 5. Наблюдение и автоматическое измерение параметров джиттера с построением гистограммы

ния сложных сигналов и поиска в них аномалий, возникающих в тестируемых системах.

Особые трудности возникают при выявлении коротких, редко повторяющихся и даже случайных аномалий. Если аномалия проявляется во времени, то эффективным методом её обнаружения является запуск по длительности импульсов. Возможен и вывод таблицы условий запуска.

Мощным средством обнаружения аномалий является имитация аналогового послесвечения электронно-лучевых трубок. Цветная персистенция под названием «цифровой фосфор» впервые была применена в осциллографах корпорации Tektronix и получила дальнейшее развитие в осциллографах MDO4000/3000. Персистенция у них может быть с переменным временем затухания и с бесконечным, цветная и монохромная. Цветная персистенция даёт не просто красочную осциллограмму – она позволяет более чётко выделить особенности сигналов. Например, представить его ядро, повторяющееся наиболее часто (см. рис. 3).

Персистенция удобна также при просмотре телевизионных и нестационарных видеосигналов. Телевизионная развёртка позволяет просматривать сигналы систем PAL и NTSC с выделением строк и полей.

Осциллограф имеет различные средства измерений. Виды измерений по сетке на экране (а она может быть разного типа) не рассматриваются ввиду их общеизвестности. Курсорные измерения возможны с вертикальными и горизонтальными курсорами, перемещаемыми независимо или парами – один курсор опорный и перемещаемый, другой реализует дельта-метод. Курсоры позволяют проводить измерения в точках и зонах осциллограмм, которые недоступны для автоматических измерений.

Автоматические измерения десятков (до 33 у осциллографов описываемых приборов) параметров превращают каждый осциллограф в мощную измерительную систему, порой заменяющую десятки измерительных приборов. Задание автоматических измерений сопровождается выводом окна с наглядным описанием сути измерений (см. рис. 4).

При измерении некоторых параметров, например, нестабильности (джиттера), возможно построение горизонтальных и вертикальных гистограмм. Рисунок 5 даёт пример измерения временно́й нестабильности (джиттера) и построения её гистограммы.

Множество измерений приходится отображать при испытании источников электропитания. Поставляется специальная опция для таких детальных измерений. В этом случае можно выводить таблицу с множеством измерений.

Возможен также спектральный анализ сигналов от источников электропитания. При этом выводится спектр в привычном для разработчиков источников электропитания виде (см. рис. 6). На рисунке представлены также показания встроенного вольтметра – малиновым цветом. Очень удобны осциллографы при исследовании и тестировании источников электропитания с импульсным регулированием, имеющим высокий КПД на довольно сложные временны́е и частотные характеристики наблюдаемых процессов.

Осциллографы MDO3000 имеют обширные возможности математической обработки сигналов, например проведение арифметических операций с сигналами двух каналов, выполнение быстрого преобразования Фурье (БПФ), интегрирования и дифференцирования осциллограмм сигналов, вычисление их элементарных функций и так далее.

Встроенный анализатор спектра осциллографа имеет диапазон частот в стандартной конфигурации: от 9 кГц до верхней границы полосы пропускания осциллографа. Анализатор спектра имеет широкую полосу захвата до 3 ГГц. Полоса разрешения RBW от 20 Гц до 150 МГц с шагом 1, 2, 5. Опорные уровни от –130 до +20 дБм, шаг 5 дБм. Уровень шума типовой от <–113 дБм/Гц на частотах от 8 до 50 кГц, до <–142 дБм/Гц в диапазоне частот от 5 МГц до 2 ГГц. Масштаб спектра логарифмический. К сожалению, линейный масштаб пал жертвой упрощения приборов этой серии (в старшей серии MDO4000 он есть).

Панель управления анализатором спектра расположена по левому краю передней панели осциллографа (см. рис. 1). Установки в ней аналогичны применяемым в обычных анализаторах спектра. Несмотря на малую занимаемую площадь, работа с панелью достаточно удобна. При анализе спектра независимо устанавливается центральная частота CF и диапазон спектрального анализа Span (или просто начальная и конечная частоты диапазона).

Приборы серии MDO3000 обеспечивают четыре режима отображения спектра (типа трасс) сигналов, включая нормальный, усреднение, удержание максимума и удержание минимума (см. рис. 7). От него зависит ширина шумовой дорожки спектра (она минимальна в режиме усреднения). Для точных измерений частоты и амплитуды пиков спектра они маркируются.

Опорный маркер (для самого высокого пика) выделяется красным цветом (см. рис. 7). Отображаемые возле маркеров параметры пика могут выводиться либо в виде абсолютных значений (режим «Absolute»), либо в виде относительных (режим «Delta»). В режиме «Delta» отображаются значения частоты и амплитуды пика относительно опорного маркера.

Вид спектрального пика и разрешение по частоте и амплитуде зависят от окна спектрального анализа. В MDO3000 использованы следующие распространённые типы окон: Кайзера (по умолчанию), прямоугольное, Хемминга, Хеннинга, Блэкмана-Харриса и с плоской вершиной.

Для измерения любых участков спектра служат два ручных маркера. Один из них выполняет роль опорного маркера, позволяя проводить измерения в любой части спектра – в том числе между пиками. Возможно применение до 11 автоматических маркеров, устанавливающихся на пиках. В зависимости от выбранного режима («Absolute» или «Delta»), помимо значений частоты и амплитуды, показания ручных маркеров представляют плотность шума и фазовый шум. С помощью функции «Reference Marker to Center» («Опорный маркер в центр») можно мгновенно перемещать частоту, обозначенную опорным маркером, в положение центральной частоты.

Осциллографы серии MDO3000 позволяют отображать спектры в виде двумерных спектрограмм (увы, построение трёхмерных спектрограмм не предусмотрено), которые являются идеальным средством для отслеживания медленно изменяющихся событий в РЧ-сигналах. У них по оси X откладываются значения частоты (как на обычном графике представления спектра), по оси Y – время, а цветом обозначается амплитуда. Холодные цвета (синий, зелёный) соответствуют малым значениям амплитуды, а тёплые (жёлтый, красный) – более высоким.

Осциллографы серии MDO3000 позволяют проводить три вида автоматизированных РЧ-измерений: измерение мощности сигнала в канале, коэффициента мощности соседнего канала и ширины занимаемой полосы частот. При активации какого-либо из этих режимов измерений осциллограф автоматически включает режим отображения спектра и метод детектирования «Усреднение» («Average») для оптимизации результатов измерений.

Диапазон частот анализатора спектра любой модели можно расширить до 3 ГГц с помощью дополнительно приобретаемой опции MDO3SA. Это позволяет выполнять радиочастотный анализ спектра сигналов большинства стандартов беспроводной связи. С помощью переходника-адаптера TPA-N-VPI с анализатором спектра можно использовать стандартные пробники аналоговых каналов осциллографа.

При исследовании последовательных линий в осциллографах серии MDO3000 поддерживается запуск по

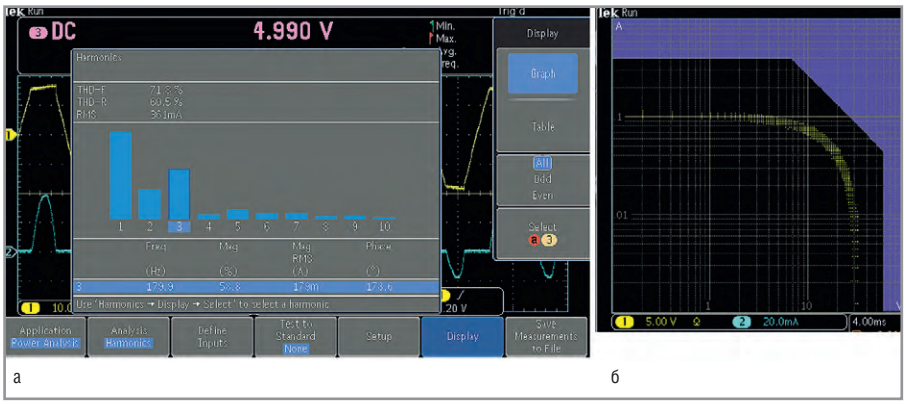


Рис. 6. Спектральный анализ сигналов от источников электропитания: а – показания встроенного вольтметра и спектр выходного сигнала; б – диаграмма допустимой рабочей области

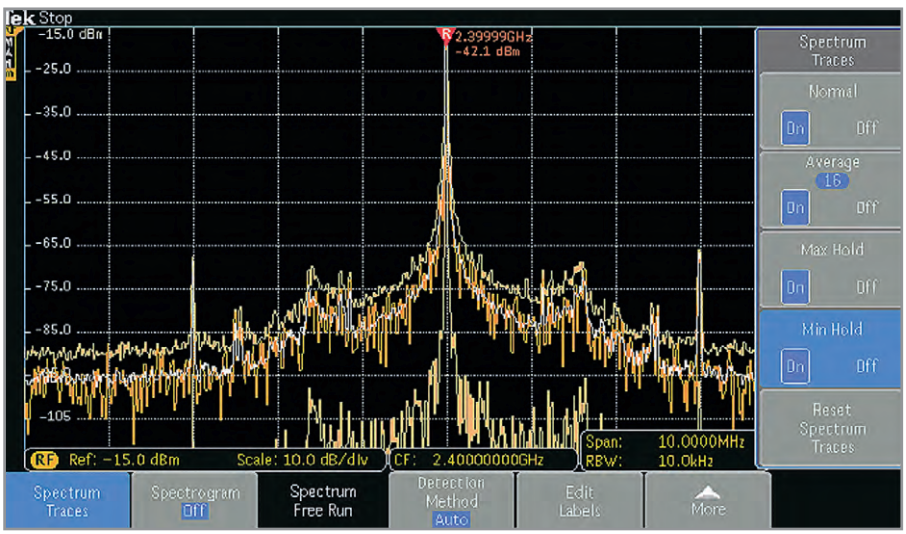


Рис. 7. Типы трасс спектра синусоидального сигнала



Рис. 8. Вывод таблицы последовательных данных

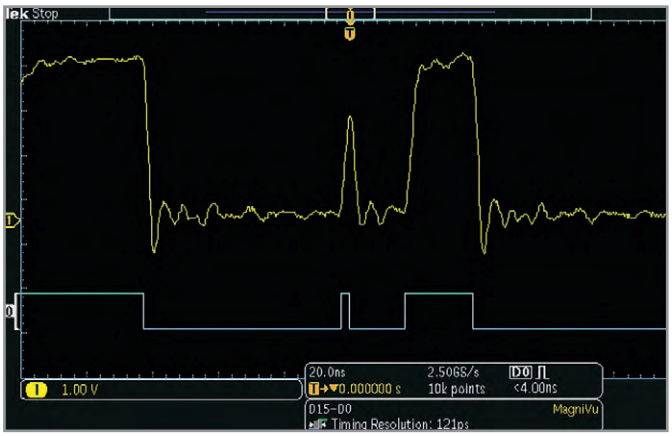


Рис. 9. Работа с системой MagniVu

различным критериям: содержимому пакета, например, по началу, по конкретным адресам или данным, по уникальным идентификаторам и тому подобным. Поддерживаются такие популярные последовательные интерфейсы, как I²C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB2.0, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553 и I2S/LJ/RJ/TDM. Анализатор протоколов (опциональный) обеспечивает поддержку стандартов этих шин и аудиошины. На рис. 15 показаны типичные осциллограммы при анализе протокола стандарта шины I²C. Сверху даны осциллограммы физических сигналов, снизу – цифровых.

Таблица событий отображает декодированные идентификатор, код длины данных (DLC), данные и контрольную сумму (CRC) для каждого пакета шины CAN в течение длительного захвата. Возможен вывод таблицы последовательных данных с расшифровкой их основных параметров и адресов (см. рис. 8).

Для анализа параллельных данных приходится использовать логический анализатор. В осциллографах серии MDO3000 он реализован как опция MDO3MSO. Для подключения к параллельным шинам используется многоканальный пробник логических сигналов P6316. Он имеет две группы входов каналов по 8 каналов в каждой. Цифровые каналы имеют входное сопротивление 101 кОм, параллельно с ёмкостью 8 пФ.

Осциллограф смешанных сигналов позволяет одновременно наблюдать на экране избранные аналоговое и цифровые (до 16 каналов) сигналы с регулируемым порогом. Цифровые (логические) сигналы представлены в идеализированном виде, что позволяет разместить большое число осциллограмм таких сигналов в пределах одного экрана.

Осциллограммы цифровых сигналов могут объединяться для удобства анализа в отдельные группы и раскрашиваться в различные цвета. Встроенная схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала белым цветом при наличии в этой точке множества переходов. Белые фронты указывают на то, что при растяжении сигнала или захвате его с более высокой частотой дискретизации можно получить дополнительную информацию. В большинстве случаев растяжение позволяет увидеть импульсы, незаметные при прежних настройках развёртки. Если белые фронты сохраняются и после максимального растяжения, то повышение частоты дискретизации при следующем захвате позволит выявить высокочастотную информацию, недоступную при предыдущих настройках.

Для повышения временно́го разрешения и просмотра коротких событий используется фирменная система MagniVu. На рисунке 9 показано её действие: сверху дана реальная осциллограмма аналогового сигнала, а снизу находится идеализированная осциллограмма системы MagniVu.

Осциллографы серии MDO3000 могут записывать до 10 млн точек со скоростью 500 Мвыб./с с разрешением 2 нс. В режиме MagniVu можно записывать в память прибора 10 000 точек с частотой дискретизации до 8,25 Гвыб./с (разрешение 121,2 пс). MagniVu обладает значительно лучшим разрешением по времени, чем другие системы захвата и отображения цифровых сигналов аналогичных моделей осциллографов.

Генерация сигналов произвольной формы и стандартных функций выполняется генератором (опция MDO3AFG) для 13 предварительно заданных форм сигнала (см. рис. 10). К сожалению, генератор одноканальный.

Прибор обеспечивает генерацию синусоидальных сигналов с максимальной частотой 50 МГц. Длина записи составляет 128 000 точек, частота дискретизации генератора сигналов произвольной формы – 250 Мвыб./с. Интегрированный опциональный генератор сигналов произвольной формы более чем в два раза превосходит по скорости конкурирующие предложения и обладает в восемь раз большим объёмом памяти сигнала по сравнению с ними.

При проведении допусковых измерений часто применяются маски – геометрические фигуры, – показывающие область допустимых положений осциллограмм. Маски часто строятся с помощью самих же осциллограмм путём их перемещения (см. рис. 11).

Многофункциональности приборов и реализации их высших характеристик во многом помогает обширная номенклатура пробников, выпускаемых как специально для этих приборов, так и для других типов осциллографов компании Tektronix. Недорогие стандартные пассивные пробники для осциллографов MDO3000 с входным сопротивлением 10 МОм и коэффициентом деления 10 имеют уникально малую входную ёмкость в 3,9 пФ, что почти втрое меньше входной ёмкости у стандартных пробников фирм-конкурентов. Они выпускаются с разной полосой пропускания для каждого типа осциллографа.

К осциллографу могут подключаться самые различные типы аналоговых пробников: высоковольтные пассивные, токовые клещи, активные пробники со сверхмалой входной ёмкостью, дифференциальные. К РЧ-входу анализатора спектра могут подключаться пробники напряжённости элек-

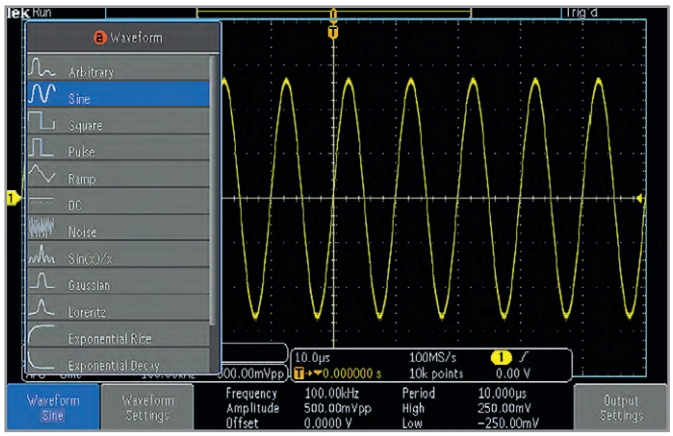


Рис. 10. Панель задания формы сигналов и пример генерации синусоидального сигнала

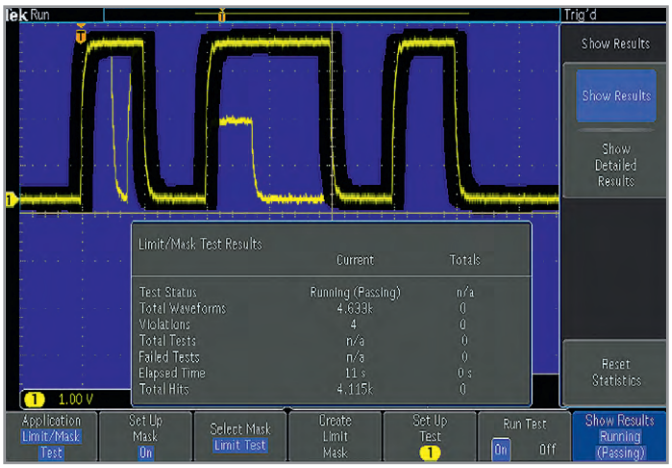


Рис. 11. Измерение нахождения сигнала в маске

трического поля, а также, через специальный адаптер, пробники аналоговых каналов. Как отмечалось, для подключения цифровых каналов используется специальный многоканальный пробник.

Даже с учётом ограничений, на которые пришлось сознательно пойти ради стоимости приборов, появились уникальные в своём классе, умеренно дешёвые и даже бюджетные многопрофильные осциллографы с хорошо сбалансированными электрическими характеристиками и прекрасными эксплуатационными свойствами. Несомненно, что новые приборы найдут самое широкое применение в технике отладки и тестирования радиоэлектронных устройств самого различного назначения.

Литература

1. *Дьяконов Владимир.* Многодоменные осциллографы Tektronix MDO4000. Часть 1. Возможности в осциллографии. Компоненты и технологии. 2013. №2 .
2. *Дьяконов Владимир.* Как потратить миллион рублей на покупку цифрового осциллографа и что из этого выйдет? Компоненты и технологии. 2013. № 12.
3. Комбинированные осциллографы. Комбинированные осциллографы серии MDO3000. Tektronix. 2014. 24 Feb.
4. MDO3000 Series Integrated Scope. Designed to Make Your Job Simpler and Faster! Tektronix. 2013. March.

Новости мира News of the World Новости мира

«Опека» от КРЭТ поможет следить за здоровьем

Разработку для отслеживания и анализа состояния здоровья гендиректор Ростеха Сергей Чемезов представил Президенту России Владимиру Путину во время рабочей встречи.

Мобильный комплекс «Опека» предназначен для самодиагностики в режиме реального времени или оперативного дистанционного мониторинга сердечной деятельности и других физиологических параметров человека. Разработка, в отличие от распространённых фитнес-гаджетов, обладает медицинской точностью и создавалась при участии научного медицинского сообщества.

Прибор состоит из нательного модуля и браслета, которые могут использоваться как вместе, так и по отдельности, и связаны между собой и с компьютером, планшетом или смартфоном при помощи канала радиосвязи стандарта Bluetooth 4.0 с низким энергопотреблением.

Нательный модуль «Опека» крепится в районе груди и снимает показания частоты сердечных сокращений (ЧСС), электрокардиограмму (ЭКГ), фиксирует частоту дыхания, температуру и проводимость кожи (позволяет определить уровень стресса, засыпание). Кроме того, нательный модуль оснащён датчиком положения тела, который позволяет не только связывать показания с активностью пользователя, но и при необходимости подавать сигнал врачам и родственникам.

Данные с нательного модуля могут отправляться на «облачный» сервер через смартфон или через специальный браслет «Опека», оснащённый модулем GSM. Последний вариант особенно удобен для людей с ограниченными возможностями и пожилых людей. Браслет также позволяет точно определять местонахождение пациента, оснащён двусторонней голосовой связью и тревожной кнопкой, которой пользователь может воспользоваться в случае резкого ухудшения своего состояния. При этом сигнал будет отправлен как в медучреждение, так и родственникам. Врачи скорой помощи получат вызов автоматически, по дороге смогут получить всю необходимую информацию о состоянии здоровья пациента.

Применение устройства позволяет своевременно диагностировать опасные заболевания, отслеживать ход реабилитации пациентов или оперативно подбирать и корректировать медикаментозную терапию.

rostec.ru

Силовые SIC-ключи 120 и 280 мОм на 900 В

Компания Wolfspeed (Cree Company) анонсировала расширение семейства SiC силовых ключей на 900 В.

К уже имеющимся C3M0065090J и C3M0065090D добавлены два новых транзистора. Оба ключа обладают меньшим током и более высоким сопротивлением в открытом состоянии – C3M0120090D (120 мОм) и C3M0280090D (280 мОм). Оба устройства находятся на стадии серийного производства. Исполнение – в корпусе TO-247-3.

Новые приборы расширяют область применений с напряжениями ≤900 В и дополняют семейства Wolfspeed MOSFET 1200В и 1700 В. Кроме того, планируется выпуск аналогичных приборов 280 мОм и 120 мОм 900В в корпусе TO-263-7 (D2PAK).

www.macrogroup.ru

Отладка последовательных шин встраиваемых систем с помощью осциллографа

Алекс Климадж, Keysight Technologies

Стремление к сокращению размеров, потребляемой мощности и цены электронных изделий привело к широкому применению во встраиваемых системах последовательных шин. И хотя последовательные шины позволяют сократить число контактов интегральных схем, а также энергопотребление и занимаемое пространство, они заметно усложняют конструкцию. Инженерам, работающим с последовательными шинами, нужен быстрый способ отладки и проверки разрабатываемых схем.

Асинхронная природа многих последовательных интерфейсов порождает проблемы захвата и декодирования сигналов. И хотя анализаторы протокола отлично справляются с поиском функциональных проблем и ошибок синхронизации последовательных шин, осциллографы, помимо этого, позволяют выявлять источники шумов, захватывать переходные процессы, проводить тесты на соответствие спецификациям физического уровня и измерять мощность. Благодаря встроенной функции запуска по сигналам и декодирования данных последовательных шин, осциллографы становятся мощными универсальными приборами для разработчиков встраиваемых систем.

Захват и декодирование

До того как декодеры данных последовательных шин стали встраивать в осциллографы, инженеры были вынуждены декодировать последовательные кадры вручную. Это требовало глубокого понимания протокола последовательной шины и некоторой «удачи» в попытке захватить нужный кадр. На рисунке 1 показан захваченный осциллографом кадр шины I²C с линией тактовой частоты (SCL) в канале 1 и линией данных (SDA) в канале 2. Для ручного декодирования этой информации необходимо использовать следующую процедуру.

1. Захватить один кадр осциллографом.
2. Сделать снимок экрана.
3. Открыть его на компьютере и добавить вертикальные линии вдоль каждого положительного перепада тактовой частоты.
4. Записать уровень сигнала SDA (1 или 0), соответствующий каждому положительному перепаду сигнала SCL.

В соответствии со спецификацией I²C преобразовать двоичные значения в шестнадцатеричные. Подсчитывая перепады тактовой частоты и зная, что протокол I²C использует стартовый импульс, 7 бит адреса, бит подтверждения, 8 бит данных, ещё один бит подтверждения и, наконец, стоповый бит, можно рассчитать шестнадцатеричные значения. В данном случае этот записанный кадр содержит адрес 0×29 и данные 0×04.

Этот метод, конечно, имеет право на существование, но он отнимает много времени и вполне может оказаться, что это вовсе не тот кадр, который был нужен. Если инженеру придётся декодировать вручную несколько последовательных кадров, то затраты времени могут стать неприемлемыми. Вот тут-то и становятся очевидными преимущества встроенного в осциллограф декодера последовательных данных. На рисунке 2 показана работа встроенного в осциллограф декодера данных шины I²C. Кроме того, использована функция запуска по сигналам последовательной шины для быстрого поиска нужного пакета данных. Декодированный кадр показан синим цветом в нижней части экрана осциллографа, а вверху виден оранжевый указатель точки запуска. Инженеры могут пользоваться этой функцией для быстрого поиска интересующих их данных, не вдаваясь в подробности спецификаций последовательной шины.

Захват непериодических сигналов последовательной шины

Предположим, что схема состоит из нескольких ИС (интегральных схем),



Рис. 1. Ручное декодирование данных шины I²C



Рис. 2. Запуск по сигналам шины I²C и автоматическое декодирование данных

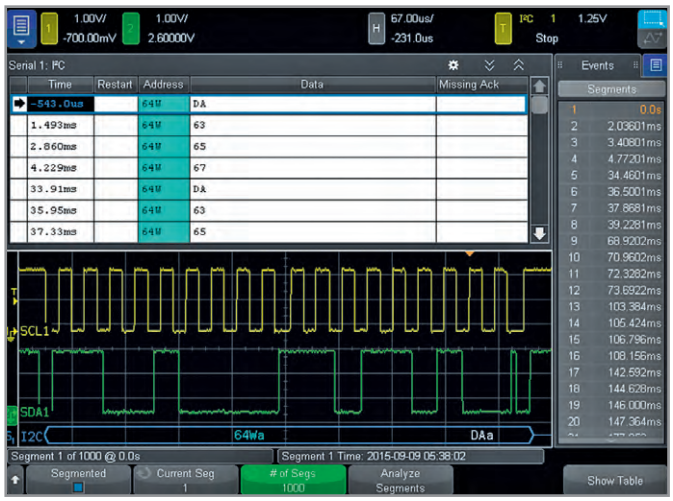


Рис. 3. Декодирование данных последовательной шины в режиме сегментированной памяти

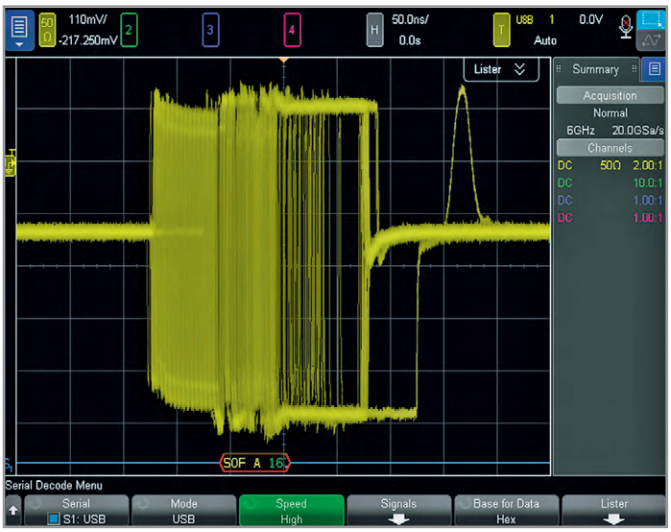


Рис. 4. Сигнал USB с наведённой помехой



Рис. 5. Локализация наведённой помехи с помощью запуска по выделенной области

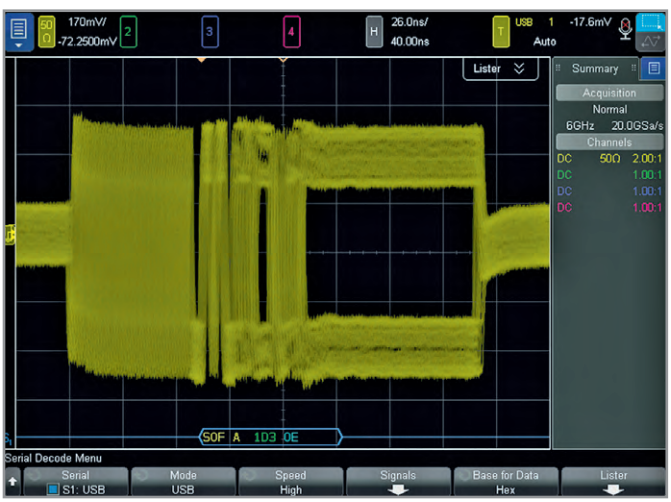


Рис. 6. Сигнал USB с низкочастотным шумом

которые взаимодействуют с контроллером через шину I²C, и необходимо увидеть все данные, которые записываются в определённую ИС. Это делается очень легко путём настройки запуска по адресу записи этой ИС. В результате осциллограф будет запускаться при каждом появлении этого адреса на шине, но получить общее представление о передаваемых данных по одной осциллограмме будет по-прежнему нелегко. Вот здесь-то и приходит на помощь сегментированная память. В режиме сегментированной памяти осциллограф ждёт появления заданных условий запуска, сохраняет осциллограмму в памяти, снабжает её меткой времени, снова производит запуск и ожидает следующего появления заданных условий. На рисунке 3 осциллограф настроен на запуск по каждой записи данных в ИС с шестнадцатеричным адресом 64, при этом включён режим сегментированной памяти с настройкой захвата 1000 сегментов. С помощью этого инструмента инженер может увидеть, какие данные записывались в данную ИС, как часто они записывались, и изучить форму сигнала каждого кадра. Если один или несколько кадров содержат некорректные данные, инженер может выбрать этот кадр из списка и проверить целостность физического сигнала. Ошибка может порождаться шумом или переходными процессами.

Локализация наведённых помех

Случайные помехи, наведённые на последовательную шину, могут порождать ошибки или вызывать сброс встроенного процессора. Используя традиционные методы запуска осциллографа, обнаружить их очень трудно. Наличие цифрового последовательного сигнала, который уже сам по себе содержит непериодические события, дополнительно усложняет запуск по ещё более редким случайным помехам. Один из способов обнаружения помехи заключается в установке бесконечного послесвечения развёртки сигнала. В режиме бесконечного послесвечения осциллограф не очищает экран между последовательными захватами сигнала. Новые сигналы продолжают накладываться на экране поверх старых. Использование запуска по последовательному сигналу для отображения всех переданных кадров и режима постоянного послесвечения создаст изображение, в котором все битовые позиции окажутся заполненными. При появлении помехи, её будет сразу видно: она выбивается из общей картины.

Обнаружив помеху, следует настроить запуск по ней. Как уже говорилось, осуществить это традиционными методами может оказаться весьма непросто. С появлением осциллографов с сенсорным экраном появились и новые методы запуска. С помощью функции запуска по выделенной области (Zone Trigger) помехи и переходные процессы захватываются очень легко. На рисунке 4 показан сигнал шины USB с непериодической помехой.

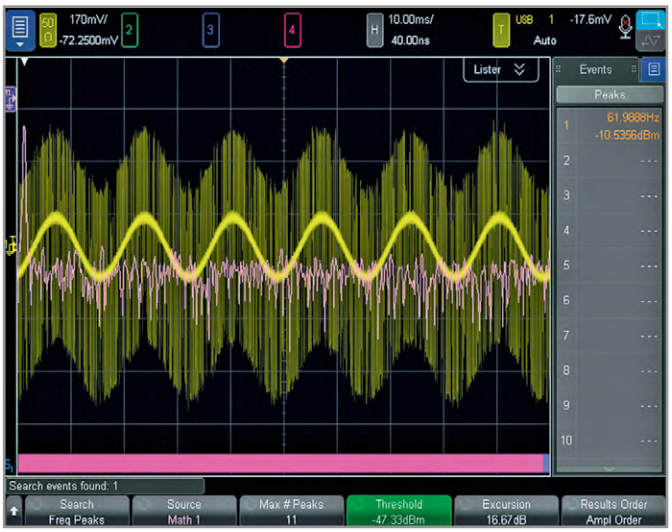


Рис. 7. БПФ сигнала USB с наведённым низкочастотным шумом

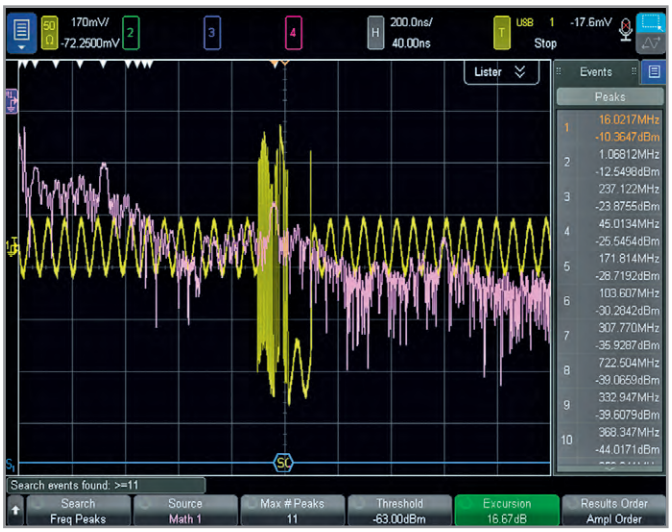


Рис. 8. Сигнал USB с шумом тактовой частоты 16 МГц

Чтобы настроить запуск по этой помехе нужно всего лишь нарисовать на сенсорном экране рамку и выбрать режим Zone 1 Must Intersect (пересечение зоны 1). Осциллограф запускается уже по началу кадра USB. Включение запуска по выделенной области говорит осциллографу, что он должен запускаться, только когда увидит начало кадра USB и сигнал внутри обозначенной зоны. Эта ситуация показана на рисунке 5. После успешного запуска по наведённой помехе можно выполнить необходимые измерения и установить источник её происхождения.

Поиск источника шума

А что если отлаживаемая последовательная шина не подвержена влиянию помех, а вместо этого на ней присутствует постоянный наведённый шум? Чтобы выявить источник этого шума нужно использовать иной подход, поскольку по шуму запускаться нельзя. В этом случае пригодится встроенная в осциллограф функция быстрого преобразования Фурье (БПФ). БПФ преобразует сигналы из временно́й области в частотную. Это позволяет увидеть частотные составляющие наведённого шума. На рисунке 6 показан сигнал USB с наведённым шумом.

Уже по этому изображению начала кадра USB можно увидеть, что здесь присутствует шум с амплитудой около 150 мВ$_{пик-пик}$. Чтобы выявить источник этого шума можно использовать функцию БПФ и пиковые маркеры. При первом включении БПФ не наблюдается частотной составляющей, которую можно было бы назвать шумом. Это значит, что частота шума значительно ниже частоты сигнала USB.

Чтобы найти основную частотную составляющую, необходимо уменьшить скорость развёртки до 10 мс на деление. В этом режиме БПФ может обнаруживать низкие частоты. На рисунке 7 видно, что частота шума примерно равна 61 Гц. Это шум, наведённый на сигнал USB от сети переменного тока.

Другим распространённым источником шума для последовательных шин встраиваемых систем является сигнал тактового генератора, частота которого лежит в мегагерцовом диапазоне. На рисунке 8 показано БПФ сигнала USB с шумом, наведённым от тактового сигнала 16 МГц. Устройства Интернета вещей со встроенным адаптером беспроводной сети могут подвергаться воздействию шумов, создаваемых радиостанциями. На рисунке 9 показан сигнал USB с пиком спектра на частоте 2,4 ГГц – это типичная частота беспроводной сети.



Рис. 9. Сигнал USB с шумом частотой 2,4 ГГц от беспроводной сети

Заключение

Инженеры, занятые разработкой встраиваемых систем, вынуждены создавать недорогие энергоэффективные устройства малого размера. Это вызывает острую потребность в мощных средствах измерения и отладки. Для этого отлично подходят современные цифровые осциллографы со встроенной функцией декодирования данных последовательных шин. С появлением встроенных функций декодирования ручное декодирование отдельных кадров кануло в Лету. Расширенные режимы запуска по сигналам последовательных шин позволяют легко захватывать интересующие кадры. Режим сегментированной памяти можно использовать вместе с декодированием данных последовательных шин для захвата конкретной передаваемой информации в течение длительных периодов времени. Новые методы запуска, ставшие возможными с появлением сенсорных экранов, существенно упрощают локализацию непериодических помех. И, наконец, источники шума можно идентифицировать с помощью функции БПФ. Обзаведясь современным осциллографом, инженеры, занятые разработкой встраиваемых устройств, получают полный набор инструментов для отладки.

Новости мира News of the World Новости мира

УЦ «КУДИЦ» станет первым российским разработчиком учебных курсов IBM

Учебный центр «КУДИЦ» подписал соглашение с компанией Global Knowledge о создании серии авторизованных курсов по полной линейке продуктов IBM для специалистов по всему миру, на русском и английском языках. Это первый опыт отечественных специалистов в качестве разработчиков авторизованных курсов IBM.

УЦ «КУДИЦ» намерен разрабатывать курсы по всей линейке IBM, уже сейчас в разработке находятся курсы по продуктам – IBM DataPower, IBM DB2, IBM Tivoli Storage Manager. Курсы будут разработаны на русском и английском языках и станут доступны партнёрам и студентам Global Knowledge по всему миру.

Аньес Серантола, руководитель направления IBM Business в регионе EMEA компании Global Knowledge, заявила: «Учебный центр «КУДИЦ» является единственным УЦ на территории СНГ, способным проводить обучение по всей линейке продуктов вендора. В компании работает уникальная команда высокопрофессиональных специалистов, самостоятельно разработаны и внедрены множество курсов IBM, накоплен колоссальный опыт. Мы намерены экспортировать интеллектуальный продукт, разработанный в России, по всему миру».

Михаил Солохин, генеральный директор Учебного центра «КУДИЦ», отметил: «Особое внимание планируем уделить «узким» местам распространённых решений, состоящих из нескольких продуктов, чего ранее никто в мире не делал, ведь курсы по IBM почти всегда читаются по одному продукту, а у заказчика установлены несколько интегрированных между собой решений».

УЦ «КУДИЦ» получил право на проведение авторизованного обучения IBM в рамках новой глобальной концепции IBM Global Skill Initiative в 2014 году. Программа Global Skill Initiative была разработана и анонсирована корпорацией IBM годом ранее. Её основная цель – повышение доступности авторизованного обучения по продуктам и решениям IBM. В рамках программы были выбраны четыре глобальных партнёра, одним из которых стала компания Global Knowledge, им был присвоен статус IBM Global Training Provider (GTP). В рамках инициативы GTP стали центрами обучения и авторизации тренинг-партнёров корпорации во всём мире. IBM же оставила за собой функции разработки авторизованных учебных материалов, предоставления доступа к удалённым учебным ресурсам, надзора за качеством обучения и проведения отдельных курсов по сложным темам. При этом GTP могут как осуществлять обучение своими силами, так и делегировать это право на отдельных территориях локальным компаниям через предоставление им авторизации на основании партнёрского соглашения. Именно такое партнёрское соглашение было подписано между Global Knowledge и Учебным центром «КУДИЦ» в начале 2014 года.

http://qdts.ru/wps/portal/

Микроэлектроника и станкостроение являются «ахиллесовой пятой» импортозамещения в оборонке

Вице-премьер Дмитрий Рогозин признаёт, что в ОПК есть компоненты, по которым пока проблематично обеспечить импортозамещение.

«Две ахиллесовых пяты, которые у нас есть, – это микроэлектроника и станкостроение», – сказал Д. Рогозин в интервью телеканалу НТВ.

При этом он отметил, что абсолютное большинство комплектующих, используемых в военной технике, должно производится на территории России. По словам Рогозина, «нельзя допустить, чтобы в вопросах национальной безопасности и боеспособности Вооружённых сил Россия зависела от западных поставок».

Новости ВПК

Будущее технологий мобильной аутентификации в биометрии?

Будущее мобильной идентификации, как утверждают некоторые специалисты, в биометрических технологиях. С их точки зрения, это самый простой способ снизить риск потери или кражи гаджетов.

Сегодня в обзорах справедливо показываются риски слабой идентификации мобильных устройств. Хотя смартфоны поддерживают идентификацию с помощью числовых PIN-кодов уже более десяти лет, более 20% пользователей iPhone, согласно исследованию Champion Solutions Group, все ещё не считают нужным применять PIN. Более 30% компаний не требуют, чтобы их сотрудники использовали по меньшей мере алфавитно-цифровые пароли на своих мобильных устройствах.

Но даже те, кто применяют PIN-защиту, не могут быть уверены в своей безопасности. PIN-коды и алфавитно-цифровые пароли относительно тривиальны и достаточно просто вычисляемы на основе анализа поведения пользователя. Кроме того, PIN-коды могут использоваться повторно и на разных устройствах. Согласно исследованию 2011 г., каждый седьмой iPhone может быть взломан перебором десяти наиболее широко используемых PIN.

Именно по этой причине политика мобильной идентификации включает требования по длине и сложности пароля, максимальному количеству повторных использований. На это обращают внимание производители смартфонов и планшетов. Так в iOS 9 и Windows Phone 10 длина PIN увеличена с четырёх до шести символов, что увеличило число возможных комбинаций с 10 000 до 1 000 000. Соответственно, время взлома путём перебора выросло с четырёх до 400 дней.

Популярной альтернативой PIN-кодам всё чаще становится биометрическая аутентификация, впрочем, она скорее более удобна, чем безопасна.

Вот несколько примеров.

Несколько лет назад в Android опробовали технологию биометрического распознавания лица, используя камеру мобильного устройства. Однако ранние версии этого ПО легко обходились. Для идентификации достаточно было использовать фотографию нужного лица.

Apple, используя технологию биометрической аутентификации на основе отпечатка пальца, добились большего. Последние версии Android также поддерживают дактилоскопическую аутентификацию. Вместе с тем необходимо отметить, что до сих пор не решена основная проблема этого метода. Как отличить живое от неживого? Ведь на сегодня большинство датчиков отпечатков пальцев легко обманывается муляжами.

Единственный выход, который на сегодня можно предложить – использовать датчик отпечатка вместе с PIN-кодом или паролем. Другие методы предполагают ввод PIN, посланного с помощью SMS на смартфон пользователя, или приложение-генератор одноразового пароля.

Безусловно, методы биометрической аутентификации будут развиваться. Однако пока заявлять, что данные технологии могут реально заменить пароли и PIN-коды, несколько преждевременно.

Microsoft MVP,
Microsoft Security Trusted Advisor

Антенный усилитель телевизионного сигнала DVB-T2

Алексей Кузьминов (Москва)

В статье описан антенный усилитель на основе СВЧ-транзистора 3П328А-2. Устройство предназначено, в первую очередь, для работы с телевизионным тюнером, подключаемым к смартфонам и планшетам по интерфейсу USB и позволяющим просматривать телепередачи цифрового телевидения DVB-T2. С комнатной ДМВ-антенной усилитель обеспечивает приём каналов DVB-T2 на расстоянии до 60 км от телецентра.

Введение

Цифровое телевидение в формате DVB и DVB-T2 не так давно вошло в нашу жизнь. Появились телевизионные приёмники – приставки, преобразующие формат DVB-T2 в видеосигналы, с которыми работают телевизоры и мониторы: композитный, SCART и HDMI. Если первые два интерфейса позволяют подключать к ресиверу DVB-T2 телевизоры старого образца, то цифровой интерфейс HDMI, которым оснащены современные телевизоры и мониторы, обеспечивает просмотр телепрограмм DVB-T2 с разрешением HD и Full HD.

В последнее время появились ресиверы DVB-T2, изготовленные в виде встраиваемых интерфейсных плат (PCI-X, AGP, PCX и тому подобные), а также небольшие устройства типа флэшдисков с антенным входом, позволяющие смотреть цифровое телевидение на компьютерах и ноутбуках. Совсем недавно появились компактные ресиверы DVB-T2 (размером не более спичечного коробка) с антенным входом и USB-выходом, подключаемым к смартфонам и планшетам. По качеству приёма они уступают стационарным ресиверам, однако лёгкость и компактность, возможность бесплатного просмотра телепередач в высоком качестве на смартфонах и планшетах без использования сети Интернет сделали эти ресиверы популярными.

Первый и основной недостаток миниатюрных ресиверов – низкий коэффициент усиления (Ку) встроенного антенного усилителя. По сравнению со стационарными приёмниками, где Ку составляет не менее 80 дБ (!), он на 20–40 дБ ниже. Однако сигнал можно усилить с помощью внешнего усилителя.

Второй недостаток – штатная (компактная) антенна очень мала и не эффективна, что в совокупности с низким усилением не позволяет вести уверенный приём телепередач в помещении даже в черте города. Если расположить штатную антенну ближе к окну или приподнять, то можно добиться более или менее уверенного приёма. Если же отъехать от Москвы километров на 60, то «поймать» телесигнал на такое устройство со штатной антенной вовсе невозможно.

Третий недостаток – высокие требования к процессору смартфона или планшета (это касается не всех устройств). При тестировании стандартного планшета (например, RC9727F) с тюнерами Geniatech MyGica PT360 и T230, первый вообще отказался работать, а на T230 удалось принять один из каналов DVB-T2, однако картинка часто «рассыпалась», хотя планшет с более мощным процессором работал нормально. Проверка тюнера AverTV Mobile 510 с тем же планшетом показала идеальную работу. Тестирование проводилось в магазине, расположенном в нескольких кварталах от Останкинской телебашни. Однако на расстоянии всего 6 км от неё, в середине комнаты, окна которой выходят на сторону, противоположную направлению прямого прохождения телесигнала, тюнер заработал только при установке штатной антенны вблизи окна.

С приобретением двух антенн (одна из которых оснащена встроенным усилителем с Ку = 42 дБ), предназначенных для приёма сигналов DVB-T2, и отдельного антенного усилителя с Ку = 25 дБ, некоторые каналы заработали, но картинка на других безнадёжно «рассыпалась». Тогда было принято решение изготовить усилитель самостоятельно.

Принципиальная схема усилителя для ТВ-тюнера AverTV Mobile 510

В сети Интернет широко представлены схемы антенных усилителей на биполярных и полевых транзисторах, а также на специализированных ИС. В данном устройстве предпочтительно использовать арсенид-галлиевые (GaAs) полевые транзисторы, работающие в гигагерцовом диапазоне и имеющие низкий коэффициент шума. В качестве базовой была выбрана схема антенного усилителя ДМВ на двухзатворном полевом GaAs-транзисторе 3П351А-2 [1]. Особенность этого усилителя – сверхнизкий коэффициент шума (0,6 дБ) при относительно высоком коэффициенте усиления (25 дБ). К сожалению, транзистор 3П351А-2 приобрести не удалось. В то же время, двухзатворные полевые транзисторы 3П328А-2 вполне доступны. В сети Интернет были найдены следующие характеристики 3П328А-2: максимальное напряжение сток–исток 6 В, мощность около 50 мВт, граничная частота 8 ГГц, коэффициент шума на 8 ГГц составляет около 3,5 дБ, крутизна по первому затвору до 28 мА/В (последнее значение более чем в три раза превышает крутизну 3П351А-2), по второму – 4 мА/В. Требовалось выяснить режим работы 3П328А-2 по постоянному току при пятивольтовом питании. Устройство, в котором использовался этот транзистор, было описано в статье И. Нечаева [2], где 3П328А-2 питается стабилизированным напряжением +5 В, а в цепях стока и истока установлены резисторы по 120 Ом.

Для подачи постоянных напряжений на электроды транзистора 3П328А-2 (через П-образные RC-фильтры) использовались рекомендации, описанные в справочном листке (Datasheet) импортного кремниевого двухзатворного полевого транзистора BF998 [4].

Анализ схем [1, 2, 4], а также схемы малошумящего усилителя сигнала 430 МГц на базе транзистора ATF-55143, найденной в сети Интернет, привёл к окончательной схеме усилителя (см. рис. 1). В схеме используются два интегральных стабилизатора: один – с выходным напряжением

+5 В – DA2 (NCP698SQ50), второй – с выходным напряжением +1,5 В – DA1 (NCP698SQ15). Эти микросхемы были выбраны из-за достаточно миниатюрного корпуса SC–82AB (2,2 × 2,4 мм), а также благодаря малому падению напряжения (десятые доли вольта).

В качестве первого варианта источника питания были выбраны четыре никель-цинковых аккумулятора размером AA с выходным напряжением 1,6 В (фирмы Acme Power), ёмкостью 2500 мА · ч, которые были установлены в батарейный отсек. Потребление тока усилителем составляет около 10 мА, поэтому аккумуляторов хватает примерно на 250 часов. Вторым вариантом питания является выходная линия VBUS интерфейса USB, напряжение на которой составляет +5 В. Для него необходимо изготовить специальный кабель (см. рис. 2). В этом случае дополнительный источник питания на аккумуляторах не требуется, однако, как показала практика использования тюнера AverTV Mobile 510 с планшетом, наличие дополнительных аккумуляторов не помешает ввиду большого (до 2 А) потребления тока планшетом при просмотре телепрограмм от тюнера, подсоединённого по шине USB.

Если используются дополнительные аккумуляторы, то кабель питания от них подключается к разъёму X1 (см. рис. 1), и в этом случае микросхема DA2 стабилизирует входное напряжение на уровне +5 В. При использовании питания, взятого с разъёма USB (+5 В), входное напряжение питания можно подключить непосредственно к цепи +5In, убрав перемычку R5. На втором стабилизаторе DA1 собран регулятор напряжения 0...1,5 В. Выход стабилизатора подключён к переменному резистору R1, с движка которого снимается напряжение, предназначенное для подачи – через НЧ-фильтр C8R3C9 – на второй затвор (32) транзистора. Регулируя напряжение на втором затворе, можно изменять коэффициент усиления устройства. При напряжении на 32 от 0,8 до 1,5 В коэффициент усиления максимален и стабилен, а при уменьшении напряжения с 0,8 В до 0 В коэффициент усиления падает. Поскольку параметры транзисторов имеют разброс, оптимальный режим работы усилителя можно настроить резистором R1.

Двухзатворный транзистор можно представить в виде двух транзисторов в каскодном включении (см. рис. 3). Управляющим является первый затвор (31). Второй затвор (32)

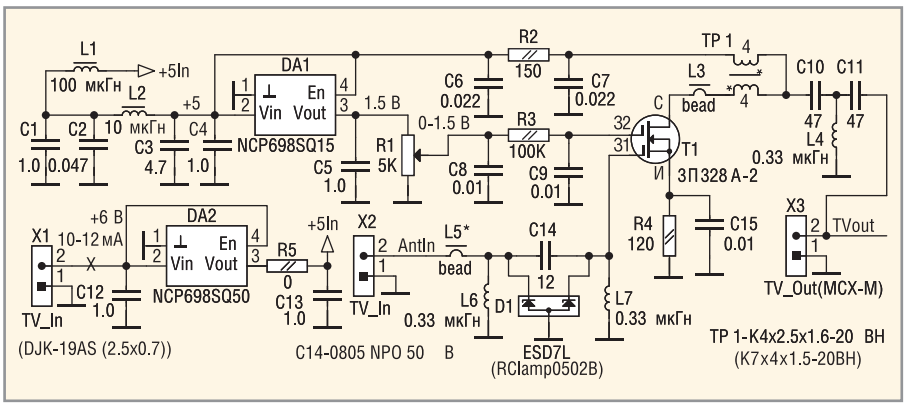


Рис. 1. Схема антенного усилителя сигнала DVB-T2 для тюнера AverTV Mobile 510

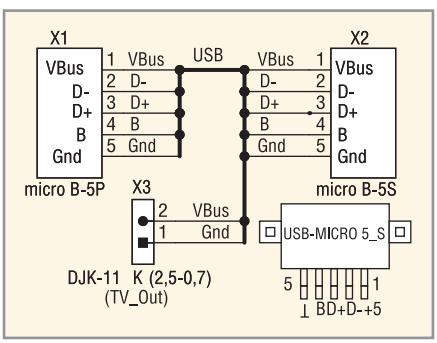


Рис. 2. Схема кабеля для питания усилителя от интерфейса USB

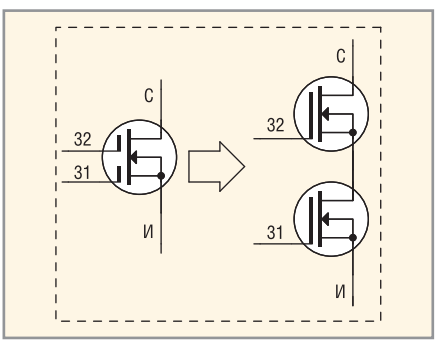


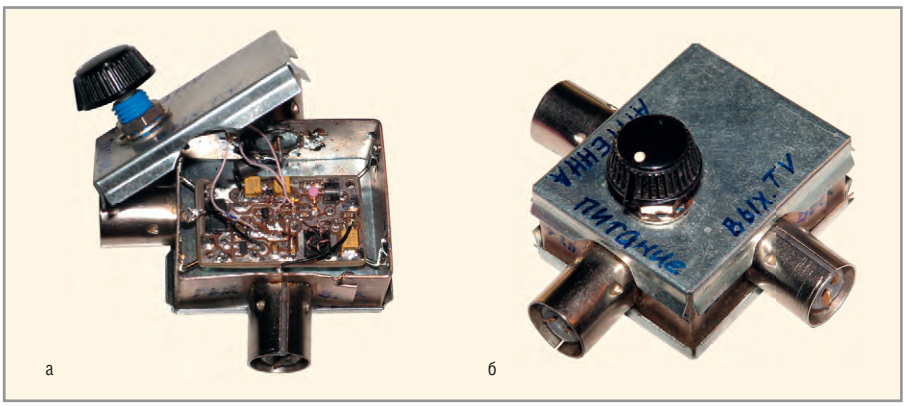
Рис. 3. Схема замещения двухзатворного транзистора двумя однозатворными

с меньшей крутизной, действуя как электростатический экран, нейтрализует проходную ёмкость транзистора (эффект Миллера). Возможность работы на более высоких частотах – основное преимущество двухзатворного транзистора по сравнению с однозатворным (при прочих равных условиях).

Два последовательно включённых LC-фильтра C13L1C1 и C2L2C3C4 предназначены для защиты усилителя от ВЧ- (по USB) и СВЧ- (от антенны) помех и устранения самовозбуждения. Самовозбуждению транзистора также препятствуют RC-фильтр C6R2C7, конденсатор C15, трансформатор TP1 и бусина L3, через которые на сток подаётся напряжение питания. Основное назначение трансформатора TP1 – согласование выходного импеданса транзистора с входом тюнера. Выходной LC-фильтр C10L4C11 задерживает проникновение в тюнер НЧ составляющих сигнала (в том числе, напряжения питания транзистора).

Входной сигнал с антенны AntIn (см. рис. 1) проходит через бусину L5, LC-фильтр L6C14L7, к входу и выходу которого подключены специальные СВЧ ограничительные диоды (D1), которые называют супрессорами. Назначение этих диодов – ограничить амплитуду входного сигнала на уровне +5 В и снизу на уровне –0,6 В. В отличие от стандартных супрессоров, ёмкость которых составляет до нескольких десятков пФ, ёмкость ограничительных диодов D1 менее 0,5 пФ. Ферритовая бусина L5 (μ = 30...50) препятствует проникновению во входной тракт усилителя СВЧ-сигналов гигагерцового диапазона (GSM, спутниковое телевидение и тому подобных). В некоторых случаях, если уровень сигнала гигагерцового диапазона низкий (за городом, где мобильная связь неустойчивая), бусина L5 не нужна, поэтому на схеме (см. рис. 1) она помечена звёздочкой. Фильтр L6C14L7 задерживает частоты ниже 400 МГц (диапазон МВ и нижнего ДМВ). Отфильтрованный сигнал поступает на первый затвор транзистора T1.

Следует отметить особенность транзистора 3П328А-2, которая требует обязательного ограничения амплитуды входного сигнала: его затворы очень чувствительны как к статическому электричеству, так и к превышению напряжений. Например, если коснуться антенны рукой (при отсутствии ограничительных диодов D1, см. рис. 1), то транзистор легко вывести из строя. При пайке также следует соблюдать осторожность, предварительно закорачивая выводы тонкой проволокой. Но даже эта, стандартная для МОП-транзисторов, процедура не



а б

Рис. 4. Фотографии усилителя в корпусе антенного разветвителя: а – со снятой крышкой; б – общий вид

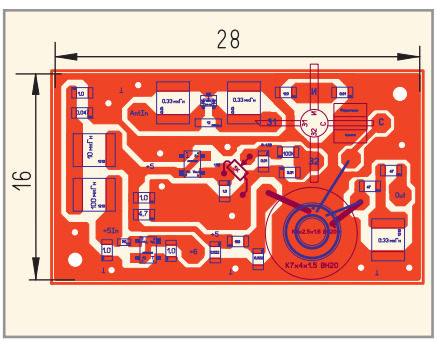


Рис. 5. Вариант разводки платы усилителя в корпусе антенного разветвителя

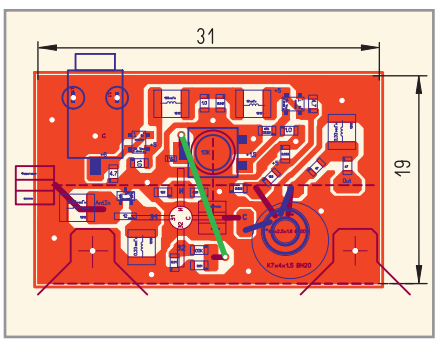


Рис. 6. Вариант разводки платы усилителя в корпусе делителя для осциллографа

гарантирует исправность 3П328А-2, если не установлены ограничительные диоды D1.

В схеме усилителя с теми же номиналами компонентов вместо транзистора 3П328А-2, что проверено, может использоваться более современный двухзатворный транзистор АП390А-2 [3], имеющий почти в три раза большую крутизну ВАХ. В этом случае коэффициент усиления увеличивается, что приводит к увеличению чувствительности усилителя и, как следствие, – к лучшей стабильности работы и к менее тщательной ориентации антенны. Однако транзистор АП390А-2 более чем в 15 раз дороже транзистора 3П328А-2.

Варианты конструкции усилителя

Далее описываются три варианта разводки платы усилителя. Размер плат и их крепёжные элементы соответствуют корпусам, в которые они установлены. Сама разводка сделана с помощью программы Sprint LayOut 6.0. Об изготовлении фотошаблонов и самих плат можно прочитать в других работах автора данной статьи [5, 6]. Платы изготовлены из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм с толщиной меди 35 мкм. Земля со стороны элементов соединяется отрезками одножильного провода с землёй противоположной стороны через отверстия, показанные на разводке белыми кружками.

Первый вариант конструкции усилителя сделан в металлическом жестяном корпусе антенного разветвителя, с двумя крышками и тремя ТВ-розетками (см. рис. 4). Внутреннее устройство разветвителя состоит из ферритовой бусины и трёх пропущенных через неё проводов, которые припаяны к трём разъёмам. Недостаток такого корпуса – разъёмы очень низкого качества. Однако простота снятия крышек позволяет закрепить плату четырьмя отрезками медного провода диаметром 0,8 мм, припаянными к внутренним стенкам корпуса, и иметь удобный доступ к любой стороне платы. В разводке (см. рис. 5) учтено, что трансформатор (TP1, см. рис. 1) может быть изготовлен на кольце диаметром как 4, так и 7 мм. TP1 приклеен к плате небольшим куском двусторонней липкой губчатой ленты. Изготовить такой трансформатор несложно. Поскольку феррит ВН20 (с магнитной проницаемостью μ = 20) достаточно мягкий, кромки внешней поверхности кольца легко скруглить. Кромки с внутренней поверхности кольца стачиваются конусом из абразивного материала. После этого кольцо необходимо покрыть двумя слоями цапонлака с просушкой между покрытиями в течение 10 минут. Затем скрутить два провода ПЭЛШО 0,1 (ПЭПШО 0,08) с шагом 1...1,2 мм и намотать на кольцо четыре витка, равномерно распределяя их по длине кольца. После этого весь трансформатор следует покрыть слоем цапонлака. После высыхания цапонлака необходимо соединить конец первой обмотки с началом второй – это будет средняя точка.

К стоку транзистора припаяна одна из посеребрённых жил провода МС16-13 0,05, на место пайки надета фторопластовая трубка, на неё – бусина, которая зафиксирована каплей цапонлака. На плату приклеен кусочек липкой ленты, на который двумя каплями цапонлака приклеена бусина. К центральному контакту входного антенного разъёма припаян один конец отрезка провода МС16-13 0,05, на который также надета бусина и зафиксирована цапонлаком. Второй конец припаян к контакту AntIn (см. рис. 1). В одной из крышек корпуса (см. рис. 4) сделано отверстие и установлен переменный резистор R1 (см. рис. 1).

Второй вариант усилителя выполнен в корпусе делителя 1:10 (см. рис. 6 и 7), который сделан из фрезерованного алюминия. Стальная пружинная крышка с отверстием для подстройки, под которым расположен резистор R1, защёлкивается в пазах корпуса без винтов. Контакт движка резистора R1 соединяется с R3 и C8 (см. рис. 1) отрезком изолированного одножильного провода (на рисунке 6 он изображён зелёным цветом), расположенного со стороны земли платы, через два переходных отверстия. Доработка корпуса делителя минимальная: требуется просверлить отверстие в крышке для разъёма питания и заменить разъём BNC на ТВ-розетку с гайкой. Плата закреплена в корпусе двумя двухмиллиметровыми винтами. Питание усилителя может быть как от аккумуляторов, так и от напряжения +5 В в разъёме USB на планшете. Кабель подключения усилителя и тюнера к планшету сделан по схеме, показанной на рисунке 2.

Эксплуатация усилителей (см. рис. 5) показала, что оптимальное положение резистора R1 соответствует напряжению на движке чуть более 0,8 В. Поэтому в схеме следующей конструкции усилителя стабилизатор DA1 и переменный резистор R1 (см. рис. 8) были заменены

делителем напряжения на резисторах R1′ и R1″, в точке соединения которых образуется напряжение 0,83 В. Кроме того, из схемы был исключён крупногабаритный дроссель L1. Вместо крупногабаритного (1210) дросселя L2 индуктивностью 10 мкГн был установлен многослойный дроссель 0805, а вместо дросселей L4, L6 и L7 (0,33 мкГн, 1210) – многослойные дроссели 0603. Крупногабаритная бусина L5* была заменена трансфлюксором (ТР – 3,5 × × 2 × 2,4 – 45 ВНП, μ = 45). Всё это позволило развести схему на плате 9 × 19 мм (см. рис. 9), которая поместилась в корпусе антенного разъёма (см. рис. 10). Несмотря на замену дросселей и исключение стабилизатора, усилитель в антенном разъёме работает не хуже первых двух конструкций. Однако при питании от USB, когда заряд батареи планшета уменьшается до 25%, работа усилителя ухудшается (как и у первых двух усилителей). Вероятно, это связано с разрядом аккумулятора, когда напряжение на линии VBUS падает ниже +5 В. Поэтому лучше питать усилитель от внешнего источника.

Усилитель с питанием по антенному кабелю

В современных стационарных ТВ-тюнерах, принимающих сигнал стандарта DVB-T2, при подключении к ним антенн, оборудованных встроенным усилителем, питание (+5 В) и ВЧ-сигнал передаются по одному и тому же ВЧ-кабелю. Чтобы тюнер подал питание на входной антенный разъём, следует в его настройках выбрать соответствующий параметр. Схема, приведённая на рисунке 11, сделана так, чтобы усилитель мог работать от напряжения питания, передаваемого по кабелю. В ней используется стабилизатор +3,3 В, который с помощью двух дополнительных резисторов R6 и R7 позволяет получить выходное напряжение +4,5 В. Номиналы резисторов (R6 = 3,3 кОм, R7 = 9,1 кОм) выбраны так, чтобы напряжение между выводом 3 и землёй составляло примерно 4,5 В.

Более низкое напряжение питания +4,5 В выбрано по следующей причине. Дело в том, что стационарные тюнеры выдают на антенный разъём напряжение питания +5 В с некоторой погрешностью ±(0,1...0,2), и если оно меньше +5 В, то при использовании стабилизатора на +5 В он перестанет выполнять свои функции. В результате напряжение, подаваемое на второй затвор (32) транзистора, будет колебаться, что вызовет нестабильную работу усилителя. Если же питание усилителя снижено до +4,5 В, такие ситуации исключены. Вариант разводки платы (см. рис. 12) позволяет поместить усилитель в антенный разъём или в корпус антенны. Трансформатор в этом усилителе установлен с обратной стороны.

Функционирование усилителя с питанием, передаваемым по ВЧ-кабелю, проверялось на недорогих стационарных телеприставках Supra SDT-98CI и Supra SDT-120 при подключении к пассивной комнатной антенне ДМВ. Место испытаний – Москва. Для чистоты эксперимента была использована ещё одна антенна, аналогичная предыдущей, но со встроенным заводским усилителем.

При работе тюнеров от пассивной антенны на некоторых каналах картинка иногда «рассыпалась» (особенно на более дорогой приставке Supra SDT-98CI). Если использовалась антенна со встроенным заводским усилителем, то оба ресивера на всех каналах работали идеально. При установке разработанного усилителя в пассивную антенну, все каналы также работали идеально, однако средний уровень входного сигнала, если верить средствам измерения телеприставок, был выше на 2...30%.

Работа усилителя также проверялась на тюнере AverTV Mobile 510. При этом для передачи напряжения питания по ВЧ-кабелю длиной 5 м был использован стандартный инжектор питания, к которому были подключены аккумуляторы. Для сравнения была использована та же самая пассивная антенна, которая через 5-метровый удлинитель подключалась к усилителю в корпусе делителя с питанием от аккумуляторов. Проверка показала, что оба усилителя работают абсолютно одинаково. Вывод: при такой длине кабеля усилитель с питанием по ВЧ-кабелю с инжектором не имеет преимущества перед усилителем с отдельным питанием.

Усилитель на однозатворном транзисторе ATF-55143

Однозатворный полевой СВЧ-транзистор ATF-55143 выпускается компанией Agilent Technologies (отсюда первые две буквы «AT» в его названии) с 2001 г. Сама же компания в своё время образовалась как подразделение хорошо известного бренда Hewlett-Packard. В настоящее время этот транзистор выпускается компанией Avago (подразделение Agilent Technologies).

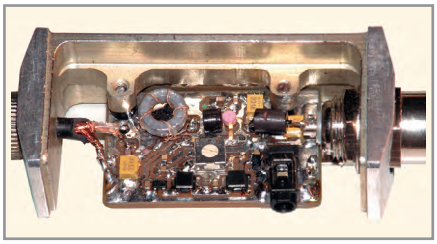


Рис. 7. Внешний вид усилителя в корпусе делителя со снятой крышкой

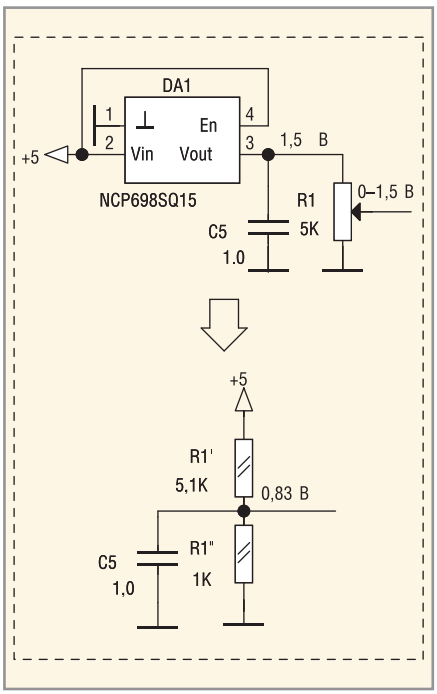


Рис. 8. Замена стабилизатора и переменного резистора делителем напряжения

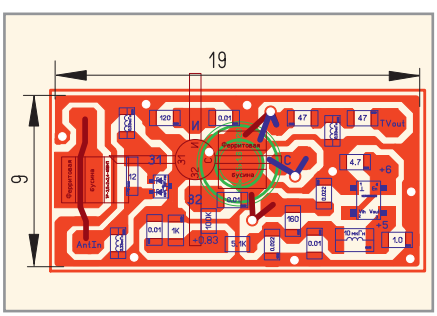
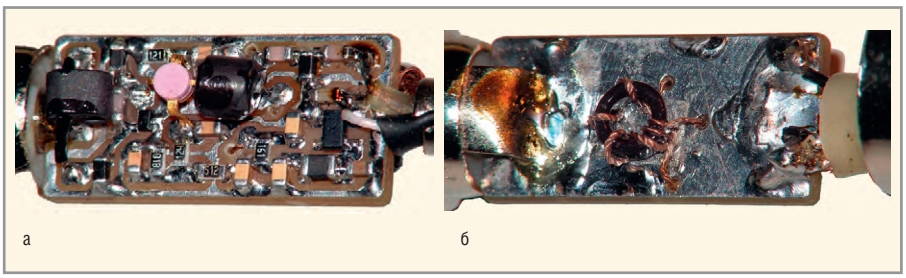


Рис. 9. Вариант разводки платы усилителя в корпусе антенного разъёма

Транзистор ATF-55143 имеет следующие характеристики: диапазон частот работы – от 450 МГц до 6 ГГц, сверхнизкий коэффициент шума – до 0,2 дБ на частоте 500 МГц, коэффициент усиления – до 25 Дб на частоте 500 МГц при напряжении на стоке 2,7 В и токе стока 10 мА, крутизна ВАХ – до 160 мА/В. Кроме того, транзистор оборудован защитой затвора, которая позволяет, не закорачивая всех его выводов между собой (как это требуют транзисторы АП328/АП390), производить его пайку на плату или какие-либо перепайки в схеме. ATF-55143 выпускается



а б

Рис. 10. Фотографии платы усилителя в антенном разъёме: а – вид со стороны расположения элементов; б – вид с обратной стороны

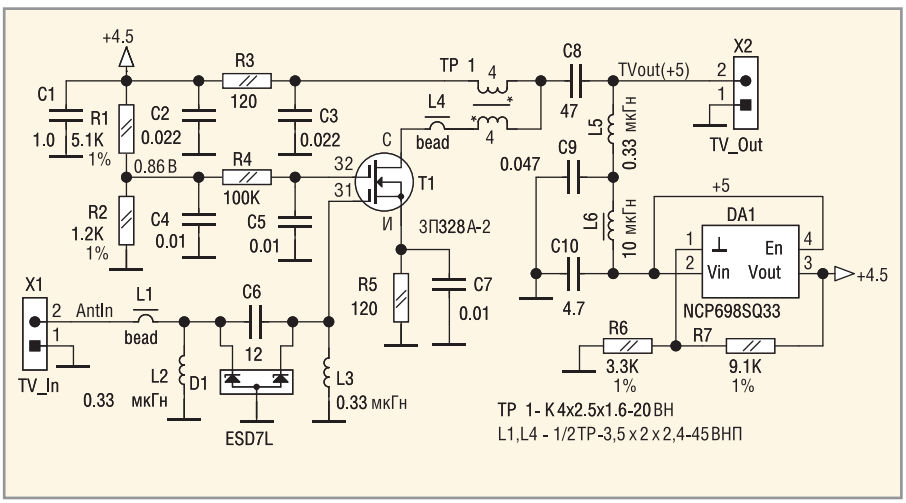


Рис. 11. Схема усилителя с питанием по ВЧ-кабелю

в миниатюрном корпусе SC-70 с четырьмя выводами размером 2 × 2 мм, что позволяет экономить место на плате. Этот транзистор вполне доступен, его средняя стоимость составляет около 70 руб./шт., что более чем в 6 раз дешевле транзистора АП390А-2 (440 руб./шт.) и всего в два раза дороже транзистора АП328А-2 (35 руб./шт.). Высокие технические характеристики и приемлемая цена ATF-55143 послужили причиной конструирования усилителя сигнала DVB-T2 на его основе (см. рис. 13).

В схеме есть две тонкости, которые нуждаются в пояснении.

В справочном листке (datasheet) рекомендуется соединять оба вывода истока транзистора с «землёй» через две небольшие индуктивности (L5 и L6), которые представляют собой отрезки медного посеребрённого провода толщиной 0,1–0,2 мм и длиной 3–4 мм. Их можно взять, например, как одну из жил провода МС16-13.

В отличие от транзисторов АП328/АП390, у которых первый затвор (принимающий ВЧ-сигнал) заземлён по постоянному току, транзистор ATF-55143 требует на затворе наличия определённого потенциала. При токе стока 10 мА и напряжении исток-сток 2,7–2,8 В (это оптимальный режим работы транзистора) напряжение на затворе должно находиться в пределах 0,4–0,47 В относительно истока («земли»). Для обеспечения этого рабочего потенциала затвора используется делитель напряжения R1R2. Напряжение в точке соединения R1 и R2, если не учитывать ток утечки затвора транзистора, будет составлять: $U_{R1R2} = 5\ В \times R2 / (R1 + R2) = 5\ В \times 0{,}22\ кОм / (5{,}1\ кОм + 0{,}22\ кОм) = 0{,}2068\ В \approx 0{,}2\ В$. Это напряжение передаётся на затвор через П-образный НЧ-фильтр C9R4C10 (и индуктивность L4), так же, как и напряжение на сток – через П-образный фильтр C5R3C6 (и трансформатор с бусиной L2). Ток утечки ATF-55143 (с затвора на сток) в этом режиме составляет около 190 мкА (0,19 мА), и его уже необходимо учитывать, так как он создаёт падение напряжения на R4. С учётом тока утечки при тех номиналах R1, R2 и R4, которые указаны на схеме, напряжение на C9 будет уже не 0,2 В (как рассчитанное выше), а 0,25 В, а на C10 (то есть рабочее напряжение на затворе) – 0,44 В. В этом случае при токе стока Iс = 10 мА падение напряжения на R3 будет составлять: Iс × R3 = 10 мА × 220 Ом = 2,2 В, а напряжение на стоке: 5 В – 2,2 В = 2,8 В, то есть оптимальное рабочее напряжение.

Остальные компоненты схемы уже обсуждались ранее и, на взгляд автора, в комментариях не нуждаются.

Разведённая плата усилителя (см. рис. 14) получилась миниатюрного размера (9 × 19 мм), который позволил уместить весь усилитель в антенном разъёме. Фотография платы усилителя не приводится, так как она незначительно отличается от платы усилителя в антенном разъёме, приведённой на рисунке 10.

Усилитель показал отличные результаты и несколько бóльшую чувствительность, чем даже на базе транзистора АП390А-2 (не говоря уже о АП328А-2).

Усилители на специализированных микросхемах

В настоящее время выпускаются специализированные микросхемы, предназначенные для усиления ВЧ- и СВЧ-сигналов. Были попытки использовать в усилителе микросхемы MGA-68563, MGA-86563, выпускаемые компанией Avago (www.avagotech.com), и BGM1014, выпускаемую компанией NXP (www.nxp.com). В изготовленных платах были скрупулёзно выполнены все требования и рекомендации изготовителей ИС. Однако ни одно из этих устройств не заработало. Усилители на микросхемах MGA-68563 и BGM1014 вообще отказались работать с тюнером AverTV Mobile 510, а усилитель на микросхеме MGA-86563 хотя и заработал, но качество было даже хуже, чем вообще без усилителя.

Антенны

Ресивер AverTV Mobile 510 комплектуется двумя антеннами. Первая – телескопическая, длиной около 15 см в полностью выдвинутом состоянии и оснащённая вилкой MCX, которая позволяет подключить антенну к входному разъёму тюнера. Вторая – в пластмассовом корпусе, с двумя телескопическими «усами» длиной около 15 см каждый в выдвинутом состоянии. «Усы» могут изменять угол наклона, вплоть до полного складывания. Корпус этой антенны оснащён специальной защёлкой, позволяющей присоединить к нему два крепления антенны: одно с прищепкой, которая может быть закреплена на планшете, второе с присоской, позволяющей прикрепить её к оконному стеклу. Антенна оснащена кабелем длиной около метра с вилкой MCX на конце.

Проверка работы тюнера с обеими антеннами проводилась в середине комнаты, окна второго этажа выхо-

дили на сторону, противоположную направлению распространения сигнала от Останкинской телебашни, находящейся на расстоянии около 6 км. Проверка проводилась без усилителя и показала следующее.

С первой антенной тюнер не заработал (на экран выводилась надпись «нет сигнала»). Со второй антенной, закреплённой прищепкой к планшету, была та же самая картинка. Попытка закрепить антенну присоской к окну успехом не увенчалась. Присоска через каждые 5 минут отскакивала, хотя стекло было тщательно промыто и протёрто спиртом. Однако вблизи окна, при определённой высоте и ориентации антенны, можно было «поймать» некоторые каналы DVB-T2; на других каналах картинка «рассыпалась».

В результате было решено установить антенну на штативе от фотокамеры, прикрепив её к другой телескопической антенне, ввинчивающейся в штатив. На самом креплении с присоской была установлена штатная антенна. Регулируя высоту, направление антенны и её расположение в комнате, можно было ненадолго обеспечить приём всех каналов DVB-T2. При подключении любого из вышеописанных усилителей антенну можно было полностью опустить, на каждом канале всегда «горели» все сегменты индикации уровня сигнала, и приём был стабильным.

Эксперимент по использованию описанной антенны с усилителем на расстоянии 60 км от Останкинской телебашни показал, что ресивер AverTV Mobile 510 способен принимать только каналы второго мультиплекса (каналы 11-20). Необходимо отметить, что вещание в стандарте DVB-T2 производится в узком частотном диапазоне. Например, в Москве и Московской области существует три мультиплекса: первый на частоте 546 МГц, второй на частоте 498 МГц и третий на частоте 578 МГц. Частота сигнала второго мультиплекса (498 МГц) – самая низкая, и, вероятно, поэтому он лучше принимается штатной антенной.

Помимо штатной антенны, был проведён эксперимент с ещё тремя антеннами ДМВ: двумя активными (Ку = 34 дБ и Ку = 42 дБ) и одной пассивной «Дельта-К131», к которой по очереди подключались оба усилителя (с питанием от аккумуляторов). Антенны со встроенными усилителями позволяли тюнеру AverTV Mobile 510 принимать все каналы DVB-T2, но устойчивый просмотр с этими антеннами не был возможен ни на одном из каналов.

Антенна «Дельта-К131» с описанными усилителями показала стабильную работу тюнера на всех каналах. Однако если на втором мультиплексе ориентация антенны не вызывала затруднений, то для каналов на других мультиплексах она была критичной. Этот эксперимент показал, что тюнер AverTV Mobile 510 на большом расстоянии от телецентра, вероятно, чувствителен к шуму встроенных в антенны заводских усилителей. Применение обычной, пассивной антенны ДМВ совместно с усилителем на малошумящем СВЧ-транзисторе решает проблему. Антенна «Дельта-К131» выпускается до сих пор и сто́ит в рознице от 300 руб. В настоящее время продаются и другие, более современные и не очень дорогие пассивные антенны.

Эксперименты проводились с двумя антеннами типа «Волновой канал»: RDA-440 и «Фаворит-5» стоимостью от 400 руб.

Отличительная особенность RDA-440 – горизонтальное расположение петлевого вибратора, позволяющее значительно увеличить собственный коэффициент усиления антенны (это новшество позаимствовано от более дорогой антенны Skytech UHF-051 стоимостью 1300 руб., копией которой и является RDA-440).

Петлевой вибратор в антенне «Фаворит-5» расположен стандартно, то есть в вертикальной плоскости, и её коэффициент усиления меньше, чем у RDA-440. Однако если расположить петлю горизонтально, выгнув концы вибратора на 90°, то коэффициент усиления антенны «Фаворит-5» становится таким же высоким, как у RDA-440. Описываемый усилитель был установлен в корпус «Фаворит-5» там, где расположена плата согласования, а батарейный отсек – сверху корпуса.

Обе антенны RDA-440 и «Фаворит-5» (с конструктивными изменениями) показали отличную работу с усилителем на расстоянии 60 км от телецентра.

Заключение

Малошумящий двухзатворный СВЧ-транзистор 3П328А-2 является хорошей основой для недорогого и высококачественного усилителя сигнала стандарта DVB-T2. Этот усилитель вместе с ресивером AverTV Mobile 510, предназначенным для просмотра телевидения на

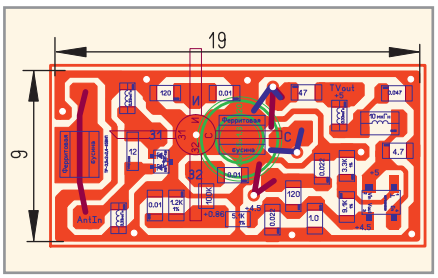


Рис. 12. Вариант разводки платы усилителя с питанием по ВЧ-кабелю

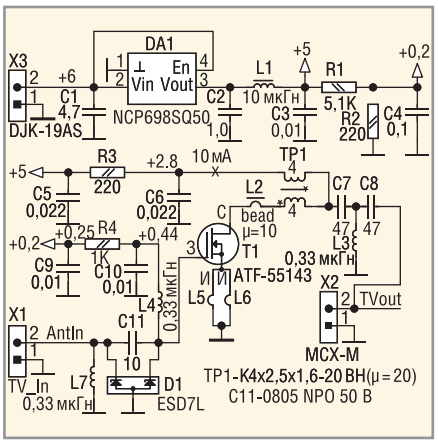


Рис. 13. Схема усилителя DVB-T2 на базе ATF-55143

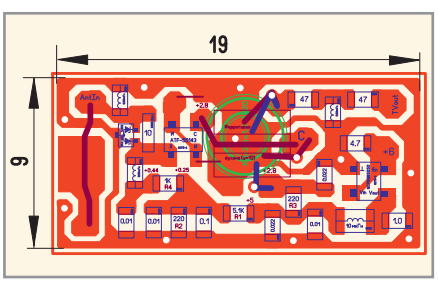


Рис. 14. Разводка платы усилителя DVB-T2 на базе ATF-55143

смартфонах и планшетах, и пассивной антенной ДМВ позволяет уверенно принимать телевизионный сигнал стандарта DVB-T2 на расстоянии до 60 км от телецентра.

Литература

1. *Фёдоров В.* Антенный ДМВ-усилитель. Радиолюбитель. 2001. № 3.
2. *Нечаев И.* Конвертер 1260/430(144) МГц. Радио. 2003. № 10.
3. Двухзатворный СВЧ ПТШ АП390А-2. www.argall.ru.
4. BF998; BF998R Silicon N-Channel Dual-Gate MOS-FETs Datasheet. www.nxp.com.
5. *Кузьминов А.* Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях. Технологии в электронной промышленности. 2010. № 8–10.
6. *Кузьминов А.* Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Современная электроника. 2015. № 6.

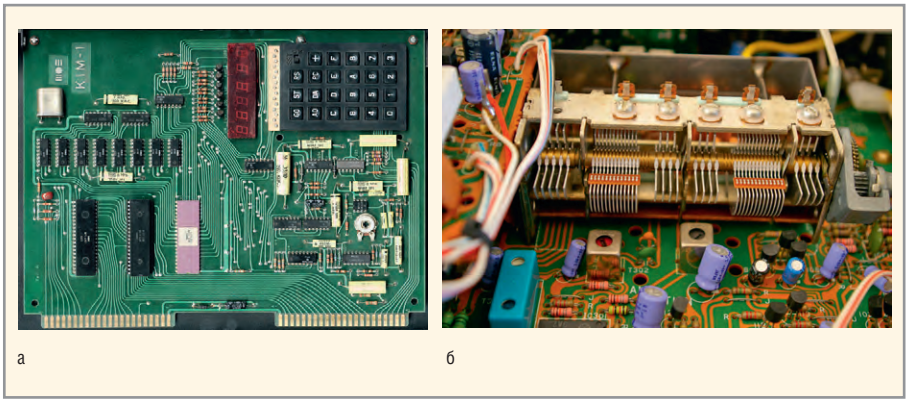
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Ещё раз про TopoR

Сергей Сорокин (Москва)

В статье описаны некоторые конкурентные преимущества топологического подхода к трассировке, применяемого в отечественной САПР TopoR, перед большинством иностранных САПР. Приведены сравнительные оценки показателей результатов трассировки и экспресс-анализ уровня перекрёстных электромагнитных помех.

Про преимущества гибкой топологической трассировки написано немало [1], однако недоверие отечественных разработчиков к отечественной САПР рассеивается довольно медленно. Объяснить это только необычным видом топологии проводников не получается, ведь лет сорок назад все печатные платы имели схожий вид, например, одноплатный компьютер KIM-1, разработанный и выпущенный в 1975 году компанией MOS Technology, Inc. (см. рис. 1а), и радиоприёмник Yamaha CR-1040, произведённый в 1980 г. (см. рис. 1б), и это никого не смущало.



а б

Рис. 1. Внешний вид печатных плат одноплатного компьютера KIM-1 (а) и радиоприёмника Yamaha CR-1040 (б)

Таблица 1. Результаты трассировки Bench36

Трассировка	Длина, мм	Переходы, шт.	Неразведённые соединения, шт.
Expedition 2007.8	82 880	3137	0
PADs 9.3.1	92 176	3525	0
Specctra 15	95 864	3889	19 плюс 21 конфликт
TopoR 6.1	76 251	1928	0

Таблица 2. Результаты трассировки Board3

Трассировка	Длина, мм	Переходы, шт.
Expedition 2007.8	57 272	1472
PADs 9.3.1	50 935	1627
Specctra 15	55 385	1575
TopoR 6.1	43 768	1098

Таблица 3. Характеристики тестовых примеров Bench36 и Board3

Характеристики	Bench36 (Mentor Graphics)	Board3 (Altium)
Размер платы, мм	286,004 × 131,064	158,42 × 178,74
Компоненты, шт.	985	253
Цепи, шт.	988	548
Контакты, шт.	4541	2588
Слои трассировки, шт.	4	4

Сегодня на рынке представлены в основном иностранные САПР. Отечественный же программный продукт, ориентированный на российского разработчика, только набирает популярность.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты трассировки двух тестовых примеров (Bench36 и Board3) в четырёх различных программах – Expedition, PADs компании Mentor Graphics, Specctra компании Cadence и TopoR компании Эремекс. Bench36 – тестовый пример от компании Mentor Graphics, Board3 – от компании Altium Designer. В таблице 3 представлены характеристики обоих тестовых примеров.

В обоих примерах варианты разводки САПР TopoR имеют заметное преимущество, как по суммарной длине соединений, так и по числу межслойных переходов.

Ещё одним важным показателем качества топологии печатной платы является уровень перекрёстных электромагнитных помех. Интуитивно понятно, что снижение суммарной длины проводников, а также числа параллельных участков трасс должно приводить к снижению уровня паразитных взаимодействий и, следовательно, давать преимущества трассировке в произвольных направлениях.

Величина перекрёстной связи между парой параллельных проводников пропорциональна их взаимной протяжённости и обратно пропорциональна S^2 и H^2, где S – зазор между проводниками, а H – расстояние до ближайшего опорного слоя [2, 3].

Если проводники не параллельны, то зазор между проводниками быстро увеличивается с удалением от места максимального сближения проводников, и значение помехи определяется значениями минимального расстояния между проводниками и тангенса угла между ними [1].

Трассировка под произвольным углом хотя и не гарантирует полного отсутствия параллельных участков, тем не менее, способствует снижению уровня перекрёстных электромагнитных помех по сравнению с трассировкой, ограниченной несколькими пре-

имущественными направлениями, поскольку в среднем суммарная протяжённость параллельных участков проводников на плате будет существенно меньшей.

В таблицах 4 и 5 приведены результаты экспресс-анализа (QUICK ANALYSIS) уровня перекрёстных электромагнитных помех, полученные в программе HyperLynx v8.1.1 для представленных в таблицах 1 и 2 вариантов топологии.

Расчёт для варианта топологии примера Bench36, полученного в программе Specctra, не проводился, поскольку были разведены не все трассы, а потому сравнение вариантов не вполне корректно.

Видно, что уровень максимальной помехи в вариантах трассировки под произвольным углом (TopoR 6.1) существенно ниже (в таблице 4 – в 2,5 раза, в таблице 5 – в 10 раз). Кроме того, отметим существенное уменьшение числа цепей с суммарной наводкой, превышающей заданное пороговое значение (100, 150 и 300 мв).

QUICK ANALYSIS позиционируется как предварительный (оценочный) анализ, по результатам которого для отдельных цепей с критической оценкой уровня помех проводится детальное моделирование. Детальное моделирование весьма ресурсоёмко, поэтому число цепей, для которых это моделирование целесообразно проводить, является важным параметром. Кроме того, если превышение допустимого уровня установлено, требуется коррекция топологии в целях снижения уровня наводки. Далеко не всегда это можно обеспечить только увеличением зазоров между «цепью-жертвой» и «цепями-агрессорами». В ряде случаев потребуется перекладка проводников и многочисленные итерации редактирования топологии и моделирования.

Как видно из таблиц 4 и 5, топологическая трассировка в произвольных направлениях (TopoR) обеспечивает не только «среднюю температуру по больнице»: например, для платы Board3 экспресс-анализ демонстрирует нецелесообразность детального моделирования (нет цепей с уровнем помехи, превышающим 10% от напряжения питания). И, если хочется перестраховаться, то можно провести моделирование только для двух цепей – с уровнем помехи, превышающим 5% от напряжения питания.

Почему же значительная часть конструкторов печатных плат не используют автоматическую трассировку?

Чарльз Пфейл, технический директор компании Mentor Graphics, приводит следующие причины [4]:

1. Сложность (невозможность) контроля топологических решений.
2. Низкое качество результатов (завышенные длина проводников и число межслойных переходов).
3. Слишком высокая сложность ручной доводки полученных автоматически вариантов топологии.
4. Невозможность автоматической трассировки экстремально плотных плат.

В случае использования гибкой топологической трассировки актуальным остаётся только первый пункт, поскольку:

- по минимизации суммарной длины проводников и числа межслойных переходов конструктору средней квалификации трудно тягаться с САПР TopoR;
- автоматический расчёт формы проводников, автоматическая подвижка, автоматическая прокладка отдельного проводника и ряд других процедур делают редактирование проводников весьма быстрым и эффективным;



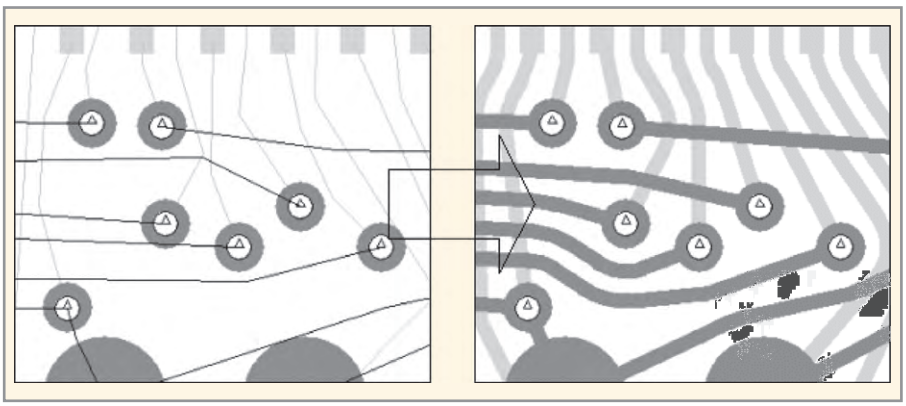


Рис. 2. Сглаживание эскизной трассировки в пакете Gem

Таблица 4. Результаты экспресс-анализа уровня перекрёстных электромагнитных помех для Bench36

Трассировка	Сумма двух максимальных агрессоров, мв	Число цепей с помехой более 100 мв	Число цепей с помехой более 150 мв (5%)	Число цепей с помехой более 300 мв (10%)
Expedition 2007.8	1442	400	255	172
PADs 9.3.1	1502	371	318	151
TopoR 6.1	566	29	22	14

Таблица 5. Результаты экспресс-анализа уровня перекрёстных электромагнитных помех для Board3 4L

Программа	Сумма двух максимальных агрессоров, мв	Число цепей с помехой более 100 мв	Число цепей с помехой более 150 мв (5%)	Число цепей с помехой более 300 мв (10%)
Expedition 2007.8	1912	177	126	80
PADs 9.3.1	1977	241	180	121
Specctra 15	1718	400	262	193
TopoR 6.1	174	8	2	0

- именно на экстремально плотных платах свойства гибкости и топологичности трассировки оказывают решающее влияние.

Что касается сложности или даже невозможности контроля топологических решений, то совсем не обязательно сразу запускать автоматическую трассировку всех цепей. Можно трассировать частями под контролем пользователя, разумно ограничивая буйные и не всегда понятные пользователю фантазии автотрассировщика.

В системе TopoR версии 6.1 доступна выборочная трассировка проводников, то есть такой режим автоматической трассировки, при котором поиск оптимума осуществляется только для части проводников. Для того чтобы ранее созданная разводка не была удалена, но и не мешала процессу оптимизации, рекомендуется использовать возможность гибкой фиксации проводников.

Суть гибкой фиксации в том, что она обеспечивает сохранение топологии цепи, не гарантируя при этом сохранение «геометрических» свойств разводки, например проводник между двумя контактами может быть переложен чуть выше, ниже, правее или левее.

Общий порядок работы при этом выглядит примерно так:

1) выбрать цепи для трассировки;

2) запустить трассировку;

3) после остановки трассировки отредактировать полученный результат вручную;

4) если получен приемлемый результат трассировки выбранных цепей, то установить для этих цепей флаг гибкой фиксации;

5) если необходимо, вернуться к шагу 1.

В заключение сошлёмся на результаты исследований японского специалиста Хироши Мюрата, который достаточно давно и успешно занимается трассировкой многокристальных модулей [5, 6]. В своей работе он использует топологический подход без автоматических процедур, за исключением расчёта формы проводников (см. рис. 2). Он утверждает, что эффективность ручного редактирования только за счёт автоматического расчёта формы проводников повышается до восьми раз.

Литература

1. *Лузин С.Ю., Попов С.И., Попов Ю.И.* Гибкая топологическая трассировка в произвольных направлениях. Особенности и преимущества. Электроника: НТБ. 2013. Вып. 1. С. 96–104.
2. *Джонсон Г., Грэхем М.* Высокоскоростная передача цифровых данных: высший курс чёрной магии. М.: ИД Вильямс. 2005. 1024 с.
3. *Stephen H. Hall, Garrett W. Hall, James A.* McCall High-Speed Digital System Design: A Handbook of Interconnect Theory and Design Practices. A Wiley-Interscience Publication. 2000.
4. *Pfeil Ch.* Revolutionary new routing method. Presentation at the «PCB West 2013» Conf. Santa-Clara, CA, USA. 2013.
5. *H. Murata* «A New Routing Design Methodology for Multi-Chip IC Packages» 47th IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems. 2004. С. 485–488.
6. http://www.gemdt.com/en/products/products01gpk_4.html

Новости мира News of the World Новости мира

Рынок производителей полупроводниковых компонентов в 2015 году

В 2015 году рынок производителей полупроводниковых компонентов был чрезвычайно насыщен на продажи и преобразования компаний.

Состоявшиеся слияния показывают, что большинство компаний хотят оставить своё влияние в различных направлениях или даже увеличить своё присутствие в специализированных областях применения. В таблице собраны наиболее значимые события.

www.linkedin.com

Покупатели	Приобретённые
NXP	Freescale
ON Semiconductor	Fairchild
INTEL	Lantiq, Altera
Microsemi	Vitesse
Microchip	Micrel
Avago	Broadcom
Infineon	International Rectifier
Qualcomm	CSR
Dialog Semiconductor	Atmel
Analog Devices	Hittite Microwave
Western Digital	SanDisk

Новости мира News of the World Новости мира

Технологии IMS обеспечат абонентов сотовой связи новыми возможностями

Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации сообщает о том, что у операторов сотовой связи появилась возможность строить сети связи с применением передачи пакетов информации на основе подсистемы передачи мультимедийных сообщений (IP Multimedia Subsystem – IMS). Операторы смогут использовать сети доступа LTE между узлом сети подвижной связи и пользовательским оборудованием для оказания услуг голосовой связи. Это позволит в перспективе внедрить услугу VoLTE (Voice over LTE) в масштабах РФ. Соответствующий приказ №411 «О внесении изменений в требования к построению телефонной сети связи общего пользования, утверждённые приказом Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 8 августа 2005 г. №97», подготовленный Минкомсвязью России, вступил в силу 12 декабря 2015 года.

Приказ разрешает построение комбинированных узлов связи, что в совокупности с другими инициативами позволит в 2016 году операторам связи предоставить услуги современной технологии IMS. Технология IMS позволяет использовать расширенный набор современных и перспективных телекоммуникационных услуг в сетях фиксированной и мобильной связи. Вместе с тем она полностью обеспечивает взаимодействие с внешними сетями традиционной телефонии как для фиксированной, так и для мобильной связи и позволяет сократить затраты операторов на строительство телекоммуникационной инфраструктуры.

В полной мере реализовать построение сетей связи с применением систем коммутации IMS и LTE станет возможным после принятия нормативных правовых актов с требованиями к оборудованию систем коммутации. Соответствующие документы подготовлены Минкомсвязью России, прошли общественные обсуждения, согласованы со всеми заинтересованными ведомствами и в ближайшее время будут направлены на государственную регистрацию в Министерство юстиции РФ.

Первый шаг по упрощению требований к построению сетей связи общего пользования был в 2014 году. Приказ Минкомсвязи России №294 от 6 декабря 2014 года разрешил строительство телефонной сети связи общего пользования с использованием территориально-распределённых средств связи и комбинированных узлов связи. Это позволило значительно сократить издержки операторов связи на строительство сетей связи.

http://minsvyaz.ru/

IBM и Xilinx объявляют о стратегическом сотрудничестве

Корпорация IBM и Xilinx, Inc. объявили о многолетнем стратегическом сотрудничестве в области разработки решений, предназначенных для повышения мощности и энергоэффективности центров обработки данных с помощью FPGA Xilinx и поддержкой ускорения производительности систем на основе IBM POWER.

www.macrogroup.ru



Расчёт температуры нагрева биологического объекта под действием СВЧ-мощности

Александр Курушин (Москва)

Статья посвящена моделированию эффекта поглощения мощности в биологическом объекте – голове человека – при пользовании сотовым телефоном с современной антенной системой. На основе численного анализа электромагнитного поля и расчёта поглощаемой мощности рассчитано соответствующее повышение температуры внутри головы пользователя. Рассмотрено влияние близко расположенного биологического объекта на характеристики сотового телефона. Численным методом получены динамические характеристики нарастания и падения температуры при включении и выключении источника СВЧ-мощности.

Введение

Широкое распространение сотовой телефонии усилило беспокойство, связанное с облучением головы человека радиоволнами, излучаемыми антенной телефона при его использовании. Комплексные исследования физиологических изменений, происходящих в биологической ткани во время разговора по сотовому телефону, установили, что через десять минут разговора температура кожи человека в непосредственной близости от телефона возрастает на 0,5...2°C [1]. В соответствии с требованиями американского стандарта [2], мощность, излучаемая антенной сотового телефона, не должна превосходить некоторого предельного уровня, при котором поглощаемая мощность внутри головы человека не превышает 1,6 мВт на 1 г веса биологической ткани.

Удельная поглощаемая мощность 1,6 мВт/г – это характерная величина, которая имеет место при мощностях, излучаемых антеннами современных сотовых телефонов. Стремление увеличить чувствительность, дальность и устойчивость связи входят в противоречие с необходимостью уменьшать поглощаемую в голове мощность. Чтобы этого достичь, можно идти двумя путями: уменьшить мощность передатчика телефона, что может привести к увеличению вероятности сбоя связи, или разработать антенную структуру телефона так, чтобы уменьшить облучение головы, не уменьшая при этом эффективности излучения антенны в дальней зоне.

В работе [3] решается задача воздействия электромагнитных волн на кожу человека с использованием теории линий передачи. Однако в работе [4] было показано, что при анализе более сложной формы биологического объекта (БО), например головы человека, и при более сложном характере облучения, подобную задачу можно решить только численным методом. В работе [4] задача решалась с использованием упрощённой модели антенной системы со спиральной антенной. В настоящей работе рассматривается антенна типа PIFA, которая, будучи реализованной в системе сотового телефона, имеет меньший размер и проще интегрируется в схему (см. рис. 1).

Для выполнения расчётов, определяющих влияние головы пользователя на характеристики сотового телефона, используем так называемый фантом – трёхслойную модель головы человека. Усреднённые значения основных параметров этой модели представлены в таблице [4, 5].

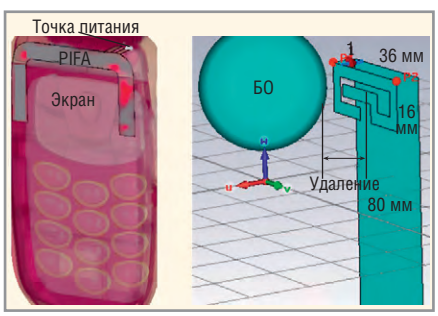


Рис. 1. Антенна PIFA в корпусе сотового телефона

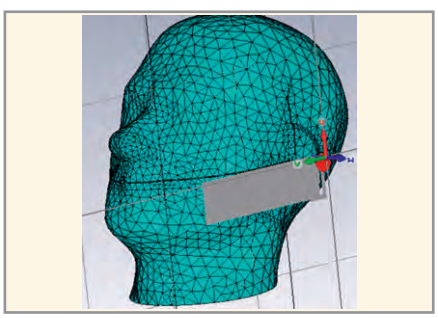


Рис. 2. Положение телефона у головы пользователя

Проектирование антенны PIFA

В настоящее время при проектировании СВЧ-устройств наиболее часто используются программные комплексы HFSS, CST STUDIO SUITE и FEKO. В системе CST STUDIO SUITE [5] в рамках одного интерфейса можно решать большой спектр мультифизических задач, включающих динамические, тепловые, электростатические, магнитостатические, а также задачи, связанные с распространением частиц в пространстве, и многие другие. Поскольку в эту систему входит программа CST MWS, позволяющая решать задачи электродинамики, включая расчёт антенн, используем её для моделирования антенной системы сотового телефона с учётом влияния головы пользователя сотового телефона (см. рис. 2).

Антенна типа PIFA, изображённая на рисунке 1, представляет собой вариант планарной антенны в виде свёрнутого четвертьволнового вибратора, подключённой к схеме в смещённой от середины точке питания. Это позволяет создать многочастотную PIFA-антенну. Один из вибраторов влияет на одну частоту, длина другого – на другую частоту, и так далее. Источником сигнала излучения может быть дискретный порт, к которому подключается микросхема или дуплексный фильтр, разделяющий каналы приёма и передачи сотового телефона.

С помощью CST рассчитаем частотные характеристики реальной и мнимой части входного импеданса PIFA-антенны. Результаты расчётов, представленные на рисунке 3, показывают, что реактивная составляющая PIFA-антенны имеет индуктивный характер на обеих рабочих частотах, поэтому для компенсации реактивной части входного импеданса антенны последовательно с портом PIFA-антенны нужно поставить ёмкость величиной 3...10 пФ.

Оптимизация PIFA-антенны сосредотачивается на изменении размера вибраторов (чем длиннее вибратор,

тем меньше резонансная частота) и на подстройке положения порта относительно центральной точки (соединённой с поверхностью Ground). Частотные характеристики коэффициента отражения антенной системы с учётом влияния головы пользователя сотового телефона, показаны на рисунке 4.

Внесение БО в пространство анализа PIFA-антенны изменяет резонансную частоту и рабочую полосу частот, в которой |S11| < 0,5. Если голова находится ближе к телефону, то вносятся бóльшие потери, и полоса расширяется от 100 до 200 МГц.

Если сравнить результаты анализа излучения PIFA с излучением сотового телефона со спиральной антенной, диаграмма направленности (ДН) которой искажается в сторону головы [3], то можно сказать, что отражательная поверхность PIFA-антенны играет положительную роль. В настоящее время проводятся интенсивные исследования характеристик антенн сотовых телефонов, работающих с отражательной частотно-селективной стенкой и ферритовыми пластинами [8] между антенной и головой.

Сечение диаграммы направленности сотового телефона с PIFA-антенной показано на рисунке 5. Максимальный коэффициент направленного действия (КНД) равен 2,4 дБ. Хотя излучение антенны сотового телефона направлено от головы пользователя, нужно иметь в виду, что вредное воздействие оказывает не дальнее, а ближнее поле сотового телефона.

При внесении в ближнее поле сотового телефона биологического объекта (головы пользователя) максимальный КНД уменьшается вплоть до –2 дБ.

Из расчётов, результаты которых показаны на рисунках 4 и 5, можно сделать вывод, что БО в большей степени влияет на диаграмму направленности, и в меньшей – на согласование антенны. Действительно, современные настроенные сотовые телефоны обычно не обладают чувствительностью согласования к положению телефона относительно головы пользователя.

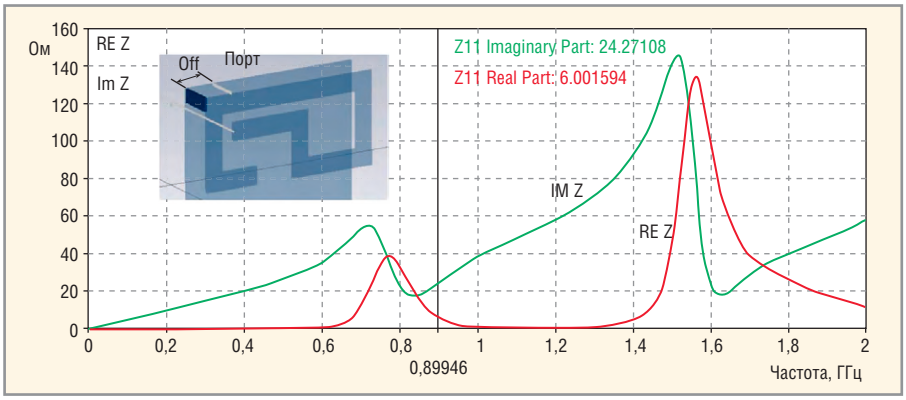


Рис. 3. Реальная и мнимая части входного импеданса антенны

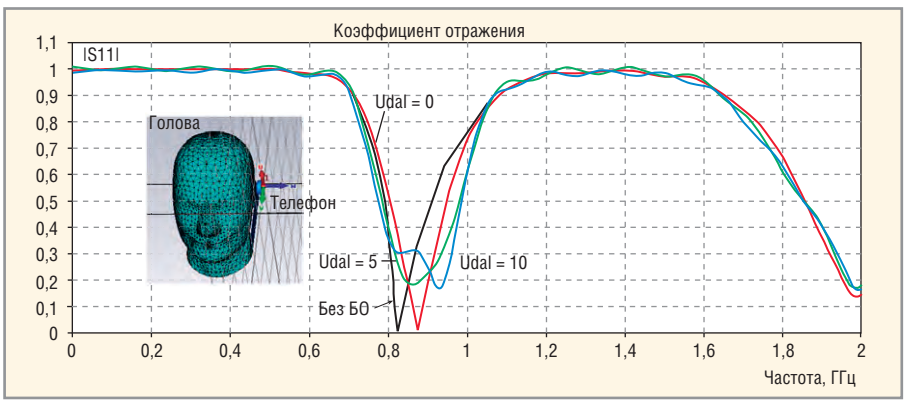


Рис. 4. Рассогласование антенны сотового телефона при изменении удаления от БО

Распределение ближнего поля в сечении головы пользователя, а также вдоль линии, идущей поперёк головы, изображено на рисунке 6. Расчёты показывают, что земляная плата антенны PIFA экранирует излучение ближнего поля в сторону головы и снижает уровень напряжённости поля. В точках наибольшей напряжённости электрического поля поглощается наибольшая мощность, излучаемая антенной системой сотового телефона, оценка которой даётся в статье далее.

Характеристики воздействия радиоизлучения на биологическое тело

Для оценки воздействия радиоизлучения на организм человека можно применить, по крайней мере, два критерия: первый – увеличение температуры тела при длительном воздействии облучения, второй – величину поглощённой мощности на единицу веса. Повышение температуры тела зависит от мощности, поглощаемой и рассеиваемой в виде тепла в теле, поэтому второй параметр – величина удельной поглощённой мощности SAR (Specific Absorption Rate) – получил более широкое распространение [1, 6, 7]. Величина SAR в ячейке анализируемого пространства определяется как отношение мощности, поглощаемой в данной ячейке, к весу биологической ткани в ней:

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho}, \qquad (1)$$

где σ – проводимость биологической ткани, заполняющей ячейку [См/м], E – напряжённость электрического поля внутри ячейки [В/м], ρ – плотность ткани внутри ячейки [кг/м^3].

Что касается первого критерия – температуры, то для решения задачи нахождения поля в пространстве БО нужно решить уравнение теплопроводности. Если распространение волн приводит

Параметры трёхслойной модели головы человека (в скобках указаны параметры для частоты 1,9 ГГц)

Вещество	Толщина, мм	Радиус границы сферы, мм	Относительная диэлектрическая проницаемость	Проводимость σ, См/м	tg δ (расчёт)	Теплопроводность Ст, Вт/град/м	Теплоёмкость Н, кДж/град/кг	Плотность ρ, кг/м^3
Мозг		48	53 (для 0,9 ГГц) (46 для 1,9 ГГц)	1,1 (1,7)	0,415 (0,369)	0,46	3,6	1030
Кость	3		9 (8)	0,06 (0,1)	0,133 (0,125)	0,41	1,3	1800
Кожа	1		59 (46)	1,3 (1,9)	0,44 (0,41)	0,293	3,5	1100

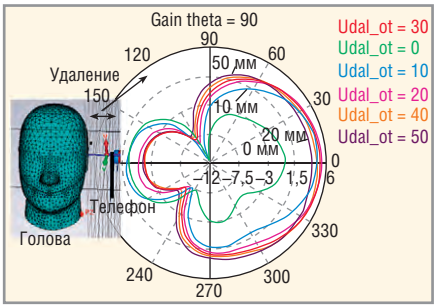


Рис. 5. Диаграммы направленности антенны в меридиональной плоскости для различных удалений телефона от головы

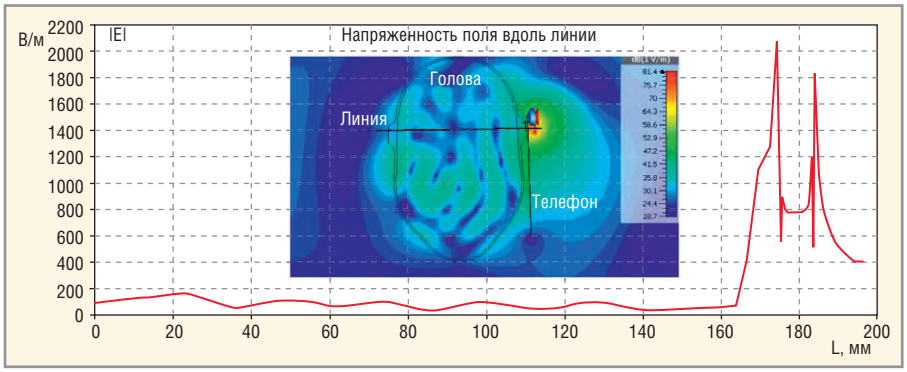


Рис. 6. Ближнее поле в сечении головы с максимальными значениями в районе антенны

к гармоническому решению, то решение уравнения теплопроводности (уравнения параболического типа) приводит к экспоненциальному закону изменения температуры вдоль координат БО.

В 1948 г. Пеннес (Pennes) [8] предложил математическую модель для передачи тепла в биологическом теле, обусловленной диффузией крови. Хотя для моделирования процесса теплопередачи были разработаны и более сложные модели, этот подход был уточнён и продолжает использоваться в настоящее время. Модель описывает влияние потока крови на температуру ткани в стационарном состоянии. Поэтому в уравнении теплопроводности введены источник тепла и канал передачи:

$$\rho C_P \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla(\lambda \nabla T) + MR + \\ + \rho \times SAR + \xi \rho_b C_b (T_a - T), \quad (2)$$

где ρ – плотность массы биологического материала, C_p – теплоёмкость биологического материала, λ – теплопроводность материала, MR – скорость генерации тепла в соответствии с метаболическими процессами, ξ – скорость диффузии тепла, ρ_b – плотность массы крови, C_b – теплоёмкость биологического материала, T_a – артериальная температура, SAR – удельная мощность поглощения. Каждое слагаемое в выражении (2) имеет смысл и размерность мощности. T – поле температуры в пространстве БО.

Если все механизмы теплопроводности свести к потерям в простейшей диэлектрической модели головы, то из выражения (2) можно получить упрощённое уравнение, в котором увеличение температуры связано с величиной SAR [2]:

$$SARC = \frac{dT}{dt} = \frac{C \times \Delta T}{\Delta t}, \quad (3)$$

где C – коэффициент теплоёмкости [Дж/кг/град], ΔT – увеличение температуры в заданной точке тела в °C, Δt – время действия облучения в минутах.

Таким образом, есть два способа определения SAR, основанные:

- на измерении (или расчёте) увеличения температуры тела на заданном отрезке времени температурным пробником,
- на определении параметров электрического поля в заданной точке внутри фантома головы детектором E-поля.

Погрешность в расчёте величины SAR зависит от погрешности в расчёте поля и от точности задания параметров модели головы. Важным фактором является также степень упрощения модели корпуса и конструкции телефона, от чего зависит точность расчёта его ближнего поля. Очевидно, что смоделировать подробно корпус телефона нелегко. Однако основные детали корпуса, особенно близкие к антенне и к голове человека, желательно описать как можно точнее.

Необходимо также учитывать, что мощность источника, включённого на входе антенны, динамически изменяется во времени. В связи с этим для каждого временно́го шага необходимо рассчитывать значения электрического и магнитного полей во всех точках анализируемого пространства в соответствии с методом расчёта во временно́й области (метод FDTD) [5].

Голова человека, как биологическое тело, имеет достаточно сложную структуру и состоит из нескольких видов биологической ткани, в которых из-за разницы в проводимости мощность поглощается неравномерно. Таким образом, важным условием точности расчётов внутреннего поля является достаточно точное построение модели головы. Следует отметить, что электромагнитное моделирование тела человека – это, в настоящее время, одна из научных областей, выделившихся на стыке радиотехники и медицины. В данной работе численное исследование взаимодействия электромагнитного излучения телефона и головы пользователя было проведено с помощью программы CST Microwave Studio (CST MWS). Эта программа основана на методе FDTD и позволяет найти все требуемые характеристики как ближнего, так и дальнего поля. Кроме этого, она позволяет рассчитать величину SAR в соответствии со стандартом [2], а также установившуюся и динамически изменяющуюся температуру внутри биологического объекта. Методы оптимизации, а также описание материалов в виде сложных частотных зависимостей, как сделано в работе Штыкова и Кальщикова [3], позволяют решить задачу уменьшения мощности поглощения и повышения температуры в излучающей системе в соответствии с задачами, поставленными в научных работах [7–8].

Расчёт поглощаемой мощности и температуры нагрева внутри головы пользователя сотового телефона

Комплекс CST STUDIO SUITE решает уравнение теплопроводности для трёхмерных объектов и находит температуру внутри моделируемой среды при условии, что задаются её температурные характеристики. Решение выполняется итерационным методом, используя алгоритм, аналогичный методу FDTD (конечных разностей во временно́й области), который является базовым для вычисления электромагнитного поля и поля распределения потерь. Электрические потери являются источником тепла, распространяющегося в БО. Рассчитанное трёхмерное поле SAR, а также максимальное значение SAR в БО при изменении положения источника СВЧ-облучения, можно вывести в любой точке пространства по отношению к весу ткани (1 и 10 г) или как локальное значение [5].

Зависимость величины SAR от удаления телефона позволяет сделать вывод,

что при удалении на 7 мм уровень поглощаемой мощности уменьшается до допустимого порога. Однако более ценным результатом является распределение температуры в среде БО, представленное на рисунке 7. Поле рассчитанной в точках БО величины SAR, а также температуры, можно вывести вдоль линии, пересекающей БО в предполагаемой максимальной области прогрева.

Рисунок 7 демонстрирует, что максимальная температура нагрева БО достигается при удалении телефона от головы на 2 мм, а не при его соприкосновении с головой. Повышение температуры, по сравнению с начальной температурой тела человека (36,6°C), при мощности излучения сотового телефона 500 мВт составляет почти 2°C. Нужно заметить, что эти результаты получены без учёта таких важных тепловых характеристик, как протекание крови по поверхности живого БО, и поэтому значение 2°C несколько завышено [1].

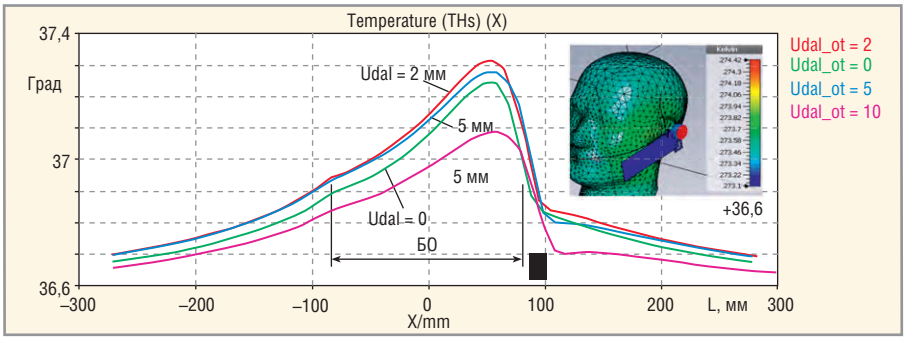


Рис. 7. Установившееся распределение температуры вдоль линии через БО для нескольких положений телефона относительно головы

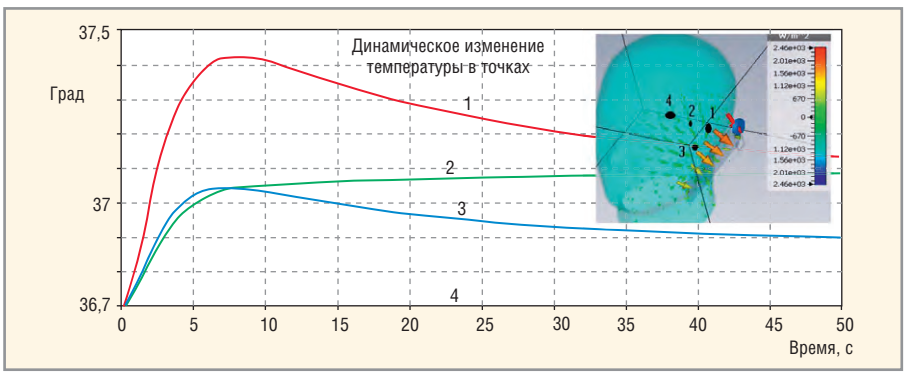


Рис. 8. Изменение температуры во времени при воздействии импульса мощности

Расчёт динамического, изменяющегося во времени, распределения температуры внутри головы

Для того чтобы выполнить расчёт динамического процесса (повышение и понижение температуры в определённых точках БО), нужно задать мониторы в этих точках, а также вид процесса теплового действия, пропорционального мощности поглощения в голове пользователя сотового телефона в стационарном режиме.

Зададим этот временно́й сигнал в виде двуэкспоненциального импульса, который моделирует ситуацию падения мощности при подносе телефона к голове. Сигнал длится 50 секунд, в течение которых модуль Thermal Solver программы CST рассчитывает переходной процесс в нескольких точках БО.

Из расчёта переходного теплового процесса, результат которого показан на рисунке 8, видно, что в точках БО, удалённых от места приложения ЭМ-поля, температура может расти даже после снятия ЭМ-поля. В точках 2 и 4 имеет место увеличение температуры после снятия СВЧ-излучения, поскольку при снятии мощности тепловые потоки движутся из областей с более высокими температурами к холодным областям.

Отметим одно из перспективных приложений данной технологии моделирования электромагнитных и тепловых процессов в биологическом теле. Известно, что в ряде современных медицинских приборов в области лечебной гипертермии нагрев биологического тела используется для достижения положительного эффекта. Программа CST MWS позволяет моделировать сложные тепловые эффекты нагрева и рассчитывать распределения напряжённости электрического поля, плотности потерь мощности внутри тела и соответствующие им распределения температуры.

Вывод

Теплопередача биологического материала играет важную роль при моделировании эффекта поглощения мощности в голове человека при пользовании сотовым телефоном. Расчёты показали превышение температуры до 1°C по сравнению с окружающей средой при установившемся значении излучаемой мощности 200 мВт.

Данный подход является перспективным для проектирования современных медицинских приборов, например, в гипертермии (медицинская терапия), которая использует сфокусированное СВЧ-излучение для локального нагрева ткани внутри тела до определённой температуры. Компьютерное моделирование и медицинское исследование в комплексе позволяют перевести лечение СВЧ-излучением на качественно новый уровень.

Литература

1. *Gustrau F., Bahr A.* Final Report: Biological Effects in the cm/mm Wave Range Part II/III Determination of Material Parameters and Analysis of Field Strengths in Human Tissue By Institute of Mobile and Satellite Communication Techniques GmbH. Germany. 1998.
2. IEEE C95.1–1991. IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz. New York. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 1992. April.
3. *Штыков В.В., Кальщиков А.А.* Тепловое воздействие электромагнитных волн на кожу человека. Журнал Радиоэлектроники ИРЭ АН. 2013. №9.А
4. *Курушин А.А.* Вычисление температуры нагрева головы человека при пользовании сотовым телефоном. Журнал Радиоэлектроники ИРЭ АН. 2011. №11.
5. Сайт разработчика CST STUDIO SUITE компании Computer System Techniques. www.cst.com.
6. *Bernardi Paolo, etc.* Specific Absorption Rate and Temperature Increases in the Head of a Cellular-Phone User. IEEE Trans. on MTT. 2000. July. Vol. 48. №7.
7. *Pennes H.H.* Analysis of Tissue and Arterial Blood Temperatures in the Resting Forearm. J. Appl. Physiol. 1948. 1. Pp. 93–122.
8. *Wang J.* and Fujiwara O. Reduction of Electromagnetic Absorption in the Human Head for Portable Telephones by a Ferrite Sheet Attachment. IEICE Trans. Commun. 1997. Dec. Vol. E80-B. №12. Pp.1810–1815.

История одной инновации: создание i-TOR-110

В этом проекте всё необычно для отрасли и очень характерно для инновационных проектов. Инженерное мышление, амбиции, жажда самореализации, масса ограничений, разочарования и восторг успеха, тяжёлый труд и полёт творчества. Так высоковольтные аппараты делать не принято. Но они решились. И сделали.

Идея проекта родилась в 2010 г. у двух уральских инженеров Андрея Медведева и Сергея Марценюка. Началось всё с простого вопроса: «чего бы такого сотворить?».

В начале 2000-х годов Андрей и Сергей вместе работали конструкторами на производстве высоковольтных аппаратов, вместе учились у профессионалов этого дела, участвовали в разработке и создании новых высоковольтных аппаратов для энергосистем. Потом жизнь их развела на целых 10 лет.

Но привитое в Уральском политехе желание созидать и здоровый инженерный снобизм, мешавший просто копировать чужие разработки, не давали покоя. Хотелось создать что-то, чего раньше не было, а опыт и знания определили сферу приложения сил – высоковольтные аппараты для энергетики.

В это время тема инноваций стала всё чаще и чаще подниматься правительственными чиновниками и руководителями крупных энергетических компаний. Мысли энергетиков начали занимать концепции «Smart Grid» и «Цифровой подстанции», основным элементом которой является измерительный трансформатор. Конечно, цифровой.



Андрей Медведев, руководитель компании

Сделать цифровой комбинированный трансформатор тока и напряжения показалось Андрею и Сергею заманчивым делом. Знания и опыт были, а что касается объёма испытаний – это всё-таки не выключатель. Испытать и сертифицировать измерительный трансформатор и проще, и дешевле. К тому же многие специалисты отрасли пророчили таким изделиям прекрасные перспективы.

Загоревшись, инженеры проделали большой объём конструкторских работ, даже запатентовали одну идею. А потом задумались: купит ли кто-то такой аппарат не только на словах, но и на деле?

Анализ рынка и консультации со специалистами электросетевых компаний показали, что в настоящее время энергетики не готовы массово внедрять цифровые трансформаторы тока и напряжения. Виной тому, кроме всего прочего, и традиционная консервативность отрасли, обусловленная высокой ответственностью, а также далеко не бесспорные преимущества новых цифровых устройств перед классическими, понятными и используемыми уже многие десятилетия аппаратами. Стало ясно, что инженеры-разработчики наступили на традиционные грабли любого новатора. Погнались за модной тенденцией, не приняли в расчёт степень готовности потребителей принять новую разработку и внедрить её в существующую огромную систему.

Тогда Андрей и Сергей взяли паузу на два года. Но это была творческая пауза – они искали проблему. Инженеры понимали, что от правильного осознания проблемы и от того, каким будет путь её решения, зависит успех всего предприятия.

Как это обычно и бывает, помогло простое человеческое общение. Во время одной из отраслевых выставок разработчики разговорились с сотрудником «МРСК Урала» Владимиром Вяткиным. Он был первым, кто оценил разработку, а главное – понял, какую важную задачу она может решить.

В электрических сетях России, разделённых реформой между различными собственниками, остро встала проблема взаиморасчётов за поставку и транзит электроэнергии между участниками рынка. Электроэнергия – товар специфический, и от точного учёта в режиме реального времени напрямую зависит корректность финансовых взаиморасчётов. К сожалению, чем выше напряжение, тем сложнее и дороже оборудование для организации коммерческого учёта. В сети 110 кВ счётчики электроэнергии подключаются через измерительные трансформаторы тока и напряжения. Весит каждый такой аппарат от 150 до 300 кг, требует специально оборудованного фундамента и стоит больших денег. Именно поэтому организовать коммерческий учёт электроэнергии в сетях класса напряжения 110 кВ в России, да и в других странах, можно только на подстанциях.

Но разделение сетей между различными собственниками происходит по своим законам. В результате граница балансовой принадлежности сетей не всегда проходит по подстанции.

Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 №442 (ред. от 04.09.2015) «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» требует в таких случаях применять расчётные коэффициенты для определения потерь на участках, где отсутствует возможность инструментального учёта. Это решение очень часто приводит к спорным ситуациям, когда одни участники рынка переплачивают, а другие недополучают денег за передаваемую электроэнергию.

Установка измерительных комплексов, отвечающих требованиям к коммерческому учёту электроэнергии, непосредственно на границах балансовой принадлежности (то есть на опорах линий электропередач, буквально в чистом поле) даёт возможность получить заметный экономический эффект. Но, конечно же, при условии, что этот комплекс будет относительно дешёвым, малогабаритным и необслуживаемым.

Так была переформулирована задача, и инженерная мысль заработала вновь.

В течение месяца были сделаны все необходимые расчёты и эскизные проработки. Стало понятно, что создать

такой узкоспециализированный аппарат можно.

«Начали думать. Было три пути: делать аппарат самим и на свои деньги, идти на поклон к крупным производителям высоковольтной аппаратуры или к государству за грандами и поддержкой, – рассказывает Андрей Медведев. – Решили пойти по первому пути, потому что ждать и обивать пороги мочи не было».

С деньгами помогли друзья, которые поверили в разработчиков и идею. Первый аппарат был изготовлен в гаражном боксе офисного здания. Начались испытания. Первые же тесты подтвердили работоспособность изделия и его высокий технический потенциал.

Опытный образец, прошедший полный цикл типовых испытаний, был представлен на научно-технический совет «МРСК Урала», где была дана высокая оценка самой идее, а также высказан целый ряд конструктивных замечаний и предложений, учтённых в дальнейшей работе.

Потянулись месяцы доводки изделия до заявленных эксплуатационных характеристик. Инженеры на своём опыте познали справедливость фразы: «Если раньше никто не воплотил идею, то, наверное, не потому, что все глупые, а потому что это непросто». Сказывались и ограничения, накладываемые общим упадком отечественного производства. Многие узлы и компоненты в России просто не выпускались, а за создание большей части изделий заводы отказывались браться без гарантии больших заказов в будущем.

«Сейчас, конечно, я склоняюсь к мысли, что финансовые и технологические ограничения, которые были в начале пути, скорее помогали. Они заставляли искать нетривиальные решения, сокращать издержки, упрощать, облегчать, – говорит Сергей Марценюк. – Да и компетенции в таких условиях растут». «Но и ошибки обходятся дороже, – продолжает Андрей. – А времени на их исправление тратится больше. Время – это главный враг проекта. Мы не раз задавались вопросом: куда мы полезли, это же большая энергетика, тут надо много денег, много людей. А потом продолжали делать по-своему».

Следующим шагом стало повышение точности измерений и надёжности работы всех элементов. Так как аппараты будут устанавливаться на опорах линий электропередач, они должны выдерживать самые суровые условия эксплуатации без каких бы то ни было нареканий. Кроме того, много времени и сил у Андрея и Сергея ушло на то, чтобы обеспечить простую интеграцию нового изделия в любые существующие системы коммерческого учёта электроэнергии.



Сергей Марценюк, главный конструктор с устройством i-TOR в руках

Решение было простым и очевидным: не надо вписывать в автоматизированную систему сам аппарат. Нужно сделать так, чтобы с ним мог работать любой счётчик электроэнергии. Вопрос же взаимодействия счётчика и системы уже давно и успешно решён специалистами.

Результат проделанной работы радовал: удалось сделать аппарат, который может измерять ток и напряжение в сети 110 кВ с высочайшей точностью (0,2S), работать в любом пространственном положении и с любыми счётчиками и системами АИСКУЭЭ. При этом весит устройство всего 60 кг, то есть в разы меньше, чем любые аналоги.

Аппарат получился настолько интересным, что было принято решение о начале его опытно-промышленной эксплуатации в сетях «МРСК Урала». Кроме того, первый узел учёта подстанционного исполнения был смонтирован на Челябинском трубопрокатном заводе.

К этому времени у разработки появилось и своё имя. «Мы решили назвать его «i-TOR-110». «i» – инновационный, а «TOR» – аббревиатура из прошлого, – объясняет Андрей. – Когда-то мы с Сергеем работали над «Трансформатором оптическим рымовидным». Захотели сохранить память о нём».

Внесение нового аппарата в Государственный реестр средств измерения открыло дорогу к применению изделия в системах коммерческого учёта электроэнергии.

Появились первые заказы, которые в буквальном смысле вдохнули новую жизнь в проект. Появились средства, что немаловажно. Ведь за всё время разработки и испытаний не было получено ни копейки бюджетных денег или субсидий.

Сейчас разработчики уверены в будущем проекта: продукт получился действительно уникальным по своим характеристикам, он востребован и имеет большие перспективы развития. Пришло и первое публичное признание. Проект стал финалистом нескольких престижных конкурсов: Startup Village-2015, GenerationS, Энергопрорыв. Но впереди ещё много работы: проект вышел на стадию коммерциализации в непростой экономической обстановке. Но Андрею и Сергею уже понятно, что реализовывать успешные высокотехнологичные проекты в России сложно, но возможно.

«Растровый узел»: свят лишь План

Пётр Новыш (Санкт-Петербург)

Воспоминания инженера о работе на оборонном ОКБ «Радуга» в доперестроечные времена, когда на предприятиях главенствовали план и соцобязательства.



В ленинградском ОКБ «Радуга» мы получали к зарплате дополнительную надбавку в 20–50% к нормированному по стране окладу, как нам указывалось, за сжатые сроки разработок. Это было важно и престижно, туда тянулись наиболее способные специалисты. У меня в секторе и среди смежников конструкторов были талантливейшие ребята. И мы гордились тем, что в разработанном нами видеоконтрольном устройстве (ВКУ) использовалась наиболее качественная советская комплектация, которую поставлять «на гражданку» запрещалось.

Считалось, что мы создаём самую современную технику, а что-то исследовать, изыскивать или изобретать – излишне. Однако не всегда так получалось.

Так, в нашем ВКУ необходимо было разработать узел растровой строчной развёртки. Обычные схемные решения, заимствованные из телевизионной техники, не подходили в связи с жёсткими требованиями по климатике, механической прочности и другим причинам. Особенно неприятным оказалось отсутствие возможности реализации в диапазоне необходимых температур одной мелкой детальки, которая в телевизионных приёмниках называлась регулятором коррекции линейности строк (РЛС). Она служит для компенсации паразитных активных потерь обмотки и представляет собой регулируемый нелинейный дроссель на феррите. В других областях преобразовательной техники уже давным-давно отказались от подобных решений путём умного использования новых полупроводников. Поэтому очень хотелось и здесь как-то использовать в качестве нелинейного элемента диод.

Порывшись в Патентном фонде Михайловского замка, я нашёл решение Pat USA №3795835, в котором реализована такая замена, но получить приемлемую линейность для ВКУ не получилось из-за того, что она принципиально корректировалась только на половине растра. Пришлось серьёзно повозиться, прежде чем удалось устранить этот недостаток. Причём было найдено решение, в котором нелинейным элементом достаточно качественной экспоненциальной коррекции является обычный кремниевый диод, а регулировка осуществляется простым потенциометром.

Если читателю когда-либо приходилось рассматривать электрические схемы старых телевизоров, возможно, он (как, в своё время, и я) был возмущён нечитабельностью схем строчной развёртки. В действительности же в данном случае нет никакого злого умысла, а схемотехническая сложность связана с весьма значительной функциональной и регулировочной загруженностью узла.

Поэтому само по себе новое решение строчной развёртки требовало невероятной адаптационной привязки.

На такую работу, требующую добросовестности в сочетании с тонким творческим чутьём, мало кто способен. Я знал только одного такого человека. Это был Сергей Александрович Васильев. Мы с ним вместе работали ранее во ВНИИ Коминтерна. По моей просьбе и благословению руководства он быстро перешёл в «Радугу» и стал доводить новую строчную развёртку до ума.

Мне повезло работать вместе с Сергеем в нескольких разных фирмах. Он, как и я, занимался различными устройствами преобразования электроэнергии.

Эти устройства обладают массой многомерных требований, в основе которых, помимо решения гигантского разнообразия собственно электропреобразовательных задач стабилизации, формирования и рекуперации энергии, лежат статические и динамические ограничения по электрическому току, напряжению и теплоотводу отдельных элементов или их узлов. Так вот, эти задачи, будь то разработка или пусконаладка уникального трансформатора, блока преобразования, лабораторного стенда, источника питания на мощности от единиц ватт до сотен киловатт, Сергей выполнял высокопрофессионально, талантливо и добросовестно, изобретая попутно кучу доморощенных методик проверки железа. Он предусматривал все страховочные и смягчающие режимы работы, балласты, ограничители и предохранители. В его технических решениях можно было всегда быть уверенным, принимая их без проверки, потому что если он что-то проработал – всё проверено безусловно и во всех отношениях. Многоступенчатая техническая перестраховка – всегда и везде [1].

Вернёмся в ОКБ. Сергей взялся за адаптацию новой схемы развёртки и успешно завершил её через несколько месяцев после длительной совместной проработки. Кроме того, нам повезло, что конструктивную схему ВКУ повышенной механической прочности путём необычного для того времени многостороннего моделирования разработал талантливейший инженер Виктор Михаилович Шумилин.

В результате по изобретениям электрических и конструктивных схем наших ВКУ мы получили дюжину авторских свидетельств СССР (№678711, №843307, №849541, №894885, №930742, №936122, №980294, №1105095, №1105105, №1123116, №1152430, №1259519).

Сразу после публикации вышеназванными изобретениями заинтересовались сторонние разработчики, которые вышли на нас через патентные службы. Мы не секретничали. Откро-

венно делились ноу-хау со специалистами из других городов. Кое-кто внедрил, но лишь, как и у нас – в ограниченной спецтехнике.

И тогда мы решили, что в бытовых телевизорах наши решения тоже можно было бы использовать.

Стал я донимать телевизионщиков. Но на «Козицкого», где изготавливали ленинградские телевизоры «Радуга», заявили, что они лишь изготовители, а не разработчики. Разработчикам всё равно, им не до нас – у них другие «большие задачи». Поехал я в Москву, на самый крупный завод телевизоров в СССР. Поговорил с явно неглупым техническим начальником. Он хоть выслушал. Ничего не ответил, но указательным пальцем поманил – пойдём, мол, покажу. Привёл он меня в цех изготовления этих самых моточных РЛС и сказал великое: «Вы что, предлагаете мне ликвидировать этот участок? А что на этом месте будет? А куда я дену этих намотчиц? Выгнать? Сейчас!». На мои дальнейшие нападки он авторитетно заявил, что, по его опыту, все подобные потуги бессмысленны. Я и прекратил поиски, хотя и сегодня эти изобретения могут быть использованы в различных растровых устройствах, исключая бытовые телевизоры.

А как же наше родное руководство ОКБ? За всё время моей работы оно ни разу не интересовалось и не обсуждало наши технические решения. Просто они лучше других знали, что не стоит проявлять инициативу – «свят лишь План!».

Был невероятный параллелизм разработок не только на уровне предприятия, но и на уровне его подразделений.

Унификация и стандартизация требовалась в основном на уровне ЕСКД и комплектующих изделий. Сплошь и рядом была одна и та же картина: в двух смежных комнатах разрабатывали с нуля одинаковые узлы. В результате такой информационной изоляции конечное изделие напоминало лоскутное одеяло, но «Режим» категорически запрещал специалистам общаться по тематике разработок и даже заходить в соседние комнаты своего же НИО.

Доступ к профессиональной отечественной и иностранной информации ограничивался незначительной библиотечной периодикой. Правда, можно было заказать копию журнальной статьи или патента по «Межбиблиотечному абонементу» (МБА). Эта служба не была перегружена, работала медленно, но добросовестно и всегда доброжелательно.

К тому времени «железный занавес» уже изрядно «подгнил», и у нас в Ленинграде изредка стали проходить международные выставки. Однажды я даже попросил отправить ведущих специалистов на одну из таких открытых выставок, напрямую связанных с нашей тематикой. Но не отпустили не то что группу, а даже меня. При этом осмеяли, как слабака, не верующего в собственные радиолюбительские силы. Зато в судьбоносной аттестационной характеристике, то ли в шутку, то ли по злому умыслу, отметили мою главную уникальную особенность: «...посещает международные выставки».

Под качеством работы тогда обычно понимали своевременную сдачу разработанной документации (в моем секторе это были электрические схемы ВКУ) и отсутствие ошибок, преимущественно в начертании документов. Для этого на уровне предприятия было предусмотрено специальное контролирующее подразделение судьбоносных дам, каждая из которых хоть и не смыслила ничего в электронике, но прекрасно умела подсчитывать количество отклонений от норм начертания документов по ЕСКД.

Кроме того, надо было качественно вести дневники личных творческих планов и обязательств, участвовать в соцсоревновании, не пропускать политинформации, собрания и субботники.

Регулярно каждый из нас должен был брать на себя перед профсоюзом сверхплановые «Социалистические обязательства». Для того чтобы не снизить прогрессивку, надо было записать их не менее четырёх или пяти штук. Обычно обязывались сдать некоторые работы раньше планового срока, повысить их качество или даже личную дисциплину. Лучше всего с Обязательствами справлялся женский персонал. Мужчины же часто терялись, впадали в ступор, а иногда даже иронично относились к этому мероприятию. Руководством такая дерзкая аполитичность не возбранялась. Правда, случаев отказа кем-либо от принятия соцобязательства что-то не припомню.

Но, нет худа без добра. Мы умудрялись вводить в эти обязательства оформление заявок на наши предполагаемые изобретения по тематике работ.

Мне редко снятся сны. Но есть один, время от времени повторяющийся. Вот поступаю я на госработу не иначе как в «Р». Меня приводят в громадную комнату, где уже трудятся несколько десятков человек, и показывают мне небольшой стол, который и станет моим рабочим местом. Мне страшно, а меня ещё что-то спрашивают, и обязательно нужно соврать, но я никак не могу придумать, что именно. В ужасе просыпаюсь.

Литература

1. www.proza.ru/2010/01/09/225.

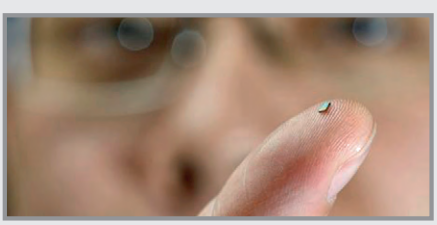
Новости мира News of the World Новости мира

Разработан датчик температуры, не нуждающийся в источнике питания

Учёные вплотную приблизились к созданию датчиков, которые не потребляют энергии из традиционных источников питания. Открытая голландскими учёными технология позволяет получать энергию прямо из воздуха.

Первым датчиком, не нуждающимся во внешнем питании, стал температурный сенсор. Необходимую энергию он получает, преобразуя находящиеся в окружающем пространстве радиоволны. Площадь кристалла сенсора составляет 2 мм, а его масса равна всего 1,6 мг. Полученные данные этот микродатчик передаёт по беспроводной сети, от которой и получает требуемое питание.

В настоящее время чип не может передавать данные дальше, чем на 2,5 см. Но специалисты полны оптимизма. На первом этапе им было важно показать общий принцип работы. В скором времени они планируют увеличить дальность передачи до 5 м.



Сенсор может быть спрятан под слой краски, штукатурки или пластика, что позволит в будущем создавать умные здания, где уже будут встроены самые разные сенсоры.

http://mbdevice.ru/

Стандарты менеджмента интеллектуальной собственности

Юлия Зорина, Юрий Парвулюсов, Геннадий Фокин (Москва)

Работника и работодателя связывают не только трудовые, но и гражданско-правовые отношения. В порядке трудовых отношений и обязанностей работник создаёт служебную интеллектуальную собственность, вопросам управления которой и посвящена данная статья.

В силу правовых норм статьи 1295 и 1370 ГК РФ работодателю принадлежит исключительное (имущественное) право на служебную интеллектуальную собственность и право на получение патентов на служебные изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения.

Нужно ли это работодателю? Отнюдь не всегда, ведь это: накладные расходы авторских вознаграждений, оформления правоустанавливающих и право-подтверждающих документов, поддержание в силе патентов на морально устаревшие технические решения, трудности формирования первичных документов для учёта нематериальных активов, отсутствие внятной лицензионной политики и проблемы ноу-хау в режиме коммерческой тайны, огромная разница продолжительности интеллектуальных прав на произведения, базы данных и технические решения (изобретения, полезные модели) и так далее.

При оформлении на работу каждого работника должно оформляться приложение к его трудовому договору по вопросам создания, использования интеллектуальной собственности работодателя и вознаграждения работника согласно правовым номам статьи 1295 и 1370 ГК РФ, включая порядок уведомления работника об отказе работодателя от перехода к нему имущественных интеллектуальных прав на служебные произведения, базы данных и прав на получение патентов с использованием результатов интеллектуальной деятельности и технических решений на условиях простых и безвозмездных лицензий – совсем без затрат, но без монополии правообладателя и коммерческой выгоды работодателя от гражданского оборота интеллектуальной собственности.

Сложившаяся практика отечественных предприятий этого не предусматривает, что способствует: административным, налоговым и уголовным правонарушениям, ограничению имущественного комплекса и возможности коммерциализации интеллектуальной собственности предприятий, появлению проблем гражданского оборота интеллектуальной собственности с правообладателем в лице Российской Федерации, заказчиками НИОКР, технологических работ и продукции, смежниками, контрагентами и лицензиатами предприятий, контролирующими налоговыми органами. Например, даже создав интеллектуальную собственность по государственному контракту и получив от государственного заказчика полномочия второго правообладателя, предприятие не имеет возможности работать с этой интеллектуальной собственностью без доверенности.



Между тем согласно пункту 2 статьи 1298 ГК РФ, «если в соответствии с государственным контрактом исключительное право на произведение принадлежит РФ, исполнитель обязан путём заключения соответствующих договоров со своими работниками и третьими лицами приобрести все права или обеспечить их приобретение для передачи РФ». Также согласно пункту 3 статьи 1373 ГК РФ, «если право на получение патента и исключительное право на изобретение, полезную модель или промышленный образец на основании государственного контракта принадлежит РФ, исполнитель обязан путём заключения соответствующих соглашений со своими работниками и третьими лицами приобрести все права либо обеспечить их приобретение для передачи соответственно РФ».

Аналогичные правила распространяются на все договоры подряда хозяйствующих субъектов. Предприятия терпят прямые и косвенные убытки: не могут документально подтвердить наличие интеллектуальной собственности и своих прав на неё. Например, свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных ничего не подтверждает, кроме факта их регистрации. То есть всё, что там записано, можно смело игнорировать.

Патенты без носителей технологий и секретов производства никакой ценности не имеют. Отчёты НИР, конструкторская документация и опытные образцы интеллектуальными правами не охраняются – это только объективная форма потенциально охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности, включая технические решения.

Нужно срочно формировать систему менеджмента (управления рисками), постановку документооборота по

гражданскому обороту интеллектуальной собственности и лицензионную политику правообладателя по стандартам профессионального менеджмента интеллектуальной собственности. Этому посвящена публикация «Креативная экономика и менеджмент интеллектуальных активов» [1]. Корпоративные юристы и патентоведы для этого не годятся, так как они не владеют методиками гражданского оборота, экономики, менеджмента интеллектуальных активов (имущественных интеллектуальных прав). Нужно искать поводыря, однако «не всё то золото, что блестит» и опыт лекций «ни о чём» тоже не пригодится.

Вернёмся к проблематике создания и использования интеллектуальной собственности в порядке трудовых отношений и обязанностей.



Переоформить все трудовые договоры и заключить одновременно со всеми работниками необходимые гражданско-правовые приложения к их трудовым договорам очень обременительно. Заинтересованным лицам можно рекомендовать оформление этих приложений на крайний период – оценку соответствия результатов интеллектуальной деятельности работников условиям охраны авторским и/или патентным правом и признание целесообразности или нецелесообразности перехода имущественных интеллектуальных прав и прав на получение патентов к работодателю.

В последнем случае исключительное интеллектуальное право и право на получение патента остаются за работником. При отсутствии соответствующих лицензий работника и его уведомлений работодателем об отказе от перехода к работодателю соответствующих прав это способствует злоупотреблениям авторским правом путём судебных исков о нарушении интеллектуальных прав при использовании предприятием разработанных работниками технических решений, программ для ЭВМ, баз данных, технических заданий, спецификаций, методик, регламентов, стандартов и так далее. В случае служебных произведений, включая программы для ЭВМ и базы данных, родственники могут терроризировать предприятие при жизни автора и семьдесят лет после его смерти.

Например, работники разрабатывают необходимые предприятию методики и локальные нормативные акты, однако имущественные права на них, как на служебные произведения, к предприятию не переходят, остаются за работниками и возникают риски злоупотреблений авторским правом путём исков о нарушении интеллектуальных прав. При этом зачастую позиция должностных лиц входит в противоречие с правовыми нормами статей 1225, 1228, 1255, 1295 ГК РФ, Постановления Пленума Верховного Суда РФ № 15 от 19.06.2006, Постановления Пленума Верховного Суда РФ № 5, Пленума ВАС № 29 от 26.03.2009, статей 1345, 1357, 1370, 1373 ГК РФ и Постановления Правительства № 512 от 04.06.2014, статей 1465, 1466, 1467, 1469, 1470, 1471, 1472 ГК РФ. Однако перед законом все равны, даже те, кто «ровнее всех». Лучше не искушать судьбу и прокурора.

Лекарством от некомпетентности, правового нигилизма и средством профилактики возможных правонарушений и злоупотреблений могут стать стандарты СМК организаций по вопросам создания и использования служебной интеллектуальной собственности, разработанные на основе стандартов профессионального менеджмента интеллектуальной собственности серии «Интеллектуальная собственность и инновации» [2].

Ничего сложного нет. Алгоритм работы очень наглядный и эффективный. Это обеспечивает закрепление за работодателем имущественных интеллектуальных прав только на эффективную и перспективную интеллектуальную собственность, созданную в порядке трудовых отношений и обязанностей. При этом нужно придерживаться следующих правил:

1. Создание служебной интеллектуальной собственности осуществляется на основании трудовых отношений, обязанностей работников или служебных заданий их руководителей (требования статей 1370, 1470 ГК РФ: для служебных произведений и баз данных используется правило аналогии с учётом того, что служебные произведения и базы данных создаются в силу трудовых отношений и обязанностей, что должно отражаться в трудовых договорах и приложениях к ним), а типовую форму служебного задания устанавливает соответствующий стандарт СМК организации. При этом дискриминация работников по созданию интеллектуальной собственности недопустима.
2. Окончание интеллектуальной деятельности по служебным заданиям должно завершаться отчётом работников (уведомлением работодателя) о завершении и результатах интеллектуальной деятельности с приложением спецификации РИД. Типовую форму отчёта о завершении, результатах интеллектуальной деятельности и их спецификации устанавливает соответствующий стандарт СМК организации.
3. Оценку соответствия РИД условиям охраны авторским и патентным правом осуществляют профильные (лучше, если аттестованные) специалисты с отражением в отчёте оценки соответствия РИД целесообразности и порядка использования работодателем созданной по служебному заданию интеллектуальной собственности. Типовую форму отчёта об оценке соответствия РИД устанавливает соответствующий стандарт СМК организации.
4. Анализ и решение о целесообразности использования созданной работ-

никами интеллектуальной собственности и закрепления имущественных прав работодателя или работника на созданную интеллектуальную собственность. Её назначение и порядок использования, включая учёт имущественных интеллектуальных прав в составе нематериальных активов, устанавливает генеральный директор путём утверждения отчёта об оценке соответствия РИД с оформлением приложения к трудовому договору о соблюдении правовых норм статьи 1295 и 1370 ГК РФ в части вознаграждения авторов.

5. Уведомление работника об отказе работодателя от перехода к нему исключительного права на служебное произведение, базу данных или права на получение патента на служебное изобретение, полезную модель, промышленный образец на основании отчёта об оценке соответствия РИД, либо о переходе указанных прав к работодателю в соответствии с правовыми нормами статьи 1295 и 1370 ГК РФ. Типовую форму уведомления устанавливает соответствующий стандарт СМК организации (соответствующее уведомление можно объединить с отчётом об оценке соответствия РИД по пункту 3, но не спешите отказываться от имущественного комплекса и лицензионных дивидендов предприятия).
6. Оформление приложения к трудовому договору о соблюдении правовых норм статьи 1295 и 1370 ГК РФ оформляется с работниками на основании решения генерального директора по пункту 5. Оно подтверждает трудовые обязанности работников по созданию и использованию служебной интеллектуальной собственности с вознаграждением согласно правовым нормам статьи 1295 и 1370 ГК РФ. Приложение к трудовому договору, как и сам договор, визированию должностными лицами не подлежит.
7. Вознаграждение авторов за создание и использование служебной интеллектуальной собственности в порядке трудовых отношений и обязанностей работников осуществляется в соответствии с условиями приложений к трудовым договорам работников о соблюдении правовых норм статьи 1295 и 1370 ГК РФ.

Экономия ресурсов предприятия достигается путём:

- ограничения количества создаваемых объектов интеллектуальной собственности программой инновационного развития предприятия и решениями Совета по интеллектуальной собственности (как правило, до пяти объектов авторского права и двух объектов патентного права в год с поддержанием действия патентов государственными пошлинами не более пяти лет и общим количеством нематериальных активов предприятия не более тридцати);
- комплексной оценкой соответствия РИД условиям охраны авторским, патентным правом и творческого характера создания интеллектуальной собственности работниками с сокращением на этом основании состава вознаграждаемых «соавторов»;
- своевременного решения генерального директора о целесообразности или нецелесообразности перехода к работодателю исключительного (имущественного) права на служебные произведения, базы данных и права на получение патентов при создании служебных изобретений, полезных моделей, промышленных образцов (для объектов авторского права в период до трёх лет, для объектов патентного права в период четырёх месяцев от его уведомления работником о создании служебной интеллектуальной собственности);
- вознаграждения авторов по каждому объекту интеллектуальной собственности (создание и использование, включая режим ноу-хау) в пределах величины средней оплаты труда по предприятию и в равных долях;
- снижения рисков налоговых санкций и судебных издержек, санкций по претензиям налоговиков и искам заказчиков, смежников, лицензиатов, работников.

Наличие и правильное документальное оформление создания и использования служебной интеллектуальной собственности, регламентация необходимых процедур и документов стандартами СМК организации, обучение работников практикуемым методикам профессионального менеджмента интеллектуальной собственности позволят:

- исполнять программу инновационного развития предприятия в части интеллектуальной собственности и улучшить его статистическую отчётность;
- извлекать прибыль по лицензионным договорам об использовании интеллектуальной собственности предприятия заказчиками НИОКР, смежниками, покупателями продукции и иными лицензиатами;
- снизить риски негативных последствий претензий государственных заказчиков, смежников, налоговиков и судебных исков.

Опытом разработки стандартов «СМК. Организация рационализаторской и изобретательской работы в цеховых подразделениях предприятия» для стимулирования рационализаторской работы по созданию охраноспособных технических решений и наращиванию интеллектуальных активов предприятий, а также «СМК. Порядок создания интеллектуальной собственности и вознаграждения работников согласно правовым нормам статьи 1295 и 1370 ГК РФ» для оптимизации накладных расходов и минимизации судебных издержек правообладателей делится технический комитет по разработке стандартов профессионального менеджмента интеллектуальной собственности серии «Интеллектуальная собственность и инновации» [2], практикующий разработку стандартов СМК предприятий, путём адаптации для их специфики отраслевых стандартов профессионального менеджмента интеллектуальной собственности.

Основные положения и приложения этих стандартов:

- задание на создание служебной интеллектуальной собственности;
- отчёт о завершении и результатах интеллектуальной деятельности;
- спецификация РИД и охраноспособного технического решения;
- отчёт об оценке соответствия РИД условиям охраны авторским и/или патентным правом;
- приложение к трудовому договору о выплате вознаграждения согласно правовым нормам статьи 1295 и 1370 ГК РФ;
- представление по инвентарному учёту исключительного права в составе нематериальных активов предприятия.

Все эти положения и приложения могут быть использованы заинтересованными хозяйствующими субъектами для оформления, повышения эффективности гражданского оборота их интеллектуальной собственности и закрепления имущественных интеллектуальных прав на служебные произведения, базы данных, изобретения, полезные модели и промышленные образцы за работодателем.

Консультация специалиста

Прежде чем приступить к коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, убедитесь в том, что они вам принадлежат. Отсутствие запрета согласием не считается (п. 1 ст. 1229 ГК РФ).

Обратите внимание разработчиков на то, что если результаты интеллектуальной деятельности (РИД) находятся в открытом доступе, это не означает, что их можно спокойно использовать! Возможно, в открытый доступ они попали помимо воли правообладателя и необходимо заключить с ним лицензионный договор.

Государственная регистрация программ для ЭВМ и баз данных производится по желанию правообладателя, декларативно (п. 1 ст. 1262 ГК РФ). Выданное свидетельство не является правоустанавливающим документом, поскольку Роспатент не несёт ответственности за его достоверность (п. 6 ст. 1262 ГК РФ). При возникновении спора свидетельством можно подтвердить только то, что на момент государственной регистрации текст программы или её фрагмент существовали.

Трудовой договор не является единственным достаточным доказательством прав на объект интеллектуальной собственности, созданный сотрудником. Законодательство и судебная практика требуют, чтобы работодатель кроме зарплаты также платил авторское вознаграждение за передачу прав (п. 26 Постановления Пленума Верховного суда Российской Федерации РФ № 15 от 19.06.2006). Зарплата – это плата за выполнение трудовой функции, а за результат в виде созданного объекта интеллектуальной собственности работник должен получить вознаграждение отдельно.

Это требует оформления, кроме трудового договора, служебных заданий, отчётов о выполнении, актов о передаче работодателю результатов интеллектуальной длительности и отчётов об оценке соответствия с аргументами предоставления им правовой охраны, документов о выплате авторских вознаграждений.

Если у вас возник спор о правах, то без документов вы не сможете доказать, что у вас были права и ваши права нарушены, что сама эта совокупность данных и команд на языке программирования является интеллектуальной собственностью (ведь различные версии и релизы никакой новой интеллектуальной собственности не создают). То же самое – при постановке на бухгалтерский учёт и оформлении бухгалтерских проводок. Коротко говоря: нет документов – нет интеллектуальной собственности – нет нарушений прав – нет компенсации за нарушение прав.

Алексей Горшков, начальник юридического отдела ООО «ПРОСОФТ ТРЕЙДИНГ»

Первый стандарт разработан на основе инструкции «О рационализаторской деятельности в ОАО ГосМКБ «Вымпел» им. И.И. Торопова», второй является производным произведением от стандартов профессионального менеджмента интеллектуальной собственности серии «Интеллектуальная собственность и инновации» [2]:

- АСМК.009МУ-2013 «ПМИС. Создание (приобретение), признание, учёт и использование интеллектуальной собственности. Методические указания (публичный регламент)»;
- АСМК.011МУ-2014 «ПМИС. Локальный нормативный акт «Порядок авторского, лицензионного и поощрительного вознаграждения работников. Методические указания (публичный регламент)»;
- СТО.9001-08-2014 «ИСИН. Профессиональный менеджмент интеллектуальной собственности и качества интеллектуальных активов хозяйствующих субъектов. Организационно-методическая поддержка правообладателей и аутсорсинг систем менеджмента качества интеллектуальных активов (публичный регламент)»;
- СТО.9005-12-2014 «ИСИН. Профессиональный менеджмент интеллектуальной собственности и качества интеллектуальных активов хозяйствующих субъектов. Организация интеллектуальной деятельности работников и паспортизация служебной интеллектуальной собственности. Требования, локальные нормативные акты, корпоративный документооборот и менеджмент качества».

В настоящее время разработчики стандартов представляют их в полном объёме для рецензирования специалистам по гражданскому обороту интеллектуальной собственности и заинтересованным авторам, правообладателям, лицензиарам, лицензиатам, просят их предложений по оптимизации установленных требований и ожидают дополнений стандартов перспективными требованиями.

К рецензированию присоединились: «Аэроэлектромаш», «Курчатовский институт», «Московский государственный педагогический университет», «Пакер», «Торий», РГАИС и другие заинтересованные предприятия. Рецензенты отмечают универсальность алгоритма и рабочей документации для создания и использования интеллектуальной собственности в порядке трудовых отношений и обязанностей работников, а также целесообразность стимулирования рационализаторской работы в направлении создания перспективной служебной интеллектуальной собственности.

При этом рецензенты дают предложения на основе своих проблемных вопросов. Например, предлагают стандартизовать типовую форму уведомления работника об отказе работодателя от перехода к нему исключительного интеллектуального права и права на получение патента. Это уведомление позволит исключить неизбежные риски гражданско-правового договора о возврате соответствующих прав работнику спустя три года для объектов авторского права и спустя четыре месяца для объектов патентного права.

Вместе с тем у рецензентов возникает много прикладных вопросов, на которые корпоративные патентоведы, юристы, плановики, экономисты, финансисты и бухгалтеры ответить не могут. Гражданский оборот, экономика, менеджмент интеллектуальной собственности, лицензионная политика и практика, формирование и использование ноу-хау в режиме коммерческой тайны не в их профессиональной компетенции.

Специально для них РГАИС и АО «ГосМКБ «Вымпел» им. И.И. Торопова» организован дискуссионный клуб по обсуждению и решению проблем интеллектуальной собственности. Заинтересованные лица могут обсудить основы и практику гражданского оборота интеллектуальной собственности, соблюдения интеллектуальных прав и режима ноу-хау (секретов производства), формирования лицензионной политики и управления рисками правообладателей, стандартизованные требования и профессиональные методики управления интеллектуальными активами хозяйствующих субъектов [2].

Литература

1. www.zakon.ru/discussion/2015/4/5/kreativnaya_ekonomika_i_menedzhment_intellektualnyx_aktivov.
2. www.finas.su.

Импортозамещение: обеспечение предприятий ЭКБ отечественного производства

20–21 августа 2015 г. прошла IV Всероссийская научно-техническая конференция на тему «Импортозамещение. Обеспечение предприятий промышленности электронной компонентной базой отечественного производства». Организаторами мероприятия выступили компания «ТЕСТПРИБОР» и Международная ассоциация участников космической деятельности (МАКД).



В условиях нынешней экономической обстановки импортозамещение является базовым курсом модернизации российской экономики. Тематика конференции «Импортозамещение. Обеспечение предприятий промышленности электронной компонентной базой отечественного производства» охватывала проблемы производства и поставок импортозамещающей электронной компонентной базы отечественного производства, а также её конкурентоспособности. Кроме того, на конференции обсуждались вопросы сертификационных испытаний, в частности выявление контрафактной электронной компонентной базы отечественного производства при поставках для комплектации аппаратуры особо надёжных объектов. Были зачитаны доклады по способам защиты микроэлектронной техники от радиации в условиях космического пространства.

В конференции приняли участие 123 специалиста из 72 передовых научно-исследовательских институтов, предприятий радиоэлектронной промышленности, конструкторских бюро, конструкторских подразделений различных отраслей промышленности, а также представители национальной академии наук Белоруссии. Участники конференции заслушали и обсудили 16 научных докладов. Материалы конференции опубликованы в виде сборника тезисов научных трудов.

Открыл конференцию заместитель директора ДРЭП Минпромторга России Павел Куцько. После него с докладом выступил заместитель генерального конструктора АО «Российские космические системы» Владимир Стешенко, который рассказал о состоянии и перспективах развития космической микроэлектроники.

Далее с докладом «Нормативно-правовой базис развития и применения электронной компонентной базы для специальной техники в современных условиях» выступил первый заместитель генерального директора ФГУП «МНИИРИП» Вячеслав Исаев. Возложение функций государственного заказчика электронной компонентной базы (ЭКБ) для специальной техники на Минпромторг России определяет порядок проведения министерством единой технической политики: и руководство и координация работ в области развития и применения ЭКБ. С этой целью, по словам господина Исаева, возникает необходимость разработки (корректировки) нормативно-технических и организационно-распорядительных документов в области создания, унификации, стандартизации, обеспечения качества и применения ЭКБ. В настоящее время разработаны и постепенно внедряются нормативно-правовые акты, регламентирующие порядок: программно-целевого планирования развития ЭКБ для специальной техники, её разработки и серийного освоения; применения ЭКБ отечественного и иностранного производства (ЭКБ ИП); обеспечения качества ЭКБ на этапах разработки и производства. В части применения ЭКБ ИП Минпромторгом России разработано, согласовано с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и утверждено «Положение о порядке применения электронной компонентной базы иностранного произ-





водства в обеспечение разработки, модернизации и производства вооружения, военной и специальной техники. Основные положения» (Положение ЭКБ ИП), регламентирующее требования по обеспечению информационной безопасности и технологической независимости, методологии выбора и унификации номенклатуры ЭКБ, организации и проведению сертификационных испытаний, порядку закупки изделий. Положение направлено на:

- повышение роли и ответственности головных исполнителей работ по созданию ВВ СТ при выборе и применении ЭКБ, выполнении условий обеспечения информационной безопасности и технологической независимости;
- снижение зависимости от номенклатуры ЭКБ, предлагаемой к применению в образцах ВВ СТ;
- повышение достоверности результатов экспертизы обоснованности выбора номенклатуры ЭКБ для применения в ВВ СТ на основе привлечения межотраслевых групп экспертов, перечень которых формируется Межведомственным советом главных конструкторов по ЭКБ.

Программа конференции была насыщена докладами и презентациями научно-практической направленности, освещением опыта работы специалистов радиоэлектронной и других смежных областей промышленности.

Так О.В. Дворников из филиала НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «ИНТЕГРАЛ» выступил с докладом «Комплементарный радиационно-стойкий биполярный техпроцесс для высокочастотных аналоговых интегральных микросхем».

Доклад на тему «Современная электронная компонентная база на основе арсенида галлия» представил заместитель технического директора по техническому развитию и инновациям ОАО «Орбита» (г. Саранск) С.Н. Кузнецов. Руководитель Испытательной лаборатории ЗАО «ТЕСТПРИБОР» С.А. Москалёв осветил тему «Продление срока эксплуатации ЭКБ ОП», а начальник конструкторского бюро ЗАО «ТЕСТПРИБОР» – тему «Металлокерамические корпуса с радиационно-защитными экранами: оценка эффективности ослабления ЛДН и срока активного существования кристаллов ИС в них». Заместитель генерального директора по развитию ОАО «НПО «ЭРКОН» к.т.н. И.Н. Малышев выступил с докладом на тему «Новые импортозамещающие пассивные компоненты специального назначения для высоковольтных, сильноточных и высокочастотных цепей». Также свою продукцию представили ОАО ВЗРД «Монолит», АО «ЛОМО», ООО «Кулон», ОАО «Ангстрем», ОАО «Орбита», ЗАО «Кремний-маркетинг».

В ходе дискуссионной части мероприятия слушателям была предоставлена возможность задать вопросы выступающим и получить ответы на самые актуальные вопросы.

Новые разработки в сфере ЭКБ ОП, озвученные на конференции предприятиями-изготовителями, в целом дают представление о тенденциях развития рынка отечественной микроэлектроники.

Следующая конференция, посвящённая проблематике ЭКБ ОП, пройдёт в третьем квартале 2016 г.


Александр Кетько


Сергей Кузнецов


Валерий Малинин


Владимир Стешенко


Станислав Ластовский

Дни инноваций Министерства обороны РФ – 2015

С 5 по 6 октября 2015 г. на базе конгрессно-выставочного центра Министерства обороны РФ в г. Кубинке Московской области прошла Международная выставка «Дни инноваций Министерства обороны Российской Федерации – 2015».
Это третье подобное мероприятие, которое проводит Министерство обороны Российской Федерации с целью поиска инновационных технологий и высокотехнологичной продукции и определения возможности их дальнейшего применения в интересах повышения обороноспособности государства.



Открыл мероприятие министр обороны России генерал армии Сергей Шойгу. Обращаясь к участникам и гостям, глава военного ведомства подчеркнул, что проведение подобных мероприятий приобретает в настоящее время особое значение. Основная цель таких выставок – поиск инновационных технологий и высокотехнологичной продукции, определение возможности их дальнейшего применения в интересах повышения обороноспособности государства.

Специальной комиссией было отобрано 300 компаний и предприятий ВПК, которые продемонстрировали инновационные разработки и новейшие технологии в области робототехники, радиоэлектроники, информационной безопасности военных объектов.

Особенностью выставки 2015 года стал её географический размах. Впервые дни инноваций прошли не только в Кубинке, но и во Владивостоке, Екатеринбурге и Ростове-на-Дону, где свои инновационные разработки представили военно-научные учреждения и предприятия, территориально расположенные в границах Восточного, Центрального и Южного военных округов.

Выставочные площадки «Дней инноваций Министерства обороны РФ – 2015» по всей России посетили более 70 тыс. специалистов и любителей оборонной тематики. Было продемонстрировано более 3000 образцов инновационной техники. В рамках научно-деловой части прошло более 30 конференций, «круглых столов» и брифингов. Экспозиция размещалась в павильонах и на открытых площадках конгрессно-выставочного центра и кластера военно-промышленного комплекса Военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооружённых Сил Российской Федерации «Патриот» (г. Кубинка).

В формате мероприятия были представлены тематические разделы: робототехника и радиоэлектронные технологии (автоматизированные системы управления, связь, навигация и опознавание, РЭБ, радиоразведка, радиолокация), информационные и телекоммуникационные технологии, кибербезопасность, топогеодезическое и навигационное обеспечение, гидрометеорология, комплексная безопасность, оптика и оптико-электронное оборудование и системы, обзорно-прицельные устройства, аддитивные технологии и комплексные лаборатории, тренажёры, симуляторы, технические средства обучения, медицина и биотехнологии, лазерные технологии, энергетика и нетрадиционные источники питания, аэрокосмические технологии и средства защиты.

Новейшие разработки «ОПК»

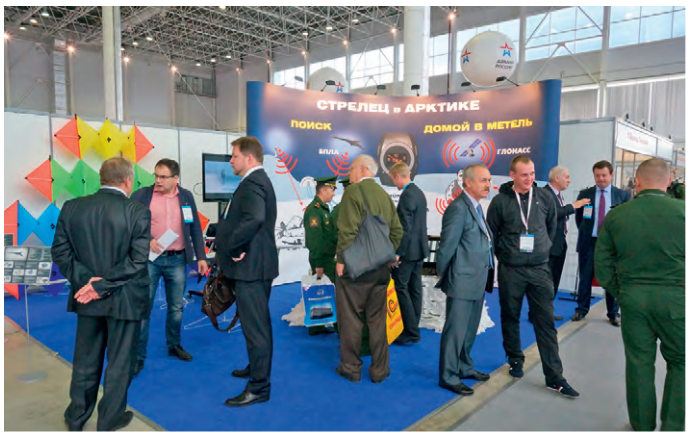
Специалисты предприятий «ОПК» («Объединённая приборостроительная корпорация», входит в госкорпорацию «Ростех») представили передовые системы связи и управления, технологии для беспилотников и новейшие комплексы РЭБ.

В экспозиции «ОПК» был представлен унифицированный программно-аппаратный комплекс группового управления БПЛА «Вологда» разработки концерна «Вега», который может одновременно контролировать до десяти беспилотников и наземных робототехнических комплексов. «Вологда» обладает высокой проходимостью и способна автономно функционировать до семи суток.

Суперкомпьютер, входящий в состав комплекса, может работать на основе различных процессоров, в том числе на базе российских процессоров «Эльбрус», обеспечивающих высокий уровень защиты информации.






СТРЕЛЕЦ в АРКТИКЕ
ПОИСК
ДОМОЙ в МЕТЕЛЬ
ГЛОНАСС




НПП «Цифровые решения»
1В4-5


Par Photo
Power
L
R
ПЛАЗ
Управляющий контроллер БЛА
(автопилот)


BEST-PERFORMING SYSTEM
JUST GOT BETTER...
AGAIN


ПРИМА-ДМВ
МВ-ДМВ диапазона
ПРИМА-400
АППАРАТУРА БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ
АБС-1


ПЕРЕНОСНОЙ
ГАЗОАНАЛИЗАТОР АХОВ
«ГРАНИТ»

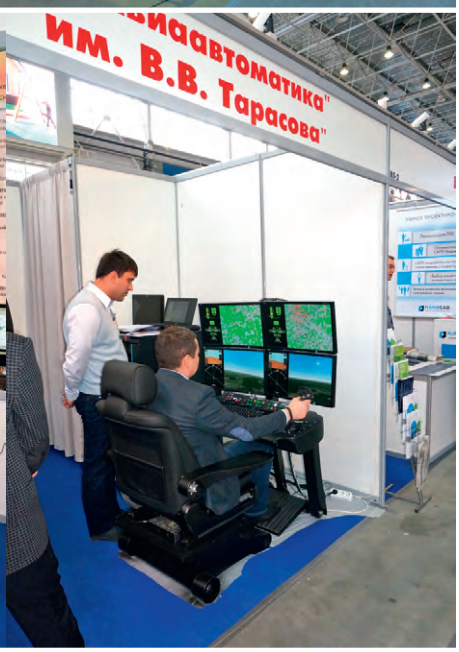


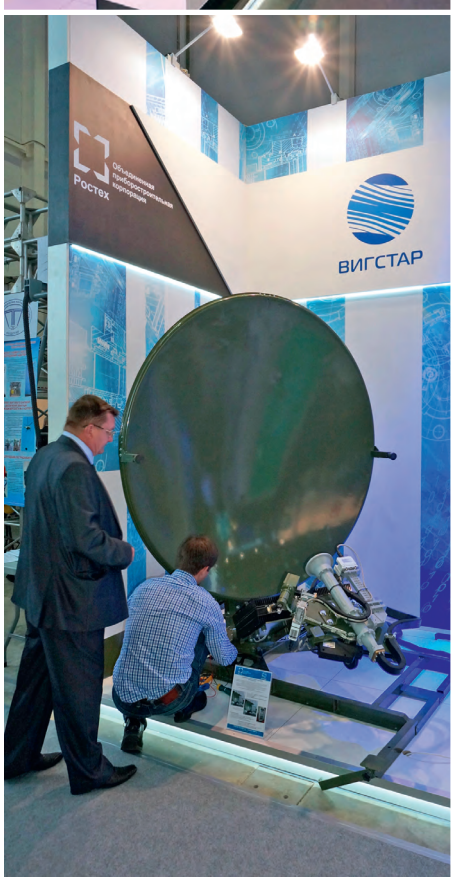












Представленное на выставке бортовое радиоэлектронное оборудование (БРЭО) для российских беспилотников нового поколения является базой для построения различных разведывательных БЛА, которые могут быть интегрированы в современные автоматизированные системы управления боем. В состав БРЭО входят бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), бортовой регистратор информации и комплекс связи на основе технологии программно-определяемого радио (software defined radio).

Комплект БРЭО обеспечивает обмен данными (видео, данные с РЛС и других средств мониторинга) между «землёй» и БЛА в режиме реального времени по широкополосным сетям связи. Обработка информации и доведение её до боевых сил теперь могут осуществляться напрямую с борта беспилотника, без участия наземного пункта управления БЛА, благодаря интеллектуальным возможностям самой аппаратуры. Навигационная система комплекса является автономной и может позиционировать БЛА в пространстве без помощи систем Глонасс/GPS.

Также на выставке были продемонстрированы современные системы связи и управления для тактического, оперативного и стратегического звена. Автоматизированная система управления сухопутных войск «Акация-МЭ» разработки концерна «Системпром» может применяться как в мирное, так и в военное время. Система обеспечивает решение всего перечня боевых задач, включая управление разновидовыми группировками войск и входящих в них воинских формирований.

Аппаратная связи и командно-штабная машина на шасси высокой проходимости из состава модернизированной АСУ воздушно-десантных войск «Андромеда-Д» предназначены для формирования каналов связи, устойчивых информационных сетей на оперативном и тактическом уровнях. АСУ «Андромеда-Д» является мобильной, перемещается с помощью ави-









ации и на военной технике высокой проходимости и может быть оперативно развёрнута в любой неподготовленной местности. В её составе скомпонован максимально широкий набор средств передачи данных, включая традиционную радиосвязь, работающую в различных диапазонах и на дальностях до нескольких сотен километров. Разработку системы ведёт НИИ систем связи и управления. Серийные поставки модернизированной версии АСУ для ВДВ начались в 2015 году.

Центральное место в экспозиции «ОПК» заняли элементы новейшей автоматизированной системы управления в тактическом звене (АСУ ТЗ), войсковые испытания которой проходят в подмосковном Алабино. Система предназначена для комплексного управления войсками на тактическом уровне и формирования единого информационного пространства, в которое интегрируется личный состав, боевая техника, средства разведки, поражения, РЭБ и т.д. В числе изделий системы на выставке была представлена линейка современных цифровых средств связи. Модернизированные комплексы технических средств П-380К и Р-169 обеспечивают цифровую связь современного уровня, в том числе высокоскоростной «армейский» интернет и видеосвязь. АСУ ТЗ разрабатывается в интересах Сухопутных войск РФ ведущей производственной структурой корпорации – воронежским концерном «Созвездие».

Среди разработок в области РЭБ впервые широкой публике было продемонстрировано индивидуальное средство защиты от радиоуправляемых минно-взрывных устройств «Игла». Мобильный малогабаритный комплекс предназначен для защиты стационарных объектов, автомобильной, бронетанковой и другой техники в радиусе 100 м. За счёт создания комбинированной помехи (прицельной и заградительной по частоте) радиус зоны действия «Иглы» в 5 раз больше, чем у типовых аналогичных устройств.











Неоспоримым преимуществом изделия является возможность ввода запрещённых для подавления рабочих частот – для беспрепятственной организации радиосвязи во время работы комплекса.

Ещё один современный комплекс РЭБ «Зонт» защищает технику от управляемых авиационных ракет с полуактивной лазерной и тепловизионной головкой самонаведения типа Maverick, управляемых артиллерийских снарядов типа Copperhead и скрывает технику под аэрозольной завесой при угрозе атаки противника. «Зонт» обеспечивает защиту объекта в секторе на 360°. Комплекс практически мгновенно обнаруживает атакующее высокоточное оружие и быстро формирует специальную аэрозольную завесу, которая держится в воздухе продолжительное время, создавая помеху для чужих средств поражения.

В числе инновационных разработок «ОПК» для военно-морского флота была представлена станция визуально-оптических помех «Грач», предназначенная для установки на надводных кораблях 2-го класса, в том числе десантных, судах на воздушной подушке, кораблях на подводных крыльях, различных катерах. Устройство подавляет визуально-оптические и оптико-электронные приборы наблюдения и прицеливания при помощи светового излучения высокой интенсивности в широком спектральном диапазоне – ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра, выводя из строя, в том числе, прицелы ночного видения. «Грач» может применяться в ночное время и в сумерках и способен непрерывно работать нескольких часов, потребляя небольшое количество энергии.

Корпорация Калужского НИИ телемеханических устройств (КНИИТМУ) представила систему контроля за передвижениями лиц на режимных объектах. Разработка позволяет отслеживать перемещения и местоположение людей в зданиях и сооружениях, где не действуют системы глобального позиционирования GPS/ГЛОНАСС.

Система предназначена для армии, силовых структур, военных и закрытых гражданских объектов, в том числе для оборонных предприятий и потенциально опасных производств. В режиме реального времени она отражает на электронных картах все передвижения внутри помещений, даже там, где не работают традиционные навигационные системы. История перемещений любого абонента при этом сохраняется в энергонезависимой памяти и доступна в течение 3 месяцев.

Разработка КНИИТМУ позволяет позиционировать людей и видеть их перемещения как с помощью обычных навигационных систем, так и без них – посредством специальной аппаратуры и локальных вычислительных сетей Ethernet.

В состав системы входят специальный браслет либо устройство связи, которыми снабжается каждый абонент. Эти «гаджеты» связаны защищённым радиоканалом с так называемыми «опорными точками» в помещениях, через которые данные о передвижении человека поступают на электронные карты в диспетчерский пункт. Система с минимальной погрешностью (до 5 м) позволяет одновременно контролировать местоположение до 600 абонентов.

Устройства обеспечивают также голосовую связь с оператором и в случае необходимости – передачу сигнала тревоги. В отличие от большинства аналогов браслет и устройства связи обладают большим ресурсом автономной работы – не менее 8 часов без подзарядки.





Учёные Рязанского высшего воздушно-десантного командного училища имени В.Ф. Маргелова впервые представили незамерзающий свинцовый аккумулятор (АКБ), который предназначен для работы в холодных климатических условиях и обеспечения запуска двигателей любых образцов военной автомобильной и бронетанковой техники.

Особенность новинки, представленной изобретателями-десантниками, заключается в том, что специальный ультразвуковой излучатель, вмонтированный в АКБ, в процессе своей работы снижает вязкость электролита при нахождении батареи в условиях отрицательных температур и тем самым увеличивает её естественную ёмкость.

На стенде компании ЗАО «КБ НАВИС» была представлена продукция собственного производства.

Посетителям продемонстрировали линейку модулей, собранных на отечественной компонентной базе и предназначенных для построения узлов управления объектов ВиВТ для различных условий эксплуатации.

Особый интерес вызвал персональный навигатор «ОРИОН», имеющий в своём функционале широкий спектр задач для боевого построения подразделений, решения топогеодезических задач, задач ориентирования на местности, а также подготовки и корректировки артиллерийских формирований при ведении огня.

Специалисты «КБ НАВИС» показали и другие устройства: высокоточный терминал с функцией RTK, опорную станцию, угломерную систему.

Представленная линейка отечественной специализированной компонентной базы разработана для построения современной и перспективной навигационной аппаратуры и обеспечивает задачу импортозамещения.

Анонсированный на выставке комплекс «Стрелец», состоящий из браслетов и пульта командира, предназначенный для контроля местонахождения бойцов, будет поставлен в интересах Минобороны РФ и испытан в Арктике. Соответствующее поручение дал министр обороны РФ генерал армии Сергей Шойгу при обходе стендов военно-промышленных предприятий.

По данным компании-производителя, устройства будут поставлены в российскую армию в 2016 году.

Для Арктики разработана разновидность «Стрельца» с функцией возвращения на базу: в случае, если боец потеряется в метель, прибор укажет ему путь с помощью системы ГЛОНАСС. Ровный рельеф и отсутствие каких-либо помех обеспечивают устойчивый сильный сигнал и связь с базой.

Если боец пострадал, его также можно запеленговать через это устройство. Система переходит в режим радиомаяка, сигнал передаётся на расстояние 50 км.

Министерство обороны России проводит работу по стимулированию инновационной активности и модернизации предприятий оборонно-промышленного комплекса. Одной из её эффективных форм являются Дни инноваций, в рамках которых организуются выставки современных образцов продукции военного назначения, передовых технологий и достижений ОПК.

В 2016 году запланировано уже более полусотни подобных мероприятий. В сентябре 2016 года КВЦ «Патриот» приглашает на очередной Международный военно-технический форум «АРМИЯ 2016».

По материалам новостных ресурсов: РИА Новости, ТАСС, rostec.ru и opkrt. ru.





Проектирование и моделирование с PCB SOFT

Cadence и PCB SOFT провели крупный семинар по проектированию и моделированию печатных плат, а также объявили о программе скидок для России.

Новый официальный дистрибьютор компании Cadence Design Systems, Inc. – московская фирма PCB SOFT, входящая в холдинг PCB technology, – провела с 30 ноября по 3 декабря четырёхдневный семинар в Санкт-Петербурге и Москве. Темы семинара: «Проектирование и моделирование печатных плат с DDR-памятью» и «Проектирование и моделирование цифровых плат со скоростными цепями. Проектирование и моделирование аналоговых и аналого-цифровых схем».

Мероприятие началось с краткого выступления генерального директора ООО «ПСБ СОФТ» Вадима Аверкова с новостями компании. Его сменил директор по развитию бизнеса в России компании Cadence Анатолий Иванов. Он рассказал о причинах, по которым Cadence заключила дистрибьюторское соглашение с PCB SOFT, и о планах компании по продвижению САПР печатных плат Cadence® OrCAD® и Cadence® Allegro®, а также САПР СБИС на российском рынке. Затем с небольшим, но ёмким докладом выступил руководитель инженерного отдела Cadence Хайко Дудек. Он описал преимущества системного подхода к проектированию радиоэлектронных устройств и приборов и показал возможности интеграции инструментов, предлагаемых компанией Cadence, в единый маршрут проектирования печатных плат, интегральных микросхем, ПЛИС, микросборок и систем в корпусе.

Самой интересной новостью стало то, что компания PCB SOFT, совместно с Cadence, предложила для России программу специальных скидок на САПР печатных плат Cadence® Allegro® и Sigrity™ (предложение ограничено во времени).

С техническими докладами выступили: технический директор ООО «ПСБ технологии» Александр Акулин, инженер по применению систем моделирования Cadence® PSPICE® и Sigrity™ Джон Филипс, а также инженер по применению системы моделирования Sigrity Срджан Джорджевич.

В докладе Александра Акулина были описаны основные факторы, которые нужно учесть при проектировании топологии печатных плат с DDR-памятью, и даны конкретные рекомендации и данные для DDR2, DDR3 и DDR4. На основании изложенных материалов слушатели смогут избежать лишних ошибок и корректно задать правила проверок и ограничения в САПР ПП.

Джон Филипс в первый день представил инструмент для оптимизации связей (резинок) при соединении между ПЛИС, DDR, процессорами, разъёмами и другими компонентами на плате – Cadence® Allegro® FPGA System Planner, который позволяет в несколько раз сократить время, затрачиваемое на трассировку сложных плат. На второй день им были представлены новые возможности по моделированию смешанных аналого-цифровых схем в PSPICE с использованием моделей микропроцессоров на языке C, C++ и SystemC, что даёт пользователям возможность виртуального прототипирования созданных схем.

Срджан Джорджевич познакомил слушателей с возможностями системы моделирования целостности сигналов, питания и тепловых режимов печатных плат Sigrity. Система Sigrity позволяет пользователям корректно и быстро извлечь частотные и тепловые характеристики из файла топологии печатной платы, определить качество передачи скоростных сигналов, найти проблемы и некачественно спроектированные участки платы, а также исправить ошибки ещё до запуска печатной платы в производство.

На пятый день, уже после семинара, часть слушателей посетили автоматизированное монтажное производство PCB Technology в Москве, где ознакомились с уникальными возможностями по монтажу сложных плат с BGA-компонентами, рентгеновским контролем, формовкой выводов на универсальной формовочной машине, отмывкой направленными струями и другими технологиями.

Семинар посетили более 280 инженеров-разработчиков и руководителей предприятий радиоэлектронной отрасли. Слушатели проявили огромный интерес к темам докладов, задавали многочисленные вопросы, как во время докладов, так и в перерывах.

Компания PCB SOFT готова предоставить слайды докладов семинара всем желающим по запросу.





PCB-EXPO

13-15 апреля 2016



- ТЕХНОЛОГИИ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
- ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ
- ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬ
- МОНТАЖ КОМПОНЕНТОВ
- СБОРКА РЭА, КОРПУСА И КОНСТРУКТИВЫ
- ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
- РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВСЕХ ВИДОВ ПРОИЗВОДСТВ
- КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ

Реклама

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ

ВЫСТАВКА

Место проведения: Москва,
Краснопресненская наб., 14,
м. Выставочная, ЦВК «Экспоцентр»,
Павильон Форум

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:

FarEXPO IFE®
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER

Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, 8.
Тел. +7 (812) 777 0407
www.farexpo.ru/pcb-expo; radel2@farexpo.ru

CHIP EXPO

Москва, 121351, Ярцевская улица, дом 4.
Тел. +7 (495) 221 5015
www.chipexpo.ru; info@chipexpo.ru

Лучшая электроника
для российского транспорта!

10 лет

Электроника Транспорт 2016

Специализированная выставка

Информационные технологии для транспорта и транспортных коммуникаций



Реклама

Деловая программа:

- Конференция «Информационные технологии – эффективный инструмент привлечения пассажиров и повышения качества их обслуживания».
- Конференция для муниципальных администраций, операторов общественного транспорта, операторов платежных систем: "Современные технологии оплаты проезда и учета пассажиропотока".
- Семинар «Контрольно-диагностическое оборудование для обслуживания подвижного состава и транспортной инфраструктуры».
- Конференция «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и транспортных систем».

6-8 апреля 2016
СОКОЛЬНИКИ
МОСКВА

Тел: +7 (495) 287-44-12
E-mail: info@e-transport.ru
Сайт: www.e-transport.ru