

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 2 2017

В НОМЕРЕ:

- NXP: безопасные коммуникации в мире современных технологий
- Времяпролётные сенсоры для роботов и не только
- Влияние электронного облучения на плёнки нитрида кремния
- Безэховые экранированные камеры
- Расширенные режимы запуска для поиска нужного сигнала
- Электроника на Урале
- и многое другое...



NanomeX

WWW.SOEL.RU



App Store



Google Play



Реклама

VI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ЭМС»

18-19 МАЯ 2017

Сроки и место проведения:

18-19 мая 2017 года
Парк-отель «Свежий ветер»

Участие в конференции*:

Для участия необходимо направить заявку
в Организационный комитет до 12.05.2017 г.

Организационный комитет:

Телефон/факс: (495) 657-87-37
E-mail: tp@test-expert.ru

* Участие в конференции платное. За подробной
информацией о программе конференции, пожалуйста,
обращайтесь в Организационный комитет.

К ОБСУЖДЕНИЮ ПРЕДЛАГАЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ВОПРОСЫ:

- Испытания радиоэлектронного оборудования на ЭМС.
- Виды помех в БС ЛА и способы борьбы с ними.
- Защита РЭА от ЭМИ.
- Оборудование для испытаний на ЭМС.
- Нормативно-правовая база испытаний ТС на ЭМС.
- Учет требований заказчиков при испытаниях.
- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС.
- Аттестация ИО, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции.
- Вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учетом требований ЭМС.



Главный редактор
А.А. Смирнов

Заместитель главного редактора
А.А. Хлынов

Редакционная коллегия
А.Е. Балакирев, В.К. Жданкин,
С.А. Сорокин, А.Н. Туркин,
Р.Х. Хахимов

Литературный редактор
О.И. Семёнова

Вёрстка
М.В. Петрова

Обложка
Д.В. Юсим

Распространение
И.С. Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама
И.Е. Савина
(advert@soel.ru)

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»
Генеральный директор К.В. Седов
Адрес учредителя, издателя
и редакции: ул. Чертановская,
д. 50, корп. 1, г. Москва, 117534
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

Подписные индексы по каталогу
агентства «Роспечать»:
на полугодие – 46459, на год – 36280.

Свободная цена

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

Переписка 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.
Мнение редакции не обязательно совпадает
с мнением авторов.
Все упомянутые в публикациях журнала наименования
продукции и товарные знаки являются собственностью
соответствующих владельцев.

© СТА-ПРЕСС, 2017

2/2017 Contents

THE ISSUE PERSON

NXP: Secure Connections for a Smarter World..... 4

MARKET

Russian Market News..... 8

ROBOTECHNICS

Time-of-Flight Sensors for Robotics and More..... 14

Andrey Antonov

MODERN TECHNOLOGIES

Electron Irradiation Influence on the Silicon Nitride Films Characteristics..... 18

Anna Dedkova, Nikolay Luzhev, Valeriy Kireev, Dmitriy Novikov, Nikolay Patukov

TOOLING AND EQUIPMENT

Shielded Anechoic Chambers: Physical Principles and Classification..... 24

Ilya Romanov, Sergey Lutaev

ELEMENTS AND COMPONENTS

Analog Devices's Modern Data Converters Guide. Part 1..... 30

Yuriy Petropavlovskiy

DEVICES AND SYSTEMS

Drive it Like You Stole it: Oscilloscope Triggers That'll Get You to Your Signals Faster..... 38

Daniel Bogdanoff

Recommendations for Use of 5-Watt Radiation Hardened

DC/DC Converters ARE100 Series. Part 2..... 42

Viktor Zhdankin

ENGINEERING SOLUTIONS

USB-SPI Interface Converter Based on the New 51-Compatible Microcontroller EFM8UB1.

Part 2..... 48

Aleksey Kuzminov

Devices Application Practice on the MCU Display Modules by 4D Systems. Part 3..... 50

Pavel Red'kin

DESIGN AND SIMULATION

Processes Affecting Reliability of Solder Joints in Surface Mount Devices..... 56

Konstantin Tikhomirov, Sergey Alekseev

Detection Characteristics of the Postdetection Interperiod Processing

with Whitening Filter..... 62

Ivan Chukhlomin, Nail Fayzulin

Design and Simulation of PCB in CAD Allegro. Part 3..... 66

Aleksandr Panov

Altium Designer 17: Overview of New Features..... 72

Egor Chirikov

EVENTS

Electronics in the Urals..... 80

«Live Electronics of Russia» Award..... 84

Vladimir Ten

Содержание 2/2017

ПЕРСОНА НОМЕРА	
4	NXP: безопасные коммуникации в мире современных технологий
РЫНОК	
8	Новости российского рынка
РОБОТОТЕХНИКА	
14	Времяпролётные сенсоры для роботов и не только <i>Андрей Антонов</i>
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
18	Влияние электронного облучения на характеристики плёнок нитрида кремния <i>Анна Дедкова, Николай Дюжев, Валерий Киреев, Дмитрий Новиков, Николай Патюков</i>
ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
24	Беззховые экранированные камеры: физические принципы и классификация <i>Илья Романов, Сергей Лютаев</i>
ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ	
30	Путеводитель по современным АЦП компании Analog Devices. Часть 1 <i>Юрий Петропавловский</i>
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ	
38	Расширенные режимы запуска для поиска нужного сигнала <i>Дэниел Богданофф</i>
42	Рекомендации по применению 5-ваттных радиационно-стойких DC/DC-преобразователей серии ARE100. Часть 2 <i>Виктор Жданкин</i>
ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ	
48	Преобразователь интерфейсов USB-SPI на новом x51-микроконтроллере EFM8UB1. Часть 2 <i>Алексей Кузьминов</i>
50	Практика применения в устройствах на микроконтроллерах дисплейных модулей от 4D Systems. Часть 3 <i>Павел Редькин</i>
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	
56	Процессы, влияющие на надёжность паяных соединений поверхностного монтажа <i>Константин Тихомиров, Сергей Алексеев</i>
62	Характеристики обнаружения последетекторной межпериодной обработки с обеляющим фильтром <i>Иван Чухломин, Наиль Файзулин</i>
66	Проектирование и моделирование печатных плат в САПР Allegro. Часть 3 <i>Александр Панов</i>
72	Altium Designer 17: обзор новых возможностей <i>Егор Чириков</i>
СОБЫТИЯ	
80	Электроника на Урале
84	Премия «Живая электроника России» <i>Владимир Тен</i>

ПОДПИСКА

2017

Концепция распространения журнала – бесплатная подписка для специалистов.



Предусмотрена подписка на печатную версию журнала или его электронный вариант.

Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год.

Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2017 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:

- журнал будет гарантированно доставлен, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- подписаться может любой желающий;
- 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

NXP: безопасные коммуникации в мире современных технологий

В ноябре 2016 года официально было объявлено о поглощении компанией Qualcomm компании NXP. В стремлении получить как можно большую долю зарождающегося рынка Интернета вещей, компании предлагают готовые решения и оптимизируют бизнес-процессы. На пресс-конференции в рамках технического семинара, посвящённого обновлённой компании NXP, представители NXP – Лутц ван Ремеен и Томаш Фодор – поделились своим видением стратегий развития. В беседе также принимал участие Андрей Огневский (компания «Симметрон»).

Что представляет собой компания NXP сегодня?

В 2015 году компании NXP (Next eXPerience) и Freescale Semiconductor завершили процедуру слияния. В результате образовался крупнейший игрок на полупроводниковом рынке – пятый в мире по объёмам производства. Объединённое предприятие получило название NXP Semiconductors N.V. Выгоды от слияния превзошли все ожидания – NXP и Freescale теперь органично дополняют друг друга – решения NXP дали толчок развитию Freescale и наоборот.

Широкое портфолио продуктов, фокус на индустриальной и автомобильной отраслях, открытость документации и продолжительный жизненный цикл изделия делают продукцию NXP особенно интересной для российских разработчиков, работающих над встраиваемыми системами для ответственных применений. Особое внимание уделяется направлению Интернета вещей.

Денежный оборот NXP составляет примерно \$9,8 млрд в год. В компании работают более 44 тысяч сотрудников

в более чем 35 странах. Благодаря хорошему финансированию исследований (более \$1 млрд в год на R&D) компания обладает более 9000 патентами. Сегодня NXP предлагает цифровые и системные решения, активно работает в автомобильной сфере, в частности занимается разработкой технологий для систем автономного управления автомобилем (портфель продукции включает всё необходимое «железо», способное работать на любой платформе).

NXP Semiconductors обеспечивает развитие сегмента безопасных коммуникаций и инфраструктуры «умного мира», продвигая решения, позволяющие сделать жизнь проще, лучше и безопаснее.

Подавляющее большинство производимой продукции выпускается на предприятиях NXP. Три завода расположены в США, ещё три – в Европе, налажено производство в Азии. Кроме того, у компании есть большое количество партнёров-субподрядчиков. Производство соответствует технологическим нормам 90-нм, 55-нм и 28-нм.

Производство и продажи разделены на несколько линеек, одна из которых – Nexperia – будет выделена в отдельную компанию в январе 2017.

Расскажите подробнее о «сделке века» – Qualcomm приобретает NXP.

Советы директоров компаний Qualcomm и NXP договорились о слиянии, которое должно произойти в конце 2017 г. Сумма сделки составляет \$47 млрд (\$110 за каждую акцию NXP). Это самая крупная сделка на рынке поглощения и слияния в электронной отрасли.

Как только произойдёт слияние, начнётся обсуждение изменений в структуре NXP, стратегии, а также решится вопрос, под каким брендом будет выпускаться новая продукция. Пока же Qualcomm и NXP продолжают работать как две отдельные организации, но не конкурирующие друг с другом.

На какие рынки ориентирована продукция NXP?

По России основное направление – это автомобильная сфера: инфотейнмент, интертейнмент, мультимедийные системы, различные сенсоры и датчики, радары и приборы визуального контроля, ассистенты и парковщики, тахографы и конечно системы безопасности. На безопасность необходимо обратить особое внимание – для автомобильной техники это чрезвычайно важно, поскольку речь уже идёт о жизни и здоровье человека.

Кроме автомобильной тематики большая часть сил компании направ-



Лутц ван Ремеен



Томаш Фодор



Андрей Огневский

лена на телекоммуникационное оборудование – шлюзы и роутеры.

Также компания представлена на российском радиочастотном рынке. Среди заказчиков – авиация и крупные производства. Следующий большой пласт – это платёжные системы и приложения, их обслуживающие, кассовые и фискальные аппараты, а также банковская система и всё, что касается безопасности платежей.

NXP предлагает целую экосистему: не только аппаратную часть, но и софт, который его поддерживает. Предлагаемые программные продукты рассчитаны на разные протоколы. Среди партнёров и заказчиков – компании, работающие в сфере безопасности, консалтинга, финансов.

Каким образом NXP участвует в гонке Интернета вещей?

Действительно, сегодня очень много мероприятий посвящается Интернету вещей. Это, безусловно, тренд. Такое внимание понятно – Интернет вещей является связующим звеном между всеми узлами, которые представлены в той или иной цепочке. Именно эта технология обеспечивает эффективную коммуникацию и передачу информации. При этом должна обеспечиваться безопасность, будь то автомобильная сфера или различные коммуникации на производстве.

Недавно наши сотрудники посетили в Москве производство упаковочных материалов, где применяется принцип Интернета вещей: весь процесс автоматизирован, его этапы связаны между собой и с облачным пространством несколькими шлюзами, постоянно идёт обмен информацией.

Другой пример – АвтоВАЗ объявил о создании полностью подключённого автомобиля, оснащённого системами автопилотирования и управляемого через Интернет.

Недавно довелось наблюдать за работой новой платёжной системы. И это не просто «поднёс и оплатил», а целая экосистема с обменом информацией с налоговыми органами.

В России Интернет вещей уже работает в большей или меньшей степени. Он уже начал сказываться на жизни обычных людей – предоставляются возможности и проявляются опасности. Дальнейшее внедрение Интернета вещей в России может развиваться по двум сценариям. Первый – если будут введены определённые законодательные



требования, например принудительная маркировка лекарств с последующим контролем каналов реализации. Второй путь – коммерческие проекты, которые будут востребованы на рынке. Движение должно осуществляться с двух сторон.

И опять возвращаемся к безопасности. Недавно в Румынии на примере умного дома (через шлюз были подключены лампочки и шторы) было продемонстрировано – как достаточно просто проникнуть в систему управления подключёнными устройствами и получить над ними контроль. Для этого не требуется глубоких знаний! Все приборы используют один IP-адрес, находятся в одном и том же протоколе, все они уязвимы. Безопасность – это серьёзная проблема. Если вы не делаете на неё ставку, то очень быстро уйдёте из этого бизнеса.

Поэтому NXP представляет безопасные решения не только в софте, но и в «железе». А дальше за дело принимаются разработчики: что требуется обезопасить – узел или шлюз. У NXP есть все инструменты для этого – мы готовы предоставить любое решение. Но при этом, предлагая комплексные решения, NXP не конкурирует со своими заказчиками (покупателями). Сегодня на рынке появляется много молодых компаний, которым NXP предлагает матрицу решений.

Почему так медленно развиваются технологии умного дома?

Надо понимать, что это эволюционный процесс, не революционный (в техническом или IT-плане). Пять лет назад в домах не было никаких интернет-узлов, а сегодня их количество исчисляется десятками, например связывают микроволновку и холодильник. Это постепенный процесс. Завтра мы не

проснёмся в умном доме. Хотелось бы, конечно, чтобы процесс шёл быстрее, но на сегодняшний день темпы эволюции достаточно скромные. Но она идёт.

В первую очередь, технологии умного дома будут обкатываться в богатых городах, таких как Абу-Даби или Дакар, где инфраструктура уже близка к полной интеграции Интернета вещей.

Основными драйверами развития отрасли мы считаем постоянно появляющиеся небольшие фирмы (стартапы), которые выдвигают новые идеи, а также ряд технологий, которые должны появиться в ближайшее время (например, 5G).

Как санкции влияют на развитие бизнеса в России?

Компания NXP должна выполнять требования, предъявляемые властями разных стран. При этом NXP остаётся вне политики. Несмотря на все санкции, продажи в России в этом году по сравнению с прошлым годом увеличились. Большую роль в этом сыграл тот факт, что в России существуют независимые поставщики и подконтрольные дистрибьюторы, на чьи плечи ложится реализация продукции.

Впрочем, есть продукты, продажа которых в Россию регулируется. И для того чтобы продавать их здесь, нужно получать специальное разрешение. Это приводит к увеличению сроков поставки, и, как следствие, увеличению производственного цикла продукта. Вся работа по подготовке специальных документов и получению разрешений на экспорт ложится на дистрибьюторов. В Америке и Европе есть отделы экспортного контроля, которые проверяют все нюансы поставок и дают рекомендации на реализацию продукции в разных странах.

Какие продукты NXP сегодня востребованы в России?

Самое популярное направление – контроллеры (микроконтроллеры на ядрах ARM Cortex M). На втором месте – заказы для автомобильной сферы (ключи, драйверы). Далее идут датчики давления, электронные процессоры, мультимедийные и коммуникационные процессоры, компоненты для усилителей мощности.

Сегодня для российских разработчиков мы подготовили немало новинок:

- микроконтроллеры на ядрах ARM Cortex M из семейств LPC и Kinetis;
- решения для беспроводной передачи данных M2M;
- интерфейсные микросхемы и чипы организации питания на плате;
- интеллектуальные датчики MEMS;
- микропроцессоры для графического отображения информации с поддержкой Linux, Android, Windows – продуктовая линейка i.MX;
- высокопроизводительные микропроцессоры семейства QorIQ для сетевых и промышленных приложений.

Расскажите о применении NFC в промышленных устройствах.

В качестве примеров представим использование системы NFC (технология ближнего поля) в промышленных масштабах.

Например, есть приложение для смартфона, в которое вносятся временные интервалы для выполнения каких-либо автоматизированных задач. Предусмотрена также возможность перепрограммирования, после чего смартфон просто прикладывается к терминалу и собранные данные «уходят» в контроллер, откуда передаются уже непосредственно на конвейер. Взаимодействие минимальное.

Второй пример – это решение для компании, которая занимается экстренным освещением. Если раньше

требовалось время от времени проверять уровень заряда в этом освещении (приходил техник, замерял заряд, составлял отчёт), то теперь существуют микропроцессоры, которые автоматически собирают информацию и передают её на мобильные устройства техников. В промышленных масштабах это облегчает процессы контроля.

В России уже появились подобные проекты: идут разработки электрошитового оборудования, которым можно управлять с персонального планшета, идентифицировав пользователя через NFC-технологии, протоколируя, какие изменения и какой оператор внёс.

Как планируется «завоевывать» российского разработчика?

Привлекательность для российских специалистов заключается в том, что предлагается целая экосистема – «железо» и софт. Кроме того, выпущена новая линейка микроконтроллеров на базе ядра ARM Cortex M, которая облегчает и унифицирует разработку.

Предлагаются поддержки от технического центра и на этапе продажи. При этом решаются практически любые вопросы клиента. Предусмотрен ряд бесплатных инструментов для разработчиков.

Можно привести три примера, почему сотрудничество с NXP привлекательно.

Гаджет Haxiwear – умные наручные часы, где представлены беспроводной датчик, сенсоры и микроконтроллер. Вокруг этого гаджета просто создать и легко настроить систему.

Второй пример – четырёхдневный курс во Франции, посвящённый работе с линейкой достаточно сложных по архитектуре и структуре микропроцессоров. Это достаточно интенсивный цикл, где можно узнать все детали работы данных процессоров.

Третий пример – шлюз Интернета вещей, где разработчик может совместить различные протоколы и про-

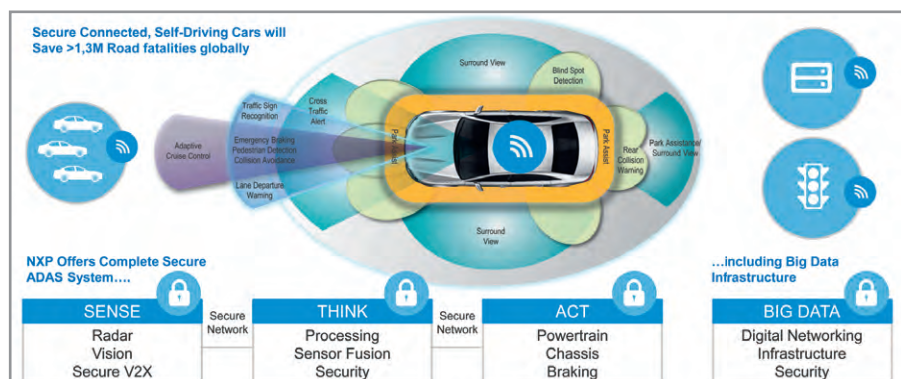
верить, как они будут друг с другом работать.

Прародители обеих компаний – NXP и Freescale – это компании Motorola и Philips, которые имели прекрасную школу подготовки технической документации. На этой системе выросло поколение российских разработчиков. Эта школа является основополагающей и до сих пор функционирует. Мы в состоянии предложить очень качественную рабочую среду для разработчика, которая включает в себя не только техническую документацию, но и образцы, программное обеспечение и средства разработки на любой уровень продукции. Чем сложнее становится продукт, тем больше требуется времени на то, чтобы вывести его на рынок. Именно этот критерий (скорость выхода готового продукта) становится основополагающим при выборе платформы. Поэтому решение, которое производитель предлагает на рынок (готовые софтовые блоки, дизайны и прототипы для печатных плат), способно существенно ускорить разработку. Даже маленькая компания в состоянии это использовать – брать готовые блоки, где за неё что-то уже продумано, чтобы реализовать из этого своё изделие. Сегодня нужно предлагать решение вместе с поддержкой на месте.

Почему в качестве дистрибьютора в России выбрана компания «Симметрон»?

Компания «Симметрон» очень хорошо представлена в автомобильной сфере. Это было одним из главных критериев. Кроме того, у этого поставщика хорошо развито направление сетевых решений, сильная техподдержка, проводятся тренинги. Мы ожидаем, что «Симметрон» привнесёт в нашу работу новые идеи и поддержит их в материальном плане. Будем надеяться, что это будет взаимовыгодное сотрудничество. Согласно подписанному соглашению между NXP и «Симметроном» в России будут продвигаться промышленные, платёжные, автомобильные и сетевые приложения (включая SDN и NFV), разработки в области Интернета вещей, средства безопасности и идентификации.

Ближайшими разработками NXP, которые будут выходить на рынок до слияния с Qualcomm, станут системы NFC для умных домов и Интернета вещей. После слияния компания планирует выход на рынок смартфонов. 

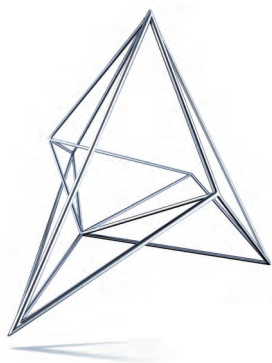


Весь ассортимент



Микроконтроллеры и процессоры. Процессоры ARM® • Процессоры i.MX на базе ARM-ядра • Микроконтроллеры Kinetis ARM Cortex-M • Микроконтроллеры LPC ARM Cortex-M • Микроконтроллеры LPC ARM7 ARM9 • 32-битные микроконтроллеры ARM MAC57Dxxx • Процессоры ARM QorIQ • Процессоры и микроконтроллеры S32 • VFxxx-решения на базе ядра ARM. **Процессоры на базе архитектуры Power®** • Integrated Host Processors (8xxx, 7xxx, 7xx, 6xx) • 32-битные микроконтроллеры MPC5xxx/5xxx • Коммуникационные процессоры PowerQUICC • Архитектура QorIQ Power • QorIQ Qonverge. **Специальные микроконтроллеры** • 8/16-битные микроконтроллеры • Микропроцессоры и микроконтроллеры для вертикальных рынков • Микроконтроллеры и микропроцессоры для ЦОС (DSP-DSC). **Управление электропитанием** • Беспроводные приёмники энергии • Беспроводные передатчики энергии • Решения для AC-DC-преобразователей • Управление зарядом батарей • Микросхемы для контроля энергопотребления • Управление электродвигателями • Светодиодные драйверы и управляющие микросхемы • Линейные регуляторы • Силовые ключи • Микросхемы управления питанием процессоров • Микросхемы для передачи энергии по Ethernet (PoE) • Импульсные стабилизаторы. **Мультимедиа и обработка звука** • AM/FM-радио и аудио • Аудио-усилители • Преобразователи форматов • Цифровые демодуляторы • IF-демодуляторы • Мультимедиа процессоры • Универсальное цифровое радио • Радио на кристалле. **Идентификация и безопасность** • Аутентификация • Системы доступа в автомобиль и иммоилайзеры • NFC-метки и ридеры • Микросхемы MIFARE • Интеллектуальные метки. **Высоочастотные компоненты** • Радиочастотные силовые транзисторы • Радиочастотные усилители малой и средней мощности • Решения миллиметрового диапазона • Управляющие микросхемы • Цифровые коммуникационные процессоры • Малопотребляющие приёмо-передатчики • Смесители частот • Генераторы частот и ФАПЧ (PLL) • Транзисторы • Тюнеры. **Датчики** • 6-осевые датчики • Акселерометры • Угловые датчики • Ёмкостные датчики • I2C-датчики температуры и напряжения • Гироскопы • Умные датчики и хабы (sensor hubs) • Магнетометры • Датчики давления • Датчики вращения • Датчики температуры • Датчики прикосновения. **Интерфейсы и соединение** • Интерфейсные микросхемы • Расширители портов • Проводные интерфейсы • Автомобильные интерфейсы • Силовые и сигнальные ключи • Беспроводные приёмопередатчики и микроконтроллеры.

Реклама



Symmetron

Официальный дистрибьютор компании NXP

www.symmetron.ru

Техническая поддержка: nxp@symmetron.ru

МОСКВА
+7 495 961-20-20

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
+7 812 449-40-00

НОВОСИБИРСК
+7 383 361-34-24

МИНСК
+375 17 336-06-06

Новости российского рынка

СОБЫТИЯ

19-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение»

AUTEX Ltd. приглашает принять участие в работе 19-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение» – DSPA'2017, которая будет проходить в Москве с 29 по 31 марта 2017 г. по адресу ул. Профсоюзная, д. 65, ИПУ РАН. Регистрация на конференцию проводится на сайте www.dspa.ru. Слушатели приглашаются на конференцию бесплатно.

Организаторы:

- РНТОРЭС им. А.С. Попова;
- IEEE Signal Processing Society;

- Российская секция IEEE;
- Институт радиотехники и электроники РАН;
- Институт проблем управления РАН;
- Институт проблем передачи информации РАН;
- Московский научно-исследовательский телевизионный институт (ЗАО МНИТИ);

- компания AUTEX Ltd. (АВТЭК).

Заседания секции будут проходить в аудиториях, оборудованных мультимедийными проекторами.

www.autex.ru

Тел.: (495) 334-9151,

(495) 334-7741,

(495) 334-8729, 234-9991

19-я Международная Конференция
Цифровая Обработка Сигналов и её Применение



DSPA-2017

29–31 марта 2017 г.

г. Москва

Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова (ИПУ РАН)

VI Всероссийская научно-техническая конференция ЭМС

18–19 мая 2017 г. АО «ТЕСТПРИБОР» приглашает принять участие в конференции на тему «Электромагнитная совместимость (ЭМС)».

Мероприятие проводится совместно с Министерством промышленности и торговли РФ, ФГУП «ВНИИФТРИ», АО «ВНИИА им. Духова», а также Международной ассоциацией участников космической деятельности (МАКД) и Ассоциацией «Электропитание».

Для обсуждения на конференции будут предложены следующие темы:

- Испытания радиоэлектронного оборудования на ЭМС;
- Виды помех в БС ЛА и способы борьбы с ними;

- Защита РЭА от ЭМИ;
- Оборудование для испытаний на ЭМС;
- Нормативно-правовая база испытаний ТС на ЭМС, учёт требований заказчиков при испытаниях на ЭМС;
- Метрологическое обеспечение испытаний в области ЭМС;
- Аттестация ИО, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции;
- Вопросы конструирования радиоэлектронной аппаратуры с учётом требований электромагнитной совместимости.

В ходе конференции прозвучат доклады инженеров и исследователей из Минобороны РФ, госкорпораций «Роскосмос» и «Росатом», компаний-разработчиков РЭА, авиационных предприятий, испытательных центров, изготовителей и разработчиков испытательного и измерительного оборудования.



Конференция пройдёт в Парк-отеле «Свежий ветер» по адресу: Московская область, Дмитровский район, д. Курово, вл. 74. Сбор и регистрация участников будут происходить с 8 до 9 утра в офисе АО «ТЕСТПРИБОР» по адресу: Москва, ул. Планерная, д. 7А (метро Планерная).

Чтобы принять участие в конференции, необходимо направить заявку в организационный комитет по адресу tp@test-expert.ru.

www.test-expert.ru

Тел.: (495) 657-8737

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Новая версия PSpice позволяет повысить надёжность электроники

Компания Cadence объявила о выходе новой версии PSpice Advanced Analysis – уникального решения для моделирования и анализа аналого-цифровых схем.

PSpice позволяет разработчикам верифицировать схемные решения ещё до запуска в производство. Можно проверить, какие компоненты на печатной плате перегружены, и снизить риск их выхода из строя.

Библиотека из 34 000 компонентов позволяет использовать их на схеме и моделировать их поведение. Можно добавлять свои Spice-модели.

Добавлен новый интерфейс совместного электромеханического моделирования с MATLAB/Simulink. Можно использовать функции C/C++ для имитации работы цифровых и аналоговых устройств или блоков на системном уровне.

PSpice Advanced Analysis позволяет:

- создавать модели импортных и отечественных компонентов на основе данных от производителя или графиков практических измерений;
- определять приемлемый уровень выхода годных изделий ещё до запуска схемы в серийное производство, исходя из разброса номиналов компонентов;
- проверять работоспособность схемы для наихудшего сочетания параметров ком-



понентов и внешних факторов, чтобы определить, где можно применить более дешёвые компоненты;

- быстро оценивать несколько вариантов схемы, чтобы определить наилучшее сочетание номиналов и допусков, на основе критериев, определяемых разработчиком.

Тем самым для компаний, разрабатывающих и производящих электронные устройства, за счёт использования новой версии PSpice Advanced Analysis может быть существенно снижена стоимость потерь на итерации по каждому проекту.

www.pcbsoft.ru

Новости российского рынка

ЭРЕМЕКС: что нового в Delta Design 2.0

В новой версии Delta Design 2.0 произошло значительное увеличение функционала. Нововведения можно посмотреть в истории изменений. Ознакомиться с Delta Design 2.0 можно на примере триальной версии, размещённой в разделе «Скачать» на сайте www.dd.ru.

В современных средах разработки радиоэлектронных устройств должна быть обеспечена совместная работа различных специалистов, занимающихся как функционалом устройства, так и его внешним видом.

В новой версии Delta Design расширены возможности интеграции с программами компаний «АСКОН» и «ТЕСИС» – партнёров по консорциуму отечественных разработчиков инженерного программного обеспечения:

- двухсторонний обмен данными с САПР КОМПАС 3D в формате IDF (контур платы (включая вырезы), схема размещения компонентов (модели или габаритные размеры));
- передача в КОМПАС-3D и ЛОЦМАН PLM перечня элементов и расширенной ведомости покупных изделий в табличном формате;
- передача данных в формате DXF для построения сборочного чертежа, схемы расположения компонентов и других чертежей;
- передача данных для проведения теплового моделирования в среде FlowVision.

Разработчики ЭРЕМЕКС стремятся облегчить клиентам переход на Delta Design с любых других САПР. Пользователи могут продолжать использовать все свои наработки – и библиотеки электро-радиоэлементов, и проектные данные. В версии 2.0 существенно улучшена интеграция с системой P-CAD. Несмотря на то, что P-CAD не обновляется уже более десяти лет, эту систему продолжают использовать многие отечественные предприятия.

Результаты проведённых в этом направлении работ впечатляют.

1. Возможность работать с библиотеками P-CAD непосредственно в Delta Design:

- доступ к библиотекам P-CAD из Менеджера библиотек Delta Design;
- просмотр всех библиотечных данных (компонентов, УГО (в том числе несколько УГО для многосекционных компонентов), посадочных мест);
- использование компонентов в новых проектах без процедуры импорта.

2. Экспорт нетлистов в форматах:

- Keyin netlist (файлы *.kyn);
- PCAD netlist (файлы *.net);
- Tango netlist (файлы *.net).

3. Возможность объединения в едином проекте Delta Design файлов схемы (*.sch) и платы (*.pcb).

4. Значительное повышение качества импорта библиотек, схем и плат из P-CAD за счёт:

- массовой замены стилей атрибутов УГО;
- массового удаления лишних выводов на УГО;
- выравнивания выводов и проводников по сетке.

В итоге для клиента значительно упрощён переход с P-CAD на Delta Design. Более того, во время переходного периода можно использовать обе системы одновременно.

Для улучшения интеграции между различными продуктами компании сделано следующее:

- интеграция SPICE-моделей в библиотеку Delta Design;
- подготовка схемы для моделирования непосредственно в схемотехническом редакторе;
- создана кнопка для вызова программы моделирования.

Упрощена связь с редактором топологии и автотрассировщиком TopoR – теперь передача платы из Delta Design в TopoR осуществляется нажатием кнопки «Открыть в TopoR».

Расширен комплект стандартной поставки. Теперь он включает:

- демонстрационную библиотеку с наиболее часто применяемыми при проектиро-



вании SPICE-моделями (пассивные компоненты, транзисторы, источники питания и т.п.);

- демонстрационные проекты для SPICE-моделирования;
- демонстрационный проект печатной платы.

Помимо перечисленного за прошедший год в системе Delta Design был улучшен интерфейс и доработан мастер создания посадочных мест.

Главные изменения системы связаны с редактором печатных плат RightPCB. Год назад данный редактор был выпущен в виде прототипа. В настоящий момент RightPCB – это полноценный редактор печатных плат, который позволяет:

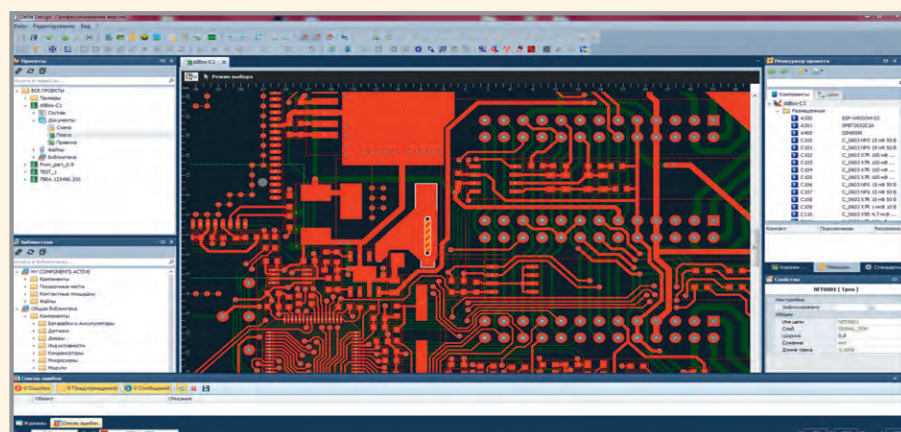
- разрабатывать конструкции плат любого уровня сложности (с возможностью импорта из механических САПР);
- осуществлять интерактивную трассировку печатных проводников и дифференциальных пар под углами, кратными 45°;
- контролировать правила проектирования как в момент трассировки, так и по запросу пользователя;
- создавать на плате регионы изменения правил проектирования;
- оперативно просматривать информацию о связях любой пары объектов, размещённых на плате.

Необходимо отметить, что редактор RightPCB полностью интегрирован в Delta Design, что позволяет:

- автоматически синхронизировать разрабатываемые схему и плату;
- обеспечить параллельную работу с объектами схемы и платы;
- использовать однотипные инструменты в разных редакторах системы.

В завершение стоит отметить, что специалисты компании ЭРЕМЕКС постоянно работают над новыми программными продуктами, позволяющими организовать совместную сетевую работу в системе Delta Design. Речь идёт о расширении Delta Design Workgroup, которое даёт возможность работать с одной базой данных нескольким пользователям через локальную сеть предприятия. Это решение уже доступно для приобретения.

Сегодня идёт работа над новым продуктом – Delta Design Enterprise Server, интегрирующим несколько баз данных в единое информационное пространство. Выход коммерческой версии этого продукта запланирован на 2017 г.



Новости российского рынка

CIPEM поможет своим клиентам получить батареи и аккумуляторы

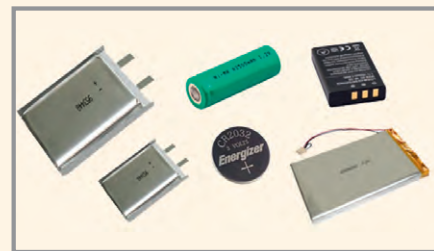
С 1 апреля 2016 г. регламент транспортировки ООН UN38.3 был обновлён. Теперь для того, чтобы ввозить батареи и аккумуляторы, которые считаются опасным грузом, каждый вид данных изделий должен быть протестирован и одобрен в рамках данного регламента. UN38.3 накладывает очень жёсткие требования по упаковке и маркировке батарей, перевозимых по морю и воздушным транспортом.

CIPEM берёт на себя затраты на оформление необходимых сертификатов на свою продукцию. Сотрудники компании прошли обучение, и официально являются квалифицированными IATA по перевозке опасных грузов. Это делает экспорт товаров проще, поскольку

ку таможенное декларирование производится напрямую, а не через агента, а также помогает избежать возможных задержек поставок клиентам.

Соответственно, CIPEM, при продаже по условиям DAP и DDP, несёт ответственность за всю цепочку логистики и за сертификаты, необходимые для транспортировки батарей и аккумуляторов, а также за качество произведённой продукции. Это касается Li-ion (Lithium-Ion) Batteries, LFB (LiFePO₄) Batteries, Ni-MH (Nickel-Metal) Battery, а также Carbon (Zinc-Carbon), Alkaline, Li-SOCl₂, LiMnO₂ (Button and Cylindrical) batteries.

Помимо батарей, CIPEM предлагает и успешно поставляет своим клиентам качественные кабельные сборки, коннекторы, пластмассовые и металлические детали, источники питания и другие изде-



лия под заказ. Стоит отметить, что 25% от оборота CIPEM во всём мире составляет продукция для автопрома, к качеству которой предъявляются самые высокие требования.

Получить дополнительную информацию о продукции ICAPE GROUP и узнать о ценовой политике компании можно в официальном российском офисе продаж ООО «АЙКЕЙП РУС».

Тел.: (495) 668-1133
order@icaperussia.com

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

ООО «Интермера» представляет портативный радиотестер SALUKI S5102

Портативный радиотестер SALUKI S5102 (диапазон частот 100 кГц / 1 МГц – 6 ГГц) имеет широкий спектр функциональных возможностей и средств для анализа, а его технические характеристики отвечают всем современным зада-



чам высокоточного тестирования радиоустройств.

Функциональные возможности S5102:

- двухпортовый векторный анализатор цепей;
- тестер кабелей и антенн;
- анализатор спектра;
- измеритель напряжённости электромагнитного поля;
- измеритель мощности сигнала.

Типовыми применениями SALUKI S5102 являются многопараметрические полевые тесты систем беспроводной связи, кабельного телевидения и других систем передачи данных, а также тестирование параметров радаров.

Двухпортовый векторный анализатор цепей позволяет с высокой точностью и за минимальный период времени проводить полный набор измерений цепей радиоустройств, отображая результаты во множестве форматов, включая линейный, логарифмический, фазовый, ГВЗ, импедансный, полярный, КСВН, что позволяет рассматривать данный прибор в качестве стандартного векторного анализатора цепей.

Подробное техническое описание S5102 можно найти на сайте www.salukitec.ru/s5102.html.

www.intermera.ru

Измерительные приборы Yokogawa в России

Компания ПЛАТАН стала официальным партнёром компании Yokogawa. Имя Yokogawa хорошо известно в области промышленной автоматизации и управления технологическими процессами. Однако



для разработчиков электроники это имя новое.

Японская фирма со 100-летней историей выпускает мультиметры, осциллографы, измерители мощности, калибраторы, токовые клещи, источники тока и напряжения. Принципиальная новизна подхода Yokogawa к рынку измерительного оборудования заключается в двух особенностях: все приборы являются высокоточными, разработаны для решения специализированных задач. Вся продукция компании занесена в Госреестр средств измерений.

Калибраторы Yokogawa представлены пятью моделями. В первую группу входят специализированные калибраторы:

- CA310 – калибратор токовой петли;
- CA320 – калибратор термопар;
- CA330 – калибратор термосопротивлений.

Во вторую группу входят универсальные калибраторы термопар и электрических сигналов:

- CA71 – универсальный калибратор в вертикальном корпусе;
- CA150 – универсальный калибратор в горизонтальном корпусе.

Если специализированные калибраторы выполняют только одну функцию (работают только с термопарами, термосопротивлениями или токовой петлёй 2–40 мА), то универсальные калибраторы поддерживают все перечисленные опции.

Тел.: (495) 970-0099
info@platan.ru

Новости российского рынка

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

120-ваттные DC/DC-преобразователи GHN28/100

Компания Infineon Technologies Company (подразделение International Rectifier HiRel) объявила о начале поставок в Россию радиационно-стойких DC/DC-преобразователей серий GHN28/100, разработанных в ответ на запросы современных космических проектов на высокоэффективные преобразователи среднего уровня мощности с хорошими показателями стабильности выходного напряжения. Небольшие размеры и вес делают их идеальными для применения в бортовой аппаратуре космических геостационарных спутников и зондов для исследования дальнего космоса. Преобразователи характеризуются высокой стойкостью к суммарной накопленной дозе радиации, воздействию тяжёлых заряженных частиц и к таким факторам внешней среды, как предельно высокие и низкие температуры, механические удары и вибрации.



Преобразователи серий GHN28/100 имеют одноканальную прямоходовую структуру, фиксированную частоту переключения (450...550 кГц) силового транзистора и трансформаторную развязку в контуре обратной связи. На входе установлен помехоподавляющий фильтр, в котором применяются многослойные керамические конденсаторы, прошедшие жёсткий входной контроль для обеспечения оптимальной надёжности. Функция дистанционного включения/отключения и вход/выход сигнала синхронизации позволяют легко объединять эти модули в более мощные энергетические системы. DC/DC-преобразователи серии GHN28 предназначены для работы в системах с напряжением первичного источника питания 28 В (27 В), а модули питания серии GHN100 – в системах электропитания современных космических аппаратов с напряжением шины питания 100 В постоянного тока.

Для снижения массы и обеспечения повышенной жёсткости конструкции основание корпуса выполнено из композитного материала AlSiC (алюминий с карбидом кремния), а кольцевой шпангоут – из железно-никелевого сплава (Alloy 48). Крышка выполнена из кобальт-никелевого сплава (ковар). Масса преобразователей составляет менее 110 г. Габаритные размеры корпуса модулей GHN28/100 (Ш × Г × В) – 76,2 × 50,8 × 12,07 мм.

Краткие технические характеристики серии DC/DC-преобразователей серии GHN28/100:

- диапазон входного напряжения 18...40 В (серия GHN28), 65...110 В (серия GHN100);
- общая накопленная доза >100 крад (Si);
- отсутствие одиночных эффектов при пороговых линейных потерях энергии (ЛПЭ) заряженных частиц до 60 МэВ × см² / мг;
- выходная мощность до 120 Вт;
- одно- и двухканальные модели с выходными напряжениями 3,3, 5, 12, 15, 28 и ±5, ±12 и ±15 В;
- высокий КПД до 87%;
- диапазон рабочих температур –55...+125°C (температура корпуса);
- диапазон температур хранения –55...+135°C;
- гальваническая развязка между первичной и вторичной цепью составляет 500 В (постоянный ток), сопротивление изоляции – 100 МОм;
- сервисные функции: блокировка при пониженном входном напряжении, защита от короткого замыкания и перегрузки, дистанционное включение/отключение, входы для сигнала синхронизации частоты преобразования, выход сигнала синхронизации, регулировка выходного напряжения (для одноканальных моделей), возможность подключения внешней обратной связи;
- расчётное значение среднего времени между отказами (MTBF) составляет 3,3 млн часов (рассчитано по MIL-HDBK-217F2 для условий орбитального полёта при температуре +35°C).

DC/DC-преобразователи серий GHN28/100 доступны для экспорта в Россию без оформления лицензии на экспорт в государственных ведомствах США, ответственных за регулирование экспорта технологий и продукции военного назначения. Это стало возможным после внедрения в США новой реформы системы регулирования экспорта.

www.infineon.com/hirel

MOSFET с повышенной стойкостью к одиночным эффектам

Подразделение компании Infineon Technologies AG – International Rectifier HiRel Products – начала производство радиационно-стойких N-канальных транзисторов MOSFET на основе собственной технологии R9. По сравнению с предыдущими технологиями, новая предлагает улучшение таких параметров, как размер, вес и мощность. Это важно в таких системах, как спутники с высокопроизводительной бортовой аппаратурой, где стоимость в расчёте на бит может быть значительно уменьшена. Транзисторы MOSFET с максимальным рабочим напряжением 100 В и током 35 А идеально подходят для ответственных применений, требующих срок активного существования до 15 лет и больше. Целевые применения включают DC/DC-преобразователи космического уровня качества, преобразователи напряжений промежуточной шины, контроллеры электроприводов и другие устройства с высокой скоростью переключения.



Разработанные модели IRHNJ9A7130 и IRHNJ9A3130 характеризуются стойкостью в области дозовых эффектов 100 крад и 300 крад (Si), соответственно. Значение сопротивления открытого канала $R_{DS(ON)}$ составляет 25 МОм (тип.), что на 33% меньше, чем у транзисторов предыдущего поколения. В сочетании с повышенным током стока (35 А против 22 А) это позволяет обеспечивать транзисторам MOSFET повышенную плотность мощности и сниженные потери мощности в коммутационных применениях.

Новые транзисторы характеризуются повышенной стойкостью к воздействию тяжёлых заряженных частиц с линейными потерями энергии при этом до 90 МэВ × см² / мг. Это, по крайней мере, на 10% выше, чем у транзисторов предыдущих поколений. Оба новых устройства выполнены в керамическом герметичном лёгком корпусе для поверхностного монтажа (SMD-0.5) с размерами 10,28 × 7,64 × 3,12 мм. Транзисторы также доступны для поставки в виде кристаллов.

www.infineon.com/hirel

Новости российского рынка

Миниатюрные кварцевые SMD-генераторы от АО «Морион»

АО «Морион» предлагает поставки продукции своего филиала в Японии, компании Kosho. Простые и управляемые напряжением кварцевые генераторы в корпусе $3,2 \times 2,5 \times 1,1$ мм, $5 \times 3,2 \times 1,4$ мм или $7 \times 5 \times 1,8$ мм для поверхностного монтажа. Диапазон частот миниатюрных SMD-генераторов варьируется в пределах 1,4...250 МГц.

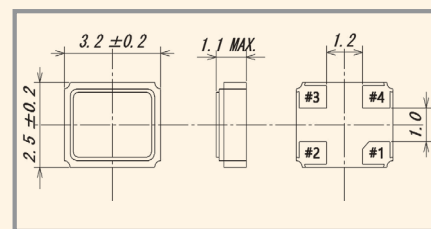
Основные преимущества SMD-генераторов:

- широкий диапазон рабочих температур $-55...+125^{\circ}\text{C}$;
- низкий уровень фазовых шумов;
- высокое качество, надёжность, стабильность характеристик внутри каждой партии;

- короткие сроки поставок, в том числе для нестандартных частот;
- гарантии и контроль качества АО «МОРИОН»;
- низкие цены.

Планируется выпуск ТУ для поставки в категории качества «ОТК».

www.morion.com.ru



Технические характеристики SMD-генераторов

Параметр	Простые кварцевые генераторы	Генераторы, управляемые напряжением
Тип	ACO, ASO, APO, ALO, ALS	AVO, ASV
Диапазон частот, МГц	1,4...250	8...74
Суммарная нестабильность частоты (от всех факторов), 10^{-6}	$\pm 20, \pm 25, \pm 50, \pm 100$ ($-10...+70^{\circ}\text{C}$) $\pm 50, \pm 100$ ($-40...+85^{\circ}\text{C}$)	$\pm 25, \pm 30, \pm 50$ ($-20...+70^{\circ}\text{C}$)
Пределы перестройки частоты, 10^{-6}	—	$\geq \pm 70... \pm 100$
Форма выходного сигнала	CMOS, LVPECL, LVDS	CMOS
Габаритные размеры, мм	$3,2 \times 2,5 \times 1,1$ $5,0 \times 3,2 \times 1,4$ $7 \times 5 \times 1,8$	$5 \times 3,2 \times 1,4$ $7 \times 5 \times 1,8$

Рубидиевые генераторы частоты от АО «Морион»

АО «Морион» — ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты — представляет рубидиевые генераторы FE-5650A и FE-5680A. Это отечественные приборы, которые полностью производятся на АО «Морион», включая ключевой компонент — рубидиевые ячейки.



В стандартном исполнении рубидиевые генераторы FE-5650A и FE-5680A являются источниками высокостабильного синусоидального сигнала частотой 10 МГц. При этом характерной особенностью данных генераторов является быстрый выход на рабочий режим (< 5 мин при 25°C) при малой потребляемой мощности (< 15 Вт в установленном режиме). Стандартное напряжение питания составляет 15...18 В для FE-5680A и 15...18 В плюс 5 В для FE-5650A. При этом для FE-5650A предусмотрено исполнение, работающее от одного источника питания 22–32 В. Приборы опционально обеспечивают температурную нестабильность частоты до $\pm 1\text{E}-10$ в интервале рабочих температур $-5...+50^{\circ}\text{C}$, кратковременную нестабильность частоты (девиация Аллана) до $\pm 5\text{E}-12$ за секунду и долговременную нестабильность частоты до $\pm 2\text{E}-10$ за год. Гарантированный уровень фазовых шумов при отстройке от несущей на 10, 100

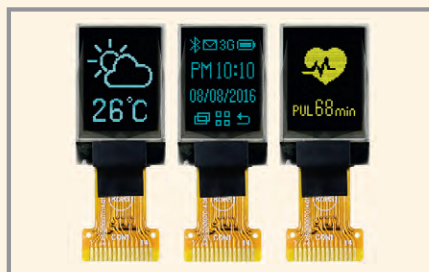
и 1000 Гц составляет, соответственно, -100 , -125 и -145 дБн/Гц. Генераторы выполнены в малогабаритных корпусах с размерами $37 \times 77 \times 76$ мм и $25 \times 102 \times 139$ мм.

Высоконадёжные рубидиевые генераторы являются оптимальным решением для широкого спектра средств и систем телекоммуникаций, навигации, контрольно-измерительной техники. Генераторы FE-5650A и FE-5680A внесены в Госреестр средств измерений (№ 60493-15).

www.morion.com.ru

Малоформатный 0,71" графический OLED-дисплей

Компания Raystar Optonics, Inc. выпустила новую модель графического дисплея OLED REX004864A с размером экрана по диагонали 0,71" и разрешением 48×64 точек.



Встроенный кристалл драйвера SSD1306BZ соединяется с выводами на стеклянной подложке дисплея по технологии COG (Chip On Glass) — кристалл монтируется на стеклянной подложке пассивно-матричного OLED-дисплея, что позволяет уменьшить габариты и вес изделия. Контроллер поддерживает интерфейсы SPI и I²C, обеспечивает управление контрастом, содержит дисплейное ОЗУ 128×64 бит и генератор, что позволяет сократить число внешних компонентов и потребляемую мощность. Контроллер имеет 256-ступенчатое

управление яркостью и отдельное питание для логических схем управления вводом/выводом. Для питания требуется напряжение 3,3 В.

Высокий контраст (2000:1) OLED-дисплея, построенного на основе светоиспускающих индикаторов, позволяет получить весьма качественное изображение на экране, которое визуально воспринимается как яркое и отчётливое. Компактный 0,71" OLED-дисплей предназначен для применения в носимых устройствах, MP3-плеерах, персональных медицинских приборах, компактных устройствах записи и т.д. Дисплейные модули работают в портретном режиме, но также поддерживают ландшафтный режим.

Стандартные модели дисплеев имеют три цвета свечения экрана: белый, жёлтый и небесно-голубой.

Модули OLED-дисплеев способны работать в широком диапазоне температур $-40...+80^{\circ}\text{C}$, а диапазон температур хранения составляет $-40...+80^{\circ}\text{C}$.

Основные характеристики OLED-дисплеев серии REX004864A:

- размер экрана по диагонали 0,71";
- разрешение 48×64 точек;
- габариты $13,9 \times 22 \times 1,26$ мм;
- рабочая площадь экрана $10,54 \times 14,7$ мм;
- размер пикселя $0,198 \times 0,208$ мм;
- шаг пикселя $0,22 \times 0,23$ мм;
- тип дисплея — пассивно-матричный (PMOLED);
- цвет свечения — белый, жёлтый и небесно-голубой;
- коэффициент мультиплексирования строк 1/64;
- микросхема контроллера точечной матрицы SSD1306BZ;
- интерфейсы SPI и I²C.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636



*Производство электроники ответственного применения
для сложных условий эксплуатации*



15 лет в строю!



1100 проектов



72 000 наименований



2 100 000 изделий

- **Ежедневно:** реализация новейших мировых технологий и современных процессов, динамичное развитие производства и консервативно-строгое отношение к качеству
- **Весь путь ответственности:** от макетов и образцов до серийного производства, от комплектования до тестирования, от модуля до блока
- **Полный комплекс услуг:** участие в ОКР, поддержание склада для серийных программ, сервисное обслуживание, все виды работ по стандартам ГОСТ и рекомендациям IPC
- **Соответствие реальности:** опыт работы в конкурсных процедурах, соответствие требованиям ФЗ, комплект разрешительных документов для работы с любой отраслью применения электроники

www.FACTORY.DOLOMANT.RU



(495) 739-07-75



product@dolomant.ru



www.dolomant.ru



Времяпролётные сенсоры для роботов и не только

Андрей Антонов (г. Волгоград)

В статье представлена времяпролётная (Time-of-Flight) технология оптических сенсоров, применяемая при создании дальнометров и камер глубины, широко используемых в роботах, промышленных системах машинного зрения и сканирования объектов, а также приложениях дополненной и виртуальной реальности, в том числе и в мобильных устройствах. Представлена современная элементная база и модули, имеющиеся на рынке. Приведены рыночные перспективы технологии.

Методы сканирования пространства

В последнее десятилетие наблюдается значительный интерес к разработке устройств и систем для сканирования пространства. Возможность дистанционного измерения расстояний бывает часто востребована в задачах картирования и разведки с борта наземных транспортных средств, воздушных судов, космических кораблей и искусственных спутников как в гражданских, так и в военных целях.

Американское космическое агентство НАСА технологию сканирования пространства называет ключевой в реализации возможности автономного и точного перемещения по поверхностям планет и других объектов в космосе как в роботизированных, так и в пилотируемых миссиях [1]. Различные виды сканирующих сенсоров используются в компьютерной графике и системах машинного зрения для моделирования трёхмерных объектов. Схожие технологии применяются в задачах измерения рельефа местности, одновременной локализации и построения карты

(технология SLAM), автономном и полуавтономном управлении автомобилем (включая обнаружение препятствий), а также для захвата и манипулирования объектами в промышленных роботах. Помимо этого, в области машинного зрения измерители расстояний повсеместно используются в ряде приложений для распознавания объектов, захвата движения (Motion Capture), реализации человеко-машинных интерфейсов и трёхмерного воссоздания пространства [2].

Существует несколько физических принципов и связанных с ними технологий, используемых при разработке датчиков расстояния. Одним из типов измерителей расстояний является так называемый LIDAR. Это аббревиатура образована от слов «Light Imaging Detection And Ranging» или «Light and raDAR». LIDAR представляет собой технологию дистанционного зондирования для оценки расстояния (дистанции, глубины) путём облучения объекта коллимированным лучом лазера, а затем получения отражённого излучения на фотодетектор. Этот прин-

цип измерения расстояний известен как измерение времени пролёта (Time-of-Flight, TOF). Поскольку LIDAR используют тонкий сфокусированный лазерный луч, они позволяют получать оценку дистанции с очень высокой точностью. В этих измерительных приборах используется свет в ультрафиолетовом, видимом или инфракрасном диапазонах. LIDAR позволяют измерять металлические и неметаллические поверхности, камень, растения, облака и так далее, за исключением, пожалуй, материалов с высокой отражающей способностью (зеркала, которые могут перенаправить импульс в сторону от фотодетектора) или же, наоборот, с высокой поглощающей способностью (в этом случае отражённый сигнал не вернётся на фотодетектор).

Примером простой времяпролётной системы является однопиксельная система, как правило, состоящая из модулируемого лазера с коллиматором, выступающего в качестве излучателя и единственного фотодиода, служащего приёмником (см. рис. 1) [3]. Излучаемый в инфракрасном диапазоне сигнал (на рисунке показан красным) отражается от поверхности объекта и сенсор детектирует отражённый компонент.

Существует два способа измерения времени пролёта [4] и два соответствующих им типа сенсоров:

1. Импульсные камеры непосредственно измеряют промежуток времени между моментом излучения импульса и получением отражённого сигнала. Длительность импульса составляет несколько наносекунд. Поскольку интенсивность импульса значительно превышает этот показатель у фоновой засветки, этот тип времяпролётных камер может использоваться вне помещений, при неблагоприятных условиях. Данный способ позволяет произво-

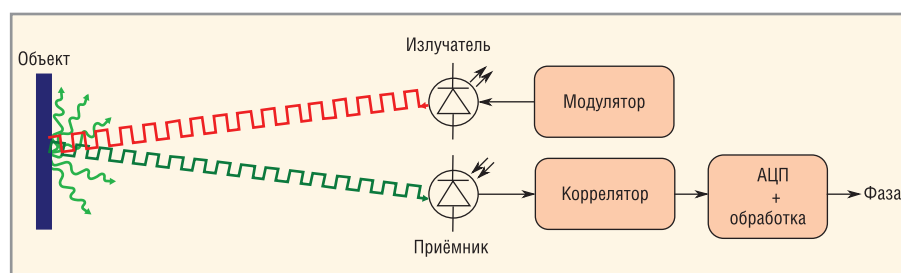


Рис. 1. Однопиксельная времяпролётная система

дить измерения больших дистанций (от нескольких метров до нескольких километров). Основой фотодетекторов служат однофотонные лавинные диоды (SPAD), благодаря их способности фиксировать момент попадания единичных фотонов с высокой точностью – порядка 10 пс.

2. Модулирующие излучение датчики непрерывной волны измеряют фазовый сдвиг между эмитированным непрерывным синусоидальным сигналом и зафиксированными каждым из фотодетекторов отражёнными сигналами. Для оценки фазового сдвига используется кросс-корреляция (демодуляция). Фаза непосредственно связана с расстоянием через известную частоту модуляции. В отличие от предыдущего способа, здесь мы наблюдаем косвенную оценку расстояния. Такие датчики используются, как правило, внутри помещений и позволяют производить только измерения небольших расстояний (от нескольких сантиметров до нескольких метров). Одним из основных недостатков этого типа камер глубины является неоднозначность свёртывания фазы [5]. Фазовый сдвиг вычисляется из отношения между значениями четырёх электрических зарядов, как показано на рисунке 2.

Четырёхфазные управляющие сигналы имеют 90-градусную задержку по фазе по отношению друг к другу. Четыре результирующих значения электрических зарядов, получаемых с сенсора, используются для оценки фазового сдвига t_d :

$$t_d = \arctg\left(\frac{Q_3 - Q_4}{Q_1 - Q_2}\right),$$

где $Q_1 - Q_4$ представляют электрические заряды для управляющих сигналов $C_1 - C_4$ соответственно. Расстояние d может быть затем вычислено с помощью значения c (скорости света) и f (частоты сигнала):

$$d = \frac{c}{2f} t_d.$$

Здесь значение $c/(2f)$ представляет собой максимальное расстояние, которое может быть измерено однозначно.

В подавляющем большинстве приложений требуется массив данных с информацией о глубине сцены (расстояний до точек на объектах в исследуемой области), а не единственное значение расстояния. Таким образом, технология LIDAR должна быть дополнена

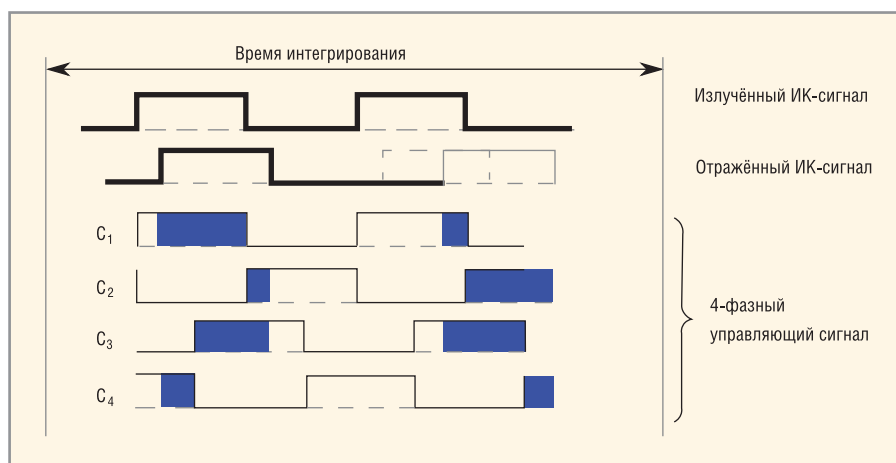


Рис. 2. Вычисление расстояния по фазовым сдвигам

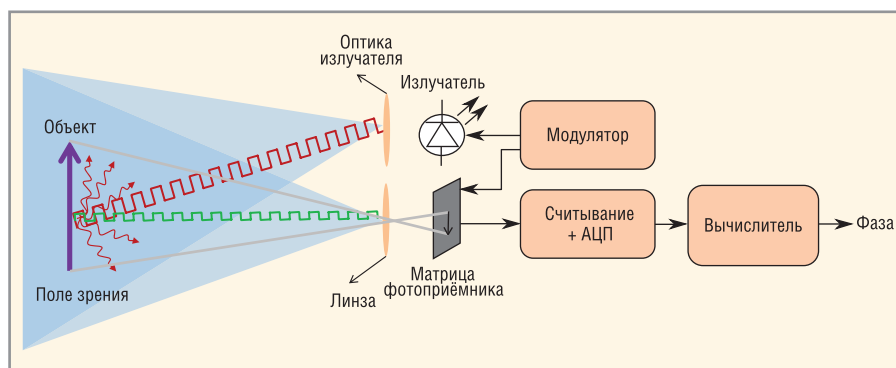


Рис. 3. Принцип действия времяпролётной камеры

технологией сканирования, например, вращающимся зеркалом для получения строки выровненных по горизонтали значений. Значения по вертикали могут быть получены с использованием двух соосных вращающихся зеркал с использованием нескольких лазерных излучателей с собственными фотодетекторами, или же с использованием зеркал с фиксированной ориентацией [6]. Во всех случаях техническая реализация накладывает ограничения на вертикальное поле зрения и разрешение по вертикали. В качестве альтернативы сканирующих устройств можно предложить устройство без сканирования, в котором свет от единственного излучателя расходился бы таким образом, чтобы освещалась вся интересующая нас область пространства, а отражённый свет проецировался бы на двумерный массив фотодетекторов, а именно на времяпролётную камеру глубины. Вместо измерения интенсивности окружающего света, как это происходит в обычных оптических камерах, времяпролётные камеры измеряют отражённый свет, исходящий от собственного излучателя камеры. Принцип действия времяпролётной камеры показан на рисунке 3.

Обычно времяпролётные камеры не имеют отдельных АЦП и блоков обработки для каждого пикселя. Аналоговые данные в пиксельном массиве считываются, а затем обрабатываются, в отличие от однопиксельных систем, в различные моменты времени.

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ БАЗА

Датчик расстояния VL53L0X (STMicroelectronics)

Это самый маленький времяпролётный сенсор на рынке из представленных на текущий момент решений. Это готовое решение включает в себя инфракрасный, безопасный для глаз лазер, оптический фильтр для увеличения помехозащищённости и массив светочувствительных элементов для детектирования фотонов.

Основные характеристики:

- точность измерения – до 1 мм;
- максимальная дистанция – до 2 м;
- длина волны излучателя – 940 нм;
- время измерения – до 30 мс;
- частота получения данных – 50 Гц;
- энергопотребление – 5 мкА (ожидание), <20 мВт (измерение);
- температурный диапазон –20...+70°C;
- размеры корпуса – 4,4 × 2,4 × 1 мм.

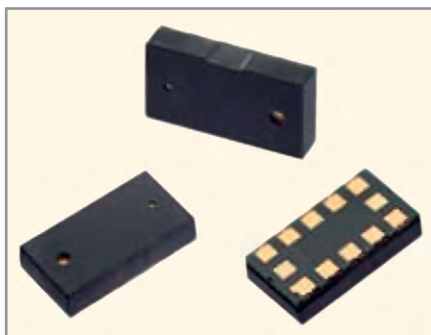


Рис. 4. Датчик расстояния VL53L0X



Рис. 6. CamBoard Nano

Применение:

- реализация быстрого автофокуса и карты глубины в фото/видеокамерах;
- определение пользователя с целью энергосбережения в смартфонах и ноутбуках;
- управление жестами;
- БПЛА;
- робототехника и управление в промышленности;
- Интернет вещей;
- бытовая техника.

Датчик VL53L0X является высокоинтегрированным решением и содержит массив однофотонных лавинных диодных детекторов, 940-нм лазерный излучатель (Class 1 безопасности), фильтр, снижающий влияние внешней засветки и встроенный микроконтроллер, который позволяет получить на выходе датчика сразу расстояние до препятствия в миллиметрах, даже в сложных условиях эксплуатации (влажность, пыль) и вне зависимости от отражательной способности объекта.

Внешний вид модуля представлен на рисунке 4, а его структурная схема – на рисунке 5 [7].

Для упрощения процесса знакомства с модулем компания STMicroelectronics выпускает комплект с платой расширения X-NUCLEO-53L0A1 для использования совместно с оценочной платой STM32 F401RE Nucleo.

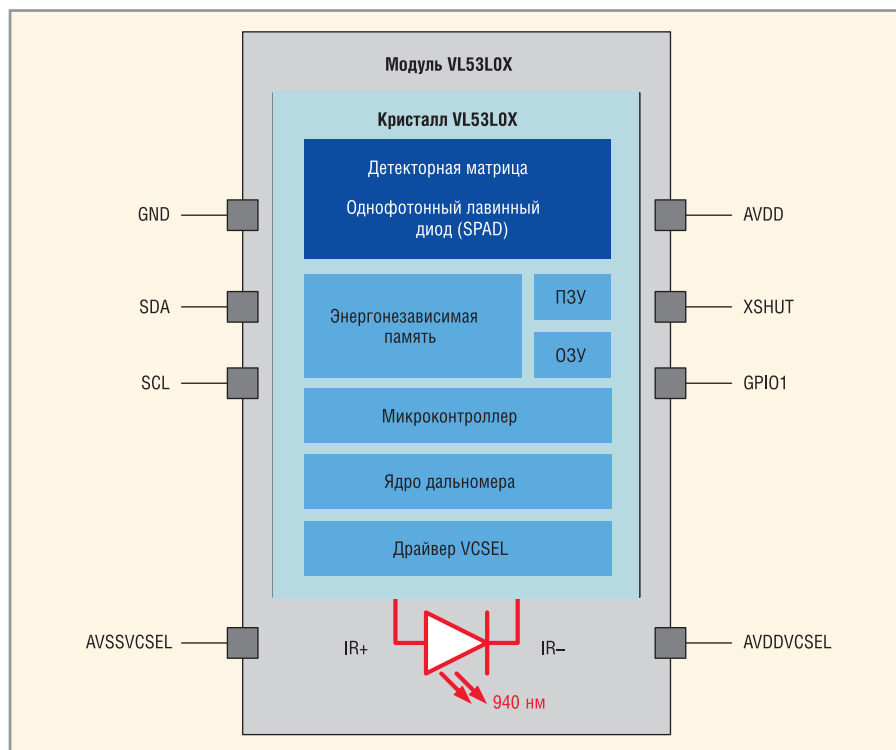


Рис. 5. Структурная схема VL53L0X

Оптический сенсор PhotonICs 19k-S3 (PMD)

Первый коммерчески доступный чип для реализации трёхмерной времяпролётной системы. Этот оптический сенсор позволяет захват расстояния и монохромного изображения в реальном времени при скорости чтения данных до 15 Мп/с, работая как внутри помещений, так и на улице. Разрешение 160×120 пикселей оптимизировано для реализации человеко-машинных интерфейсов на расстояниях до 2 м [8].

Основные характеристики:

- размер пикселя – 45×45 мкм;
- частота модуляции – до 80 МГц;
- скорость чтения – до 15 Мп/с;
- энергопотребление – 175 мВт;
- напряжение питания – 5 В;
- логические уровни ТТЛ или КМОП;
- температурный диапазон $-40...+85^\circ\text{C}$;
- корпус – TLCC40 $12 \times 12 \times 1,9$ мм.

Применение:

- человеко-машинные интерфейсы для ноутбуков, мобильных устройств и автомобильной электроники;
- игры и потребительская электроника;
- внутрисалонные автомобильные интерфейсы;
- автоматизация производств;
- мобильные роботы;
- видеоинформационные системы (Digital Signage);
- системы видеонаблюдения и безопасности;

- медицинское и спортивное оборудование.

В качестве отладочного комплекта компания PMD предлагает продукт под названием CamBoard Nano (см. рис. 6). Это готовое решение на базе датчика PhotonICs 19k-S3 представляет собой камеру глубины с размерами всего $37 \times 30 \times 25$ мм, которая выдаёт до 90 кадров/с с разрешением 160×120 пикселей и с областью обзора $90 \times 68^\circ$. Устройство оснащено интерфейсом USB 2.0 и поставляется вместе с ПО для обработки и визуализации данных. Поддерживает работу с API в ОС Linux и Windows, также имеется программный интерфейс для MATLAB.

Времяпролётный сенсор OPT8241 (Texas Instruments)

На базе этого сенсора, совместно с контроллером OPT9221, можно построить 3D времяпролётную камеру с разрешением 320×240 пикселей [9].

Основные характеристики:

- размер пикселя – 15×15 мкм;
- частота кадров – до 150 кадров/с;
- частота модуляции – до 100 МГц;
- напряжение питания – 3,3 В;
- логические уровни ТТЛ или КМОП;
- температурный диапазон $0...+70^\circ\text{C}$;
- корпус COG-78 с размерами $8,8 \times 7,9 \times 0,7$ мм.

Применение:

- измерение местоположения и приближения;

- 3D-сканирование;
- 3D-системы машинного зрения;
- мобильные роботы;
- безопасность и видеонаблюдение;
- управление жестами;
- системы дополненной и виртуальной реальности.

Блок-схема реализации 3D время-пролётной камеры на базе сенсора OPT8241 и контроллера OPT9221 представлена на рисунке 7.

ВРЕМЯПРОЛЁТНАЯ КАМЕРА DEPTHSENSE DS541 для мобильных устройств (SoftKinetic)

Модуль самой маленькой на сегодняшний день времяпролётной камеры был анонсирован компанией SoftKinetic в конце сентября 2016 г. [10]. Насколько это маленькое устройство можно видеть на рисунке 8. Из технических деталей пока известно, что пиксель её четвертьдюймового сенсора имеет размер 10 мкм, модуль может работать как в помещениях, так и на улице, и имеет MIPI-интерфейс. Появление камеры в свободной продаже планируется в 3 квартале 2017 г. Сейчас же инженерные образцы модуля DS541 для перспективных разработок можно заказать у производителя.

Рыночные перспективы

В таблице приведено сравнение времяпролётной технологии с другими популярными оптическими 3D-технологиями: стереозрением и технологией структурного света.

Времяпролётная технология имеет преимущества благодаря более простым программным алгоритмам, быстрому системному отклику, хорошим показателям в условиях сильной и слабой освещённости, умеренной стоимости и компактности решений, а также высокой точности при определении глубины. Эта технология может быть использована в большинстве приложений, включая игры, 3D-сканирование пространства, в пользовательских интерфейсах и дополненной реальности.

Исследование, проведённое Allied Market Research [11], показывает, что наиболее используемой является технология стереозрения, и такие 3D-камеры, как ожидается, будут преобладать на рынке в ближайшие 5 лет, но доля времяпролётных камер будет расти (см. рис. 9).

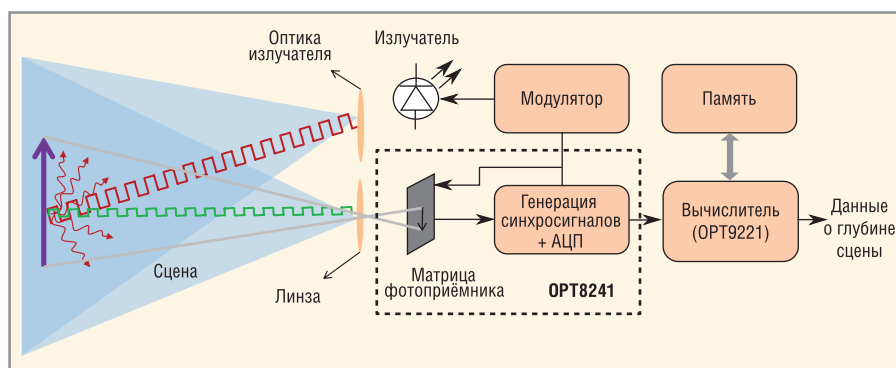


Рис. 7. Блок-схема времяпролётной 3D-камеры на базе чипсета TI

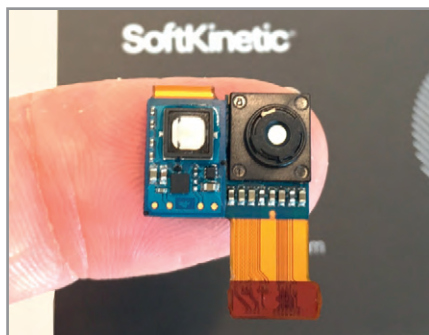


Рис. 8. Камера SoftKinetic DS541

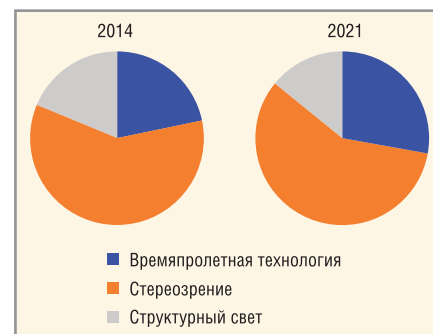


Рис. 9. Динамика рынка технологий 3D-камер

Популярные оптические 3D-технологии

Факторы	Стереозрение	Структурный свет	Времяпролётная технология
Сложность ПО	Высокая	Средняя	Низкая
Материалоёмкость	Низкая	Высокая	Средняя
Компактность	Средняя	Низкая	Высокая
Время отклика	Среднее	Медленное	Быстрое
Точность измерения глубины	Низкая	Средняя	Высокая
Характеристики при низкой освещённости	Удовлетворительные	Хорошие	Хорошие
Характеристики при сильной засветке	Хорошие	Удовлетворительные	Хорошие
Энергопотребление	Низкое	Среднее	Масштабируется
Рабочий диапазон	Ограничен	Масштабируется	Масштабируется
Применения			
Робототехника	+	+	+
Игры	-	+	+
3D-фильмы	+	-	-
3D-сканирование	-	+	+
Управление интерфейсом пользователя	-	-	+
Дополненная реальность	+	-	+

ЛИТЕРАТУРА

1. Amzajerdian F., Pierrottet D., Petway L., Hines G. and Roback V. Lidar Systems for Precision Navigation and Safe Landing on Planetary Bodies. International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging. 2011. P. 819.
2. Horaud Radu, Hansard Miles, Evangelidis Georgios, Clement Menier. An Overview of Depth Cameras and Range Scanners Based on Time-of-Flight Technologies. Machine Vision and Applications Journal. 2016. <10.1007/s00138-016-0784-4>.
3. SBAU219D. Introduction to the Time-of-Flight (ToF) System Design. Texas Instruments. 2014.
4. Remondino F., Stoppa D. TOF Range-Imaging Cameras. Springer. 2013.
5. Hansard M., Lee S., Choi O., Horaud R. Time-of-Flight Cameras: Principles, Methods and Applications. Springer. 2013.
6. Антонов Андрей. Сканирующие лазерные дальномеры (LIDAR). Современная электроника. 2016. №1. С. 10–15.
7. www.st.com/en/imaging-and-photonics-solutions/v153l0x.html.
8. www.pmdtec.com.
9. SBAS704B. OPT8241 3D Time-of-Flight Sensor. Texas Instruments. 2015.
10. www.softkinetic.com.
11. www.alliedmarketresearch.com/world-3D-Camera-market.



Влияние электронного облучения на характеристики плёнок нитрида кремния

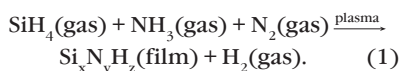
Анна Дедкова, Николай Дюжев, Валерий Киреев,
Дмитрий Новиков, Николай Патюков (Москва)

В статье приведены результаты исследования изменения физических характеристик и химического состава плёнок нитрида кремния, осажждённых в плазмоактивируемом силаново-аммиачном процессе, под воздействием электронного облучения различной энергии с дозой 27,1 мкКл. Показано, что электронное облучение не изменяет толщину плёнок нитрида кремния, но приводит к уменьшению показателя преломления и уменьшению содержания кремния на облучённых участках плёнки нитрида кремния. Эти факты необходимо учитывать при проведении электронно-микроскопических исследований и плазменных обработок плёнок нитрида кремния.

Причинами написания настоящей статьи послужили многочисленные экспериментально зафиксированные случаи изменения физико-химических характеристик диэлектрических плёнок под воздействием электронного облучения, как при их обработке в газоразрядной плазме, так и в процессе их электронно-микроскопических исследований [1, 2].

В качестве объекта исследований в настоящей работе была выбрана плёнка нитрида кремния (Si_3N_4) толщиной 0,12 мкм, осаждённая на слой термического оксида кремния (SiO_2) толщиной 0,6 мкм, сформированного на тестовой пластине монокремния КДБ-12 (100) диаметром 150 мм.

Плёнка нитрида кремния осаждалась в плазмоактивируемом силаново-аммиачном процессе при пониженном давлении [3, 4]:



Этот процесс проводился на установке Concept-One компании Novellus Systems Inc. (США) при следующих значениях операционных параметров:

- рабочее давление – 372 Па (2,8 мм рт. ст.);
- газ-носитель – азот (N_2);
- температура – 350°C;
- расходы компонентов газовой смеси: $Q(\text{N}_2) = 1$ л/мин; $Q(\text{SiH}_4) = 0,28$ л/мин; $Q(\text{NH}_3) = 1,8$ л/мин;
- мощность высокочастотного (HF, High Frequency) с частотой 13,56 МГц плазменного генератора – $W(\text{HF}) = 320$ Вт;

- мощность низкочастотного (LF, Low Frequency) перестраиваемого с частотами (100–400) кГц плазменного генератора – $W(\text{LF}) = 480$ Вт.

В химической реакции (1) указана общая формула $\text{Si}_x\text{N}_y\text{H}_z$ плёнки нитрида кремния, которая может содержать от 10 до 20 атомных процентов (at %) водорода в виде связей Si–H и N–H [3]. Но для простоты и наглядности плёнка нитрида кремния в настоящей статье будет обозначаться формулой Si_3N_4 . Однако при анализе изменения состава плёнки нитрида кремния под воздействием электронного облучения будет учитываться содержание водорода в её составе.

В указанном режиме на пластине была осаждена плёнка нитрида кремния, которая имела следующие характеристики:

- неравномерность по толщине $\leq 4,5\%$ (3σ) по диаметру 150 мм;
- показатель преломления $n(\text{Si}_3\text{N}_4) = 1,964 \pm 0,002$;
- плотность $\rho(\text{Si}_3\text{N}_4) = 2,65 \pm 0,15$ г/см³.

Следует отметить, что плотность слоя термического оксида кремния $\rho(\text{SiO}_2)$, на который осаждалась плёнка Si_3N_4 , составляла $2,2 \pm 0,1$ г/см³, а его показатель преломления $n(\text{SiO}_2) = 1,45 \pm 0,01$.

На установке прецизионной лазерной маркировки МЛП2-002-А с помощью процесса лазерной абляции в центре тестовой кремниевой пластины была сформирована метка, показанная на рисунке 1. Метка состоит из четырёх квадратов 1, 2, 3 и 4 размером 345 × 345 мкм, расположенных внутри большого квадрата размером 790 × 790 мкм.

Кроме того, на рисунке 1 показаны области 5 и 6, расположенные в 10 мм соответственно справа и слева от боковых границ большого квадрата.

Облучение электронами плёнки Si_3N_4 проводилось в центральных областях квадратов 2 и 4 размером (120 × 240) мкм, на растровом электронном микроскопе JSM-6490LV компании JEOL Co (Япония) при давлении 10^{-3} Па ($7,5 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст.). Центральная область квадрата 2 облучалась электронным пучком с энергией $E_{2e} = 5$ кэВ, током $I_{2e} = 5$ нА в течение периода времени $t_2 = 1,5$ часа. Следовательно, доза облучения области $D_{2e} = 27,1$ мкКл. Центральная область квадрата 4 облучалась электронным пучком с энергией $E_{4e} = 10$ кэВ, током $I_{4e} = 5$ нА в течение периода времени $t_4 = 1,5$ часа. При этом доза облучения области $D_{4e} = 27,1$ мкКл.

Согласно [5], проекция пробега электронов в поликристаллических и аморфных материалах на нормаль к их поверхности R_{ep} (глубина проникновения электронов в материал с плотностью ρ до их остановки) определяется по экспериментальной формуле:

$$R_{ep} [\text{мкм}] = (0,064 / \rho [\text{г/см}^3]) \times E_e^{1,68} [\text{кэВ}]. \quad (2)$$

Для квадрата 2 пробег электронов с энергией $E_{2e} = 5$ кэВ в слое нитрида кремния с плотностью $\rho(\text{Si}_3\text{N}_4) = 2,65$ г/см³ составит $R_{2ep} = 0,36$ мкм, т.е. электроны пролетят через весь слой Si_3N_4 толщиной 0,12 мкм и ещё пройдут в слой оксида кремния толщиной 0,6 мкм и плотностью 2,2 г/см³ на глубину около 0,3 мкм.

Для квадрата 4 электронов с энергией $E_{4e} = 10$ кэВ в слое нитрида кремния с плотностью $\rho(\text{Si}_3\text{N}_4) = 2,65$ г/см³ составит $R_{4ep} = 1,16$ мкм, т.е. электроны пролетят через весь слой Si_3N_4 толщиной 0,12 мкм, через весь слой SiO_2 толщиной 0,6 мкм и плотностью 2,2 г/см³ и войдут в слой монокремния с плотностью 2,42 г/см³ на глубину около 0,5 мкм.

Аналогичные результаты по расчёту глубины проникновения электронов

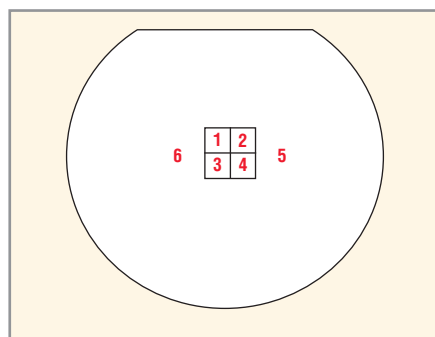


Рис. 1. Нумерация областей электронного облучения (2 и 4) и областей исследований (1–6)

с энергией в диапазоне 0,5...3000 кэВ в материалы с плотностью ρ даёт эмпирическая формула [6]:

$$R_{ep} [\text{мкм}] = (0,1 / \rho [\text{г/см}^3]) \times E_e^{1,5} [\text{кэВ}]. \quad (3)$$

В связи с тем, что энергия облучающих центральную область квадрата 4 электронов в два раза больше, чем энергия электронов, облучающих аналогичную область квадрата 2, то скорость их движения в слое Si_3N_4 квадрата 4, исходя из уравнения [7]:

$$v_{4e} = (E_{4e} / E_{2e})^{1/2} \times v_{2e}, \quad (4)$$

больше в $(2)^{1/2} = 1,4$, т.е. $v_{4e} = 1,4 \cdot v_{2e}$.

Поэтому эффективное время воздействия электронов, а, следовательно, и доза воздействия, на слой нитрида кремния (время пролёта электронов через слой) в квадрате 2 будет больше, чем в квадрате 4, т.е. $t_{2ef} = 1,4 \times t_{4ef}$ и $D_{2ef} = 1,4 \times D_{4ef}$. Но следует помнить, что электроны с большей энергией имеют меньшую длину волны, и обладают большей способностью к разрыву химических связей при взаимодействии с различными материалами.

Для электронов в качестве длины волны используется длина волны де Бройля, которая определяется по формуле [8, 9]:

$$\lambda_e = \lambda_b = h / (2m_e \times E_e)^{0,5}, \quad (5)$$

где $h = 6,626 \times 10^{-34}$ Дж $\times$ с – постоянная Планка; $m_e = 9,109 \times 10^{-31}$ кг и $e = 1,602 \times 10^{-19}$ Кл – масса покоя и заряд электрона; E_e – энергия электронов в эВ.

Подставляя и сокращая значения постоянных, и преобразовав формулу (5) для практически удобных единиц измерения, можно получить выражение для длины волны электронов в нанометрах [7]:

$$\lambda_e = 1,23 / (E_e)^{0,5} [\text{нм}], \quad (6)$$

где E_e – энергия электронов в эВ. Например, $\lambda_e = 0,017$ нм при $E_e = 5$ кэВ, а $\lambda_e = 0,012$ нм при $E_e = 10$ кэВ.

В отличие от оптического, экстремального ультрафиолетового (ЭУФ) и рентгеновского излучений поток электронов не является электромагнитным излучением. Электрон несёт заряд, что позволяет формировать (фокусировать) и отклонять пучок электронов с помощью электрических и магнитных полей, генерируемых электронно-оптическими системами.

При попадании быстро движущихся электронов в слой любого твёрдого молекулярного материала они теряют часть своей кинетической энергии за счёт электростатического взаимодействия с электронами, входящими в состав молекул материала. При этом происходит: либо выбивание молекулярных электронов, т.е. ионизация молекул, либо переход молекулярных электронов на более высокую орбиту, т.е. возбуждение молекул. Ионизированные и возбуждённые молекулы облучаемого электроном материала диссоциируют и образуют свободные радикалы.

Таким образом, первичное воздействие электронов на твёрдый материал, например слой нитрида кремния, проявляется в образовании в его объёме ионов, а также свободных атомов и радикалов. Эти активные группы в дальнейшем вступают в реакции между собой или диффундируют и десорбируются из облучённого слоя. В зависимости от структуры и химического состава материала, они могут образовывать новые молекулы, как с большим, так и с меньшим стехиометрическим соотношением компонент по сравнению с молекулами необлучённого материала.

На рисунке 2 указанные области облучения электронами были визуа-

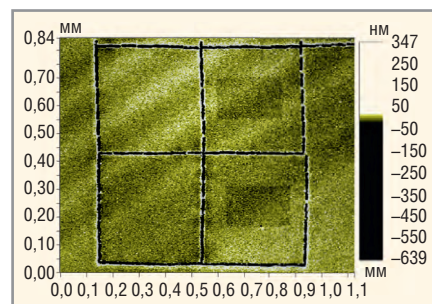


Рис. 2. Визуализация областей электронного облучения в квадратах 2 и 4 на оптическом профилометре в режиме VSI

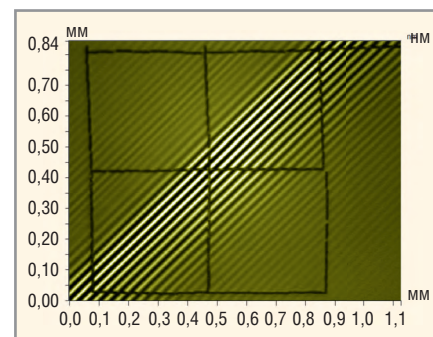


Рис. 3. Изображение интерференционных полос в квадратах 1–4

лизированы с помощью оптического профилометра Wyko NT 9300 компании Veeco (США) в режиме вертикальной сканирующей интерферометрии (Vertical Scanning Interferometry, VSI). При этом, как показано на рисунке 3, сдвига интерференционных полос при переходе с необлучённых электронами областей на облучённые области не наблюдается, т.е. они имеют одинаковую толщину и не формируют между собой ступеньку.

Дальнейшая проверка наличия или отсутствия рельефа между облучёнными и необлучёнными электронами областями в квадратах 2 и 4 проводилась с помощью контактного профилометра Alpha Step 200 компании KLA-Tencor Corporation (США). На рисунке 4 показаны направления, участки и результаты сканирования в квадратах 2 и 4 между облучёнными и необлучёнными электронами областями.

Рисунки наглядно показывают отсутствие ступеньки рельефа между облучёнными и необлучёнными электронами областями в квадратах 2 и 4, а это означает, что оптический контраст между этими областями должен быть связан с изменениями оптических свойств слоя нитрида кремния при электронном облучении. Наличие больших случайных пиков на сканах связано с дефектами, привносимыми на поверхность плёнки в процессе формирования метки на тестовой пластине.

Определение толщин слоёв двуокиси и нитрида кремния, а также показателя преломления слоя нитрида кремния $n(\text{Si}_3\text{N}_4)$ на облучённых и необлучённых электронами исследуемых областях кремниевой пластины, проводилось на сканирующем спектральном эллипсометре Auto SE компании HORIBA Scientific (Япония). Полученные результаты сведены в таблице 1.

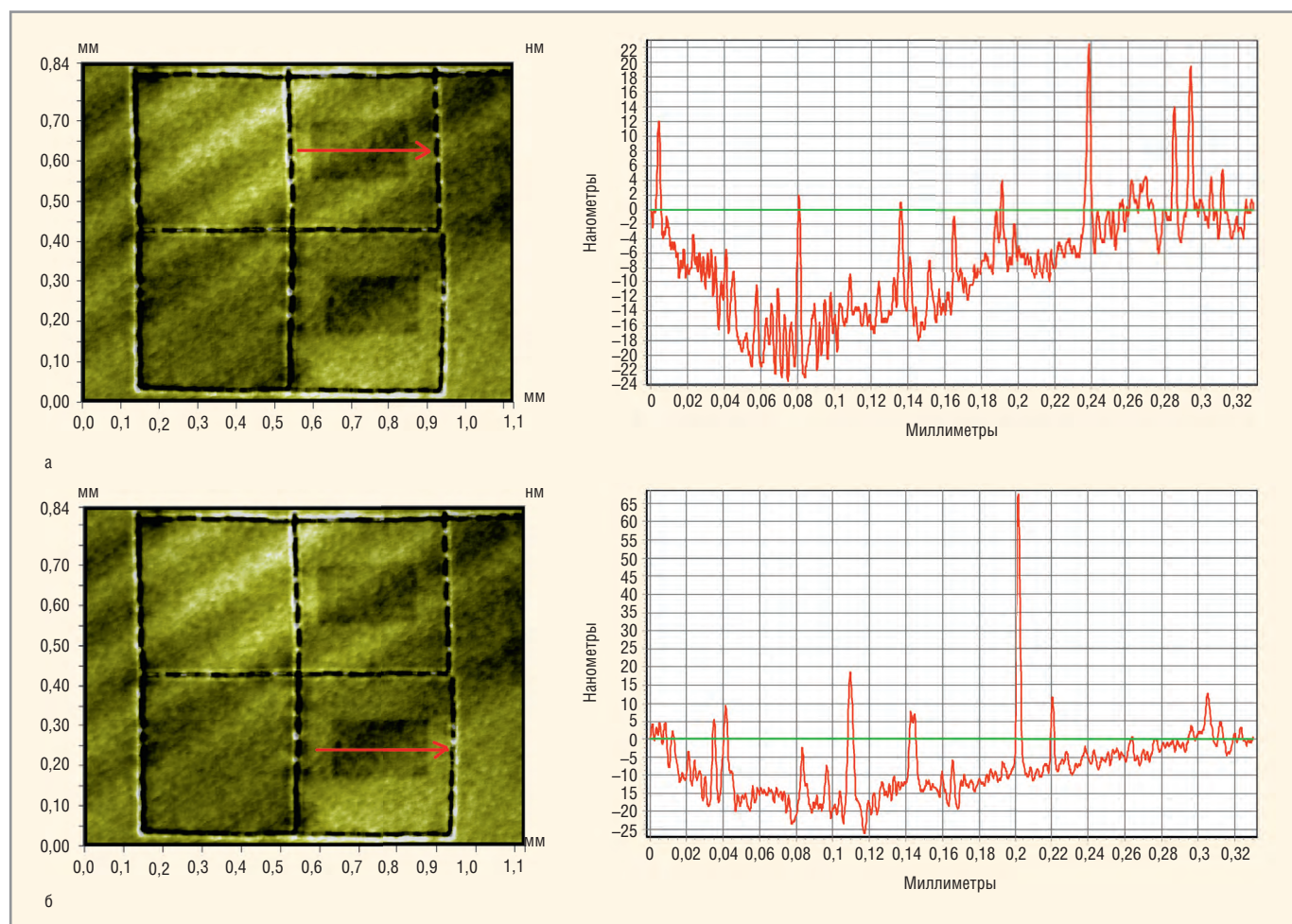


Рис. 4. Области электронного облучения и результаты исследований плёнки нитрида кремния на тестовой пластине: а – положение и направление сканирования иглой контактного профилометра Alpha Step 200, отмеченное красной стрелкой в квадрате 2 по области электронного облучения, и результаты этого сканирования; б – положение и направление сканирования иглой контактного профилометра Alpha Step 200, отмеченное красной стрелкой в квадрате 4 по области электронного облучения, и результаты этого сканирования

Из данных таблицы 1 видно, что значения коэффициента преломления облучённой плёнки Si_3N_4 в квадратах 2 и 4 на две сотые величины меньше значений $n(\text{Si}_3\text{N}_4)$ необлучённой плёнки Si_3N_4 в квадратах 1 и 3 и в областях 5 и 6 (см. рис. 1), при точности метода $\pm 0,001$. Уменьшение показателя преломления облучённых элект-

ронами областей плёнки нитрида кремния однозначно свидетельствует о снижении в нём относительной концентрации атомов кремния и повышении относительной концентрации атомов азота [4].

Определение химического состава на облучённых и необлучённых электронами областях плёнки нитрида крем-

ния на тестовой кремниевой пластине проводилось методом энергодисперсионного рентгеновского микроанализа на растровом электронном микроскопе JSM-6490LV компании JEOL Co (Япония). Полученные результаты сведены в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что в облучённой электронами области 4 атомная концентрация кремния в среднем на 10% меньше, а атомная концентрация азота в среднем на 10% больше по сравнению с необлучённой областью 5. Этот факт наиболее логично может быть объяснён с привлечением атомов водорода, содержащихся в плёнке нитрида кремния, но не фиксируемых энергодисперсионным рентгеновским микроанализом.

Действительно, под воздействием электронного облучения происходит разрыв связей Si–H и N–H, содержащихся в плёнке нитрида кремния. Энергия разрыва связи Si–H составляет 3,09 эВ, а связи N–H – 3,42 эВ [4]. В результате маленькие и подвижные освобождён-

Таблица 1. Значения толщин слоёв двуокиси $d(\text{SiO}_2)$ и нитрида $d(\text{Si}_3\text{N}_4)$ кремния, а также показателя преломления слоя нитрида кремния $n(\text{Si}_3\text{N}_4)$ на облучённых и необлучённых электронами исследуемых областях кремниевой пластины

Область исследования	Толщина слоя двуокиси кремния $d(\text{SiO}_2)$, Å	Толщина слоя нитрида кремния $d(\text{Si}_3\text{N}_4)$, Å	Показатель преломления слоя нитрида кремния $n(\text{Si}_3\text{N}_4)$, б/р
1 (необлучённая)	6277 ± 3	1234 ± 3	$1,966 \pm 0,001$
2 (облучённая)	6274 ± 3	1236 ± 3	$1,942 \pm 0,001$
3 (необлучённая)	6275 ± 3	1235 ± 3	$1,966 \pm 0,001$
4 (облучённая)	6278 ± 3	1233 ± 3	$1,944 \pm 0,001$
5 (необлучённая)	6285 ± 4	1236 ± 4	$1,962 \pm 0,001$
6 (необлучённая)	6269 ± 4	1234 ± 4	$1,962 \pm 0,001$

ные атомы водорода быстро покидают плёнку нитрида кремния, а более крупные и медленные атомы азота захватываются свободными связями кремния. Таким образом, за счёт ухода атомов водорода снижается относительная концентрация атомов кремния и повышается относительная концентрация атомов азота в плёнке нитрида кремния.

Так как энергия электронов, облучивших область 2, в два раза ниже, чем энергия электронов, облучивших область 4, то в области 2 произойдёт меньшее количество разрывов водородных связей. Следовательно, меньше атомов водорода уйдёт из плёнки нитрида кремния, и поэтому относительная концентрация атомов кремния снизится меньше, а относительная концентрация атомов азота возрастёт меньше в области 2, чем в области 4. И этот экспериментальный факт наблюдается в таблице 2.

Изменения химического состава в облучённых электронами областях плёнки нитрида кремния практически не распространяются за пределы облучённых областей. Как показано в таблице 2, несмотря на эффекты:

- электростатического расталкивания электронов при заряде диэлектрической плёнки нитрида кремния,
- рассеяния пучка электронов в толщине этой плёнки,
- отражения электронов от границ раздела слоёв,

уже на расстояниях 5 мкм от облучаемых областей химический состав плёнки нитрида кремния практически стабилизируется и незначительно отличается от химического состава не облучаемой плёнки.

В заключение следует отметить следующий факт, что в отличие от водородосодержащих плёнок нитрида и оксида кремния, осажждённых в низкотемпературных плазмохимических процессах, плёнки нитрида и оксида кремния, сформированные в высокотемпературных процессах, практически не содержат в своём составе атомов водорода [3, 4]. Для таких высокотемпературных плёнок Si_3N_4 и SiO_2 электронное облучение приводит к росту в них концентрации кремния и снижению концентрации соответственно азота и кислорода, а, следовательно, к увеличению скорости травления облучённых электронами участков этих плёнок в жидкостных химических травителях, например, на основе плавиковой кислоты [1].

Авторы выражают свою благодарность начальнику участка диффузии и осаждения слоёв А.П. Онуфриенко за помощь в осаждении плазмохимических плёнок нитрида кремния.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение №14.578.21.0001, уникальный идентификатор RFMEFI57814X0001) с использованием оборудования Центра кол-

лективного пользования «Микро-системная техника и электронная компонентная база».

ЛИТЕРАТУРА

1. Simon J.F., Johnson J.E., O'Keefe T.W. Method and Apparatus for Selective Etching of Insulating Layers. Patent USA. Class 148–187. №3580749. The priority date 13.10.1968.
2. Вопросы плёночной электроники. Сборник статей. М. «Светское радио». 1966. 472 с.
3. Киреев В.Ю., Столяров А.А. Технологии микроэлектроники. Химическое осаждение из газовой фазы. М. «Техносфера». 2006. 192 с.
4. Плазменная технология в производстве СБИС. Пер. с англ. Под редакцией Айнспрука Н. и Брауна Д. М. «Мир». 1987. 469 с.
5. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких плёнок. Пер. с англ. М. «Мир». 1989. 344 с.
6. Коваленко В.Ф. Теплофизические процессы и электровакуумные приборы. М. «Советское радио». 1975. 215 с.
7. Киреев В.Ю. Нанотехнологии в микроэлектронике. Нанолитография – процессы и оборудование. Долгопрудный. Издательский Дом «Интеллект». 2016. 320 с.
8. Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology. Edited by Y. Nishi and R. Doering. Marcell Dekker Inc. N.Y. USA. Second Edition. 2008. 1722 pp.
9. Handbook of Photomask Manufacturing Technology. Edited by S. Rizvi. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton. 2005. 632 pp.



Таблица 2. Элементный химический состав плёнки нитрида кремния, облучённой и необлучённой электронами в различных областях тестовой пластины (см. рис. 1 и 2)

Область исследования	Химический элемент	Атомный номер, Z	Весовые проценты wt, %	Атомные проценты at, %	Среднее квадратическое отклонение σ (wt, %)
5 необлучённая	Углерод	6	0,77	1,31	0,26
	Азот	7	35,44	51,37	6,65
	Кислород	8	2,25	2,85	0,59
	Кремний	14	61,54	44,48	7,96
4 облучённая	Углерод	6	1,90	2,96	0,44
	Азот	7	45,80	61,08	6,93
	Кислород	8	2,35	2,74	0,54
	Кремний	14	49,95	33,22	5,20
4 необлучённая 5 мкм от облучённой	Углерод	6	0,58	0,97	0,21
	Азот	7	36,88	52,94	6,46
	Кислород	8	2,44	3,06	0,60
	Кремний	14	60,10	43,03	7,23
2 облучённая	Углерод	6	1,67	2,65	0,41
	Азот	7	43,09	58,65	6,77
	Кислород	8	2,35	2,80	0,55
	Кремний	14	52,88	35,90	5,70
2 необлучённая 5 мкм от облучённой	Углерод	6	0,67	1,10	0,23
	Азот	7	38,07	54,19	6,59
	Кислород	8	2,28	2,84	0,57
	Кремний	14	58,98	41,87	6,99

Новости мира News of the World Новости мира

Метки подлинности принесут Росэлектронике 70 млн рублей

Холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации Ростех вместе с привлечённым инвестором в 2017 г. приступит к производству маркировочных материалов для защиты товаров от подделки на основе бактериородопсина — фоточувствительного белка галобактерий, который является аналогом зрительного родопсина.

Со стороны холдинга в реализации проекта участвует АО «Центральный научно-исследовательский технологический институт «Техномаш» (Москва). Ряд российских компаний проявляет заинтересованность в пробных поставках продукции. Общий объём пробных поставок на сегодня оценивается в 5 млн шт., объём выручки — в 50–70 млн рублей. В пакет поставок включены также аппаратные средства, идентифицирующие маркировочные метки.

Бактериородопсин-содержащие плёнки сохраняют фотохромные свойства более 17 лет при хранении на свету и при температурах $-40...+40^{\circ}\text{C}$. Для гарантирован-

ной идентификации подлинности продукции могут быть использованы более 6 различных характеристик бактериородопсина.

Конфигурация метки определяется требованиями заказчика. Существующая технология позволяет наносить защитную метку на любое покрытие, в том числе создавать сложные рисунки и встраивать в дизайн существующих изделий. Аппаратные средства определения подлинности также могут быть встроены в существующие системы контроля.

Функциональный материал меток прошёл экспертизу в различных международных организациях: Munichinnovative Biomaterials GmbH (Германия), Labor für chemische und Inneraum-Analysen (Австрия), Institute of Plant Genetic Recourses (Центральный институт Восточной Европы), Национальный центр по заразным и паразитным болезням (Болгария). Эксперты подтвердили высокие технические характеристики материала, а также отсутствие экологических проблем и ограничений при его использовании.

Защитные метки могут применяться для маркировки широкого круга изделий:

акцизных марок, проездных билетов, ценных бумаг, а также любых комплектующих. Мировой рынок меток оценивается в несколько сотен миллионов евро.

www.ruselectronics.ru

ЦНИИ «Электроника» оценил импортозависимость производства

Специалисты Института разработали модели расчёта обобщённых показателей оценки уровня импортной зависимости производства радиоэлектронной продукции.

Прежде всего, речь идёт об организационном комплексе, в том числе ГК «Ростех», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» и др. Проблема импортозамещения для данной сферы обладает не только экономическим, но и военно-техническим значением, которое связано со следующими проблемами: остановкой выдачи лицензий на экспорт и реэкспорт товаров двойного назначения в Россию, введением запрета на поставки высокотехнологичной продукции для обо-

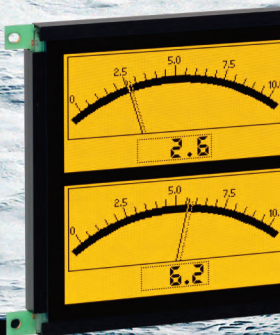


LUMINEQ

POWERED BY  **ВЕПЕК**

ДИСПЛЕИ ДЛЯ

от -50°C



О Ф И Ц И А Л Ь Н Ы Й Д И С Т Р И Б Ъ Ю Т О Р

PROSOFT®

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

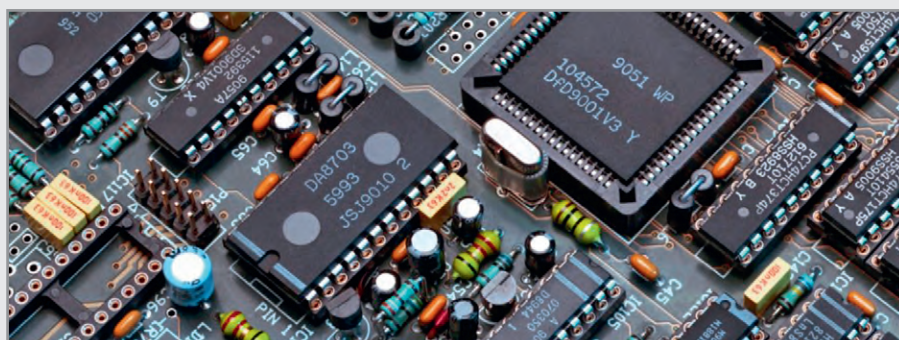
Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

ронных производств, а также отменой действующих договорённостей в области военно-промышленного сотрудничества.

На момент внедрения санкций отрасли оборонно-промышленного комплекса характеризовались высоким уровнем импортозависимости. Так, по состоянию на 2014 г. доля импортного оборудования в радиоэлектронной промышленности составляла 15,2%, а доля используемых импортных материалов и комплектующих изделий – 12% (на производстве изделий электронной компонентной базы этот показатель доходил до 30,8%).

Для повышения научной обоснованности и эффективности разрабатываемых и реализуемых программ развития импортозамещения в отраслях оборонно-промышленного комплекса специалисты ЦНИИ «Электроника» разработали экономико-математический инструментарий для интегрированной оценки их импортной зависимости. Для анализа уровня технической, технологической и сырьевой импортозависимости предлагается использовать не абсолютные показате-



ли, а доли (удельные веса). При этом наиболее целесообразно применять метод модифицированной балльной экспертной оценки, при котором окончательный рейтинг устанавливается не только в зависимости от попадания значения в тот или иной диапазон, но и от степени его отклонения от граничных значений.

Степень импортозависимости (технической, технологической и сырьевой) можно разделить на четыре категории: низкую (менее 25%), значительную (от 25 до 50%), высокую (50%) и критическую (более 50%). Расчёт интегрального показателя рекомен-

дуется проводить на основе метода свёртывания оценок. В результате выявляется текущий уровень импортозависимости: низкий (при значении интегрального показателя более 2,5), незначительный (2–2,5), приемлемый (1,5–2), значительный (1–1,5), высокий (0,5–1) и критический (менее 0,5). Предлагаемый инструментарий позволяет оценить узкие места на производстве с целью проведения его дальнейшей модернизации и технического перевооружения, а также снятия импортозависимости и решения проблемы импортозамещения.

www.instel.ru

ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C



Основные свойства электролюминесцентных дисплеев

- Кристальная чёткость изображения. Отсутствует размытость изображения движущегося объекта при температуре –60°C
- Широкий угол обзора – свыше 160°
- Время отклика менее 1 мс
- Средний срок безотказной работы более 116 000 часов
- Срок эксплуатации не менее 11 лет при потере яркости 25–30%
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Компактные корпус и обрамление

Области применения

- Специальная техника
- Транспортные средства
- Промышленное оборудование
- Медицинские приборы
- Аппаратура морской техники

LUMINEQ
POWERED BY BENEQ

ПРОДУКЦИИ BENEQ (LUMINEQ)

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



Реклама

Безэховые экранированные камеры: физические принципы и классификация

Илья Романов, Сергей Лютаев (Москва)

В статье проводится обзор основных физических принципов работы безэховых экранированных камер, а также материалов и конструкций, используемых для обеспечения испытаний оборудования на электромагнитную совместимость.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время важной задачей является обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронного оборудования различного назначения. Здесь можно выделить такие области, как аппаратура управления, радиолокация, радиомаскировка, радиопротиводействия, радиоразведка, связь, медицина, транспорт и др. К примеру, медицинский томограф является источником электромагнитных помех большой мощности. Его работа не должна сказываться на работоспособности оборудования, расположенного поблизости. Нарушение штатной работы медицинского оборудования может привести к выходу его из строя или к потере человеческой жизни. Кроме того, необходимо уменьшать электромагнитный фон в помещении, где расположен томограф, с целью увеличения его разрешающей способности и динамического диапазона. Часто мощные источники радиоизлучения являются частью технологического оборудования.

Увеличение числа излучающих приборов, приёмопередающих систем на Земле и в околоземном пространстве привело к значительному росту уровня электромагнитного фона, особенно в городской местности. В условиях

сильной электромагнитной «загрязнённости» сложно решить задачу настройки чувствительных устройств и систем. Для этого применяют экранированные камеры (ЭК) – «помещения, способные разделить электромагнитную обстановку внутри и во вне», в том числе полубезэховые и безэховые экранированные камеры (ПБЭК, БЭК) [1–3]. Незаменимые при испытаниях на электромагнитную совместимость, БЭК являются инструментом, способным:

- в ограниченной области пространства снизить электромагнитный фон;
- обеспечить экранирование источников электромагнитного излучения от измерительной (испытательной) аппаратуры и персонала и уменьшить на них электромагнитное воздействие;
- обеспечить пространственную однородность электромагнитного поля.

Экранированные камеры часто используют для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, сохранности информации (или самого факта её существования) и средств её хранения (например, файловый сервер, вычислительный сервер и др.), противодействия средствам радиоэлектронной разведки, устройствам радиоборьбы и радиоподавления.

В годы расцвета радиоэлектронной промышленности в XX веке на промышленных предприятиях создавались экранированные и безэховые камеры, которые со временем перестали использоваться по назначению. Наличие современных разнообразных экранирующих и радиопоглощающих материалов и комплектующих позволяет восстановить свойства этих БЭК.

Уровень электромагнитного фона является важной характеристикой, которая определяет разрешающую способность измерительной аппаратуры для регистрации электромагнит-

ных помех от их источника при испытаниях на электромагнитную совместимость. Чем ниже фоновые шумы, тем выше разрешающая способность измерительной аппаратуры. БЭК обеспечивает уменьшение уровня внешнего электромагнитного фона на величину до 100 дБ [1].

ОСНОВЫ ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Работа экранированных камер основана на ряде фундаментальных механизмов взаимодействия электромагнитного поля и вещества. Рассмотрим некоторые из них.

Экранирование электрического поля

Принцип экранирования электрического поля внутри камеры основан на компенсации внешнего поля $\vec{E}_{\text{внеш}}$ внутренним полем $\vec{E}_{\text{внут}}$ (см. рис. 1), возникающим в камере (клетка Фарадея). При помещении электрически замкнутой камеры во внешнее электрическое поле свободные электроны движутся вдоль силовых линий напряжённости электрического поля к положительному потенциалу. Положительно заряженные ионы в материале камеры неподвижны. Разделение зарядов создаёт поле $\vec{E}_{\text{внут}}$, направленное в противоположную внешнему $\vec{E}_{\text{внеш}}$ сторону и равное по величине. Суммарная напряжённость электрического поля при этом стремится к нулю: $\vec{E}_{\text{сумм}} = \vec{E}_{\text{внеш}} + \vec{E}_{\text{внут}} \rightarrow 0$.

Экранирование магнитного поля

Магнитное поле взаимодействует с движущимися зарядами (электрическим током) и магнитными материалами. Можно выделить два основных способа экранирования магнитного поля:

- механизм шунтирования магнитного поля экраном;
- механизм экранирования магнитного поля вихревыми токами.

Механизм шунтирования магнитного поля экраном применяется для защиты от постоянного и медленно изменяющегося переменного магнитного поля. Экран изготавливаются из ферромаг-

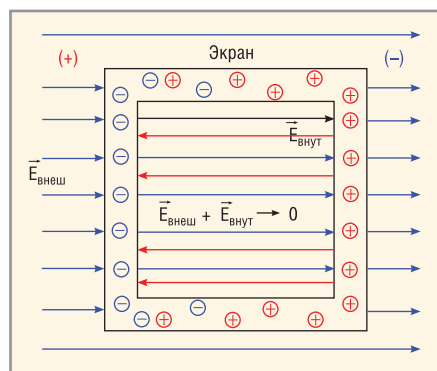


Рис. 1. Экранирование электрического поля

ИСПЫТАНИЯ НА ЭМС

квалификационные
предквалификационные

**АККРЕДИТОВАННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
АО «ТЕСТПРИБОР» ПРЕДЛАГАЕТ ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ:**

- На устойчивость к изменениям в системе электропитания.
- Измерение уровня электромагнитных помех (помехоэмиссии).
- На восприимчивость к кондуктивным помехам.
- На устойчивость к воздействию электростатических разрядов.
- На устойчивость к воздействию магнитных полей.
- На устойчивость к воздействию электромагнитных полей.
- На измерение коэффициента экранирования различных материалов, используемых для защиты от электромагнитных излучений в диапазоне частот до 18 ГГц.
- Выездные испытания.

ТЕСТПРИБОР

По результатам прохождения испытаний выдается протокол, который является основанием для получения сертификата соответствия. По требованию Заказчика испытания проводятся под контролем ВП МО РФ.

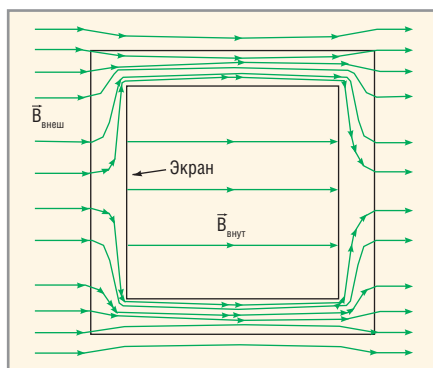


Рис. 2. Экранирование магнитного поля методом шунтирования

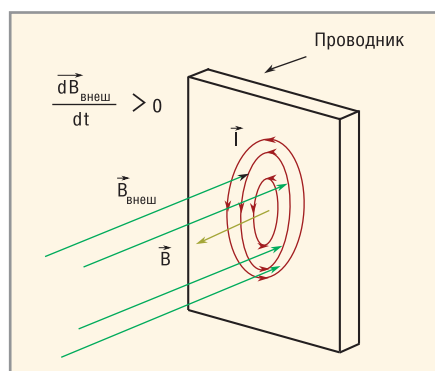


Рис. 3. Экранирование магнитных полей вихревыми токами

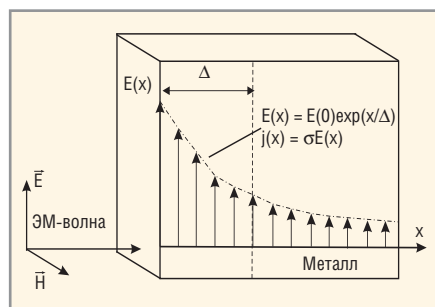


Рис. 4. Экранирование электромагнитного поля

нитных материалов с большой относительной магнитной проницаемостью $\mu > 1$ (сталь, пермаллой).

При наличии экрана линии магнитной индукции (см. рис. 2) проходят, в основном, по его стенкам, которые обладают малым магнитным сопротивлением по сравнению с воздушным пространством внутри экрана.

Отметим, что для обеспечения высокой эффективности шунтирования магнитного поля необходимо обеспечить низкое «сопротивление» магнитному полю (высокую магнитную проницаемость μ) по всему объёму экранирующего материала. Этого легко добиться, например, если стенки экранированных камер состоят из цельных листов. Если экранированная камера построена по сборно-разборной технологии,

то необходимо чтобы в местах соединения сборных панелей обеспечивалось низкое магнитное сопротивление магнитному полю, т.е. не оставалось зазоров, а материал уплотнителя обладал, в том числе, высокой магнитной проницаемостью. Чем толще экран и чем меньше швов, стыков, тем экранирование эффективнее.

Механизм экранирования магнитного поля вихревыми токами работает на высоких частотах (см. рис. 3). Если на поверхность металлического экрана падает изменяющееся во времени магнитное поле с плотностью магнитного потока $\vec{B}_{\text{внеш}}$ в материале, согласно закону индукции Фарадея, наводится вихревое электрическое поле, пропорциональное скорости изменения плотности магнитного потока $|d\vec{B}_{\text{внеш}}/dt|$. Если материал обладает проводимостью ($\sigma > 0$), то электрическое поле вызывает вихревой ток I определённой плотности в толщине материала. Этот ток, в свою очередь, является источником магнитного поля (с плотностью магнитного потока $\vec{B}$, которое направлено противоположно относительно возбуждающего поля $\vec{B} = -\vec{B}_{\text{внеш}}$). Суперпозиция возбуждающего и индуцированного полей формирует суммарный магнитный поток в материале экрана и в экранированной области на противоположной от источника стороне.

Метод экранирования магнитного поля вихревыми токами работает только тогда, когда внешнее поле изменяется во времени. При этом экранирование проявляется в любом материале, способном проводить электрический ток, и который не обязательно должен обладать относительной магнитной проницаемостью, т.е. быть ферромагнетиком.

Таким образом, чтобы обеспечить высокую эффективность экранирования магнитного поля в экранированных камерах, изготовленных по сборно-разборной конструкции, необходимо обеспечить низкое электрическое сопротивление в местах соединения сборных панелей. Это достигается путём применения специальных материалов для покрытия панелей и выбором уплотнителя.

Методы шунтирования и вихревых токов действуют совместно. На низких частотах превалирует механизм шунтирования, а при повышении частоты – механизм вихревых токов. Для магнитных материалов на частотах в десятки килогерц магнитная прони-

цаемость резко уменьшается, что приведёт к увеличению толщины скин-слоя и резкому снижению эффективности экранирования за счёт механизма шунтирования. Для достижения высокого уровня экранирующих свойств экранированных камер необходимо обеспечить низкое электрическое и магнитное сопротивление в местах швов и соединения панелей.

Экранирование электромагнитного поля

При экранировании электромагнитного поля рассматривается электромагнитная волна, прошедшая вглубь металлической поверхности (см. рис. 4). При падении электромагнитной волны на поверхность реального металла, практически независимо от угла падения, волна, которая прошла в металл, распространяется перпендикулярно его поверхности. В этом направлении существует поток энергии в металл, который определяется вектором Пойтинга $\vec{P}$. Электрическое поле вызывает ток проводимости и нагревание металла, амплитуды полей затухают по мере распространения волны вглубь металла. Плотность тока уменьшается по тому же закону, что и электрическое поле. В слое толщиной Δ поле и плотность тока затухают в e -раз относительно поверхности металла. Размер этой поверхности определяется формулой:

$$\Delta = \sqrt{2 / \omega \times \mu \times \mu_0 \times \sigma},$$

где Δ – толщина скин-слоя, ω – циклическая частота, μ_0 – магнитная проницаемость вакуума, μ – относительная магнитная проницаемость, σ – проводимость. Отношение толщины металлических стен камеры к толщине скин-слоя определяет её экранирующие свойства.

Нетрудно заметить, что, для того чтобы увеличить экранирующие свойства камер, необходимо увеличивать электрическую проводимость σ (уменьшать электрическое сопротивление) и магнитную проницаемость стенок экранированных камер, особенно в местах швов и соединений сборных панелей (в случае ЭК, выполненных по сборно-разборной технологии).

Снижение уровня шумов способом экранирования электромагнитных полей является в настоящее время наиболее распространённым методом при конструировании экранированных камер.

СВОЙСТВА БЕЗЪХОВЫХ ЭКРАНИРОВАННЫХ КАМЕР

Основным свойством экранированных камер, полубезъховых и безъховых экранированных камер является снижение фона при испытаниях на ЭМС в части эмиссии электромагнитных полей (см. рис. 5).

Полубезъховые и безъховые экранированные камеры обладают свойством изолировать окружающее пространство снаружи камеры от электромагнитных полей, наводимых внутри камеры.

В дополнение к предыдущим свойствам, БЭК обеспечивают однородное поле в рабочей плоскости за счёт снижения коэффициента (уровня) стоячей волны в камере. Это достигается с помощью применения поглощающих материалов и особой их конструкции. Работа БЭК основана на двух эффектах: экранирование электромагнитного поля замкнутой проводящей оболочкой и поглощение радиоволн внутренним покрытием.

Если одна из поверхностей (обычно пол) БЭК не покрыта радиопоглощающим материалом, такая камера называется полубезъховой. Если в камере не предусмотрено покрытие поглощающим материалом, такая камера называется экранированной. Согласно принятым в Российской Федерации ГОСТ Р 50414-92, ГОСТ CISPR 16-1-4-2013 БЭК могут отличаться размером, типом проводящей оболочки, типом поглощающего материала, конструкцией (быть разборной или неразборной), формой, но принцип действия будет оставаться одним и тем же [1, 2].

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКРАНИРОВАННЫХ КАМЕР

Экранированные камеры могут быть разделены по нескольким критериям [3]. Рассмотрим основные из них.

1. По принципу:

- экранированная камера;
- полубезъховая экранированная камера;
- безъховая экранированная камера;
- полукрытая экранированная камера.

2. По типу радиопоглощающего материала (РПМ):

- радиопоглощающие материалы с электрическим поглощением (узкодиапазонные интерференционного типа, широкодиапазонные многослойные, широкодиапазонные шиповидные);

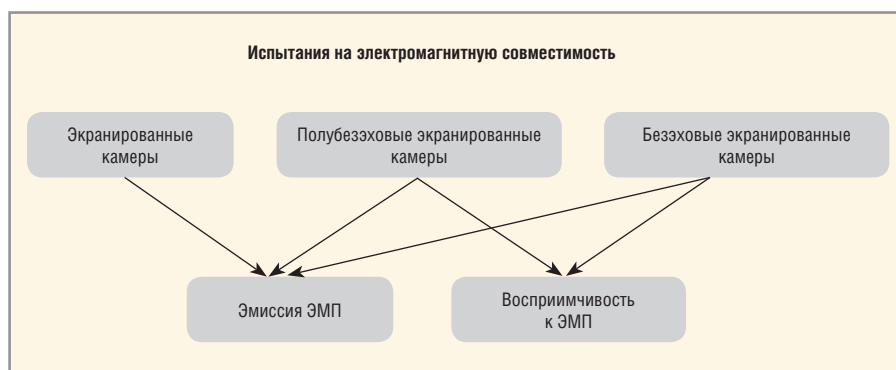


Рис. 5. Применение различных типов экранированных камер при испытаниях на электромагнитную совместимость

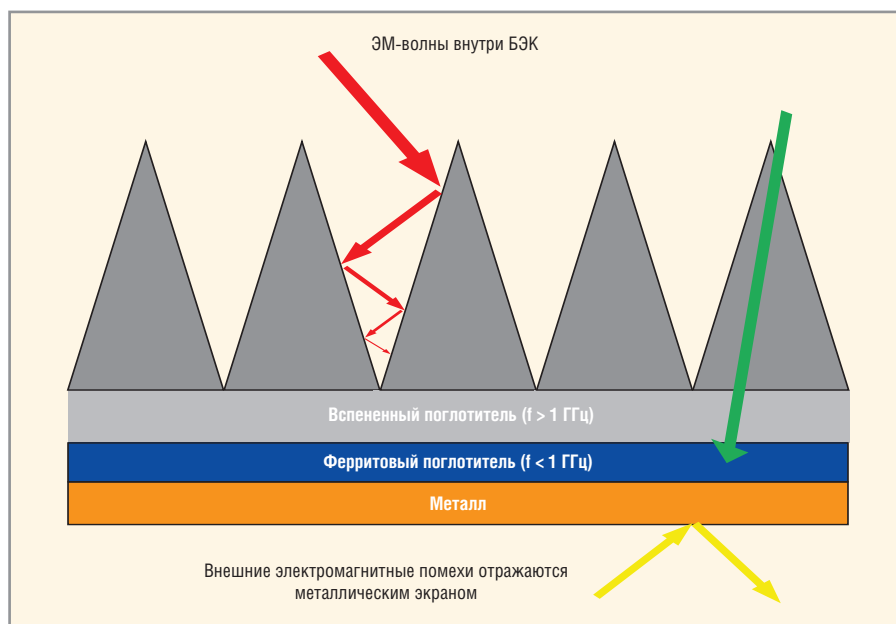


Рис. 6. Схема распространения электромагнитных волн на поверхностях БЭК (комбинированные РПМ) [4]

- радиопоглощающие материалы с магнитным поглощением;
- комбинированные радиопоглощающие материалы.

На рисунке 6 представлена схема распространения электромагнитной волны на поверхности безъховой экранированной камеры, которая представляет собой последовательное наложение на металлическую конструкцию радиопоглощающих материалов с различными свойствами и различных форм. Пирамидальный поглотитель представляет собой объёмный материал, например, состоящий из вспененного пенополистирола или пенополиуретана, с внесённым радиопоглощающим материалом (графит, железо и др.), такой концентрации и состава, чтобы обеспечить поглощение радиоволн во всём их объёме. Вспененный материал позволяет обеспечить необходимые массогабаритные характери-

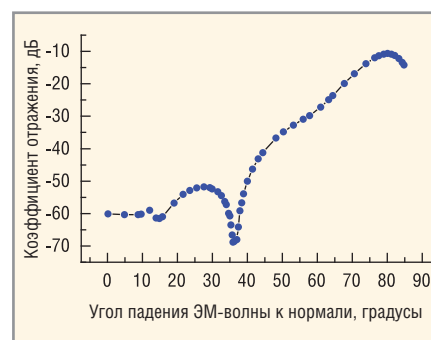


Рис. 7. Зависимость коэффициента отражения ЭМ-волны пирамидального поглотителя от угла падения к нормали [4]

стики, которые особенно важны при монтаже камеры. Вспененный поглотитель обычно эффективно поглощает электромагнитные волны выше 1 ГГц, а радиопоглощающие характеристики зависят от формы поглотителя (основание пирамиды) и угла падения радиоволны (см. рис. 7). Феррито-

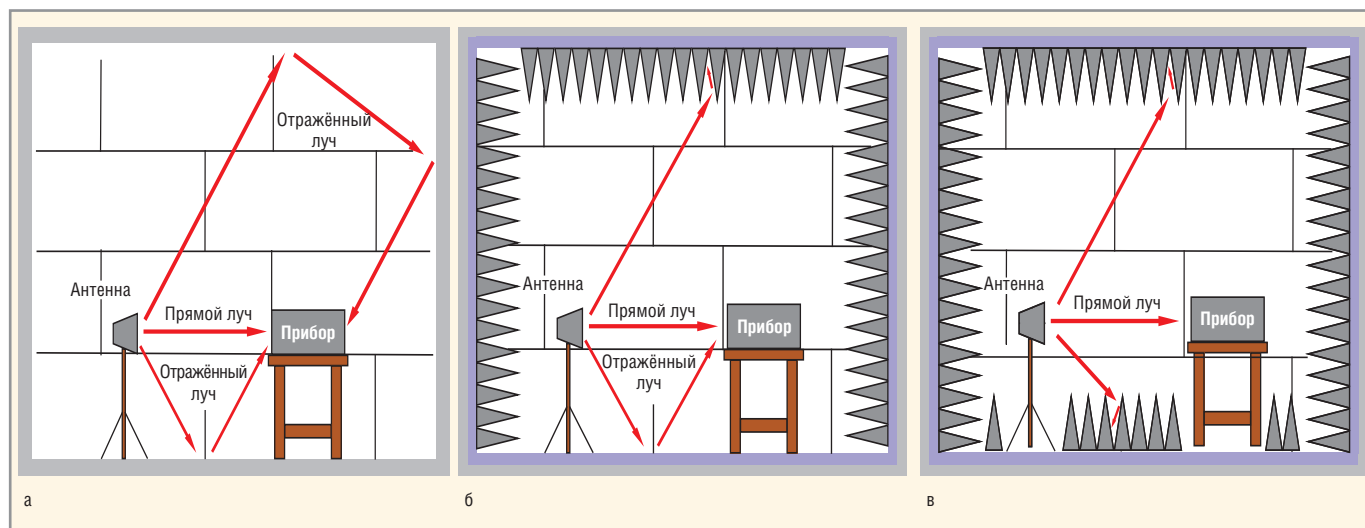


Рис. 8. Распространение электромагнитного излучения (геометрическое приближение) в различных типах камер: а – ЭК; б – ПБЭК; в – БЭК

вый поглотитель имеет плоскую форму и эффективен на частотах до 1 ГГц. Это ещё один критерий экранированных камер.

3. По форме:

- прямоугольные БЭК;
- профилированные БЭК;
- рупорные БЭК;
- БЭК с регулируемой торцевой стенкой;
- пирамидальные БЭК;
- БЭК с криволинейными стенами;
- БЭК с несколькими облучателями;
- биконические БЭК;
- универсальные БЭК, антенные залы.

В настоящее время наибольшее распространение получили прямоугольные и рупорные БЭК. Это, прежде всего, связано с их простой геометрической формой, что позволяет использовать простые, унифицированные по форме материалы и комплектующие для камер, различающихся габаритными размерами.

4. По размеру:

- большие БЭК;
- компактные БЭК;
- мини БЭК (боксы).

5. По конструктивному исполнению:

- сварные БЭК;
- сборно-разборные БЭК.

Преимуществами сварных БЭК является их меньшая стоимость. Кроме того, коэффициент экранирования у них на низких частотах теоретически выше. Недостатком является отсутствие возможности повторного монтажа.

Сборно-разборные БЭК конструктивно состоят из металлических панелей с экранирующими прокладками. Их конструкция позволяет при необходимости перемещать камеру с сохранением экранирующих свойств.

АО «ТЕСТПРИБОР» изготавливает и поставляет сборно-разборные экранированные (ТЕКО-Э), полубезэховые экранированные (ТЕКО-ПБЭК) и безэховые экранированные (ТЕКО-БЭК) камеры требуемых размеров с рабочим пространством 3, 5 и 10 м, соответствующие нормативным документам ГОСТ Р 50414-92 и ГОСТ CISPR 16-1-4-2013.

На рисунке 8 представлены траектории «лучей» (геометрическое приближение) излучающей антенны в процессе испытаний на восприимчивость к электромагнитному полю в различных типах камер.

В экранированной камере (см. рис. 8а) электромагнитная волна, излучённая антенной, в процессе распространения претерпевает многократное переотражение от стен, потолка и пола камеры. При этом за счёт интерференции волн формируется стоячая волна, и рабочая плоскость является неоднородной.

В случае распространения волны в БЭК и ПБЭК (см. рис. 8б и 8в) величина поля отражённой волны от поверхностей камеры значительно меньше падающей. Поэтому вклад стоячей волны в распределение поля незначителен, а поле в рабочей области однородно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ основных типов экранированных камер, а также поглощающих материалов, показывает, что наиболее удобными с точки зрения эксплуатации и монтажа являются сборно-разборные камеры со вспененным радиопоглощающим материалом. Для достижения высоких экранирую-

щих свойств подобных камер необходимо обеспечить высокую удельную проводимость и магнитную проницаемость в местах соединения металлических панелей. Такая задача успешно решается при совместном выполнении следующих условий:

- подбор материала и покрытия панелей и уплотнительных материалов согласно техническим требованиям;
- применение отработанной технологии сборки (монтажа) экранирующей камеры;
- обеспечение непрерывного контроля качества электрических и радиофизических характеристик сборной конструкции (особенно в местах соединений панелей).

АО «ТЕСТПРИБОР» является одной из немногих компаний в России, имеющих технологию сборки и контроля экранирующих свойств таких камер.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 50414-92. Оборудование для испытаний. Камеры экранированные. М. Госстандарт России. 1992.
2. ГОСТ CISPR 16-1-4-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1–4. Аппаратура для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Антенны и испытательные площадки для измерения излучаемых помех. М. Стандартинформ. 2015.
3. Мицмакер М.Ю., Торгованов В.А. Безэховые камеры СВЧ. М. Радио и связь. 1982.
4. Foley Alexandra. Modeling an RF Anechoic Chamber Using Periodic Structures. www.comsol.com/blogs/modeling-rf-anechoic-chamber-using-periodic-structures. ©

**ВЫСТАВКА СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ НК**

**ОТРАСЛЕВЫЕ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**



1 - 3 МАРТА 2017, МОСКВА

ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НК

Более 100 экспонентов

- Разработчики и поставщики оборудования
- Сервисные компании
- Учебные и сертификационные центры
- Специализированные издания
- Национальные общества НК

- Руководители и ведущие специалисты-эксперты компаний авиационной, атомной, химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, металлургической отраслей

Более 3200 посетителей

Реклама

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

Круглые столы по вопросам применения НК в отраслях:

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| • Авиация и космос | • Атомная промышленность | • Железнодорожный транспорт |
| • Строительство | • Металлургия и машиностроение | • Нефтегазовый комплекс |
| • Промышленная безопасность | • Электроэнергетика | • НК в сварке |

Межотраслевые направления и специальные темы:

- | | | |
|-------------------------------------|---------------------------|--|
| • Антитеррористическая безопасность | • Медицинская диагностика | • Метрология и техническое регулирование |
| • Обучение | • Стандартизация | • Контроль покрытий |



МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

www.expo.ronktd.ru

ОРГАНИЗАТОР



Путеводитель по современным АЦП компании Analog Devices

Часть 1

Юрий Петропавловский (г. Таганрог)

В первой части статьи рассмотрены особенности и основные технические характеристики быстродействующих преобразователей данных компании Analog Devices, разработанных после 2007 г.

В настоящее время компания Analog Devices Inc. (ADI) выпускает обширную номенклатуру преобразователей данных самого различного назначения. Кроме АЦП и ЦАП в каталогах компании представлены и другие виды преобразователей: понижающие (DDC) и повышающие (DUC) преобразователи частоты, цифровые счётчики электроэнергии, цифровые модуляторы, интегрированные датчики температуры, контроллеры резистивных сенсорных экранов, преобразователи данных сельсинов и др.

Многие современные преобразователи данных, разработанные компанией после 2007 г., интегрированы в сложные многофункциональные микросхемы, ориентированные на применение в специализированных приложениях. Например, различные АЦП могут быть встроены в микросхемы и модули на основе МЭМС-датчиков. Номенклатура собственно самих преобразователей данных ADI насчитывает сотни типов ИС. В каталоге компании 2016 г.

преобразователи данных представлены в следующих категориях продуктов: АЦП, ЦАП, аудио/видео-ИС, специализированные ИС (ASIC).

Для удобства выбора продукты в каталоге разделены на группы и подгруппы. В категорию АЦП включены 555 типов микросхем (данные на сентябрь 2016 г.), разделённые на три группы.

- быстродействующие АЦП (скорость преобразования более 10 Мвыборок/с);
- прецизионные АЦП (менее 10 Мвыборок/с);
- специального назначения (в эту группу фактически включены все продукты категории АЦП, а их разделение на подгруппы сделано по назначению микросхем [1]).

Быстродействующие АЦП

В группу быстродействующих АЦП включено 239 типов ИС. Быстродействующие АЦП представлены и в других категориях продуктов компании. В частности, преобразователи данных

аэрокосмического и военного назначения следует искать в категории специализированных ИС [2].

Значительное число быстродействующих АЦП нацелено на работу с низкой полосой частот и обеспечивает скорость преобразования от 10 до 125 Мвыборок/с. Эти микросхемы обеспечивают наилучшее среди устройств своего класса отношение сигнал/шум и динамический диапазон, свободный от побочных составляющих (SFDR). Число каналов в них может варьироваться от одного до восьми, а разрешение – от 8 до 16 разрядов. Такие ИС покрывают широкий спектр потребностей при проектировании приёмников различного назначения и обеспечивают широкий выбор при реализации самых различных задач. Рассмотрим особенности ряда микросхем этой функциональной группы более подробно.

AD9265/AD9255 (редакции спецификаций Rev. C, 2009 г.) – 16/14-разрядные АЦП, обеспечивающие скорость преобразования 80 Мвыборок/с (AD9265BCPZ-80/AD9255BCPZ-80), 105 Мвыборок/с (AD9265BCPZ-105/AD9255BCPZ-105) и 125 Мвыборок/с (AD9265BCPZ-125/AD9255BCPZ-125) при напряжении питания 1,8 В. Структура этих ИС одинакова (см. рис. 1). Для получения полного качества преобразования на микросхемы достаточно подать лишь напряжение питания (1,8 В) и тактовый сигнал выборки, совместимый с КМОП или LVDS. Во многих задачах не требуется применение внешних драйверов и источников опорного напряжения.

Для более низких скоростей преобразования (20/40/65/80 Мвыборок/с) предназначены 14-разрядные АЦП AD9649 (Rev. A, 2009 г.). Они пришли на смену аналогичным приборам разработки 2005–2006 гг. (AD9446/AD9460/AD9461) и отличаются от них большей функциональностью и улучшенными характеристиками. Основные области применения микросхем: многорежимные цифровые приёмники различных стандартов (GSM, EDGE,

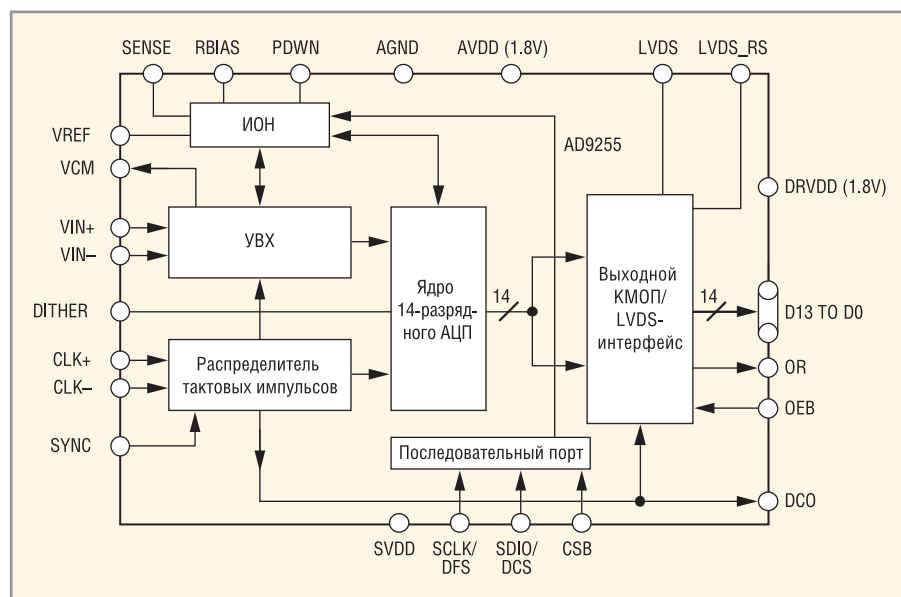


Рис. 1. Структура микросхем AD9255/AD9265

W-CDMA, LTE, WiMAX и др.), интеллектуальные антенные системы, измерительные приборы с батарейным питанием, портативные медицинские приборы визуальной диагностики, ультразвуковое оборудование, радары/лидары, широкополосные преобразователи данных. В качестве примера на рисунке 2 приведена блок-схема анализатора спектра ВЧ-сигналов, в тракте которого могут быть применены данные АЦП.

В 2015 г. компания выпустила двухканальный 16-разрядный АЦП AD9655 с напряжением питания 1,8 В и скоростью преобразования 125 Мвыборок/с (см. рис. 3). ИС характеризуется малыми габаритами и простотой применения. АЦП микросхемы выполняют автоматическое умножение тактовой частоты выборки для получения желаемой частоты последовательного интерфейса LVDS. Типовое потребление этой ИС в экономичном режиме не превышает 2 мВт. Микросхема поддерживает работу с цифровыми тестовыми шаблонами, включая детерминированные и псевдослучайные шаблоны, а также пользовательские шаблоны, загружаемые через интерфейс SPI. Чип упакован в корпус LFCSP-32 размерами $5 \times 5 \times 0,75$ мм, меньший, чем рассмотренные одноканальные АЦП AD9265/55 (корпус LFCSP-48 ($7 \times 7 \times 0,85$ мм)). Основные особенности и параметры микросхемы таковы (в скобках даны отличающиеся параметры AD9265BCPZ-125):

- отношение сигнал/шум $SNR = 77,5$ дБFS (79 дБFS) на частоте $f_{\text{вх}} = 70$ МГц и полном размахе входного сигнала $U_{\text{FS}} = 2$ В;
- динамический диапазон, свободный от искажений SFDR = 88 дБн (89 дБн) на частоте 70 МГц;
- линейность $DNL = \pm 0,7$ LSB ($\pm 0,6$ LSB), $INL = \pm 3,4$ LSB ($\pm 1,5$ LSB) при размахе входного сигнала 2,8 В;
- полоса пропускания аналогового тракта 500 МГц (650 МГц);
- диапазон рабочих температур $-40...+85^\circ\text{C}$.

Ряд быстродействующих АЦП ADI обеспечивает скорость преобразования от 125 Мвыборок/с до 1 Гвыборок/с. Они оптимизированы для поддержания высокого отношения сигнал/шум и широкого динамического диапазона, свободного от побочных составляющих. Микросхемы этой функциональной группы также содержат дополнительные блоки обработки сигнала для

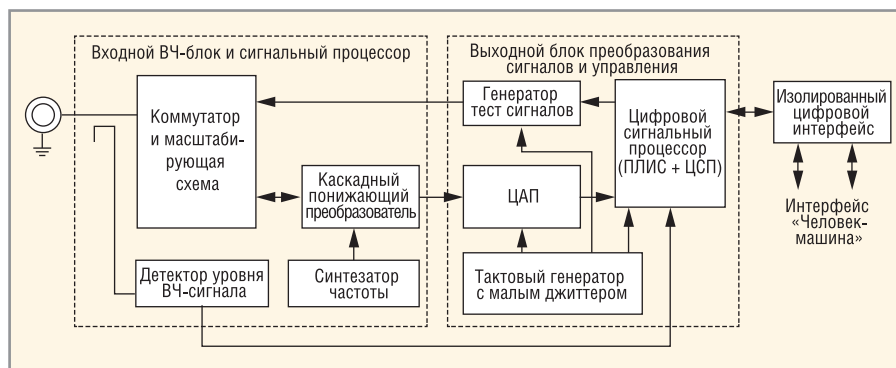


Рис. 2. Блок-схема анализатора спектра

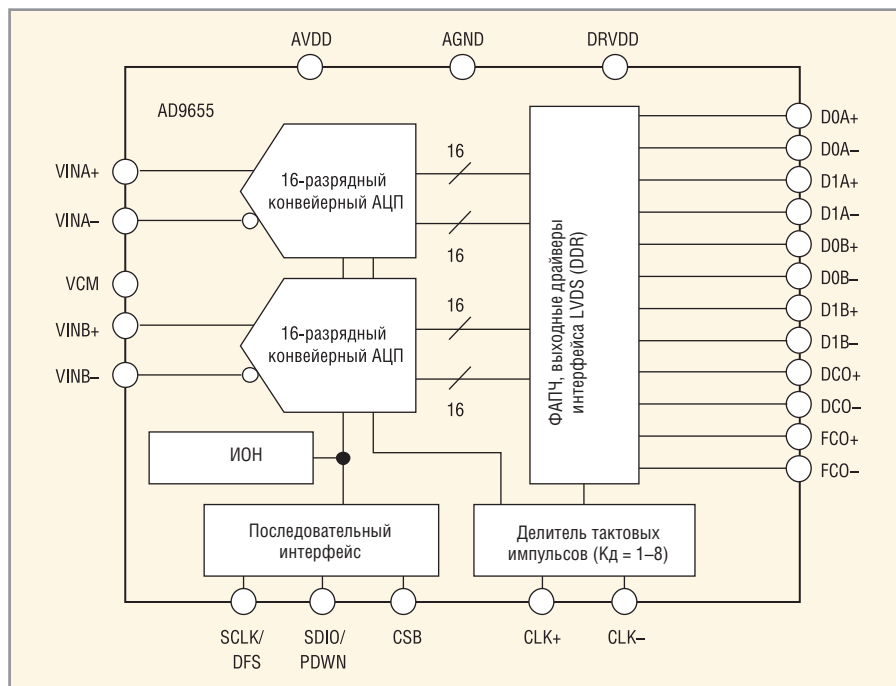


Рис. 3. Структура микросхемы AD9655

обеспечения наилучшего динамического диапазона в полосе Найквиста. Рассмотрим их особенности.

AD9234 (Rev. A, 2014 г.) – вдвоенные 12-разрядные АЦП, обеспечивающие скорость преобразования 500 Мвыборок/с (AD9234-500), 1 Гвыборок/с (AD9234-1000) и поддержку новой версии стандарта JESD204B (подкласс 1). Эта версия стандарта, разработанная комитетом JEDEC в 2011 г., описывает высокоскоростной последовательный интерфейс для связи ПЛИС и микропроцессоров с современными микросхемами АЦП и ЦАП. Этот интерфейс применяется во многих системах, использующих высокоскоростные преобразователи данных, в том числе, в РЛС, в сотовой связи, программно-определяемых радиосистемах, в медицинском диагностическом оборудовании и др. Применение стандарта JESD204B позволяет существенно упростить процесс проектирова-

ния печатных плат для перечисленных систем [3].

Микросхемы AD9234 (см. рис. 4) отличаются высокой линейностью, малым энергопотреблением, компактностью (корпус LFCSP-64 ($9 \times 9 \times 0,75$ мм)) и оптимизированы для работы в широкой полосе частот с высокими частотами дискретизации. Ядра АЦП имеют многоступенчатую дифференциальную конвейерную архитектуру с коррекцией ошибок интегрированной выходной логики. Каждый АЦП имеет широкополосный входной буфер и выбираемый пользователем диапазон входных сигналов. Ряд устанавливаемых пользователем функций ИС упрощают работу систем АРУ приёмников связи. Программируемые пороговые детекторы позволяют контролировать передаваемую мощность сигнала, избегая перегрузок. Интегрированный блок мониторинга обеспечивает дополнительную информацию об оцифро-

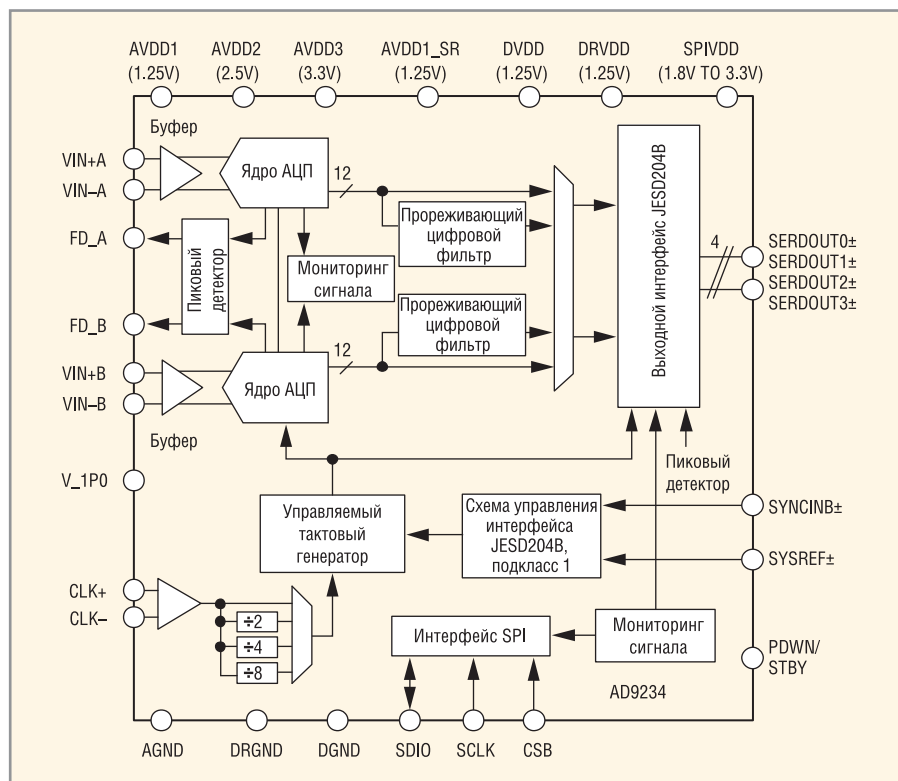


Рис. 4. Структура микросхемы AD9234

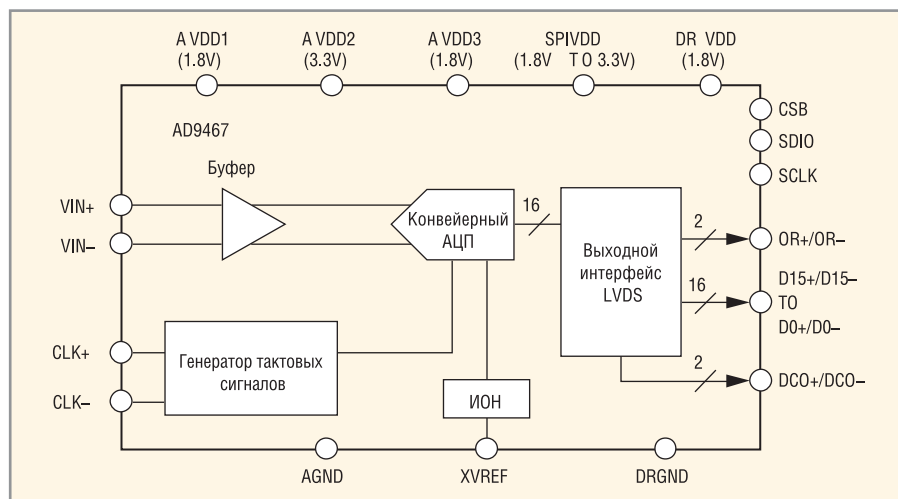


Рис. 5. Структура микросхемы AD9467

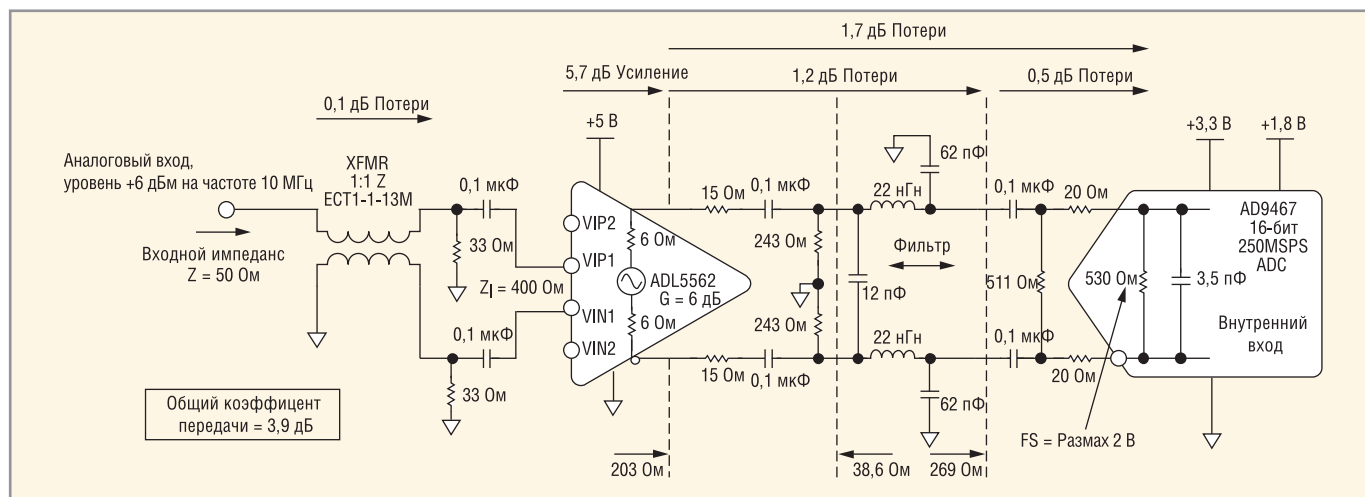


Рис. 6. Схема входного блока приёмника

ванном сигнале. Управление режимами питания микросхем задаётся пользователем через интерфейс SPI. Основные области применения этих ИС:

- цифровые приёмники 3G/4G, TD-SCDMA, W-CDMA, GSM, LTE;
- радиосистемы точка-точка;
- сверхширокополосные спутниковые ресиверы;
- широкополосные измерительные приборы;
- цифровые осциллографы;
- высокоскоростные системы сбора данных и др.

Основные параметры микросхем:

- отношение сигнал/шум SNR = 63,4 дБFS на частоте 340 МГц (при уровне -1 дБFS / 1 Гвыборок/с), 65,6 дБFS (-1 дБFS / 500 Мвыборок/с);
- SFDR = 79 дБFS (340 МГц / 1 Гвыборок/с), 86 дБFS (340 МГц / 500 Мвыборок/с);
- линейность DNL = $\pm 0,16$ LSB, INL = $\pm 0,35$ LSB;
- полоса пропускания аналогового тракта 2 ГГц;
- диапазон рабочих температур -40...+85°C.

В 2015 г. компания представила одинарные 14-разрядные АЦП AD9690, обеспечивающие скорость преобразования 500 Мвыборок/с (AD9690-500) и 1 Гвыборок/с (AD9690-1000). Их структура аналогична AD9234, но они имеют один дифференциальный вход. Микросхемы также поддерживают интерфейс JESD204B. Отличающиеся параметры: SNR = 65,3 дБFS, SFDR = 85 дБFS, DNL = $\pm 0,5$ LSB, INL = $\pm 2,5$ LSB. Микросхемы выполнены в таком же корпусе (LFCSP-64).

В многочисленной группе быстродействующих АЦП, кроме упомянутых, представлены микросхемы само-

го различного назначения разработки (1998–2015 гг.). Рассмотрим особенности некоторых инновационных ИС, разработанных после 2007 г.

AD9467 (Rev. D, 2010 г.) – 16-разрядные АЦП, обеспечивающие скорость преобразования 200 Мвыборок/с (AD9467BCPZ-200) или 250 Мвыборок/с (AD9467BCPZ-250) и выполненные в корпусах LFCSP-72 размерами $10 \times 10 \times 0,85$ мм. Микросхемы отличаются высокими динамическим диапазоном (SFDR = 92 дБFS) и линейностью (DNL = $\pm 0,5$ LSB). Напряжение питания составляет 1,8 В и 3,3 В, размах выходных LVDS-сигналов – от 2 В до 2,5 В. Структура микросхемы приведена на рисунке 5.

Микросхемы могут быть использованы в традиционных для быстродействующих АЦП приложениях. В качестве примера рассмотрим их применение в высокопроизводительных широкополосных приёмниках. Один из вариантов электрической принципиальной схемы входного блока (Front End) приёмника приведён на рисунке 6. В состав блока входят: сверхмаломощный широкополосный усилитель ADL5562 (ADI), АЦП AD9467BCPZ-250 и фильтр защиты от наложения спектров (Antialiasing Filter), представляющий собой фильтр Баттерворта третьего порядка с частотой среза 152 МГц. Основные параметры блока: неравномерность в полосе пропускания 6–125 МГц не более 1 дБ, SFDR = 82,2 дБн (на частоте 120 МГц), отношение сигнал/шум SNR = 72,2 дБFS, уровень второй/третьей гармоник H2/H3 = 86,6 дБн / 82,2 дБн, общий коэффициент усиления составляет 3,9 дБ на частоте 10 МГц, допустимый входной уровень сигнала равен 6 дБм.

AD9484 (Rev. A, 2011 г.), AD9434 (Rev. B, 2011 г.) – 8- и 12-разрядные АЦП с производительностью 500 Мвыборок/с, схемой выборки-хранения, выходным интерфейсом LVDS и напряжением питания 1,8 В (см. рис. 7). Микросхемы выполнены в корпусах LFCSP-56 размерами $8 \times 8 \times 0,85$ мм, совместимы по выводам между собой и с 12-разрядным АЦП AD9230. Основные параметры AD9484/AD9434: SNR = 47/65 дБFS ($f_{\text{вх}} = 250$ МГц), SFDR = 79/78 дБн (500 Мвыборок/с), DNL = $\pm 0,1/0,5$ LSB, INL = $\pm 0,1/0,6$ LSB, полоса пропускания аналоговых трактов – 1 ГГц.

AD9250 (Rev. B, 2012 г.) – двухканальные 14-разрядные АЦП со скоростью преобразования 170 Мвыборок/с (AD9250-170) или 250 Мвыборок/с

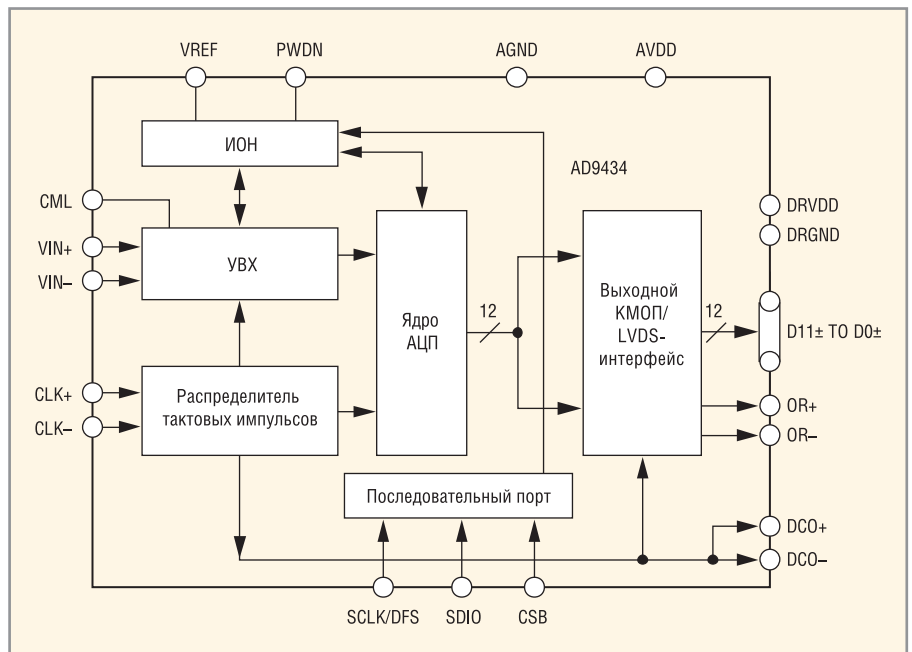


Рис. 7. Структура микросхемы AD9434

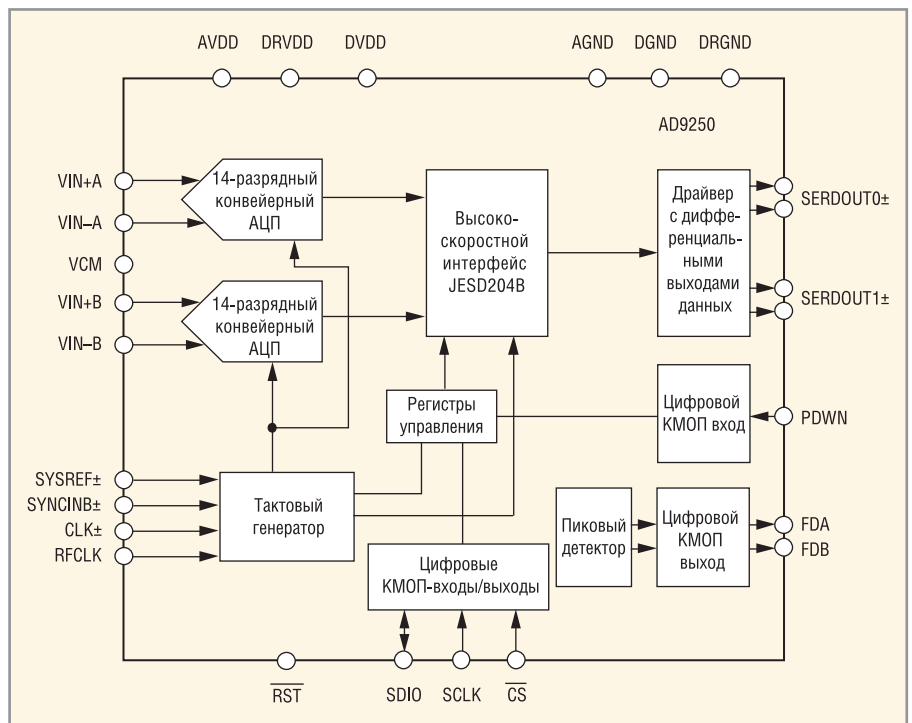


Рис. 8. Структура микросхемы AD9250

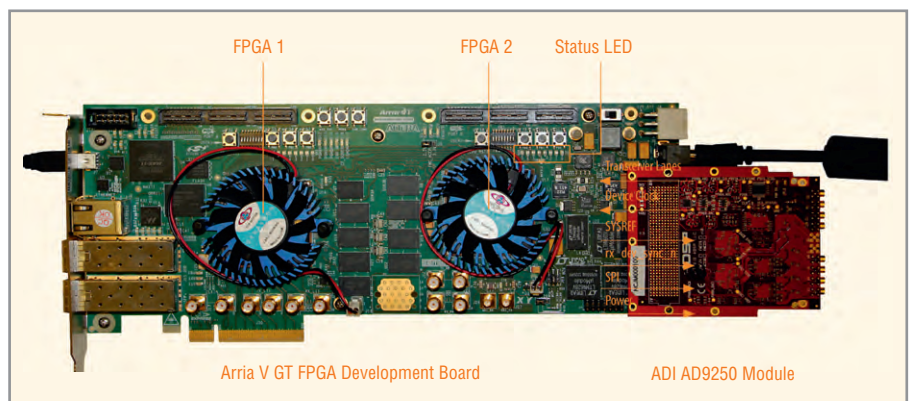


Рис. 9. Плата Arria V GT FPGA

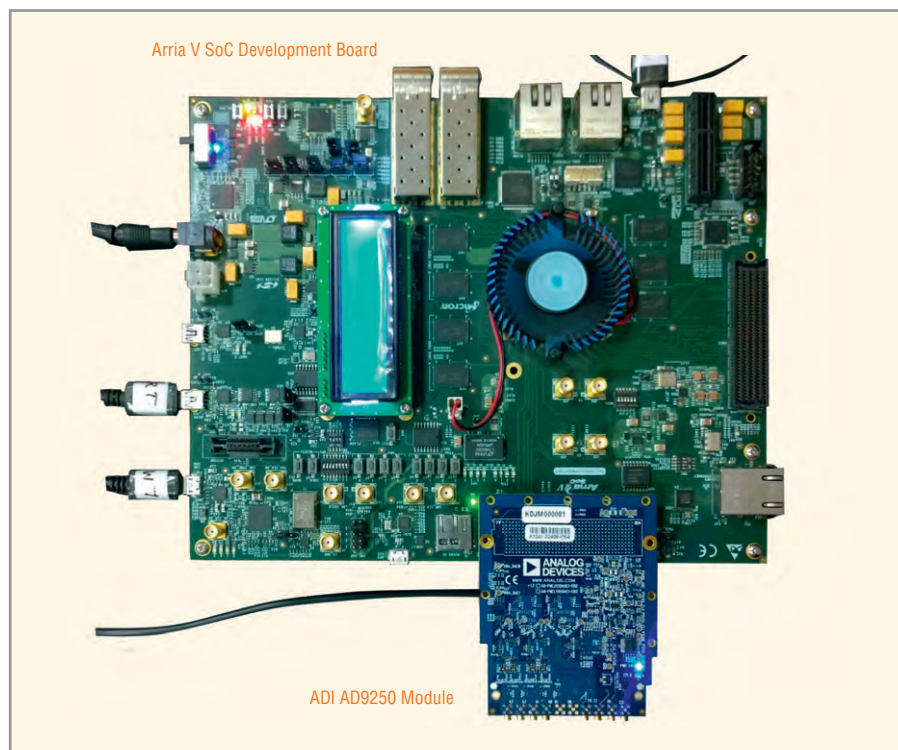


Рис. 10. Плата Arria V SoC

(AD9250-250) и выходным интерфейсом JESD204B (см. рис. 8). Эти АЦП стали одними из первых успешных приборов с интерфейсом JESD204B для связи с высокопроизводительными ПЛИС, за что были награждены дипломом победителя Best Electronic Design Award 2012 медиаресурса Electronic Design в категории приборов смешанных и аналоговых сигналов [4].

В 2015 г. компания Altera представила набор средств поддержки интер-

фейса JESD204B на основе своих ПЛИС и АЦП AD9250. Набор предназначен для разработок, применяющих стандарт JESD204B обеспечения совместности с высокопроизводительными АЦП и позволяет значительно сократить время проектирования систем. В состав комплекта входят плата Arria V GT FPGA Development Kit с двумя ПЛИС (FPGA1, FPGA2 (см. рис. 9)) и плата Arria V SoC Development Kit с оценочным модулем AD9250-FMC-250EBZ

(см. рис. 10). Структурная схема реализации интерфейса JESD204B на основе платы Arria и АЦП AD9250 приведена на рисунке 11 [5].

AD9625 (Rev. B, 2014 г.) – 12-разрядные АЦП с внутренней выборкой, работающие со скоростями преобразования до 2,6 Гвыборок/с и предназначенные для оцифровки широкополосных аналоговых сигналов в полосе частот вплоть до второй зоны Найквиста. Микросхемы могут использоваться в анализаторах спектра, системах сбора данных, радиолокационных системах, системах радиоэлектронной борьбы и разведки, а также во многих других ответственных приложениях. Входы аналогового сигнала и опорного напряжения (SYSREF ±) являются дифференциальными, а высокоскоростной интерфейс вывода данных JESD204B может работать в различных конфигурациях с 1/2/4/6/8 линиями данных (см. рис. 12). Основные особенности и параметры микросхемы:

- высокое качество преобразования с большим динамическим диапазоном в проектах с высокой частотой дискретизации и непосредственной дискретизацией радиосигналов;
- скорость преобразования 2 млрд выборок/с (AD9625-2.0), 2,5 Гвыборок/с (AD9625-2.5), 2,6 Гвыборок/с (AD9625-2.6);
- точный интегрированный источник опорного напряжения;
- конфигурируемый интерфейс вывода данных формата JESD204B;

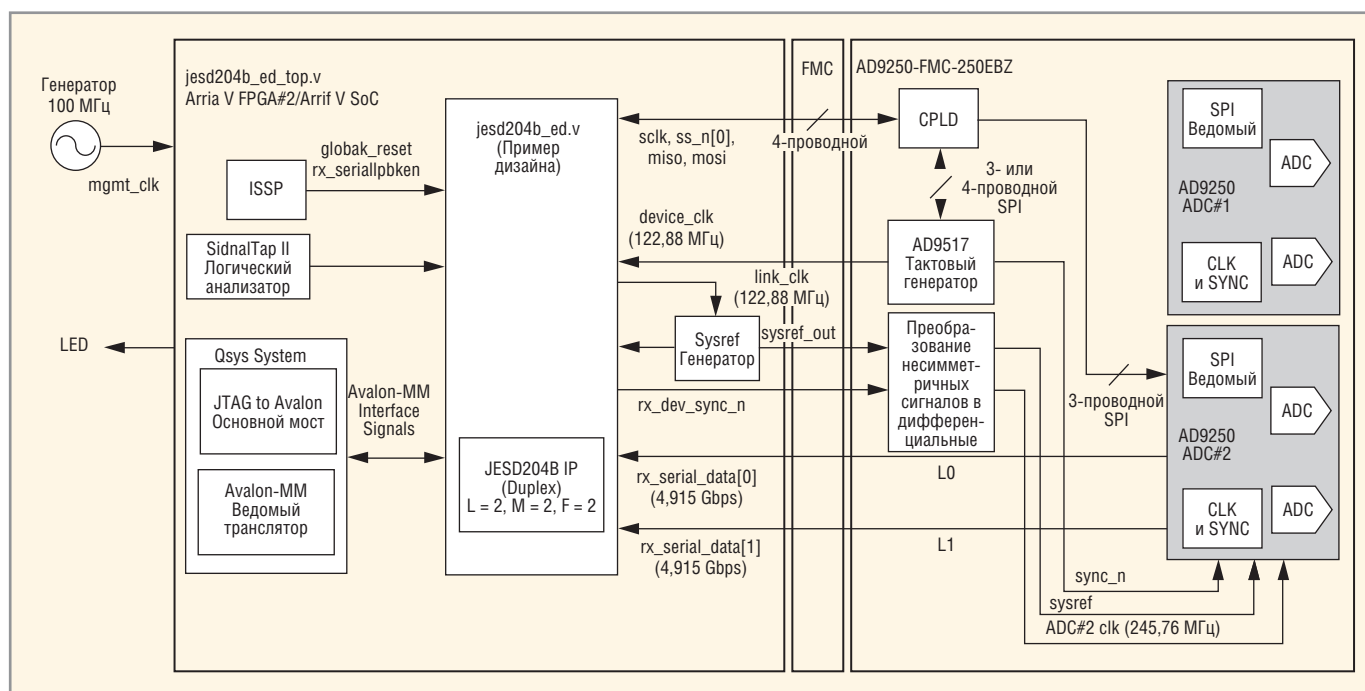


Рис. 11. Структура реализации интерфейса JESD204B

- порт SPI для управления различными функциями и параметрами микросхем, включая формат данных, данные калибровки коэффициента усиления и смещения;
- динамический диапазон SFDR от 77 дБн на частоте 1800 МГц до 80 дБн на частоте 100 МГц;
- отношение сигнал/шум и уровень искажений (SINAD) порядка 56–58 дБн в диапазоне 100–1800 МГц;
- полоса пропускания аналогового тракта 3,2 ГГц;
- диапазон рабочих температур –40...+85°C;
- корпус BGA BP-196-2 размерами 12 × 12 × 1,59 мм.

Для этих АЦП компания Altera также разработала набор средств поддержки интерфейса JESD204B (см. рис. 13).

ЛИТЕРАТУРА

1. www.analog.com/ru/products/analog-to-digital-converters/ad-converters.html.
2. www.analog.com/ru/products/application-specific/militaryaerospace/aerospace.html.
3. www.analog.com/en/applications/landing-pages/001/jesd204-serial-interface-jedec-standard-data-converters.html.
4. www.electronicdesign.com/content/electronic-design-announces-2012-best-electronic-design-award-winners.
5. www.altera.com/en_US/pdfs/literature/an/altera_jesd204b_ad9250_hw_checkout_report.pdf.

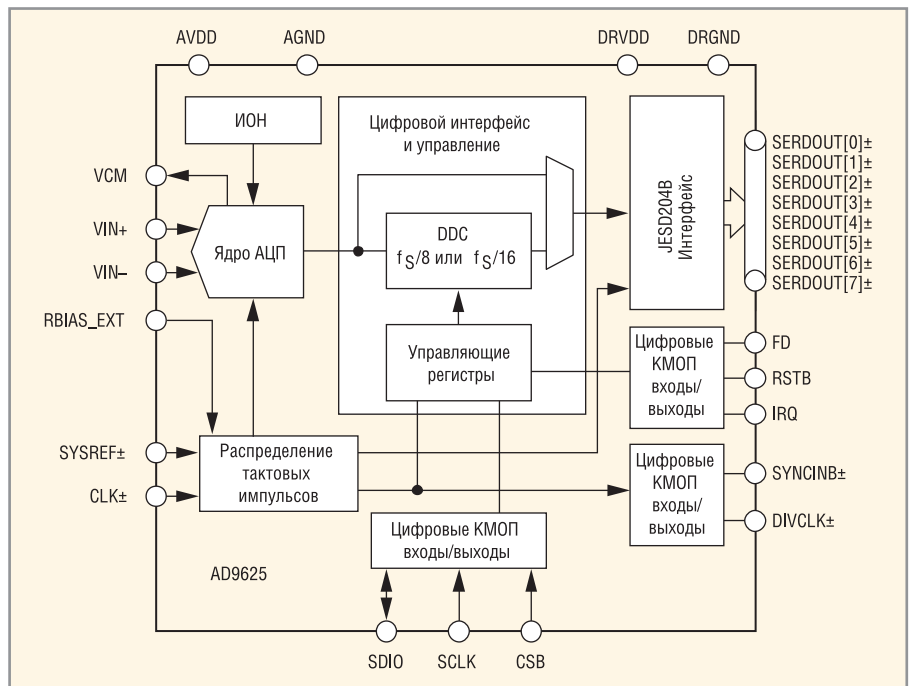


Рис. 12. Структура микросхемы AD9625

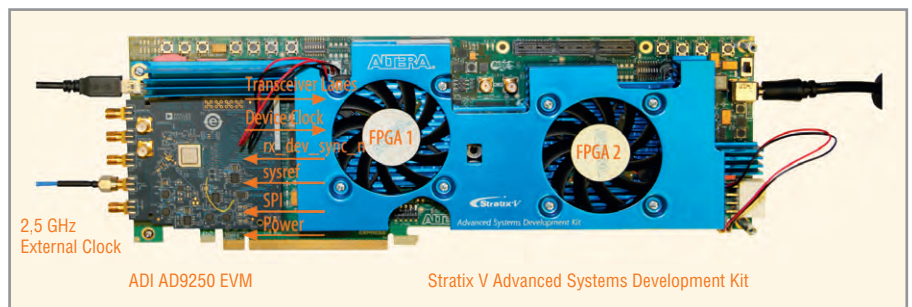


Рис. 13. Плата интерфейса JESD204B

Новости мира News of the World Новости мира

Китайская SMIC приступила к поставкам образцов памяти ReRAM

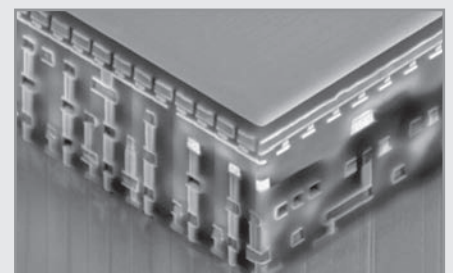
Молодая американская компания Crossbar (г. Санта-Клара, штат Калифорния, США) сообщила о доступности первых серийных образцов энергонезависимой памяти нового типа. Это так называемая резистивная RAM или ReRAM, один из вариантов которой разработала компания Crossbar. Сама она не будет выпускать ReRAM, хотя в партнёрстве с кем-либо из крупных брендов готова этим заниматься. Например, если бы такое предложение поступило от компании Western Digital.

Лицензия на производство памяти ReRAM была предоставлена китайской компании SMIC в марте прошлого года. К этому дню SMIC приступила к поставкам рабочих образцов кристаллов ReRAM. Резистивная память выпускается с использованием 40-нм техпроцесса, а в течение первой

половины текущего года планируется выйти на 28-нм техпроцесс. Полученные образцы помогут компании Crossbar разработать технологию встраиваемой в микроконтроллеры и SoC памяти ReRAM. Резистивная память устойчива к перезаписи и может выдерживать до 100 000 циклов записи.

Благодаря своим характеристикам, память ReRAM потенциально способна заменить память NOR-флеш, оптимизированную для запуска кода, и память NAND-флеш, которая сегодня используется для хранения данных. Если задержки при обращении к памяти NAND-типа достигают миллисекунд, то задержки при чтении из ячейки ReRAM равны 20 нс, а задержки на запись в ReRAM не превышают 12 нс. При этом память ReRAM перед записью не надо очищать, что упрощает структуру сигнала и сокращает время на операции.

Память ReRAM компании Crossbar основана на принципе управляемого формирования нитей из ионов серебра в рабочем слое



из аморфного кремния. Рабочее напряжение одной полярности заставляет ионы серебра мигрировать в рабочий слой из серебряных электродов снаружи ячеек, а рабочее напряжение обратной полярности возвращает ионы серебра обратно в электроды. Напряжение с невысоким значением считывает состояние ячеек. Таких состояний, кстати, может быть несколько, и, соответственно, в каждой ячейке может храниться несколько бит данных. Такую память можно выпускать в виде многослойного стека.

www.3dnews.ru

Новости мира News of the World Новости мира

Ведомственный сегмент системы «Мир» переведён на отечественную платформу

Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации сообщает, что в 2016 г. ведомственный сегмент государственной системы «Мир» был переведён с иностранного проприетарного программного обеспечения (ПО) и оборудования на свободное программное обеспечение (СПО) и оборудование отечественных компаний. Таким образом Минкомсвязь России реализовала первый шаг по импортозамещению системы «Мир».

Сейчас на базе системы «Мир» осуществляется выдача документов, удостоверяющих личность, среди которых паспорт гражданина РФ, заграничный паспорт, документ иностранного гражданина, удостоверение беженца и другие. В дальнейшем система будет использована для выпуска электронных паспортов гражданина РФ. Проект реализуется Минкомсвязью и МВД России совместно с другими ведомствами.

«Суммарная стоимость закупки отечественного оборудования, внедрения и годовой поддержки данного решения меньше, чем стоимость только годовой поддержки оборудования иностранного производства. Данное решение позволило избавиться от зависимости от технической поддержки оборудования и коммерческого ПО зарубежных производителей», – отметил директор Департамента реализации стратегических проектов Минкомсвязи России Андрей Черненко.

Используются более 130 серверов, построенных на отечественных процессорах архитектуры «Эльбрус», межсетевые экраны «Рубикон-К», произведённые российской компанией НПО «Эшелон», а также более 20 решений на базе СПО. Производительность программно-аппаратного комплекса на базе процессоров архитектуры «Эльбрус» соответствует требованиям системы «Мир».

Также в 2016 г. Минкомсвязь России провела работы по проектированию программно-технических решений и разра-

ботке типового программного обеспечения для оказания государственной услуги по оформлению и выдаче заграничных паспортов нового поколения в многофункциональных центрах предоставления государственных и муниципальных услуг (МФЦ).

Благодаря этому в будущем сотрудники МФЦ смогут начать принимать заявления, включая регистрацию биометрических данных заявителей, и выдавать загранпаспорта нового поколения с учётом требований по информационной безопасности. Также для работы в режиме единого окна предусмотрена интеграция разработанных решений с информационными системами МФЦ.

В 2016 г. Минкомсвязь России также обеспечила взаимодействие системы «Мир» с Единым электронным сервисом системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ 3.0). Это позволит в 2017 г. существенно ускорить доставку информации о снятии ограничений на выезд за границу граждан от Федеральной службы

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



Реклама

Wolfspeed

CRANE
AEROSPACE &
ELECTRONICS

SHARP

BULGIN

HUMMEL

SEMILEDS

RAYSTAR
OLED Display Provider

MICROMETALS
IRON POWDER CORES

anadigm

CREE

APSENOC

AUO

Grayhill

HARTING
Pushing Performance

PHILIPS
LUMILEDS

LUMINEQ
POWERED BY "BENEQ"
Formerly known as Photonix Ltd, Sweden

XP XP Power

MPS
Monolithic Power Systems

Новости мира News of the World Новости мира

судебных приставов до пограничных пунктов пропуска.

Также в ноябре 2016 г. в Монреале в рамках 12 симпозиума Международной организации гражданской авиации (ИКАО) состоялся переход РФ на онлайн-обмен с государствами-членами ИКАО страновыми сертификатами. Это позволит повысить уровень контроля легитимности документов, удостоверяющих личность на пограничных пунктах.

www.minsvyaz.ru

Роботозамещение людей

Согласно докладу Всемирного экономического форума, к 2020 г. из-за развития технологий сократится 5 млн рабочих мест. Первыми жертвами автоматизации станут сотрудники сферы обслуживания, отметила директор по лингвистическим разработкам компании «Наносемантика» Анна Власова.

«У работающего с определённым списком частых вопросов сотрудника есть определённый скрипт. Такого рода скрип-

ты довольно просто автоматизируются: это служба поддержки, любые консультации. Даже консультантом в магазине может быть робот», – сказала Анна Власова.

Весной прошлого года Королевский банк Шотландии решил уволить 550 менеджеров-консультантов, чью работу теперь будут выполнять машины. Западный опыт перенимают и в России: Сбербанк несколько месяцев назад вложил в работа Promobot, который способен рассказывать клиентам о предложениях компании и давать советы.

По прогнозам экспертов, через несколько лет уже не нужны будут дворники, водители, машинисты и продавцы. Компания Amazon уже в этом году должна открыть в Сиэтле полностью автоматизированный магазин. Нервничать стоит и сотрудникам с высшим образованием, предупредил главный редактор журнала «Популярная механика» Александр Грек: «Мы можем увидеть исчезновение профессий, связанных с журналистикой. В Соединённых Шта-

тах я уже видел систему – технологию на базе нейросетей, которая позволяет сносно писать новостную ленту. В ближайшее время мы увидим автоматические переводчики. Я видел какие-то фантастические прототипы, позволяющие делать перевод с мёртвых языков».

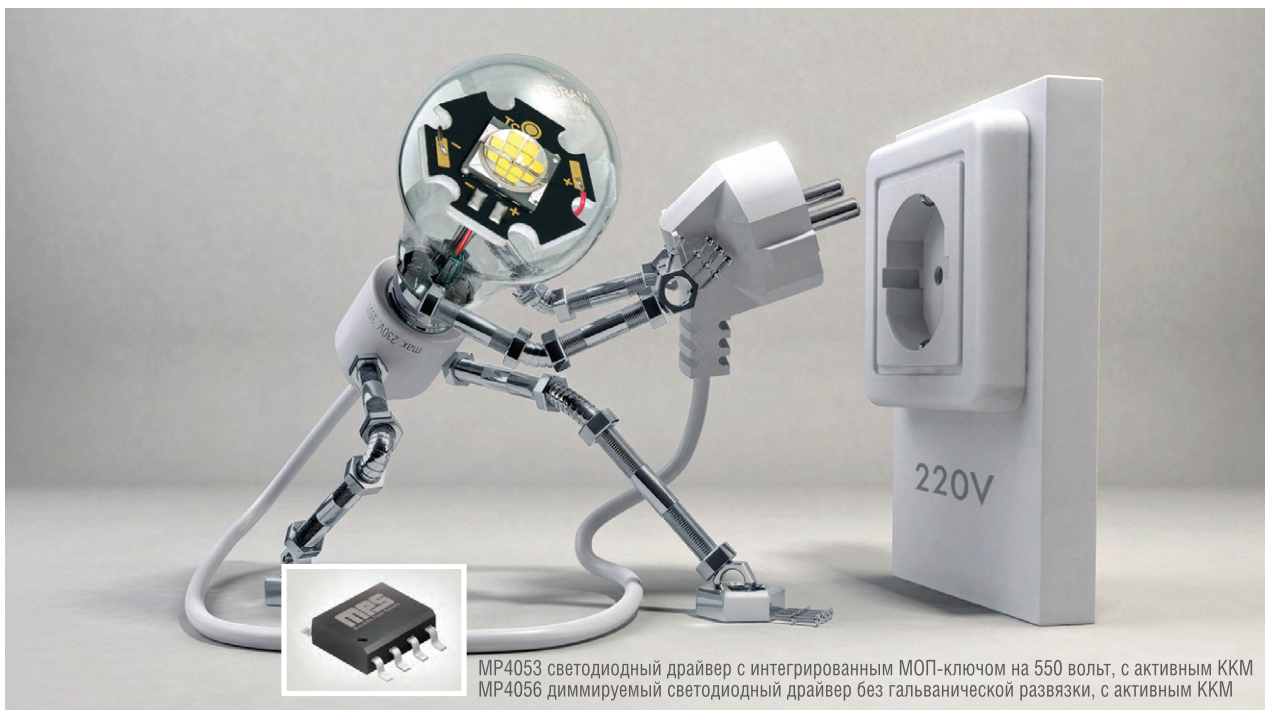
Впрочем, как успокаивают эксперты, с внедрением роботов ни одна из профессий не исчезнет полностью. Но от работников будет требоваться больше, пояснил руководитель робототехнического центра фонда «Сколково» Альберт Ефимов: «Под угрозой только те специальности, в которых люди выполняют простые ясные действия, и которые не подразумевают социального взаимодействия. Чтобы не остаться за бортом технического прогресса, нужно повышать своё образование и образование своих детей».

В Сбербанке рассказали, что юристы, которых заменят роботами, пройдут программу переобучения. Но если им так и не найдётся места, их уволят.

Коммерсантъ

MPS
Monolithic Power Systems

МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ



MP4053 светодиодный драйвер с интегрированным МОП-ключом на 550 вольт, с активным ККМ
MP4056 диммируемый светодиодный драйвер без гальванической развязки, с активным ККМ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MPS

ProCHIP
POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

Расширенные режимы запуска для поиска нужного сигнала

Дэниел Богданофф, Keysight Technologies

Зачастую на практике специалистами используются далеко не все возможности, реализованные в современных цифровых осциллографах. Это существенно увеличивает трудозатраты на разработку и отладку. В статье рассматриваются различные расширенные возможности запуска, и на конкретных примерах показываются практические приёмы эффективной работы, позволяющие сэкономить массу времени и сил.

Введение

Знание всех возможностей запуска осциллографа играет очень важную роль при отладке различных электронных устройств. На одном из семинаров Keysight Technologies инженерам был задан вопрос о том, насколько часто они пользуются расширенными функциями запуска. Лишь 10% опрошенных сказали, что пользуются ими каждую неделю, 22% используют расширенные функции запуска раз в месяц, 38% заявили, что применяют их редко, а 30% сообщили, что никогда не пользуются расширенными функциями запуска. Результаты сильно удивили экспертов Keysight, ведь применение расширенных функций вместо простого запуска по перепаду может сэкономить много времени. В данной статье мы рассмотрим самые популярные и полезные расширенные функции запуска современных осциллографов и попробуем понять, чем они так хороши. Надеемся, что приведённые здесь советы окажутся полезными и для опытных пользователей.

Немного истории

Довольно долго единственным способом запуска осциллографа был запуск по перепаду. В сущности, это был простой компаратор с регулируемым поро-

гом. При каждом обнаружении положительного (или отрицательного) перепада запускалась развёртка, и на экран осциллографа выводился сигнал, следующий за моментом запуска. Никаких других вариантов не существовало. Современные цифровые осциллографы обладают куда большей гибкостью и функциональностью. Кроме сигнала, следующего за моментом запуска, можно увидеть и сигнал, предшествующий этому моменту. Помимо этого можно использовать множество специальных режимов запуска. Поскольку цифровые осциллографы всегда помещают данные в буфер, они могут использовать данные из этого буфера, определять, не произошло ли событие запуска и не надо ли отобразить сигнал на экране.

Далее рассмотрим некоторые режимы запуска, ориентированные на цифровые и аналоговые сигналы, что поможет сэкономить массу времени во время отладки.

Режимы запуска для аналоговых сигналов

Запуск по длительности положительного или отрицательного перепада

Приходилось ли вам работать с сигналами, скорость нарастания которых

слишком мала? Возможно, перепады растягиваются из-за рассогласования импеданса или чрезмерной нагрузки? Для таких случаев существует специальный режим запуска.

Вместо того чтобы запускать развёртку по перепаду и пытаться игнорировать перепады с нормальной крутизной, можно воспользоваться запуском по длительности положительного или отрицательного перепада (см. рис. 1). Для этого необходимо настроить дополнительные параметры: верхний и нижний пороги (обычно по умолчанию они настраиваются на 90% и 10% от полной амплитуды), а также длительность положительного или отрицательного перепада, которую вы считаете неприемлемой. Это поможет отсеять нормальные перепады, показанные на рисунке 2, и сразу перейти к исследованию проблемы. Как видите, мы настроили осциллограф на запуск по отрицательному перепаду длительностью более 100 нс и сразу обнаружили затянутый перепад (см. рис. 3).

Режимы запуска для цифровых сигналов

Запуск по протоколу

Многие современные осциллографы имеют встроенную функцию запуска по протоколу. Это очень полезно, если вы работаете с последовательными шинами. Например, на рисунке 4 показан экран осциллографа смешанных сигналов Keysight MSOX3014T с параметрами запуска по сигналам шины I²C.

Как видно из рисунка, в этом режиме можно настроить запуск практически по любому типу пакетов I²C. Инженер может начать отладку, настроив условия запуска так, чтобы получить стабильное представление проходящих пакетов. Это поможет быстрее понять, что происходит в системе. При возникновении ошибок или для того, чтобы убедиться в корректности работы системы, можно настроить запуск исключительно по ошибкам. Это позволит сфокусироваться на проблемных областях и не тратить время, переби-

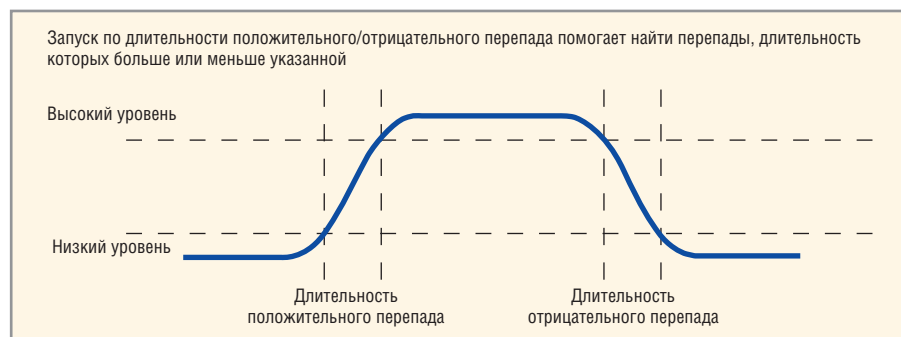


Рис. 1. Принцип запуска по длительности положительного/отрицательного перепада

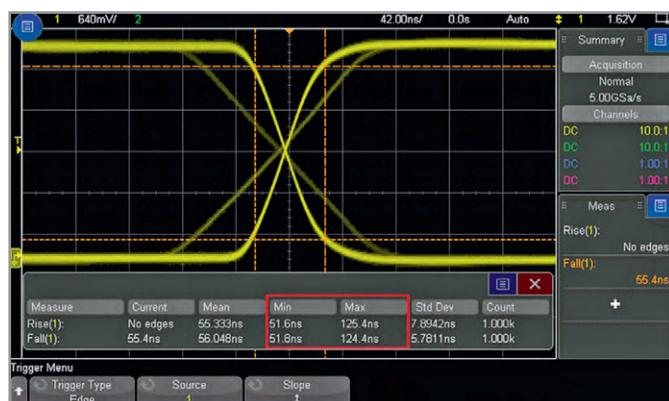


Рис. 2. Сигнал, показывающий приемлемую и неприемлемую длительность перепада

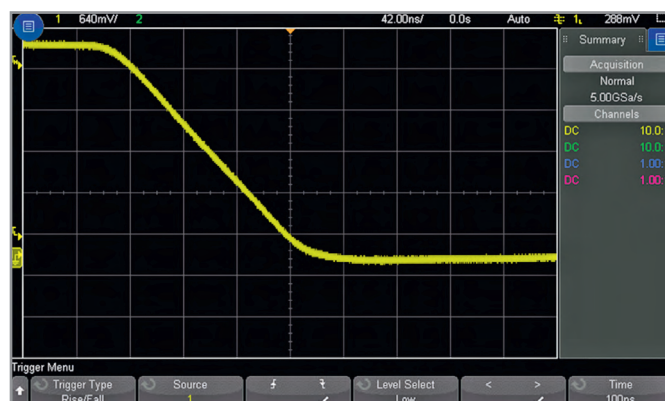


Рис. 3. Затянутый отрицательный перепад, найденный с помощью запуска по длительности отрицательного перепада

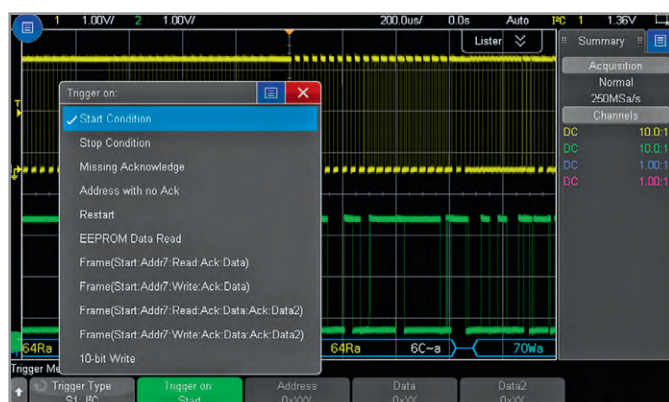


Рис. 4. Функция запуска по сигналам шины I²C осциллографа Keysight InfiniiVision MSOX3104T

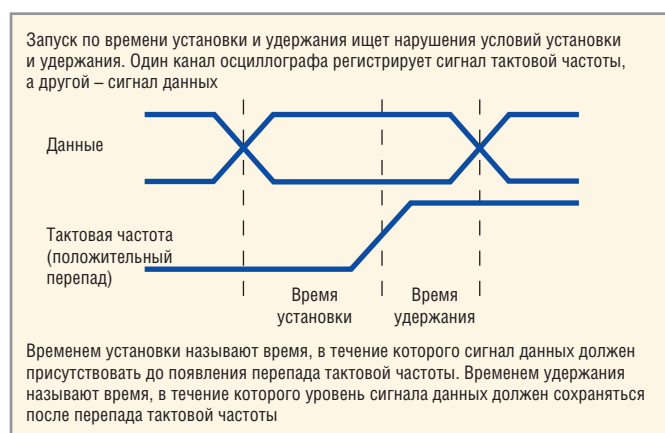


Рис. 5. Принцип запуска по времени установки и удержания

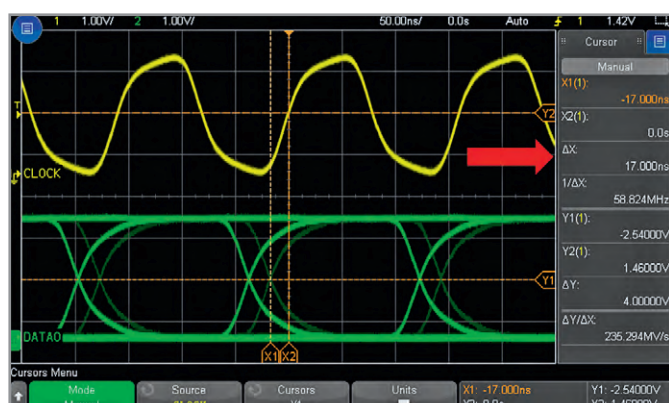


Рис. 6. Вероятное нарушение времени установки и удержания в сигнале данных

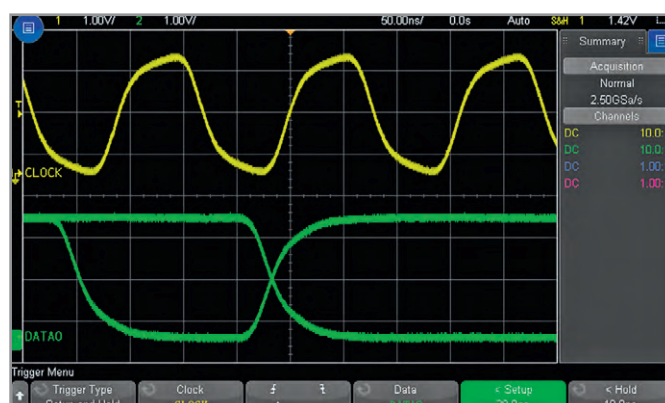


Рис. 7. Запуск по нарушению времени установки и удержания

рая сотни правильных пакетов. Кроме того, можно дополнительно включить сегментированную память и захватывать ошибочные пакеты в течение очень продолжительного интервала времени. Если вы работаете с последовательными шинами, то функция декодирования сигналов протокола и запуска по протоколу сэкономит вам многие часы.

Запуск по времени установки и удержания

Этот режим обычно используется для запуска по нарушению усло-

вия установки и удержания, но также может применяться для любых сигналов данных или тактовой частоты. Запуск по времени установки и удержания играет важную роль, поскольку в цифровых схемах требуется, чтобы логический сигнал на линии данных (0 или 1) установился за определенное время до появления перепада тактовой частоты. Это позволяет передатчику установить нужные данные, прежде чем перепад тактовой частоты скажет приёмнику, что пора их читать. Затем состояние данных должно удерживаться в течение некоторого времени

после перепада тактовой частоты, чтобы приёмник успел прочесть это состояние (см. рис. 5).

При нарушении времени установки или удержания возникает риск, что система прочтёт неверную информацию, и в ней возникнут ошибки. Из рисунка 6 видно, что на линии данных присутствует перепад, опасно близкий к перепаду тактовой частоты (17 нс).

Как разработчик, вы, вероятно, захотите подробнее рассмотреть, что происходит в системе в этот момент, и понять, чем вызвана проблема. Возможно, это ошибка контроллера, или

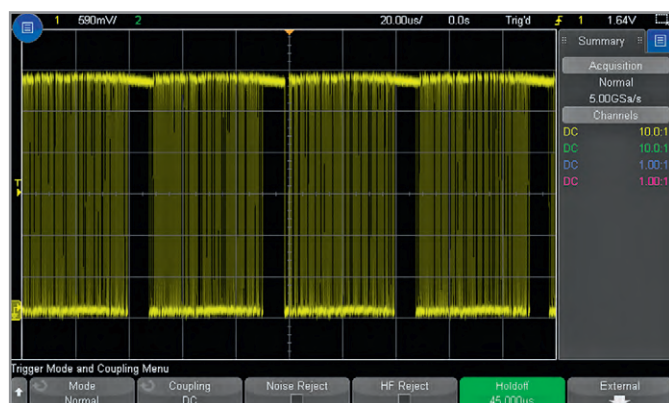


Рис. 8. Стабильный запуск по цифровому пакету с помощью удержания запуска (также возможен запуск по N-ному перепаду пакета)

отражение в линии, или что-то ещё. В этом случае достаточно настроить запуск по времени установки и удержания и увидеть проблему на экране осциллографа (см. рис. 7). После чего можно исследовать сигналы до и после этого события, чтобы увидеть, чем обусловлено появление ошибки.

В данном случае видно, что нарушение происходит несколько раз на положительном и отрицательном перепаде и, скорее всего, это – ошибка контроллера.

Запуск по N-ному перепаду пакета

Запуск по N-ному перепаду пакета может оказаться очень полезной функцией, если вы исследуете пакеты данных. В этом режиме осциллограф не активирует систему запуска в течение

некоторого интервала времени, а затем, по истечении заданного интервала, осциллограф начинает ожидать появления перепада. В качестве примера на рисунке 8 показан поток последовательных данных.

Допустим, мы хотим увидеть некоторый конкретный бит сигнала и знаем, что период следования пакетов равен примерно 10 мкс. В этом случае мы можем настроить запуск так, чтобы происходила задержка на 5 мкс, а потом выполнялся запуск по третьему положительному перепаду (см. рис. 9).

Как видите, осциллограф запустился по третьему перепаду этого цифрового пакета, позволив подробнее увидеть поведение сигнала без лишних затрат времени на сложные настройки.

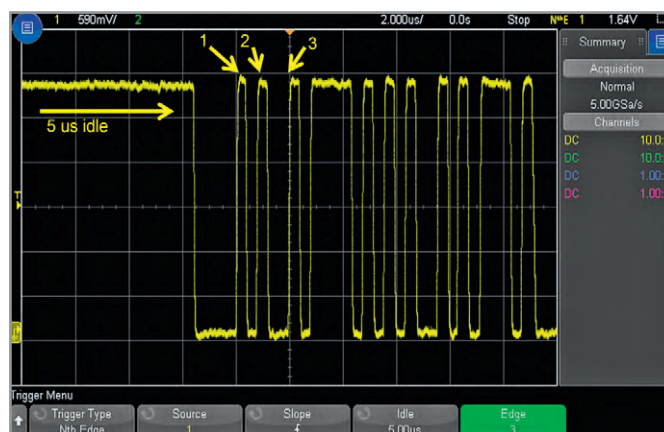


Рис. 9. Запуск по третьему положительному перепаду цифрового пакета

Другие режимы запуска

Один из наиболее интересных видов запуска – это запуск по выделенной области, который предлагает непревзойдённую гибкость. Если вы не хотите тратить много времени на подбор самого удобного и оптимального режима запуска и его настройку, то воспользуйтесь инновационной технологией запуска по выделенным зонам. Просто нарисуйте на экране осциллографа прямоугольник, и осциллограф запустится в момент пересечения сигналом заданных границ.

Если не пренебрегать расширенными режимами запуска, то их применение войдёт в привычку. Изучение и понимание режимов запуска осциллографа станет для вас естественным и, в конечном итоге, сэкономит массу времени. ☺

Новости мира News of the World Новости мира

Keysight Technologies и Virginia Diodes создадут систему для анализа цепей и спектра в диапазоне до 1,5 ТГц

Компания Keysight Technologies объявила о проведении совместных работ с компанией Virginia Diodes, Inc. (VDI) по созданию измерительного решения с диапазоном частот до 1,5 ТГц для Технического университета Чалмерса (ведущий исследовательский центр в шведском городе Гётеборге).

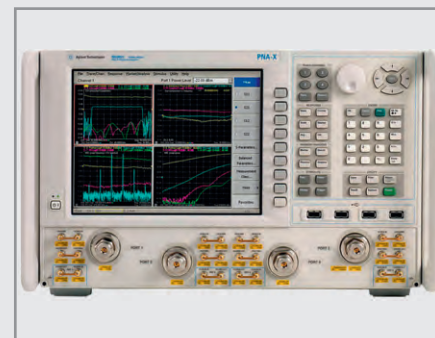
Это первое в отрасли решение, уже применяемое в национальной лаборатории Чалмерса для измерения параметров в терагерцовом диапазоне, позволяет выполнять анализ электрических цепей и спектра для исследования новых материалов, устройств и схем в СВЧ-, КВЧ- и ГВЧ-диапазонах.

Учёные университета Чалмерса занимаются исследованиями в диапазоне

между радиоволнами и инфракрасным светом.

Контрольно-измерительное оборудование компании Keysight Technologies предлагает новые возможности, обеспечивающие измерения в терагерцовом диапазоне в открытом пространстве, на полупроводниковых пластинах и в волноводах.

Система построена на базе СВЧ-анализатора цепей Keysight серии PNA-X, который охватывает диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц, а с внешними модулями от компании VDI достигает частоты 1,5 ТГц. Для глубокого понимания характеристик и поведения устройства нужно выполнять измерения электрических цепей и спектра, и анализаторы цепей



PNA были первыми приборами, предложившими встроенные функции спектрального анализа, которые работают вплоть до терагерцового диапазона. Совмещение двух функций в одном приборе позволяет выполнять несколько измерений через одну группу соединений, экономит время и даёт более глубокое понимание исследуемых аспектов.

www.keysight.com

Новости мира News of the World Новости мира

Росэлектроника увеличит выпуск газосигнализаторов

Холдинг «Росэлектроника» планирует увеличить в 2017 г. выпуск датчиков и систем контроля загазованности различного применения на 50% – до 45 000 единиц против 30 000 единиц, произведённых в прошлом году. Рост производства планируется обеспечить за счёт ценовой политики, разработки модификаций для промышленного применения, в том числе во взрывоопасных средах, а также поставок в страны Таможенного союза.

Производственная программа саратовского НПП «Алмаз» (разработчик и производитель датчиков загазованности) предполагает поэтапное увеличение выпуска до 100 000 единиц продукции в 2021 г., что соответствует 35% российского рынка. По итогам 2016 г. доля продукции предприятия на рынке составила около 10%.

При этом в последние годы проявилась тенденция к сокращению объёма сбыта из-за возрастающей конкуренции, которая носит преимущественно ценовой характер.

Датчики «Алмаза», превосходящие аналоги по техническим параметрам и надёжности, оказывались примерно на 30% дороже. В связи с этим в 2016 г. предприятие снизило цены и провело ряд мероприятий по снижению себестоимости при сохранении качества продукции. В результате уже в IV квартале был зафиксирован устойчивый рост продаж.

Снижение себестоимости в значительной степени обусловлено договорённостями с поставщиками комплектующих – другими предприятиями холдинга «Росэлектроника».

В текущем году НПП «Алмаз» начнёт производство газосигнализаторов в сегменте промышленного исполнения – аппаратуры, работающей в сложных условиях повышенной влажности, запылённости, нестандартных температурных режимов. В частности, планируется разработка сигнализаторов во взрывозащищённом корпусе для применения на нефте- и газоперерабатывающих объектах.

Кроме того, предприятие планирует начать экспорт датчиков загазованности

различных модификаций в страны Таможенного союза – Белоруссию и Казахстан. В настоящее время ведутся переговоры о сотрудничестве.

Уникальной особенностью газосигнализаторов НПП «Алмаз» являются сенсоры, изготавливаемые на базе СВЧ-технологий катодного производства, а также схематические решения, позволяющие практически исключить деградацию параметров аппаратуры в течение срока эксплуатации.

В 2016 г. НПП «Алмаз» разработало систему контроля загазованности «Автогаз» для транспортных средств, работающих на газообразном топливе. Система предназначена для своевременного обнаружения утечки газа на пассажирском, грузовом и легковом автотранспорте. Она предусматривает размещение датчиков в местах установки газобаллонного оборудования, на всём протяжении газовых магистралей, а также в других местах транспортного средства, где велика вероятность скопления газа.

www.ruselectronics.ru



ООО «Интермера»

123007, Москва, Хорошевское ш., д. 38, корп. 1

Тел./Факс: +7 (495) 941-0434

www.intermera.ru



Разработка, поставка и техподдержка измерительных систем, компонентов и прикладного программного обеспечения. Поставка оборудования под заказ и со склада в Москве.

**Скидка на складские приборы
от 10% до 40%.**



Производители:

Keysight Technologies Inc.

Stanford Research Systems Inc.

Bonn Elektronik GmbH

Saluki Technology Inc.

www.intermera.ru/sklad

Реклама

Рекомендации по применению 5-ваттных радиационно-стойких DC/DC-преобразователей серии ARE100

Часть 2

Виктор Жданкин (Москва)

В первой части статьи были рассмотрены некоторые аспекты применения 5-ваттных модулей преобразователей постоянного напряжения серии ARE100 в режимах перегрузки, короткого замыкания и обеспечения тепловых режимов работы устройств.

Во второй части описываются результаты измерений пульсации выходного напряжения с внешним фильтром. Приведены описания экспериментальных исследований стойкости преобразователей к воздействию радиационных факторов космического пространства. Статья написана по материалам, предоставленным компанией Infineon (подразделение высоконадёжных компонентов для авиационно-космической техники – PMM HiRel) [1].

Измерение пульсации выходного напряжения с внешним фильтром

Для подтверждения эффективности внешних сглаживающих фильтров, которые подключаются к выходным каналам преобразователей, фильтры были разработаны и изготовлены на двухслойной печатной плате. Затем они были испытаны с модулями ARE10005S и ARE10015D.

Модуль ARE10005S функционировал с полной нагрузкой, измеренные пульсации выходного напряжения показаны на рисунке 12 ($V_{in} = 100$ В при 100-процентной нагрузке (+25°C). Как видно, оценённая пульсация (от пика

до пика) составила 3,26 мВ, подтверждая правильную конструкцию фильтра.

Подобным образом на рисунке 13 показаны пульсации выходного напряжения ARE10015D после внешнего фильтра, представленного на рисунке 11 ($V_{in} = 100$ В при 100-процентной нагрузке (+25°C) пульсация составила 4,6 мВ) [2]. Измеренные на выходных каналах ARE10015D пульсации имели значение ниже 5 мВ (от пика до пика) при полной нагрузке на каждом из каналов.

Были проведены испытания устойчивости ARE100XXS-D при использовании внешней обратной связи, а также внешних фильтров. Зарегистриро-

ванные динамические характеристики при использовании внешних фильтров подтвердили, что преобразователь сохраняет устойчивость во всех режимах работы. На рисунке 14 представлена переходная характеристика при скачкообразном изменении нагрузки на выходе ARE10005S. Здесь напряжение переходного процесса – ниже 5 мВ (1% от выходного напряжения) и время восстановления – чётко в пределах 200 мкс.

Законченное испытательное приспособление для испытаний ARE100XXS-D с установленным внешним фильтром представлено на рисунке 15.

Рекомендации по подключению ARE100XXS-D

Для наилучших результатов рекомендуется подключать входную мощность и нагрузку к преобразователю ARE100XXS-D насколько возможно короткими проводами. Рекомендуется использовать скрученные (витые) медные провода правильного сечения с тефлоновым покрытием, чтобы соответствовать требованиям к пропускной способности по току и изоляции. Провода положительного напря-

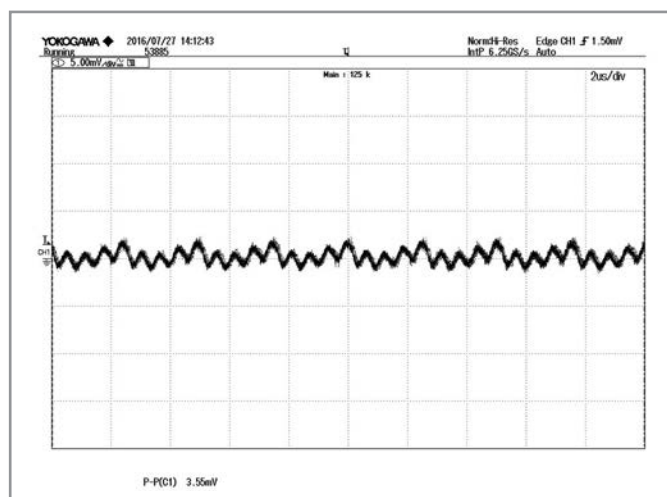


Рис. 12. Пульсации выходного напряжения ARE10005S после внешнего фильтра

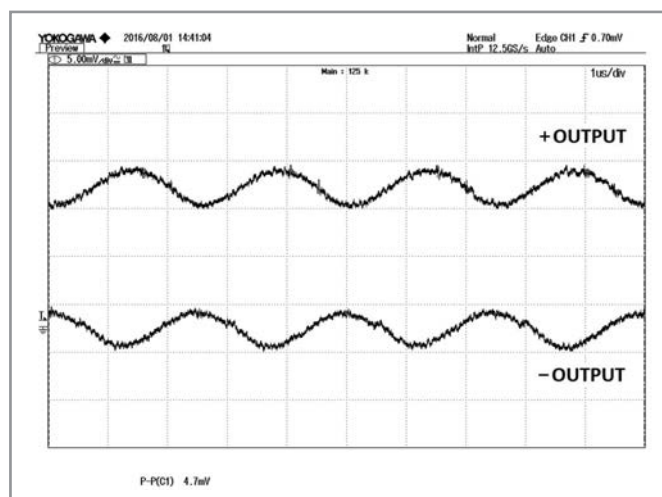


Рис. 13. Пульсации выходного напряжения ARE10015D после внешнего фильтра

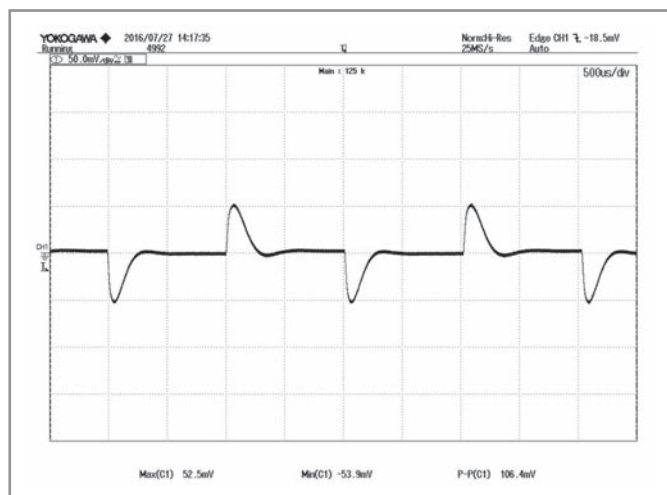


Рис. 14. Динамические характеристики преобразователя ARE10005S при изменении нагрузки от половины до полной

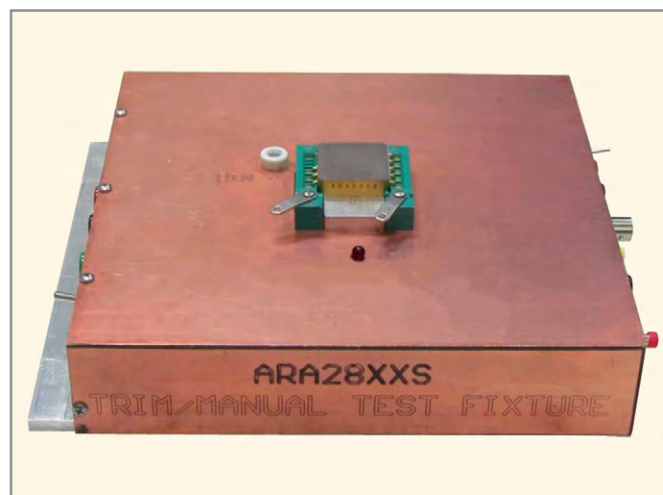


Рис. 15. Приспособление ARA/ARE для испытаний преобразователей ARE100XXS-D с внешним фильтром

жения и провод возвратного тока должны быть скручены, подобным образом могут быть скручены выходные проводники. В том случае, когда применяются экранированные проводники, экраны должны быть подсоединены к проводу возвратного тока на входе для входных проводников. Подобным образом экран может быть подсоединён к выходу возвратного тока для коммутации нагрузки. Корпус преобразователя ARE100XXS-D может быть заземлённым.

Радиационная стойкость

Эксплуатация модулей преобразователей напряжения на борту космических аппаратов характеризуется воздействием ионизирующих излучений космического пространства на импульсные преобразователи напряжения, которые влияют на их параметры, вплоть до вывода их из работоспособного состояния.

Для обеспечения высокой радиационной стойкости DC/DC-преобразователей серии ARE100 использованы особые методы проектирования:

- применение силового транзистора MOSFET, стойкого к эффекту пробоя подзатворного диэлектрика в структуре транзистора и вторичному пробое транзистора при переходе в состояние высокого потребления тока и перегрева;
- применение микросхем малой степени интеграции;
- использование усилителей на биполярных транзисторах, которые менее чувствительны к ионизирующему излучению;
- применение схем, которые допускают значительные изменения

напряжений смещения и токов смещения;

- ограничение допустимых значений напряжений активных компонентов;
- проектирование устройств с учётом значительного уменьшения коэффициента усиления транзистора под воздействием радиации и др.

Для подтверждения стойкости к дозовым воздействиям и одиночным эффектам модули серии ARE100 подверглись испытаниям согласно требованиям технических условий MIL-PRF-38534. Отчёты по результатам испытаний доступны по запросу. Таким образом, гарантируется доступ к информации о стойкости к воздействию радиации. Это может способствовать сокращению в значительной степени затрат разработчиков космической аппаратуры на проектирование и отборочные испытания и, в конечном счёте, обеспечить сокращение времени выполнения работ по теме.

Испытания на стойкость к воздействию тяжёлых заряженных частиц

Цель испытаний на воздействие тяжёлыми заряженными частицами — подтвердить, что DC/DC-преобразователи серии ARE100 не подвержены одиночным сбоям и катастрофическим отказам при воздействии заряженных частиц с линейны-

ми потерями энергии (ЛПЭ) ионов до 60 МэВ·см²/мг (см. таблицу).

Испытания проводились на сверхохлаждённом циклотроне университета Texas A&M (TAMU), способном ускорять пучки тяжёлых ионов до максимальных энергий 15 МэВ/нуклон (полная энергия ионов – до 2 ГэВ). Уровни энергий, линейные потери энергии (ЛПЭ) ионов и глубина проникновения всех используемых ионов представлены в таблице. Применение специфического иона празеодима (Pr) обусловлено тем, что данный ион легче вывести на данной установке, он имеет большие пробеги в кремнии.

Облучение ионами проводилось при атмосферном давлении и комнатной температуре. Проверяемое устройство с удалённой крышкой было установлено на тестовой плите перпендикулярно линии пучка. Во время облучения на проверяемый преобразователь ARE10015D было подано напряжение, тестирование осуществлялось в режиме холостого хода и при полной нагрузке при номинальном напряжении на входе 100 В. Пучок излучения (диаметр 38 мм) воздействовал на всю площадь преобразователя (см. рис. 16). Окружность на рисунке 16 ограничивает область воздействия ионов и гамма-излучения. Воздействию радиации подвергались все критичные полупроводниковые компоненты. Постоянно контролировалось входное напряже-

Типы ионов, применяемые при тестировании модуля ARE10015D на стойкость к воздействию одиночных частиц

Ион	Энергия пучка, МэВ	Эффективное значение ЛПЭ, МэВ·см ² /мг	Глубина проникновения в кремний, мкм
Празеодим (Pr)	1470	60	105,5
Золото (Au)	2006	87,1	106,1

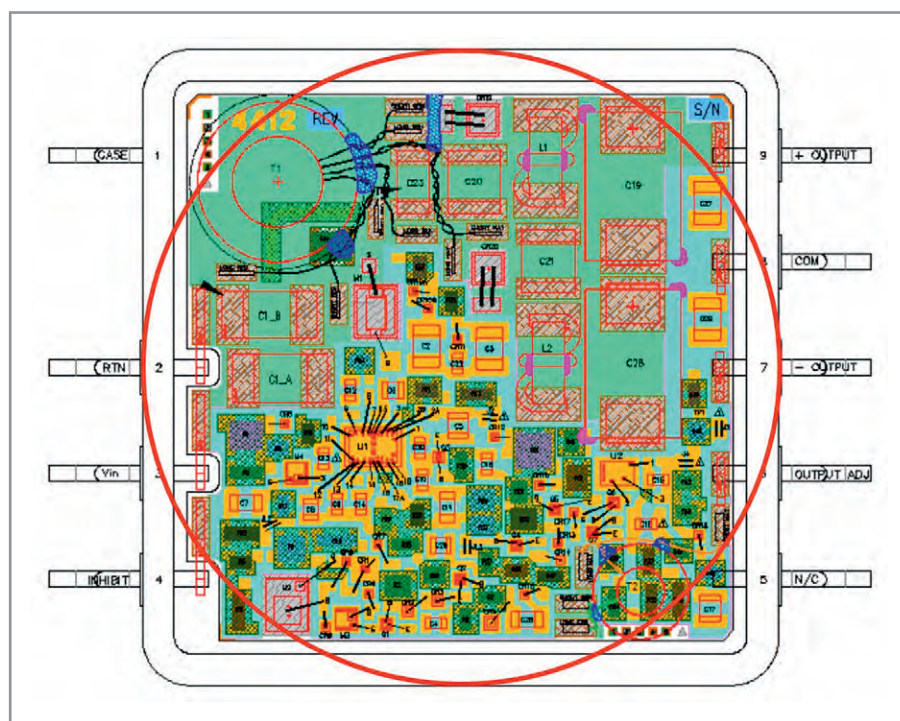


Рис. 16. Структура модуля DC/DC-преобразователя ARE10015D с удалённой крышкой

ние, входной ток и выходное напряжение.

Испытываемое устройство считается приемлемым, если во время облучения не наблюдалось отклонений параметров. Отклонением от нормы по одиночным переходным эффектам считается изменение выходного напряжения на 10% выше номинального значения. Для подсчёта числа изменений напряжения во время испытаний к осциллографу был подключён цифровой счётчик.

Два модуля ARE10015D выдержали все испытания по одиночным переходным эффектам до значений линейных потерь энергии иона $60 \text{ МэВ}\cdot\text{см}^2/\text{мг}$. В ходе испытаний до значений ЛПЭ до $60 \text{ МэВ}\cdot\text{см}^2/\text{мг}$ не было зарегистрировано отклонений выходного напряжения, которое превышало бы номинальное значение на 10%. Когда устройство было подвергнуто воздействию ионами золота до уровня ЛПЭ $87,1 \text{ МэВ}\cdot\text{см}^2/\text{мг}$, выходное напряжение пропало и устройство не восстановилось.

Процедура испытаний и результаты подробно представлены в отчёте [3].

Исследования дозового поведения преобразователей серии ARE100

Были исследованы дозовые эффекты в преобразователях ARE10005S и ARE10015D. В установке использовался источник гамма-лучей с мощностью дозы 14,7 рад/с (Si). Проверяемые модули помещались в камеру с изотоп-

ными источниками ^{60}Co с активностью
изотопа в радиоактивном источнике
19 200 кюри.

Всё четыре устройства подвергались испытаниям до уровня накопленной дозы 100 крад (Si). Промежуточные проверки электрических параметров проводились при значениях накопленной дозы 0,25; 50; 75 и 100 крад (Si). Измерялись и фиксировались следующие параметры: уровень входного напряжения, при котором включается преобразователь; уровень входного напряжения, при котором преобразователь блокировался при понижении напряжения; частота преобразования; граничный ток и ток короткого замыкания при номинальном входном напряжении. Входное напряжение, входной ток, выходное напряжение и выходной ток измерялись на холостом ходу, половинной и полной нагрузках. Значения КПД рассчитывались при половинной и полной нагрузках для различных входных напряжений (65, 100 и 110 В).

Было отмечено незначительное повышение выходного напряжения, частоты переключения и точек включения и блокировки защиты от пониженного напряжения. Изменения КПД при половинной и полной нагрузке были менее 1%. Изменения тока срабатывания защиты от короткого замыкания и восстановления имеют тенденцию к незначительному понижению. Изменения электрических параметров были

несущественными после воздействия
полной суммарной дозы.

Более подробно с результатами этих испытаний можно ознакомиться в отчётах [4, 5].

Таким образом, можно гарантировать, что преобразователи напряжения серии ARE100 способны обеспечить надёжную и устойчивую работу бортовой космической аппаратуры в условиях воздействия ионизирующих излучений космического пространства при изменениях нагрузки и режимов работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радиационно-стойкие преобразователи серий ARE100XXS-D успешно прошли испытания на воздействие ионизирующих излучений, чем подтвердили своё предназначение – применение в аппаратуре спутников и различных важных космических проектов, где размеры и вес являются реальными ограничивающими факторами, но надёжность и длительный срок активного существования не могут подвергаться риску.

Для снижения массогабаритных характеристик большая часть пассивных и активных компонентов смонтированы на керамической плате при помощи электропроводящей клеевой композиции. Применение композитного материала AlSi в качестве теплоотводящей подложки для полупроводниковых приборов также позволяет снизить вес до 15 г (не менее).

Приведённые рекомендации пригодятся разработчикам аппаратуры космических проектов, а также для решения других ответственных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Patbak Abbijit D., Lopez Juan R.* Application Note AN-1204. International Rectifier HiRel. An Infineon Technologies Company. 2520 Junction Avenue. San Jose. CA 95134. U.S.A.
2. *Жданкин Виктор.* Рекомендации по применению 5-ваттных радиационно-стойких DC/DC-преобразователей серии ARE100. Часть 1. Современная электроника. 2017. №1.
3. ARE10015D SEE. Test Report RAD-174412SEE. IR HiRel. An Infineon Technologies Company. PMM HiRel.
4. Radiation Test Report ARE10005S DC/DC Converter RAD-174411TID. IR HiRel. An Infineon Technologies Company. PMM HiRel.
5. Radiation Test Report ARE10015D DC/DC Converter RAD-174412TID. IR HiRel. An Infineon Technologies Company. PMM HiRel.

POWER ELECTRONICS



UFI
Approved
Event

14-я Международная выставка
компонентов и систем
силовой электроники

24-26 октября 2017
Москва, Крокус Экспо

Реклама

Организаторы:



primexpo



ITE

+7 (812) 380 6003 / 07 / 00
power@primexpo.ru

Забронируйте стенд:
powerelectronics.ru

12+



Новости мира News of the World Новости мира

Технологические тренды 2017 г.

В последнее время многие предприятия интересуются возможностями Интернета вещей (IoT) и Искусственного интеллекта (ИИ). Внедрение данных решений трансформирует способы взаимодействия компаний, поставщиков и потребителей, что стимулирует технологическое развитие отраслей, сообщается в новом докладе IHS Markit.

Аналитики этой исследовательской компании опросили ведущих экспертов из различных сегментов экономики, в том числе маркетинга, автомобилестроения, мобильной связи, производства портативной, бытовой и цифровой техники и т.д. Проанализировав их ответы, эксперты IHS Markit подготовили семь главных глобальных технологических тенденций 2017 г. Тенденции представлены в произвольном порядке и их важность не зависит от занимаемой позиции.

Тренд 1 – умное производство ускоряется благодаря большому количеству реаль-

ных IoT-продуктов. Компании используют технологии промышленного Интернета вещей для преобразования цепочек производства, управления поставками и обратной связи с конечными пользователями.

Тренд 2 – технологии ИИ становятся более зрелыми. На рынке уже появились цифровые персональные помощники с ИИ от нескольких компаний (Alexa Amazon, Siri от Apple). Они имеют доступ к миллиардам пользователей благодаря смартфонам и другим устройствам. Однако куда большие изменения нас ждут после проникновения ИИ в самоуправляемые автомобили или робототехнику.

Тренд 3 – в 2017 г. значительно вырастет сегмент виртуальной реальности. Спустя несколько лет шумихи вокруг технологий виртуальных (VR), дополненных (AR) и цифровых реальностей, похоже, обычная реальность сдаёт свои позиции. Возможно, для выстраивания более эффективных стратегий Facebook, Google и Microsoft консолидируют часть своих тех-



нологий и опыт. Это позволит технологиям AR и VR в 2017 г. быть более востребованными. В потребительском сегменте VR-совместимые игровые консоли с поддержкой разрешения 4K сулят создание более качественного VR-контента, даже если этот контент в течение ближайших лет будет интересен лишь нишевой аудитории.

Тренд 4 – приближается эра «мета-облачных» технологий. Поставщики услуг



Светопроводник к Вашему успеху



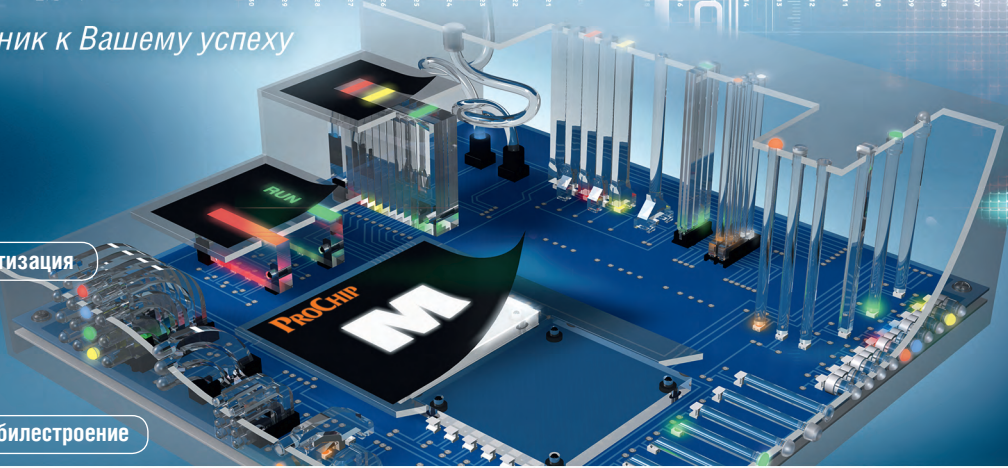
Автоматизация



Автомобилестроение



Медицина



Световоды для SMD- и THT-светодиодов

Особенности:

- Световоды со степенью защиты IP68
- Диапазон температур: -40...+85°C
- Возможно изготовление заказных изделий

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MENTOR



POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

связи планируют предоставить компаниям новые инновационные возможности. Они смогут использовать одно подключение к сети предприятия и брать на себя роль шлюза для нескольких поставщиков облачных услуг. IHS Markit именует такой тип подключения как «мета-облако».

Тренд 5 – произойдёт революция в факторе устройств. Сегмент разработки потребительских дронов – самый яркий пример того, как за несколько прошедших лет из области инноваций этот тип устройств пришёл на массовый рынок. 3D-принтеры и 3D-ручки идут тем же путём, что и беспилотники. Следует ожидать удешевления стоимости компонентов и самой процедуры 3D-печати.

Тренд 6 – солнечная энергетика по-прежнему будет крупнейшим возобновляемым источником энергии. В 2017 г. фотоэлектрические технологии сохранят и подтвердят своё лидерство в сегменте генерации возобновляемой энергии. Более 25% всех мощностей фото-

электрических элементов в мире в 2017 г. будет представлено в виде солнечных батарей. За счёт массового выпуска и предпочтений со стороны некоторых государств такие элементы станут более доступными.

Тренд 7 – LPWA-технологии позволяют Интернету вещей добраться до «недоступных» ранее устройств. В 2017 г. мы увидим первую глобальную волну развёртывания сетей малой мощности и дальнего радиуса действия (LPWA) в качестве альтернативы технологиям беспроводной связи малого радиуса действия, таких, как Wi-Fi и Bluetooth. LPWA-технологии позволяют исключить проблемы с доставкой сигнала к устройствам, которые находятся в труднодоступных местах (опоры мостов, сваи, подвальные помещения и т.д.). Низкая стоимость технологий и дальность сигнала LPWA (по сравнению с 2G/3G/4G) простимулируют развитие умных измерений, умных домов, умного сельского хозяйства и т.д.

www.iot.ru

Foxconn и Sharp построят в США завод за \$9 млрд

Компания Foxconn, известная как контрактный производитель iPhone, и дочерняя Sharp планируют построить в Соединённых Штатах завод по изготовлению жидкокристаллических дисплеев. Этот проект может обойтись в \$9 млрд.

О возможном запуске предприятия Foxconn и Sharp в США один из руководителей последней рассказал изданию Nikkei: «Этот план обсуждается. Мы будем принимать взвешенное решение».

Более детальная информация о предлагаемой американской фабрике по выпуску LCD-экранов неизвестна – ни сроки, ни размер инвестиций. Источники Nikkei, знакомые с планами Foxconn и Sharp, говорят, что расходы на строительство завода в США могут соответствовать вложениям компаний в новое предприятие в Гуанчжоу (Китай) – около 1 трлн иен (\$8,7 млрд). Этот объект планируется построить при поддержке китайских властей к осени 2018 г.

www.3dnews.ru



ICAPE GROUP

Компания ООО «Айкейп Рус»

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ



- **25** заводов по производству печатных плат всех степеней сложности
- **IQTS** Сервис быстрого изготовления печатных плат (от 1 дня)
- Двойной контроль качества и конкурентоспособные цены



ЗАКАЗНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ ИЗ КИТАЯ

- **50** заводов по производству заказных технических деталей
- Быстрая доставка до двери и техническая поддержка

LED & LCD дисплеи



Моточные изделия



Кабели



Разъемы



Корпуса



и многое другое...

www.icape-group.com/ru
Tel: +7 495 668 11 33 order@icaperussia.com

Реклама

Преобразователь интерфейсов USB–SPI на новом x51-микроконтроллере EFM8UB1

Часть 2

Алексей Кузьминов (Москва)

В первой части статьи (см. №1, 2017) были рассмотрены принципиальные схемы устройств преобразователей интерфейсов USB–SPI на базе новейших высокоскоростных миниатюрных x51-совместимых микроконтроллеров EFM8UB1 компании Silicon Laboratories. Применение этих микроконтроллеров в подобных преобразователях кардинально снижает стоимость, уменьшает габариты и существенно повышает скорость обмена. Во второй части приводятся варианты разводки печатных плат и фотографии реальных устройств.

ВАРИАНТЫ РАЗВОДКИ ПЛАТ УСТРОЙСТВ

Разводка плат всех четырёх рассматриваемых в этой статье устройств сделана автором с помощью программы Sprint LayOut 6.0. Об изготовлении фотошаблонов и самих плат рассказано в статье [1].

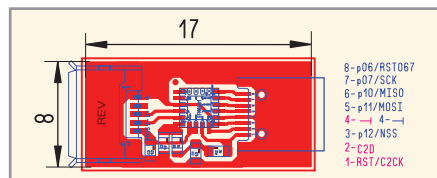


Рис. 13. Вариант разводки платы неизолированного преобразователя USB–SPI (схема представлена на рисунке 1)

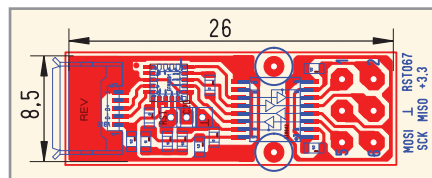


Рис. 14. Вариант разводки платы изолированного преобразователя USB–SPI (трёхпроводный, схема представлена на рисунке 4)

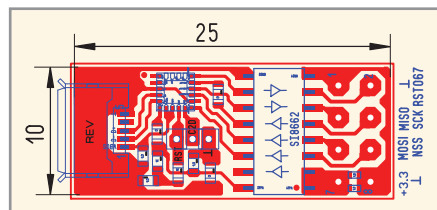


Рис. 15. Вариант разводки платы изолированного преобразователя USB–SPI (четырёхпроводный, схема представлена на рисунке 6)

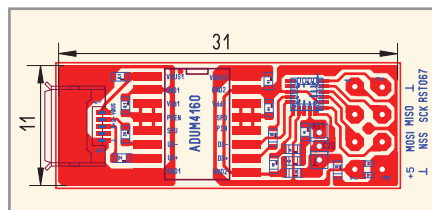


Рис. 16. Вариант разводки платы изолированного преобразователя USB–SPI (четырёхпроводный, схема представлена на рисунке 7)

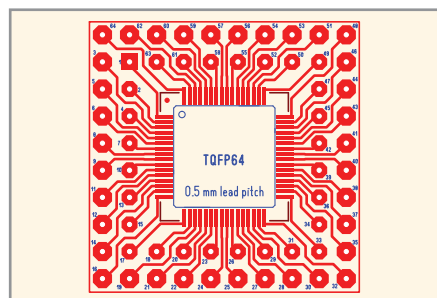


Рис. 17. Вариант односторонней разводки платы-переходника для микроконтроллера C8051F061/67

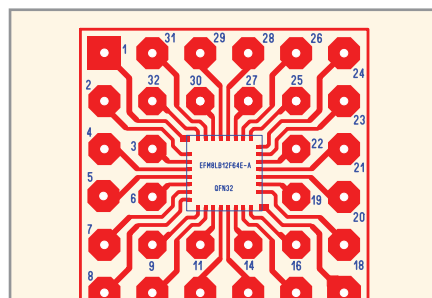


Рис. 18. Разводка платы-переходника QFN32 для EFM8LB12

положены на одной стороне, предназначены для поверхностного монтажа и поэтому на плате нет ни одного переходного отверстия. Два отверстия диаметром 0,8 мм, расположенные справа на разводке, предназначены для двух направляющих (пластмассовые выступы) на разъёме mini USB-8S. Эти отверстия можно и не сверлить, а пластмассовые выступы просто удалить. В этом случае плата вообще не нуждается в сверловке, что упрощает её изготовление.

Несколько большими размерами (8,5 × 26 мм) обладает устройство изолированного преобразователя USB–SPI, работающего в трёхпроводном режиме SPI (см. рис. 14). Здесь оба разъёма – для программирования (трёхштырьковый разъём с шагом 1,27 мм) и для интерфейса SPI (три двухрядных гнезда с шагом 2,54 мм) – расположены с обратной стороны платы. Для укрепления этих разъёмов на плате необходимо просверлить соответствующие отверстия.

Вариант разводки изолированного преобразователя USB–SPI, работающего в четырёхпроводном режиме (см. рис. 15), получился несколько шире, чем на рисунке 14, что определяется более габаритным корпусом цифрового изолятора SI8662 (к сожалению, в корпусе SOP16 он не выпускается).

Несколько большим размером (11 × 31 мм) отличается устройство с изолированным интерфейсом USB (см. рис. 16) по причине более габаритного корпуса цифрового изолятора ADUM3160/4160.

Обе платы-переходника на рисунке 17 (для МК C8051F061) и рисунке 18 (для EFM8LB12) имеют одностороннюю разводку и могут быть изготовлены своими силами.

Если в разводке на рисунке 17 каждый вывод микроконтроллера соединён с соответствующим контактом платы-переходника, то на разводке на рисунке 18 первый и семнадцатый выводы МК EFM8LB12 не подключены и оставлены свободными.

Дело в том, что у этого МК нет ни одного штатного вывода заземления по краям (GND). Единственный «общий» вывод расположен на дне корпуса МК в виде квадратной металлизированной пластины. К этому выводу никак не подобраться со стороны расположения остальных выводов, т.к. они расположены достаточно плотно. Однако у МК есть технологические контакты, расположенные по углам корпуса на его торцах (по два контакта в каждом углу). Эти контакты расположены несколько выше штатных и не имеют контактных площадок на дне микросхемы. Такие технологические контакты присутствуют у многих микросхем. У некоторых из них такие технологические контакты соединены с «землёй» или с напряжением питания. Некоторые производители соединяют такие контакты с внутренними устройствами микросхем для целей тестирования. В некоторых случаях такие контакты вообще ни с чем не соединены. Автором было выяснено, что все эти восемь технологических контактов соединены с «землёй» МК. В связи с этим, «пожертвовав» двумя портами МК (P0.0 – первый вывод и P2.0 – семнадцатый вывод), автор соединил два штыревых контакта (первый и семнадцатый) с технологическими «земляными» контактами. На разводке (см. рис. 18) дорожки, идущие от первого и семнадцатого штыревых контактов, заканчиваются рядом с микроконтроллером двумя прямоугольными контактными площадками несколько большего размера, чем остальные контактные площадки, а первый и семнадцатый выводы оставлены свободными. Здесь необходимо заметить, что на подобные «жертвы» идёт и сам производитель этих ИС. Например, в версии этого МК в корпусе QFP32 производитель «пожертвовал» портом P3.4, а второй вывод сделал «земляным».

ФОТОГРАФИИ УСТРОЙСТВ

Чтобы читатель смог убедиться в реальности описываемых в этой статье устройств, приводим их фотографии с подрисовочными подписями, из содержания которых можно почерпнуть необходимую информацию (см. рис. 19–25). Поэтому, на взгляд автора, в отдельных комментариях фотографии не нужны.

Единственное пояснение касается распайки кварцевого генератора в корпусе для поверхностного монтажа. В связи с его малыми размерами,

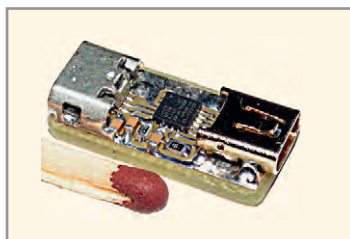


Рис. 19. Неизолированный преобразователь USB-SPI (разводка представлена на рисунке 13)

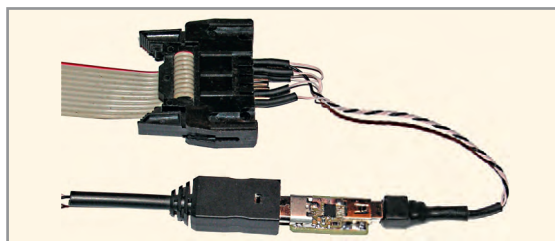


Рис. 21. Подключение неизолированного преобразователя USB-SPI к USB DEBUG адаптеру и питанию для программирования EFM8UB1 (схемы кабелей представлены на рисунке 2)

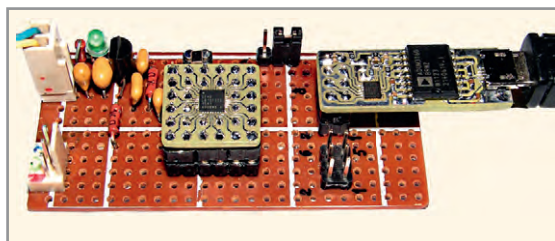


Рис. 23. Подключение изолированного преобразователя USB-SPI к макетной плате с микроконтроллером EFM8LB12 по четырёхпроводному интерфейсу SPI

а также для того, чтобы не изготавливать для него отдельную плату-переходник, автор использовал следующую процедуру. Вначале от линейки из двухрядных цанговых штырей с шагом 2,54 мм отрезается квадрат, состоящий из четырёх контактов. Контакты, расположенные на более широком основании, отрезаются, заусенцы на торцах зачищаются надфилем и облуживаются. Затем к этим торцам припаивается сам кварцевый генератор. Чтобы не перепутать номера выводов генератора, первый вывод можно, например, отметить каким-либо цветом, как это сделано автором (см. рис. 24).

Чтобы не повторять фотографии подключения всех четырёх устройств к двум макетным платам, автором приведены фотографии подключения двух устройств с изолированным интерфейсом SPI к макетной плате с МК C8051F061 и фотографии подключения неизолированного преобразователя и изолированного (с изолирован-

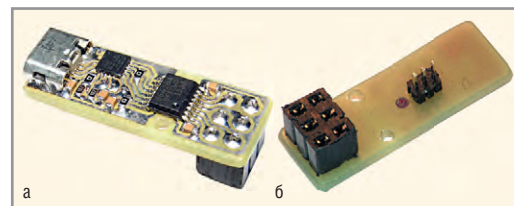


Рис. 20. Фотографии изолированного трёхпроводного преобразователя USB-SPI (разводка представлена на рисунке 14): а – вид со стороны разводки; б – вид с обратной стороны



Рис. 22. Плата-переходник для микроконтроллера EFM8LB12 (разводка представлена на рисунке 18)

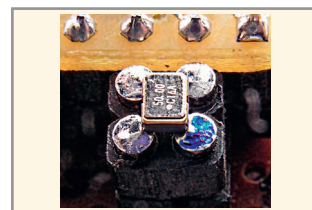


Рис. 24. Укрупнённая фотография подключения внешнего кварцевого генератора 50 МГц к микроконтроллеру EFM8LB12

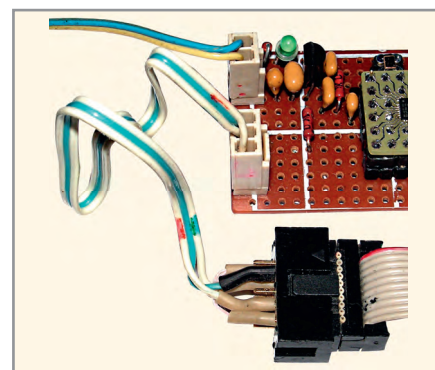


Рис. 25. Программирование микроконтроллера EFM8LB12 по интерфейсу C2 с помощью USB DEBUG адаптера (кабель сделан по схеме, представленной на рисунке 12)

ным интерфейсом USB) – к макетной плате с МК EFM8LB12.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузьминов А. Преобразователь интерфейсов USB-SPI с гальванической развязкой. Современная электроника. 2012. № 1, 2.



Практика применения в устройствах на микроконтроллерах дисплейных модулей от 4D Systems

Часть 3

Павел Редькин (г. Ульяновск)

В третьей части статьи тема расширения возможностей интерфейса устройства на базе микроконтроллера (МК) и интеллектуального дисплейного модуля μ OLED-128-G2 получает дальнейшее развитие. Приведённая информация позволяет реализовать под управлением встроенной программы МК вывод на дисплей модуля записанных на его карту памяти изображений и видео. Подробно освещена работа со специальными инструментальными средствами, позволяющими проводить запись изображений и видео на карту памяти.

ОТОБРАЖЕНИЕ НА ДИСПЛЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Порядок действий, необходимых для отображения на дисплее изображений в режиме ViSi среды Workshop4 IDE, схож с порядком задания шрифтов с той только разницей, что в качестве графических объектов используются не шрифты (Strings), а изображения (Image). Для получения дополнительной информации рекомендуется обратиться к [1]. Разрешение планируемого для вывода изображения не должно превышать разрешения дисплея (в нашем случае – 128×128 точек). Таким образом, для вывода на дисплей мы можем использовать, например, «иконки» с разрешением 128×128 в форматах *.png, *.ico и т.п.

Для записи изображений на карту памяти воспользуемся уже созданным

и сохранённым в среде Workshop4 IDE ViSi-проектом Font_Demo. В окне редактора открытого файла исходного текста выбираем в главном меню опцию Widgets, в ней – вкладку System/Media, с неё перетаскиваем мышью на область дисплея модуля иконку Image, как показано на рисунке 17. При этом открывается окно файлов и каталогов, в котором выбираем заранее подготовленный файл с нужным изображением, и выбранная картинка появляется на дисплее. Мышь можно расположить её требуемым образом, заняв весь дисплей или его часть. Далее в исходном коде программы устанавливаем курсор в позицию, куда будут вставлены сгенерированные фрагменты, и кликаем на кнопке Paste Code диспетчера объектов, после чего в области редактора появляется сгенериро-

ванный фрагмент кода. Указанные действия можно повторить несколько раз, выбрав несколько изображений и сгенерировав несколько фрагментов (выделены на рисунке 17 красным овалом).

Затем необходимо подключить к компьютеру μ SD-карту и далее действовать в порядке, аналогичном порядку записи на неё шрифтов. Из опции Home запускаем компиляцию командой Compile. При отсутствии ошибок компиляции (сообщение в окне внизу – No errors) открывается окно выбора носителя для копирования данных, в поле которого Drive задаём нашу карту и кликом на кнопке ОК запускаем запись. Ход записи отображается в окне индикатора прогресса. После завершения записи в заголовочном файле констант Font_DemoConst.inc проекта появятся данные о местоположении записанных графических объектов (см. рис. 18). Область нужных нам данных обведена на рисунке красным овалом. Значение константы iImage1H представляет собой старший байт адреса на карте памяти, где хранится первое из записанных изображений (объект Image1), iImage1L – младший байт и т.д.

Для вывода на дисплей изображения при эмуляции МК действуем в сле-

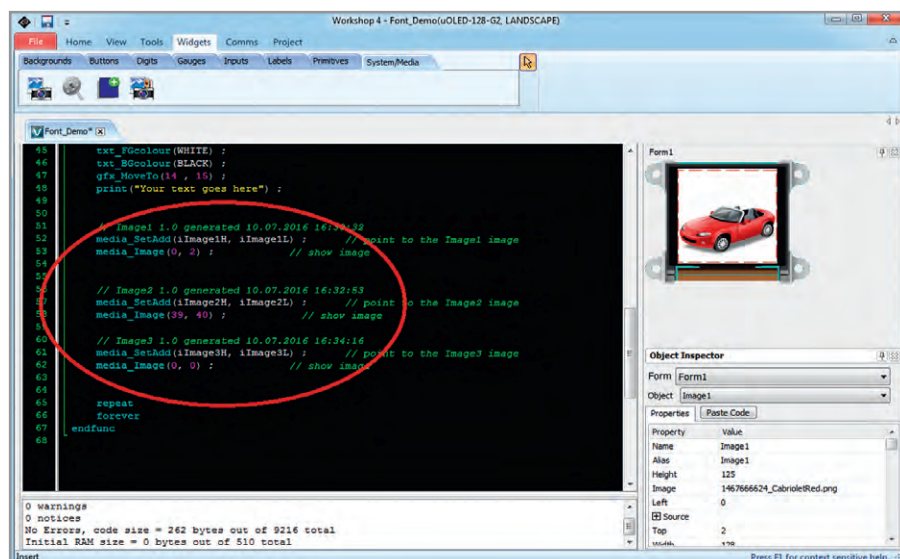


Рис. 17. Задание изображения для отображения на дисплее

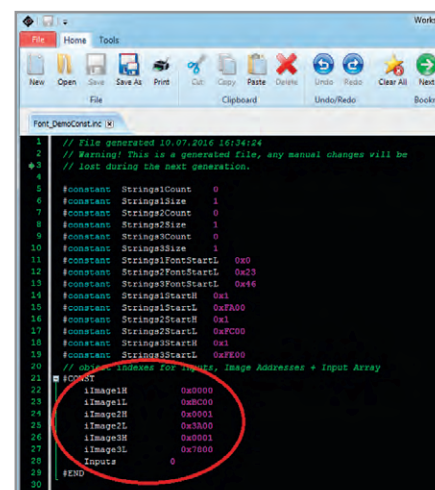


Рис. 18. Заголовочный файл констант ViSi-проекта после создания графических объектов



Рис. 19. Внешний вид дисплея при выводе записанных на карту памяти изображений

дующем порядке. Передаём команды `gfx_Cls`, `SSTimeout(0)`, `media_Init`. Убедившись в корректной инициализации карты, передаём команду задания адреса байта `media_SetAdd`, предварительно задав в качестве её параметров `HiWord` и `LoWord` известные нам значения констант `iImage1H` и `iImage1L` из заголовочного файла. В заключение передаём команду вывода на дисплей изображения `media_Image`, задав в качестве её параметров `X` и `Y` числовые значения параметров функции `media_Image(X, Y)` из исходного текста проекта (см. рис. 17). Указанные параметры определяют место расположения изображения на дисплее.

Примерно такая последовательность команд была сформирована автором в управляющей программе МК

`Uart_4D.c`. Результаты работы программы можно видеть на рисунке 19. Вывод на дисплей нового изображения из трёх записанных на носитель по кольцу производится в программе при каждом нажатии на кнопку `SW2` при условии, что в макете установлена перемычка `X4`.

Воспроизведение видео

Для обеспечения возможности воспроизведения на дисплее видео помимо среды `Workshop4 IDE` понадобится ещё одно инструментальное средство – программа `Graphics Composer`, которую можно загрузить по ссылке [2]. Она предназначена для создания мультимедийных объектов: изображений, анимации, видеоклипов в формате `*.GCI`, поддерживаемом графическими процессорами `4D Systems`.

Порядок подготовки и переноса видео на карту памяти подробно изложен в [3]. Действовать надлежит следующим образом. Предварительно нужно подготовить и сохранить исходный видеоклип с разрешением нашего дисплея, воспользовавшись для этого каким-либо конвертером видео. Автор использовал для предварительной конвертации бесплатную программу `AVIConverter CHN-EN Package`. В документации производителя сказано, что конвертацию разрешения видео можно выполнить и в самой программе `Graphics Composer`, однако, автору этого сделать не удалось. В качестве входных файлов для `Graphics Composer` подходят видеофайлы с форматами `*.avi`, `*.wmv`, `*.vob`, `*.mpg`, `*.gif`.

Затем в главном окне `Graphics Composer`, показанном на рисунке 20,

Honeywell

TDK

SICK

VISHAY

BOURNS
Reliable Electronic Solutions

TE
connectivity

Panasonic

JAMICON

MASTECH

MITSUBISHI ELECTRIC

UNI-T

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

SOLOMON

DC-DC преобразователи

muRata **Ps**

Murata Power Solutions

- Неизолированные POL
- 1/2/3/4-канальные изолированные
- Биполярные 2-канальные

www.platan.ru

ПЛАТАН

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, info@platan.ru;
м. Электrozаводская, ул. Б. Семеновская, 40, стр. 26, БЦ Агат, (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

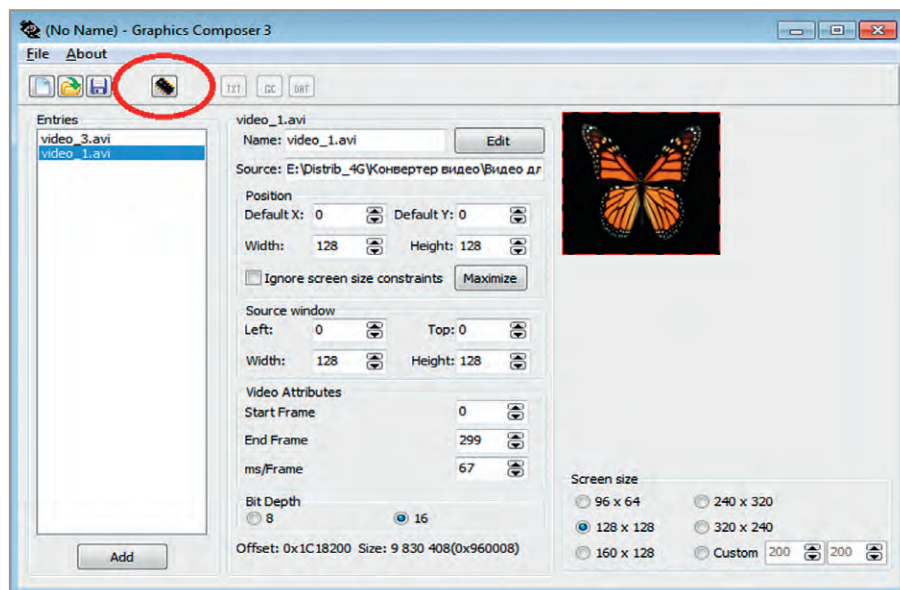


Рис. 20. Задание исходного видеофайла для конвертации в программе Graphics Composer

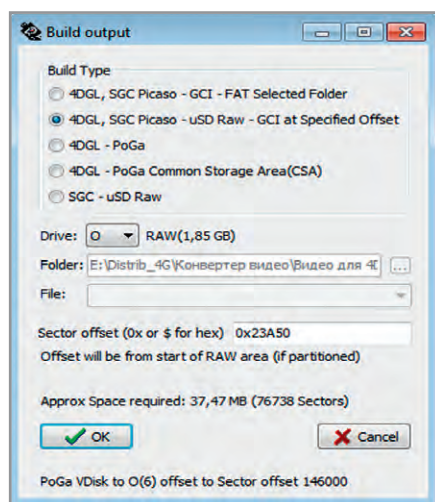


Рис. 21. Окно выбора носителя для записи на него выходного видеофайла

кликом на кнопке Add задаём подготовленный исходный видеофайл, выбрав его из открывшегося окна файлов и каталогов. При этом позиция имени файла появляется в поле Entries, а его первый видеокادر – в правой части окна. Если задать несколько видеофайлов, то все они будут сконвертированы и записаны на карту памяти в одном сеансе. В поле Screen size выбираем разрешение нашего дисплея. Значение параметра Bit Depth должно быть задано равным 16. Затем подключаем к компьютеру uSD-карту памяти и кликом на кнопке Build в инструментальной панели (иконка кнопки имеет вид микросхемы, отмечена на рисунке 20 красным овалом) запускаем преобразование формата исходного видеофайла в формат *.GCI. При этом открывается окно файлов и каталогов для задания места сохранения файлов отчётов для

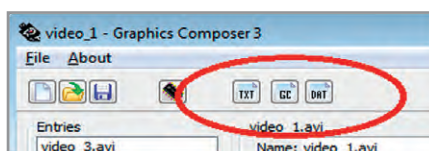


Рис. 22. Значки файлов отчётов с данными о местоположении медийного объекта в памяти носителя

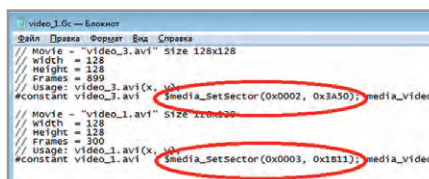


Рис. 23. Содержимое файла отчёта с данными о местоположении медийного объекта в памяти носителя

создаваемого видеофайла, которое можно задать на диске компьютера произвольно. Затем открывается окно выбора носителя для записи на него выходного видеофайла, показанное на рисунке 21. В поле Drive этого окна задаём нашу карту памяти. Для нашего модуля отмечаем в поле Build Type опцию 4DGL, SGC Picaso – uSD Raw – GCI at Specified Offset или опцию SGC – uSD Raw, а в поле Sector offset (0x or \$ for hex) задаём требуемое смещение от начала адресного пространства RAW-носителя (можно оставить значение по умолчанию). Заметим здесь, что графические процессоры PICASO и DIABLO16 поддерживают форматы данных FAT и RAW, а процессор GOLDELOX – только RAW. Для старта конверсии и запуска записи кликаем на кнопке OK. В случае возникновения запроса от Windows необходимо дать разрешение на изменение

файловой системы карты с FAT на RAW. Ход конверсии видеофайла и его записи на носитель отображается в окне индикатора прогресса. После корректного завершения процесса на инструментальной панели меню Graphics Composer становятся активными значки сгенерированных текстовых файлов отчётов с расширениями *.txt, *.gs, *.dat, содержащих константы, характеризующие местоположение медийного объекта в памяти носителя, как показано на рисунке 22. Кликнув на значке с файлом, можно открыть его в любом текстовом редакторе. В нашем случае нужная информация находится в файле с расширением *.gs, содержимое которого представлено на рисунке 23. Файл содержит параметры команды media_SetSector для каждого из записанных на носитель медийных объектов.

Для вывода на дисплей видео при эмуляции МК действуем в следующем порядке. Передаём команды gfx_Cls, SStimeout(0), media_Init. Убедившись в корректной инициализации карты, передаём команду media_SetSector, задав для неё параметры из файла отчёта (на рисунке 23 обведены красными овалами). Необходимо заметить, что в файле отчёта на рисунке 23 параметры в команде media_SetSector указаны в шестнадцатеричном виде, а при эмуляции МК их надо вводить в десятичном.

В заключение передаём команду старта воспроизведения видео на дисплее media_Video с нулевыми параметрами. Заданный видеофайл начинает воспроизводиться на дисплее. Звук при этом не поддерживается. По окончании воспроизведения можно снова очистить дисплей командой gfx_Cls. Следует заметить, что во время воспроизведения графическим процессором видеофайла блокируются все другие процессы.

Подобную последовательность команд автор сформировал в управляющей программе МК Uart_4D.c. Воспроизведение на дисплее нового видеоклипа из трёх записанных на носитель по кольцу запускается в программе при каждом нажатии на кнопку SW2 при условии, что в макете снята перемычка X4.

ЛИТЕРАТУРА

1. 4D SYSTEMS APPLICATION NOTE 4D-AN-00085. Serial Displaying Images from the uSD Card RAW.
2. www.old.4dsystems.com.au/prod.php?id=50.
3. 4D SYSTEMS APPLICATION NOTE 4D-AN-00045. Designer Displaying Images from the uSD Card GC RAW.



РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



СВЯЗЬ

Информационные и коммуникационные
технологии

25–28 апреля 2017

29-я международная
выставка

При поддержке:

- Государственной Думы Федерального Собрания РФ
 - Министерства связи и массовых коммуникаций РФ
 - Министерства промышленности и торговли РФ
 - Федерального агентства связи (Россвязь)
 - Российской ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК)
- Под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ

www.sviaz-expo.ru

Организатор:

 **ЭКСПОЦЕНТР**
МОСКВА

Реклама



12+



Новости мира News of the World Новости мира

Быстрая, дешёвая, энергонезависимая память от ДВФУ

Научный сотрудник Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) Олег Третьяков в составе международной группы исследователей впервые в мире обнаружил «скирмионный эффект Холла». Это открытие – важнейший шаг на пути к созданию новой более быстрой, дешёвой, надёжной, энергонезависимой электронной памяти. Результат работы учёных из России, Японии, США и Германии нашёл отражение в статье, опубликованной в журнале Nature Physics.

Как рассказал главный научный сотрудник Лаборатории плёночных технологий Школы естественных наук ДВФУ Олег Третьяков, скирмионы (топологически нетривиальные конфигурации магнитного спина с вихреподобной структурой) могут стать основой будущих магнитных технологий памяти. Современные жёсткие диски для хранения информации используют магнитные домены, чей минимальный физиче-

ский размер уже достиг 100 нм. Скирмионы являются более стабильными структурами, размер которых может быть уменьшен до нескольких нанометров, что позволит использовать их для создания устройств хранения и обработки данных с более высокой плотностью. Что ещё более важно, такая память будет сохранять информацию даже при выключенном питании.

В ходе проведения экспериментов было установлено, что скирмионы движутся под гораздо большим углом относительно приложенного тока, чем это предсказывалось первоначальной теорией. Как ожидается, магнитные скирмионы будут использоваться в будущих приложениях спинтроники – «памяти на беговой дорожке» Racetrack Memory и устройствах логики.

«Ранее было предсказано, что этот «скирмионный угол Холла» должен зависеть только от статических свойств скирмионов, таких как диаметр, – объясняет профессор Третьяков. – В нашей работе мы нашли, что этот угол сильно зависит от скорости – поведение, которое не может быть

объяснено с помощью стандартно используемых моделей. Поэтому мы разработали новую модель, учитывающую динамические изменения спиновой структуры скирмиона. Мы также показали возможность управления этим углом и необходимость учитывать динамические изменения траекторий скирмиона при проектировании будущих устройств нанoeлектроники».

Как пояснил ведущий научный сотрудник Лаборатории плёночных технологий Школы естественных наук ДВФУ Александр Самардак, на основе скирмионов уже ведётся разработка новых систем хранения и обработки данных. Такие элементы памяти дешевле в производстве, они будут работать быстрее и надёжнее, потреблять минимум энергии. В будущем они могут использоваться при производстве устройств нанoeлектроники: компьютеров, смартфонов, датчиков, способных долгое время работать без подзарядки.

Ранее, работая в этом же направлении, учёные ДВФУ первыми получили трёхслойные поликристаллические плёнки состава

ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ для жёстких условий эксплуатации

Яркость 600 кд/м²
Угол обзора 150°
 (конусный)
Встроенные контроллеры управления
Символы высотой 5 и 9 мм
Вибрации от 10 до 500 Гц
Удары до 20 g
 (по каждой оси)
Ресурс от 40 000 до 100 000 часов
Диапазон рабочих температур -40...+85°C

IEE

ВЛД с точечной матрицей
серии Century —
по-прежнему в строю!

05464-35074-01X5

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ IEE

ProSoft®

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

рутений-кобальт-рутений (Ru/Co/Ru) с толщиной магнитного слоя всего в четыре атомных слоя. Эти новые ультратонкие материалы также имеют большие перспективы применения в наноэлектронике.

www.dvfu.ru

МИЭТ подписал соглашение о сотрудничестве IMEC

В конце декабря 2016 г. в Бельгии (г. Лёвен) прошли переговоры руководителей НИУ МИЭТ, АО «Зеленоградский нанотехнологический центр» (ЗНТЦ), КП г. Москвы «Корпорация развития Зеленограда» и представителя АО «НИИМЭ» с крупнейшим европейским научным центром прикладных разработок в области микро- и наноэлектроники – IMEC. Целью встречи стало создание в Зеленограде научно-образовательного центра полупроводниковой наноэлектроники и открытие на базе университетского учебно-производственного комплекса мини-производства микросхем с топологическими нормами до 28 нм. Партнёром и координато-

ром проекта выступила компания Kember Associates (Англия).

По результатам переговоров было подписано соглашение о сотрудничестве и подготовлен детализированный план-график реализации первых этапов проекта. В соглашении стороны заявили о своих намерениях при осуществлении проекта. Так, компания IMEC готова не только осуществлять трансфер технологий, но и совместно разрабатывать специализированные технологические процессы. Бельгийские партнёры намерены способствовать дальнейшему развитию российского центра, в том числе развивая его кооперацию с европейскими партнёрами.

МИЭТ поддерживает проект ресурсами и персоналом, в том числе привлекая к работе местные компании. Кроме того, МИЭТ предполагает использовать этот проект в качестве важной составной части развития университетского образования и подготовки кадров. Это будет способствовать подготовке высококвалифицированных отечественных специалистов

в области нанотехнологий и полупроводниковой промышленности, даст возможность студентам обучаться на примере мирового передового опыта, что, в конечном итоге, позволит интегрировать российских специалистов в мировые производственные процессы.

ЗНТЦ будет оказывать практическую и коммерческую поддержку проекту, предоставляя, в том числе, площади для реализации проекта, а также свои компетенции и опыт в производстве небольших партий продукции.

«Корпорация развития Зеленограда», имея стратегическую заинтересованность в создании подобного центра, готова поддерживать проект, в том числе финансированием.

Ожидается, что создаваемый центр будет не только изготавливать опытные образцы и предустановочные партии изделий микроэлектроники, но и постепенно перейдёт к большим производственным объёмам.

www.miet.ru

SHARP

LCD-ПАНЕЛИ SHARP ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ



Размер диагонали, дюйм	10,4	12,1	15...23	2,5...8,5
Разрешение	VGA, SVGA	SVGA, WXGA	XGA, SXGA, USGA	Q-VGA, SVGA, WVGA
Яркость, кд/м²	420...450	400...1200	350...1000	280...500
Контрастность : 1	600...800	800...1000	600...1000	300...800
Входной видеосигнал	Digital RGB, LVDS	Digital RGB, LVDS	LVDS	Digital RGB, LVDS
Задняя подсветка	LED	LED	LED	LED
Предельная рабочая температура, °C	мин.	-30	-15	-20
	макс.	+80	+75	+70

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SHARP

ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU



Реклама

Процессы, влияющие на надёжность паяных соединений поверхностного монтажа

Константин Тихомиров, Сергей Алексеев (Санкт-Петербург)

«Электроника – наука о контактах». Эта старая инженерская мудрость не потеряла значения и сегодня, когда количество контактов на одной плате исчисляется тысячами, а порой и десятками тысяч. Причём большую часть из этих тысяч составляют выводы компонентов, припаянные к контактным площадкам платы. Обеспечение надёжности паяных соединений – одна из самых актуальных проблем в общем ряду усилий по достижению высокой и стабильно воспроизводимой надёжности радиоэлектронной аппаратуры. Уже стало очевидным, что издавна практикуемый подход, опирающийся в основном на испытания изготовленных образцов, требует слишком больших временных и материальных затрат, и при этом не всегда обеспечивает гарантированный результат. Мир уже давно использует методики надёжного проектирования, а вот в России движение в этом направлении только начинается.

От тестирования к надёжному проектированию

В наши дни монтаж высококачественных электронных модулей с повышенной и повторяющейся от экземпляра к экземпляру надёжностью может обеспечить только автоматизированная сборка. С ростом миниатюризации на доминирующие позиции вышел поверхностный способ установки компонентов – по сравнению с монтажом в сквозные отверстия. Поэтому в данной статье вопросы надёжности паяных соединений (ПС) будут рассматриваться применительно к автоматизированной технологии поверхностного

монтажа (АТПМ). Отличительной особенностью АТПМ является снижение влияния человеческого фактора при конкурентной себестоимости. Но нельзя забывать, что, хотя надёжность ПС поверхностного монтажа обеспечивается технологией изготовления, но закладывается она на стадии проектирования [1–3]. И если методы обеспечения высокого уровня надёжности РЭА на этапах производства и эксплуатации общеизвестны и заключаются в строжайшем соблюдении технологических требований, проведении технологических прогонов и тренировок комплектующих изделий, наличии отлаженного системного контроля за выполнением всех инструкций персоналом, отвечающим непосредственно за линию сборки, и мониторинге работоспособности состояния системы (производства), то обеспечение высокого уровня надёжности на этапе разработки радиоэлектронной аппаратуры зачастую остаётся без должного внимания [4–6].

За рубежом надёжное проектирование занимает особое место. Проблемами надёжности занимаются такие организации, как Центр перспективного проектирования жизненного цикла изделий при Мэрилендском университете США (The Center for Advanced Life Cycle Engineering, CALCE); Сандийские национальные лаборатории (Sandia National Laboratories); Цирвайб (CirVibe Inc.), компания Реше-

ния для конструкций по обеспечению надёжности (DfR Solutions), Международные решения в области электронных конструкций (Electronics Packaging Solutions International Inc) и др. Каждая из этих компаний занимается расчётом надёжности паяных соединений в изделиях заказчиков, в том числе и для жёстких условий эксплуатации. Широко используются методологии, направленные на снижение конечной стоимости продукта и увеличение надёжности в заданных условиях эксплуатации, такие, как Design for X, где X может обозначать обеспечение конструкционной надёжности (R-процесс), учёт требований и ограничений производства (M-процесс) и т.д.

В России наиболее распространённым способом обеспечения надёжности разработанного изделия РЭА до сих пор остаются испытания прототипов – итерационный процесс изготовления образцов (максимально жёсткое тестирование и устранение выявленных слабых мест конструкции), длящийся либо до достижения стабильного состояния устройства, либо, в худшем случае, до истощения средств и/или временного ресурса (см. рис. 1).

Этот метод имеет множество недостатков, таких как времязатратность и высокая стоимость. Зачастую использовать/исправить устройства после нахождения ошибки/отказа невозможно. Данный процесс не всегда позволяет гарантированно выявлять конструкторские ошибки, к тому же условия тестов во многих случаях не соответствуют реальным условиям использования устройства. Альтернативой, а точнее дополнением к нему, сейчас повсеместно становится надёжное проектирование.

Надёжное проектирование пока не получило широкого применения среди отечественных разработчиков. В части, относящейся к АТПМ, это, в первую очередь, связано с отсутствием нормативно-технической документации по прогнозированию и оценке надёжности паяных соединений поверхностного монтажа. В настоящее время расчётно оценить надёж-

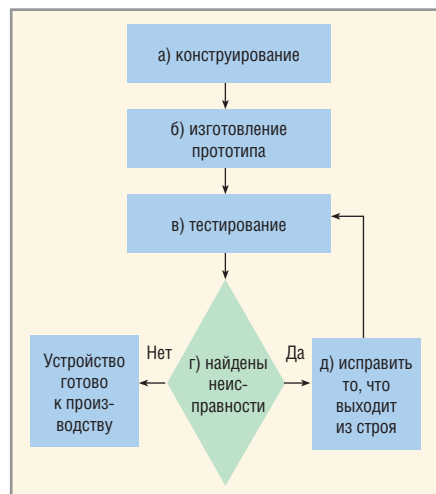


Рис. 1. Стандартный метод доведения надёжности разработанного устройства до требуемого уровня

ность паяного соединения и электронного модуля в целом можно только по справочнику «Надёжность электрорадиоизделий» [6]. Но для АТПМ справочник не даёт даже такой ограниченной возможности оценки, поскольку в действующей его редакции приведены данные только для пайки ЭРИ волной, ручной пайки ЭРИ с накруткой и без неё (см. таблицу 1).

В такой ситуации актуальной проблемой является освоение самых эффективных, современных и точных методов прогнозирования надёжности ПС. Такие методики, опирающиеся на физическую теорию надёжности, позволяют существенно сократить производственный цикл продукта и снизить его конечную стоимость, а также увеличить достоверность результатов, спрогнозированных для использования устройства в реальных условиях эксплуатации, по сравнению с сегодняшней практикой, использующей, фактически, эмпирические значения надёжностей ПС, взятые из устаревшего справочника, в котором отсутствуют значения интенсивности отказов для ПС поверхностного монтажа и не рассматриваются бессвинцовые соединения.

Усталостное прогнозирование надёжности паяных соединений – это сложнейшая задача, требующая использования знаний из разных разделов физики, которые нужно учитывать и хорошо понимать для составления конституционных уравнений зависимости свойств припоев от разных условий эксплуатации, проектирования геометрии соединения и сборки, состоящей из чипа, компонента и печатной платы, установки параметров технологического процесса при производстве и т.д. Большинство усталостных отказов могут быть отнесены на счёт термомеханических напряжений, возникающих, в основном, из-за различия коэффициентов термического расширения (КТР) компонента, припоя и подложки или печатной платы (ПП) [7]. Однако следует отметить, что причина отказа (разрушения ПС) может происходить из-за других факторов, действующих как по отдельности, так и совместно [8]. Типы прикладываемых нагрузок и возникающих из-за них процессов в ПС приведены на рисунке 2.

Во время эксплуатации эти поля воздействий являются временно и пространственно зависимыми [9]. Кроме того, некоторые из них взаимозависимы. Так, например, джоулев нагрев

определяется плотностью тока, которая может варьироваться из-за электромиграции (ЭМ), а состояние механического напряжения складывается из напряжений, которые обусловлены различием КТР, напряжений, развивающихся из-за миграции атомов/ионов вследствие действия сил «электронного ветра», а также внешних нагрузок, действующих на данный участок конструкции устройства. Среди перечисленного наибольший вклад в процесс формирования условий, снижающих надёжность ПС, вносят: структура прочности и жёсткости конструкции, термомеханическая усталость, электромиграция и термомиграция (ТМ). В случае бессвинцовых ПС этот список пополняется ростом «усов» – следствие сжимающих внутренних напряжений. Стоит отметить, что среди перечисленных пяти процессов электромиграция, термомиграция и рост «усов» стали проблемами надёжности ПС в основном вследствие миниатюризации электронных устройств. Продолжение этой тенденции приведёт к тому, что всё больший вклад в суммарное повреждение будет вносить взаимное действие полей нагрузок.

Рассмотрим подробнее эти пять проблем.

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ УСТАЛОСТЬ

Термические воздействия – один из наиболее сильных факторов. Они способны нанести ПС значительные повреждения, влияющие на его надёжность. Накопление в ПС повреждений, вызванных ТМУ, происходит вследствие сильно выраженной неоднородности распределения напряжений, обусловленных различием коэффициентов температурного расширения между разными элементами, формирующими ПС. Значение имеют все параметры температурного режима: рабочие уровни температуры, скорость нагрева и охлаждения (исследования показали, что она оказывает весьма сильное влияние на надёжность ПС), разница



Рис. 2. Процесс накопления повреждений в результате воздействия различных полей нагрузок, возникающих во время эксплуатации (прямые процессы – ЭМ, ПП, ТМ), и их взаимодействия друг с другом (процессы, действующие совместно – ТМУ, ДжН, НТ)

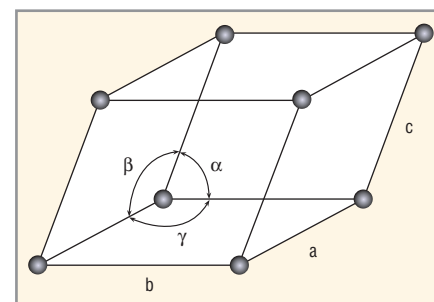


Рис. 3. Элементарная ячейка кристаллической решётки олова (в случае объёмно-центрированной тетрагональной решётки $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$)

температур в соседних локациях, время задержки на максимальном и минимальном экстремуме и т.п.

В этой проблеме есть и другие аспекты. Так, до сих пор не получил широкой известности тот факт, что главной причиной, способствующей накоплению повреждений, может стать анизотропия олова, т.к. разница КТР между a- и c-направлениями объёмно-центрированной тетрагональной β-фазы олова (см. рис. 3) почти в два раза больше, чем разница КТР между поликристаллической медью и поликристаллическим оловом.

Проявление повреждений из-за ТМУ происходит обычно после нескольких

Таблица 1. Значения базовой интенсивности отказов различных видов соединений

Вид соединения	$\lambda \times 10^8, 1/ч$
Ручная пайка ЭРИ без накрутки	0,13
Ручная пайка ЭРИ с накруткой	0,007
Пайка ЭРИ волной	0,0069
Сварка	0,0015
Обжимка (опрессовка)	0,012
Беспаяное соединение накруткой	0,00068
Скрутка	0,026

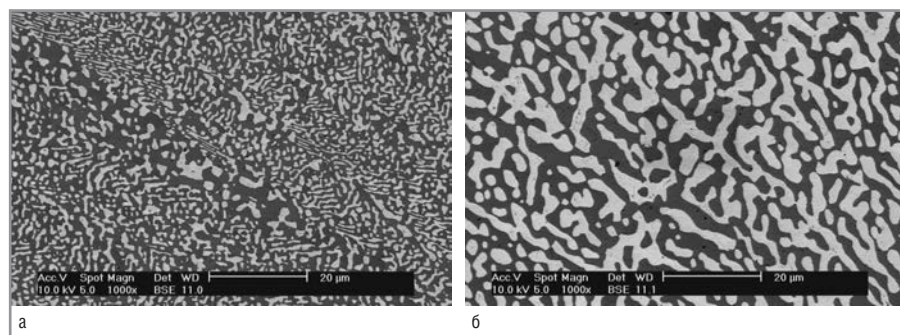


Рис. 4. Микроструктурное укрупнение частиц в богатой свинцом фазе припоя 63Sn37Pb в условиях температурного старения: а – исходное состояние; б – укрупнение

сотен температурных циклов, несмотря на то, что остаточные механические и электрические характеристики значительно ухудшаются с самых ранних стадий ТМУ. Преобладающие режимы повреждения, спровоцированного ТМУ – скольжение границ зёрен и декогезионное разрушение, вызванное микроструктурным укрупнением. Эти события происходят во всём ПС, однако наибольшее количество повреждений накапливается в регионах, примыкающих к подложке, и в интерметаллических слоях. Ограничения, накладываемые на перемещение подложкой в этих регионах, приводят к появлению локализованных деформаций. В течение более поздних стадий ТМУ, когда остаточные свойства имеют склонность к нормализации, поверхностное повреждение прогрессирует в индивидуально распределённых (микро-) разломах и вызывает фатальное разрушение.

Надо отметить, что наибольшее развитие к настоящему времени получил аналитический аппарат прогнозирования надёжности ПС, ориентированный именно на учёт влияния на неё термомеханической усталости. Главной проблемой, как выяснилось [8], оказалось укрупнение интерметаллических соединений, влияющее на надёжность ПС (см. рис. 4).

ЭЛЕКТРОМИГРАЦИЯ

Электромиграция в припоях стала важной проблемой в последнее время. Ранее величины плотности тока в электронных межсоединениях не достигали значений, вызывающих в ПС эффекты, требующие учёта с точки зрения надёжности. Сегодня продолжающаяся миниатюризация электронных компонентов в совокупности с увеличением рабочих температур электронной аппаратуры сделало ЭМ одной из потенциальных проблем

надёжности ПС. Негативные явления, связанные с ЭМ, обусловлены, прежде всего, используемыми материалами. ПС представляет собой многофазный сплав, свойства которого, изменяясь под влиянием ЭМ, будут существенно зависеть от присутствующих атомных частиц, взаимной диффузивности в твёрдом состоянии входящих в ПС веществ, морфологических особенностей микроструктурных составляющих и фазовой стабильности.

Разработанные к сегодняшнему дню расчётные методы исследования ЭМ не позволяют точно спрогнозировать время появления отказа из-за воздействия этого явления. Однако есть инструменты, позволяющие его смоделировать и, в случае превышения негативными последствиями ЭМ некоторых критических величин, предложить пути улучшения конструкции устройства.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ

В составе РЭА ПС могут подвергаться деформациям, вызванным механическими нагрузками на аппаратуру, воздействием внешней температуры, нагревом в результате прохождения электрического тока, а также влиянием других факторов окружающей среды, действующих во время изготовления и эксплуатации аппаратуры. При этом надо понимать, что исследования надёжности, проводимые на собранных устройствах и тем более на блоках РЭА, состоящих из многих устройств, как правило, не могут адекватно оценить проблемы механических состояний, возникающие на уровне материалов, конструктивных параметров токопроводящей структуры платы, геометрических и физико-химических характеристик ПС. С другой стороны, исследования, которые проводятся на образцах ПС без каких-либо ограничений, учитывающих конфигурацию ПС в РЭА, не дают полной картины предпо-

сылки к возможному отказу ПС по механическим причинам.

Так, для исследования механического фактора развития повреждения в ПС компонентов в корпусах BGA, CSP и др. проводятся испытания, при которых ударная нагрузка прикладывается к каждому шариковому выводу ПС – испытание на ударный изгиб по Шарпи (стандарты ГОСТ Р ИСО 148-1-2013, ASTM E23, ISO 148-1, EN 10045-1). Однако в условиях реальной эксплуатации РЭА паяные соединения, как правило, испытывают влияние ударной нагрузки, приложенной в каких-либо других точках конструктива модуля – не тех, которые нагружаются в ходе указанных тестов. Следовательно, такие тесты не могут обеспечить необходимую детальную информацию о напряжённых состояниях, видах разлома и т.д., которая критически важна в конструкторском дизайне или надёжном проектировании [10].

Ещё одна очевидная причина, по которой испытания не способны ответить на все вопросы по прочности и надёжности ПС, – отсутствие в нормативной документации тестов, соответствующих некоторым ситуациям реальной эксплуатации. Например, в автомобильной и аэрокосмической промышленности существуют несколько сценариев, когда случайное столкновение может приводить к повторяющимся ударным нагрузкам, что никак не имитируется во время тестов, регламентированных действующими стандартами.

При изучении надёжности ПС как функции его механического состояния приходится принимать во внимание большое число самых разнообразных причин возможного отказа, обусловленных нюансами технологии изготовления. Хороший пример такого рода – зависимость надёжности пайки компонентов BGA от способа, которым были получены контактные площадки на ПП.

Дело в том, что существует два основных типа контактных площадок, на которые устанавливаются корпуса BGA: площадки, ограниченные металлом (Metal Defined, MD), и площадки, ограниченные паяльной маской (Solder Mask Defined, SMD). Вокруг площадок MD в паяльной маске имеются просветы, а в случае использования технологии SMD маска частично заходит на края контактной площадки. Диаметр площадок SMD при прочих рав-

ных условиях больше, чем диаметр площадок MD, то есть они лучше сцеплены с поверхностью платы. По этому частному показателю они предпочтительны с точки зрения надёжности ПС. Однако с ними связана проблема другого рода: материал паяльной маски, расширяясь от нагрева в процессе пайки, деформирует шариковые выводы компонента BGA, искажая геометрию паяного соединения и создавая в шарике концентратор напряжений, что может привести к возникновению трещин на монтажной поверхности (см. рис. 5). Этот эффект, почти микроскопический по размерам, тем не менее, настолько серьёзен, что ГОСТ Р 56427-2015 в пункте 6.3.4.2 прямо запрещает «использовать компоненты типа BGA, у которых контактные площадки ограничены паяльной маской» при сборке печатных узлов класса С (электронная аппаратура ответственного назначения) [11].

Говоря о компонентах типа BGA, можно также отметить важную роль, которую играет размер шариковых выводов. В зависимости от размера шариков надёжность таких ПС в различных условиях может сильно меняться. Например, в работе [12] показано влияние толщины и формы аперттуры трафарета на механическую надёжность ПС BGA.

ТЕРМОМИГРАЦИЯ

Термомиграция – это эффект, схожий с термодинамическим эффектом Соре в жидкостях [13], заключающийся в появлении в смеси градиента концентрации компонентов вследствие разности температур её участков. В результате термомиграции в ПС из-за действия высоких температур может происходить микроструктурное укрупнение фаз (см. рис. 4).

Во время ускоренных испытаний на электромиграцию Хуанг и соавторы [14] обнаружили, что ПС, в данный момент не находящиеся под током, но соседствующие с теми, через которые был пущен ток, могут быть подвержены термомиграции. Они вычислили: чтобы наблюдать термомиграцию Sn и Pb, требуется температурный градиент $1000^{\circ}\text{C}/\text{см}$. Чен и соавторы [15] обнаружили, что для термомиграции Cu требуется температурный градиент $400^{\circ}\text{C}/\text{см}$. Причём такая термомиграция происходит, когда ПС находится в твёрдом состоянии. В расплавленном состоянии диффузия будет идти в несколько

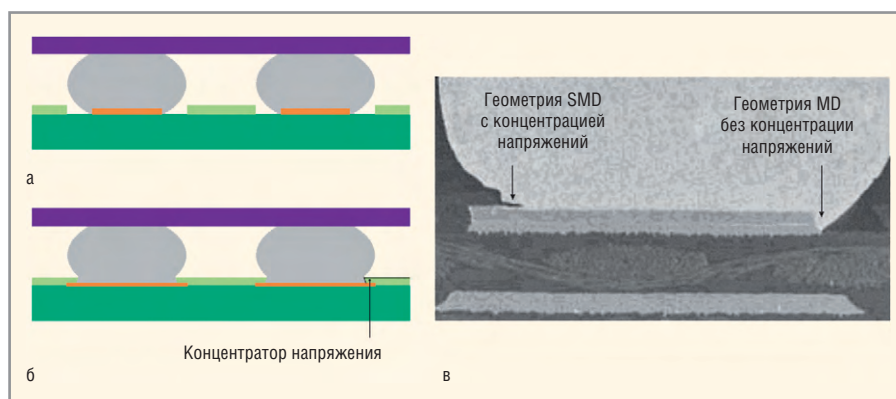


Рис. 5. Два типа площадок для установки компонентов BGA: а – площадки MD (припой может свободно растекаться вокруг кромки площадки); б – площадки SMD (паяльная маска ограничивает контактную площадку); в – сопоставление геометрии паяного соединения по технологиям MD и SMD

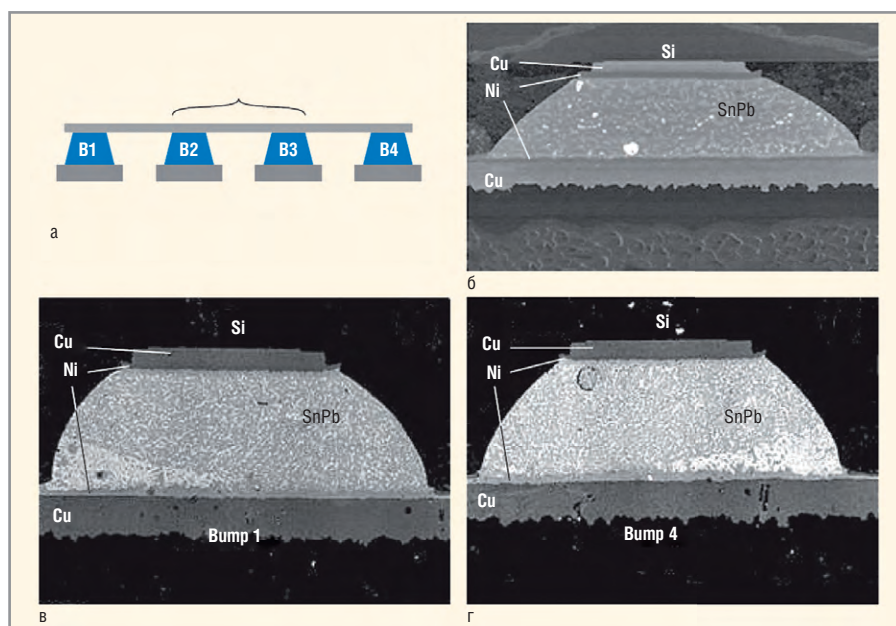


Рис. 6. Термомиграция, вызванная теплотой джоулева нагрева: а – схема условий проведения ускоренных испытаний на термомиграцию; б – до начала термомиграции; в – термомиграция в выводе Bump 1 после 6 часов при комнатной температуре и токе 1,88 А; г – термомиграция в выводе Bump 4 после 6 часов при комнатной температуре и токе 1,88 А

раз быстрее, соответственно, будет требоваться значительно меньший температурный градиент.

Стоит отметить, что перераспределение частиц в Sn-Pb следует правилу: поток частиц Pb стремится к более холодной зоне, а Sn – к более горячей (см. рис. 6). Поскольку в эксперименте, отображённом на рисунке 6 [15], источник джоулева нагрева находился между выводами 1 и 4, то наиболее холодная зона вывода 1 располагалась слева, а вывода 4 – справа. Соответственно, богатая свинцом фаза мигрировала в этих направлениях.

Часто ЭМ и ТМ сопутствуют друг другу. На ПП в непосредственной близости от данного ПС может располагаться нагретый элемент, создающий в этом ПС градиент температур

и, таким образом, активирующий в нём процесс термомиграции. А в самом ПС текущий через него ток вызывает электромиграцию. В таком случае разделение и укрупнение фаз происходит под совместным воздействием ЭМ и ТМ.

Для взаимодействия ЭМ и ТМ не обязательно изначальное наличие градиента температур, вызываемого внешними по отношению к ПС источниками. Иногда геометрия ПС может быть неблагоприятной с точки зрения электромиграции, так что последняя приводит к локальному возрастанию джоулева нагрева в таком ПС [16]. Разница может быть очень небольшой, но при высокой степени миниатюризации она способна вызвать значительные температурные градиенты, которые спровоцируют дополнительные микрострук-

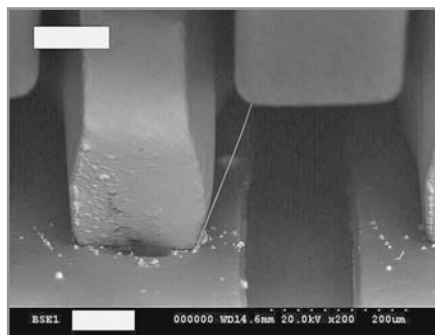


Рис. 7. «Ус», образовавшийся на оловянном покрытии бесщтырькового коннектора

турные изменения и повреждения. Эта проблема в последние годы стала рассматриваться как составляющая часть надёжностного проектирования.

Рост «усов»

Уже давно известно, что олово склонно к образованию нитевидных наростов, называемых «усами» (см. рис. 7). До недавнего времени при производстве печатных узлов на это явление почти не обращали внимания, но продолжающаяся миниатюризация электронных компонентов привела к уменьшению расстояния между проводящими дорожками до величин, сопоставимых с размерами «усов» – теперь промежуток между ними может составлять 100 нм и менее. Если «усы» на каждой из таких дорожек вырастут до 50 нм, может произойти короткое замыкание либо электрический пробой воздуха между соседними «усами». Как видно из таблицы 2, отказы из-за образования «усов» происходят в разных сферах применения электроники, в том числе на космических аппаратах и атомных электростанциях. Эти примеры показывают, какую опасность несёт в себе эффект формирования «усов» [17].

Уже предложено несколько моделей для описания роста «усов», однако так и не была доказана состоятельность ни одной из них. Предполагается, что «усы» растут из-за действия сжимающего напряжения. В оловянно-осно-

ванных ПС такие сжимающие напряжения могут возникать вследствие формирования интерметаллического слоя Cu-Sn на границах зёрен Sn – такие интерметаллиды образуются в результате диффузии меди из материала контактной площадки. Для продолжительного роста «усов» напряжения должны присутствовать на постоянной основе, т.е. длительное время без релаксации. Следовательно, любое внешнее приложение напряжений, или результирующие напряжения вследствие изменения объёма из-за формирования интерметаллидов, или те напряжения, которые образуются вследствие ЭМ, способствуют росту «усов».

До сих пор не существует единого «надёжностного» решения проблемы формообразования «усов». Значительная часть трудностей возникает из-за неопределённости, где и когда они будут формироваться. Соответственно, становится трудно оценить эффективность решений, принятых для предотвращения роста «усов». Сейчас для тестирования роста «усов» за рубежом действует стандарт IEC 60068-2-82, который позволяет примерно оценить время до достижения «усами» критической длины (более 50 нм). Также необходимо отметить, что в настоящее время ведётся разработка аутентичного стандарта в формате ГОСТ Р МЭК 60068-2-82, который вступит в действие в 2017 г.

ПРОБЛЕМА ПОЛИМОРФИЗМА

Олово обладает полиморфизмом. Полиморфизм – это способность некоторых веществ в зависимости от внешних условий (например, температуры) образовывать различные кристаллические структуры (модификации). В результате полиморфного превращения атомы вещества перестраиваются из кристаллической решётки одного типа в кристаллическую решётку другого типа. Полиморфные модификации обозначают греческими буква-

ми α , β , γ , причём α соответствует самой низкотемпературной модификации.

Модификация β -Sn – тетрагональная объёмно-центрированная структура (решётка), стабильно существующая при температуре выше +13°C. При температуре ниже +13°C стабильна кубическая объёмно-центрированная структура – модификация α -Sn. Таким образом, олово, присутствующее в ПС, обычно имеет объёмно-центрированную тетрагональную структуру. Трансформация из одной структуры в другую происходит очень медленно, параметры процесса сильно зависят от чистоты металла. Если ПС подвергается крайне низким температурам в течение значительного времени (например, цепи холодного резервирования в аппаратуре космического аппарата), то происходит трансформации из β - в α -фазу, которая может вызывать значительное увеличение последней в объёме ПС (до 26–27%) [18]. Олово в α -фазе, называемое также «серым оловом», представляет собой чрезвычайно хрупкий материал, и такое увеличение его доли в объёме ПС вызывает обширное растрескивание и отслаивание (см. рис. 8).

Этот процесс может стать серьёзной проблемой надёжности для аэрокосмической отрасли и аппаратуры любого назначения, эксплуатируемой в экстремально холодных регионах, например, в приполярных областях. Однако решение найдено: для предотвращения трансформации необходимо ввести в олово не более 2% примесей таких, например, элементов, как висмут, сурьма или германий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подведём краткие итоги:

- надёжность аппаратуры закладывается на стадии её проектирования, однако в России в настоящее время нет актуальной нормативно-технической базы для аналитической оценки параметров надёжности (усталостной долговечности) паяных соединений поверхностного монтажа;
- методы исследований и испытаний по определению и подтверждению надёжности ПС, применяемые сегодня и зафиксированные в соответствующих нормативно-технических документах, не позволяют создать полной и достоверной картины поведения ПС во всех возможных условиях эксплуатации содержащей их аппаратуры;

Таблица 2. Некоторые зарегистрированные случаи отказов из-за оловянных «усов»

Год	Объект	Место роста «усов»
2000	Космический аппарат Galaxy VII (полная потеря)	Реле
2000	Военная ракетная программа	Обкладка (выводы) чипа
2000	Модули управления питанием в промышленном оборудовании	Коннекторы
2000	Космический аппарат Solidaridad 1	Реле
2001	Атомная электростанция	Реле
2002	Самолётный GPS-передатчик	Обшивка радиочастотного модуля
2002	Атомная электростанция	Потенциометр
2003	Телекоммуникационное устройство	Обшивка радиочастотного модуля
2005	Космический аппарат Optus B1	Реле

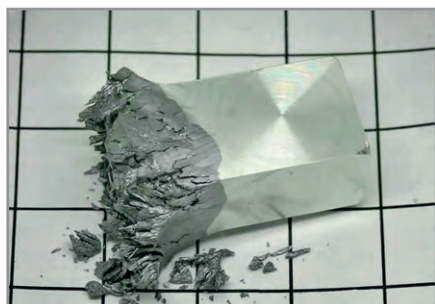


Рис. 8. Левая часть оловянного бруска перешла в α -фазу, правая остаётся в β -фазе

• отсутствует возможность как спрогнозировать работу паяных соединений на этапе разработки, так и получить гарантированно правильные данные по их надёжности на этапе испытаний.

В данной статье, имеющей целью формирование общего представления о проблеме надёжности ПС, приведён, по возможности, полный обзор явлений, оказывающих на неё влияние – вне зависимости от наличия на сегодняшний день аналитического аппарата для их исследования и прогнозирования связанных с ними изменений надёжности ПС. Описаны также явления, специфичные для бессвинцовых ПС и не получившие пока широкого освещения в профильных русскоязычных изданиях.

В следующих статьях мы расскажем об основных моделях прогнозирования надёжности ПС, которые сформулированы, исходя из различного физического понимания процессов отказа, а также приведём примеры расчётов и проанализируем результаты. В заключение предложим путь развития надёжного проектирования для российской действительности, включая предложения по разработке Государственного стандарта.

ЛИТЕРАТУРА

1. IPC-SM-785 USA. Руководство по ускоренным испытаниям на надёжность паяных соединений поверхностного монтажа.
2. Engelmaier W. Wear-Out System Reliability with Multiple Components and Load Levels. Global SMT & Packaging. July 2008. Vol. 8. No. 7. Pp. 30–39.
3. IPC-D-279. Руководство по проектированию надёжных модулей на печатных платах, собираемых по технологии поверхностного монтажа.
4. Шавловский И.В., Иванов Н.Н., Ивин В.Д., Алексеев С.А. Оценка показателей надёжности паяных соединений при поверхностном монтаже. Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и студентов магистерской подготовки ОАО «Авангард». Выпуск 3. 2011. ОАО «Авангард». СПб. С. 242–249.

Иванов Н.Н., Ивин В.Д., Шавловский И.В., Дзюбаненко С.В., Ледовских И.А., Алексеев С.А., Глебо А.С., Петров Е.В., Фёдоров С.С. Комбинированная пайка компонентов BGA с бессвинцовыми шариковыми выводами. Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и студентов магистерской подготовки ОАО «Авангард». Выпуск 2. 2010. ОАО «Авангард». СПб. Аграф+. С. 32–46.

5. Иванов Н.Н., Ивин В.Д., Шавловский И.В., Дзюбаненко С.В., Ледовских И.А., Алексеев С.А., Глебо А.С., Петров Е.В., Фёдоров С.С. Комбинированная пайка компонентов BGA с бессвинцовыми шариковыми выводами. Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и студентов магистерской подготовки ОАО «Авангард». Выпуск 2. 2010. ОАО «Авангард». СПб. Аграф+. С. 32–46.
6. Справочник «Надёжность электрорадиоизделий». РД В 319.01.20-98. Разработанный 22 ЦНИИ МО при участии РНИИ «Электронстандарт» и АО «Стандартэлектрон». Версия АСРН 2006.
7. Lau J.H. Solder Joint Reliability Theory and Applications. New York. Van Nostrand Reinhold. 1991.
8. Lead-Free Solders: Materials Reliability for Electronics Edited by K.N. Subramanian. 2012. John Wiley and Sons Ltd.
9. Тихомиров К., Алексеев С. Прогнозирование надёжности паяных соединений: факторы, приводящие к повреждениям. Электроника: наука, технология, бизнес. 2016. №6. С. 172–180.
10. Tu K.N. Solder Joint Technology: Materials, Properties, and Reliability. Springer Science Business Media. LLC. New York. 2007.
11. ГОСТ Р 56427-2015. Пайка электронных модулей радиоэлектронных средств. Автоматизированный смешанный и поверхностный монтаж с применением бессвинцовой и традиционной технологий. Технические требования к выполнению технологических операций.
12. Liang Yong (Hill), Mao Hank, Yan Yong Gang, Lee Jindong (King). Study on Solder Joint Reliability of Fine Pitch CSP. IPC APEX EXPO Conference Proceedings.
13. Soret C. Archives des Sciences Physiques et Naturelles. Geneve 3. 1879. P. 48–61.
14. Huang A.T., Gusak A.M., Tu K.N., Lai Y.S. Applied Physics Letters 88. 2006. 141911.
15. Chen Chih, Hsiao Hsiang-Yao, Chang Yuan-Wei, Ouyang Fanyi, Tu K.N. Thermomigration in Solder Joints. Materials Science and Engineering R 73. 2012. P. 85–100.
16. Dandu P., Fan X.J., Liu Y., Diao C. Finite Element Modeling on Electromigration of Solder Joints in Wafer Level Packages. Microelectronics Reliability 50. 2010. P. 547–555.
17. Dr. Henning Leidecker. NASA Goddard Jay Brusse. QSS Group, Inc. April. 2006.
18. A.S.G. Andrae Global Life Cycle Impact Assessments of Material Shifts. Springer-Verlag London Limited. 2010.



Компактные высоковольтные преобразователи напряжения



ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ И СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ

Технические параметры:

- Входные напряжения 5, 12, 24 В
- Выходные напряжения от 2 до 10 кВ
- Мощности от 2 мВт до 15 Вт
- Диапазон температур от –55 до +70°C
- Длительный ресурс

Применения:

- Медицинская диагностика
- Научное оборудование
- Авиационно-космическая техника

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
ПРОДУКЦИИ XPR-EMCO

ProSoft®



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

Характеристики обнаружения последетекторной межпериодной обработки с обеляющим фильтром

Иван Чухломин, Наиль Файзулин (г. Челябинск)

В статье рассмотрены характеристики обнаружения последетекторной адаптивной межпериодной обработки сигналов в шуме и коррелированной помехе. Определены параметры предпороговой статистики. Установлено, что когерентность сигнала несущественно влияет на характеристики обнаружения.

ВВЕДЕНИЕ

Задача обнаружения сигнала в коррелированной помехе решается в два этапа: «обеление» помехи и затем обнаружение сигнала на фоне белого шума. «Обеление» помехи осуществляется цифровым режекторным фильтром, весовые коэффициенты которого определяются обратной корреляционной матрицей помехи. В реальных условиях корреляционная матрица помехи неизвестна, поэтому производится адаптивная обработка, предполагающая оценку корреляционной матрицы помехи и её обращение [1].

Практическая реализация такой обработки затруднительна, особенно при обработке комплексной входной выборки помехи и сигнала.

Последетекторная межпериодная обработка (МПО) использует выходные сигналы амплитудного детектора, и вычислительные операции производятся с действительными числами, что упрощает реализацию обработки. Структура МПО представляет собой адаптивный матричный обеляющий фильтр (ОФ) и блок скалярного перемножения выходных сигналов фильтра [2].

Целью статьи является определение характеристик обнаружения последетекторной МПО при различных моделях сигнала и помехи.

Модель сигнально-помеховой обстановки

Сигнал и помеха полагаются взаимно-независимыми гауссовыми (до детектора) случайными векторами размерности M с корреляционной матрицей (КМ) межпериодных флуктуаций импульсов пачки M :

- КМ шума:

$$\Phi'_N = \sigma_N^2 \{I_M\}, \text{rank } \Phi'_N = M, \quad (1)$$

где σ_N^2 – мощность шума, $\{I_M\}$ – единичная матрица $M \times M$;

- КМ помехи:

$$\Phi'_P = \sigma_P^2 \{\rho_{ij}\}, \text{rank } \Phi'_P = M, i, j \in M, \quad (2)$$

где σ_P^2 – мощность шума, ρ_{ij} – коэффициент корреляции;

- КМ некогерентного сигнала:

$$\Phi'_S = \sigma_S^2 \{I_M\}, \text{rank } \Phi'_S = M, \quad (3)$$

где σ_S^2 – мощность сигнала;

- КМ когерентного сигнала:

$$\Phi''_S = \sigma_S^2 \{1_{ij}\}, \text{rank } \Phi''_S = 1, i, j \in M. \quad (4)$$

Методика расчётов

Для определения D при заданной величине F производится вычисление закона распределения выходного процесса МПО, который определяется выражением:

$$y = (Hx)^T \times Hx, \quad (5)$$

где x – M -мерный вектор пачки входного процесса ОФ, H – матричная импульсная характеристика (МИХ) ОФ, размерности $M \times M$.

МИХ H определяется из соотношения:

$$H^T \times H = \hat{\Phi}_X^{-1} = \hat{\Psi}_X,$$

и представляет собой «корень» матрицы $\hat{\Psi}_X$, обратной КМ $\hat{\Phi}_X$.

Вычисление $\hat{\Phi}_X$ производится путём расчёта КМ-процесса после амплитудного детектора в соответствии с формулой [3]:

$$r_X(\tau) = \frac{2\sigma_X^2}{\pi} \left[\frac{r_\xi(\tau) \arcsin r_\xi(\tau) + \sqrt{1 - r_\xi^2(\tau)}}{1} \right], \quad (6)$$

где σ_X^2 , $r_\xi(\tau)$ – параметры корреляционной функции процесса на входе амплитудного детектора.

Значения $r_X(\tau)$, взятые при отсутствии сигнала, являются элементами обучающей матрицы $\hat{\Phi}_X$, определяющей МИХ H .

ОБНАРУЖЕНИЕ ПРИ НЕКОГЕРЕНТНОМ СИГНАЛЕ

Обучающая матрица $\hat{\Phi}_X$ размерности $M \times M$, полученная из Φ'_N в соответствии с (6) имеет вид:

$$\hat{\Phi}_N = \sigma_N^2 \begin{bmatrix} 1 & \frac{2}{\pi} & \dots & \frac{2}{\pi} \\ \frac{2}{\pi} & 1 & \frac{2}{\pi} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{2}{\pi} & \frac{2}{\pi} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

КМ шума на выходе ОФ:

$$W_N = (Hx) \times (Hx)^T = H \times \hat{\Phi}_N \times H^T = \{I_M\}, \quad (8)$$

так как $\hat{\Phi}_N = H^{-1} \times (H^{-1})^T$.

Выход МПО есть сумма квадратов выходных сигналов ОФ. В соответствии с (8) эти сигналы представляют M взаимонезависимых гауссовых величин с нулевым математическим ожиданием и одинаковой единичной дисперсией, и плотность вероятности выходного шума МПО подчиняется χ^2 -распределению [3]:

$$p_N(x, M) = \left[\frac{M}{2} \times \Gamma\left(\frac{M}{2}\right) \right]^{-1} \times x^{\frac{M}{2}-1} \times e^{-\frac{x}{2}}, \quad (9)$$

Где $\Gamma()$ – гамма-функция.

Вероятность ложной тревоги F равна:

$$F = \int_T^{\infty} p_N(x, M) dx, \quad (10)$$

где T – пороговый уровень.

Из (10) следует, что F зависит только от M и T .

Для смеси сигнал + шум:

$$\begin{aligned} \Phi'_{S+N} &= \Phi'_N + \Phi'_S = \\ &= \sigma_N^2 \{I_M\} + \sigma_S^2 \{I_M\} = \\ &= \sigma_N^2 (1+a) \{I_M\} = \\ &= (1+a) \times \Phi'_N, \end{aligned}$$

где $a = \sigma_S^2 / \sigma_N^2$ – отношение сигнал / шум, откуда следует, что КМ смеси сигнал + шум равна:

$$\Phi_{S+N} = (1+a) \times \Phi_N,$$

таким образом, КМ Φ_{S+N} отличается от Φ_N только величиной дисперсии, увеличенной в $(1+a)$.

КМ смеси сигнал + шум на выходе ОФ равна:

$$\begin{aligned} W_{S+N} &= H \times \Phi_{S+N} \times H^T = \\ &= (1+a) \times H \times \Phi_N \times H^T = \\ &= (1+a) \times W_N, \end{aligned} \quad (11)$$

и, следовательно, выходные сигналы ОФ также являются M взаимонезависимыми гауссовыми случайными величинами с нулевым математическим ожиданием и одинаковой дисперсией $(1+a)$, поэтому плотность вероятности выходного сигнала МПО имеет вид [3]:

$$\begin{aligned} p_{S+N}(x, M) &= \\ &= \left[2 \times (1+a) \right]^{\frac{M}{2}} \times \Gamma\left(\frac{M}{2}\right) \times \\ &\times x^{\frac{M}{2}-1} \times e^{-\frac{x}{2(1+a)}}. \end{aligned} \quad (12)$$

Вероятность правильного обнаружения D равна:

$$D = \int_T^{\infty} p_{S+N}(x, M) dx. \quad (13)$$

Характеристики обнаружения, рассчитанные в соответствии с (13), приведены на рисунке 1.

ОБНАРУЖЕНИЕ ПРИ КОГЕРЕНТНОМ СИГНАЛЕ

Обучающая матрица Φ_N остаётся без изменений и имеет вид (7), и, следовательно, плотность вероятности выходного шума МПО определяется выражением (9).

Для смеси сигнал + шум:

$$p_{S+N}(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{[\ln x - \mu]^2}{2\sigma^2}\right] \quad (15)$$

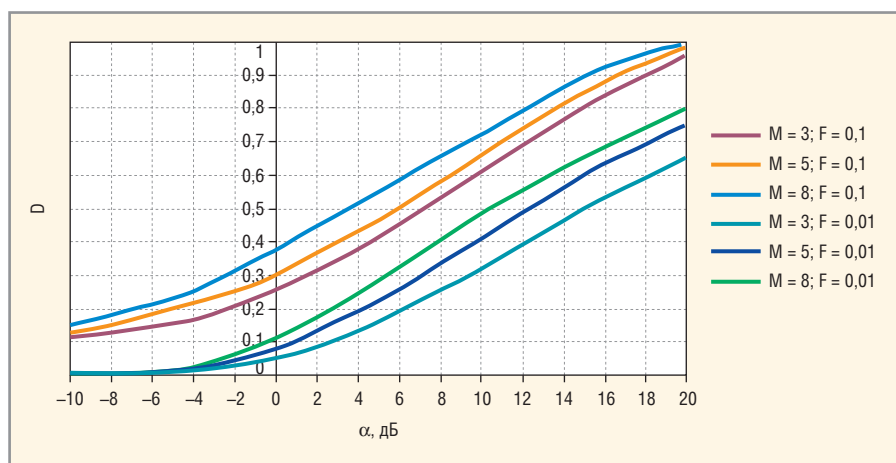


Рис. 1. Характеристики обнаружения (некогерентный сигнал)

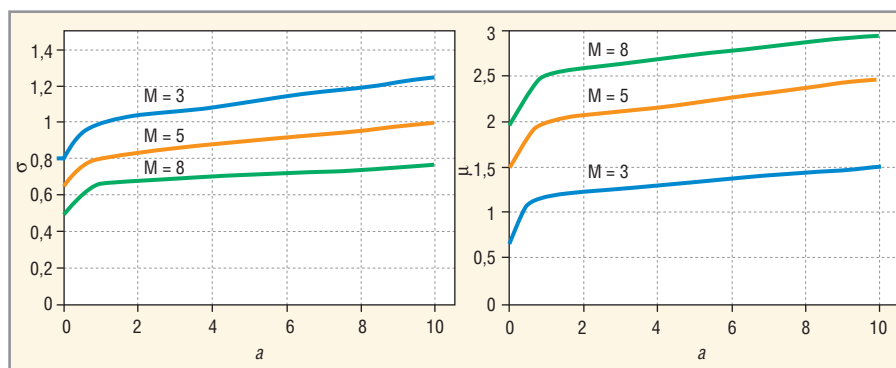


Рис. 2. Параметры распределения $P_{S+N}(X)$

$$\begin{aligned} \Phi''_{S+N} &= \Phi'_N + \Phi''_S = \\ &= \sigma_N^2 \{I_M\} + \sigma_S^2 \{I_{ij}\} = \\ &= \sigma_N^2 (1+a) \begin{bmatrix} 1 & \frac{a}{a+1} & \dots & \frac{a}{a+1} \\ \frac{a}{a+1} & 1 & \dots & \frac{a}{a+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{a}{a+1} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (14)$$

В результате преобразования (6) матрица Φ_{S+N} содержит значения $\pi/2$ в главной диагонали, и значения $(a/(a+1)) \arcsin(a/(a+1)) + \sqrt{1-(a/(a+1))^2}$ для недиагональных элементов. Таким образом, Φ_{S+N} существенно отличается от Φ_N и плотность вероятности смеси сигнал + шум не может быть описана выражением (12).

Аналитическое определение плотности вероятности смеси сигнал + шум на выходе МПО не представляется возможным, и выражения для $p_{S+N}(x, M)$ получены по результатам имитационного моделирования. Обработка результатов моделирования показывает, что плотность вероятности процесса на выходе МПО с высокой степенью точности аппроксимируется логнормальным распределением вида

с параметрами μ и σ , зависящими от M и a , приведёнными на рисунке 2.

Вероятность ложной тревоги F и пороговый уровень T определяются выражением (10), а вероятность правильного обнаружения D определяется выражением

$$D = \int_T^{\infty} p_{S+N}(x) dx = 1 - \Phi\left(\frac{\ln T - \mu_a}{\sigma_a}\right), \quad (16)$$

где $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_z^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$; μ_a , σ_a – параметры распределения при $a \neq 0$ из рисунка 2.

Характеристики обнаружения, рассчитанные в соответствии с (16), приведены на рисунке 3.

ОБНАРУЖЕНИЕ В КОРРЕЛИРОВАННОЙ ПОМЕХЕ

Обучающая матрица Φ_{N+P} определяется преобразованием (6) КМ Φ'_{N+P} суммы шума с помехой:

$$\begin{aligned} \hat{\Phi}'_{N+P} &= \Phi'_N + \Phi'_P = \sigma_N^2 \{I_M\} + \sigma_P^2 \{\rho_{ij}\} = \\ &= \sigma_N^2 [\{I_M\} + \eta \{\rho_{ij}\}], \end{aligned} \quad (17)$$

где $\eta = \sigma_P^2 / \sigma_N^2$ – отношение помеха / шум, ρ_{ij} – коэффициенты экспоненциальной корреляционной функции.

В результате матрица Φ_{N+P} имеет значения $\pi/2$ в главной диагонали и значения d_{ij} для недиагональных элементов

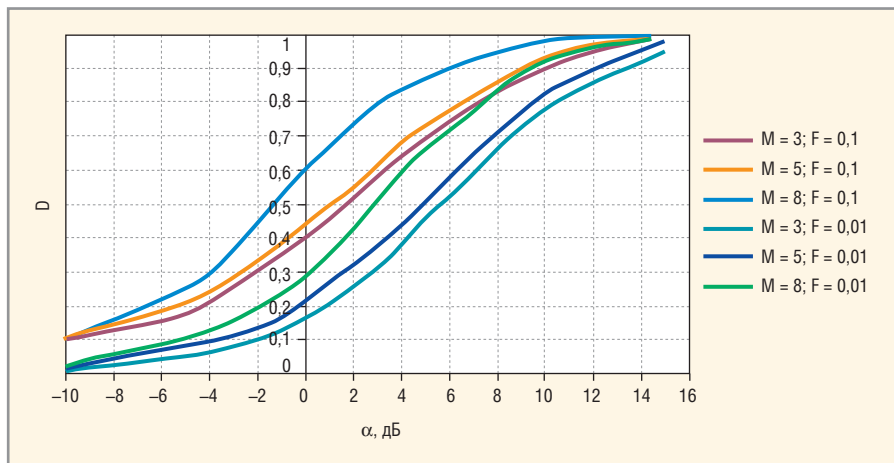


Рис. 3. Характеристики обнаружения (когерентный сигнал)

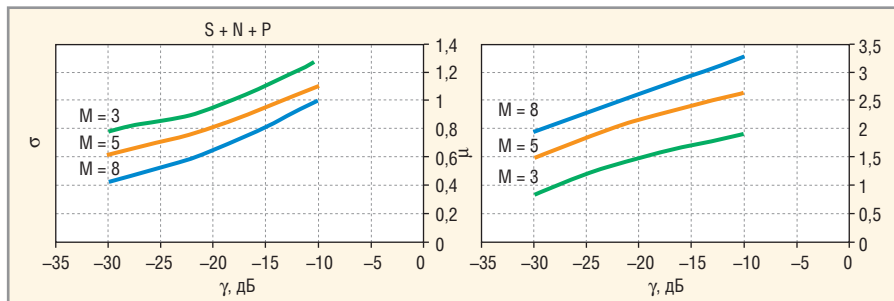


Рис. 4. Параметры распределения $P_{S+N+P}(X)$

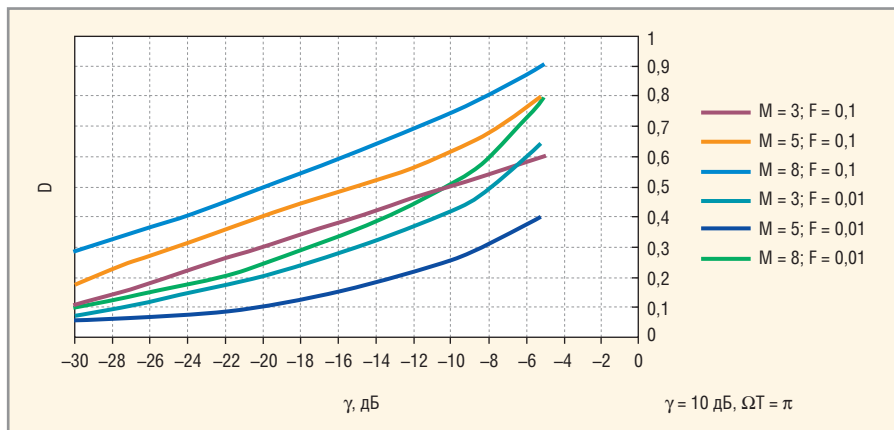


Рис. 5. Характеристики обнаружения (коррелированная помеха)

$$d_{ij} = \frac{\eta \rho_{ij}}{\eta + 1} \arcsin \left(\frac{\eta \rho_{ij}}{\eta + 1} \right) + \sqrt{1 - \left(\frac{\eta \rho_{ij}}{\eta + 1} \right)^2}.$$

Так как при отсутствии сигнала КМ входного процесса МПО равна КМ Φ_{N+P} , то КМ выходного процесса МПО равна $\{I_M\}$ и закон распределения его имеет вид (9).

В работе [4] показано, что при взаимодействии сигнала с коррелированной помехой когерентность пачки не имеет значения.

КМ смеси сигнал + помеха + шум при $\sigma_p^2 \gg \sigma_s^2$ может быть представлена в виде [5]:

$$\Phi'_{S+P+N} = \sigma_s^2 \{ \cos((i-j)\Omega T) \} + \sigma_p^2 \{ \rho_{ij} \} + \sigma_N^2 \{ I_M \}, \quad (18)$$

где Ω – разность доплеровских частот помехи и сигнала, T – период зондирования.

В результате преобразования (6) КМ Φ_{S+P+N} имеет значения $\pi/2$ в главной диагонали и значения c_{ij} для недиагональных элементов матрицы:

$$c_{ij} = \frac{a \cos((i-j)\Omega T) + \eta \rho_{ij}}{a + \eta + 1} \times \arcsin \left(\frac{a \cos((i-j)\Omega T) + \eta \rho_{ij}}{a + \eta + 1} \right) + \sqrt{\left(\frac{a \cos((i-j)\Omega T) + \eta \rho_{ij}}{a + \eta + 1} \right)^2}. \quad (19)$$

Результаты моделирования показывают, что и в этом случае плотность вероятности процесса на выходе МПО соответствует логнормальному распределению (15) с параметрами μ и β , зависящими от M , a , η , ΩT , ρ_{ij} , γ ($\Omega T = \pi$; $a = 10$ дБ; $\gamma = \sigma_s^2 / \sigma_p^2$; $\rho_{ij} = 0,99^{i-j}$; $M = 3, 5, 8$) и приведёнными на рисунке 4.

Вероятность ложной тревоги F и пороговый уровень T также определяются выражением (10), а вероятность правильного обнаружения D равна:

$$D = \int_T^{\infty} p_{S+P+N}(x) dx = 1 - \Phi \left(\frac{\ln T - \mu_\gamma}{\sigma_\gamma} \right), \quad (20)$$

где μ_γ и σ_γ – параметры распределения (15) при $\gamma \neq 0$ из рисунка 4.

Характеристики обнаружения, рассчитанные в соответствии с (20) приведены на рисунке 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последетекторная МПО с обеслаивающим фильтром обеспечивает обнаружение сигнала в коррелированной помехе.

Отличительными особенностями последетекторной МПО является стабильный уровень ложных тревог, не зависящий от параметров распределения шума и помехи, и нечувствительность к когерентности сигнала.

Последнее обстоятельство особенно важно для радиолокационных станций с некогерентными сигналами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартенев В.Г. Квазиоптимальные адаптивные алгоритмы обнаружения сигналов. Современная электроника. 2011. №2.
2. Леховицкий Д.И., Кириллов И.Г., Бурковский С.И. Особенности междупериодной обработки сигналов на фоне пассивных помех в некогерентных импульсных РЛС. Журнал радіоелектроніки і комп'ютерні системи. 2005. №2 (10). С. 51–57. www.khai.edu/csp/nauchportal/Arhiv/REKS/2005/REKS205/pdf/Lehovick.pdf.
3. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. 2-е изд., перераб. и доп. М. Радио и связь. 1982. С. 624.
4. Морская радиолокация. Под ред. Винокурова В.И. Л. Судостроение. 1986. С. 256.
5. Чухломин И.Е., Файзуллин Н.А. Эффективность некогерентной междупериодной обработки на основе обеслаивающего фильтра. IX Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь». ИРЭ РАН. Москва. 2015.



Новости мира News of the World Новости мира

«Микран» получила положительные заключения от Минобороны РФ

Главный научный метрологический центр Министерства обороны Российской Федерации провёл экспертизу документации и материалов испытаний для утверждения типа анализаторов цепей скалярных P2M-18A, P2M-04A и P2M-40.

Согласно данной экспертизе установлено, что анализаторы цепей соответствуют требованиям ГОСТ 22261-94, ГОСТ 16423-78, МИ 1700-87, военной поверочной схемы для средств измерений КСВН и фазы коэффициента отражения (ВПС-25), всех технических условий и могут быть использованы в области обороны и безопасности государства.

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России отмечает, что анализаторы цепей метрологически обеспечены как при серийном выпуске, так и в процессе эксплуатации силами и средствами региональных центров метрологии Минобороны России.

В результате было дано положительное заключение экспертизы документации и материалов испытаний. Тип анализаторов цепей скалярных P2M-18A, P2M-04A и P2M-40 зарегистрирован в разделе Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений в области обороны и безопасности государства.

www.micran.ru

Первая очередь завода «Совтест АТЕ» сдана в эксплуатацию

18 января 2017 г. компанией «Совтест АТЕ» был получен Единый государственный реестр прав на недвижимое имущество и сделок с ним, подтверждающий государственную регистрацию права собственности ООО «Совтест АТЕ» на первые три корпуса нового завода, строящегося в городе Курске по адресу ул. Карла Маркса, 135. Также 18 января 2017 г. компания объявила о сдаче в эксплуатацию и начале работы в полную мощность нескольких производственных цехов предприятия: слесарно-сборочного и механообрабатывающего участка, участка по сборке жгутов, участка поверхностного монтажа и микроэлектроники, а также офисно-складских помещений. В настоящее время налажено серийное производство светодиодных светильников, шкафов сухого хранения и высокоточных тестеров для промышленного оборудования.

Строительство завода по производству высокоточных датчиков и систем на основе МЭМС-технологий осуществляется ком-

панией «Совтест АТЕ» с 2015 г. Новый завод станет одним из самых современных. На нём запланировано серийное производство высокоточных МЭМС-компонентов (акселерометров $\pm 30g$, инклинометров $\pm 30^\circ$, гироскопов, высокочастотных микроэлектромеханических переключателей) и систем мониторинга различного назначения (в том числе систем мониторинга инженерных конструкций). Кроме того, в линейке продукции, которую пла-

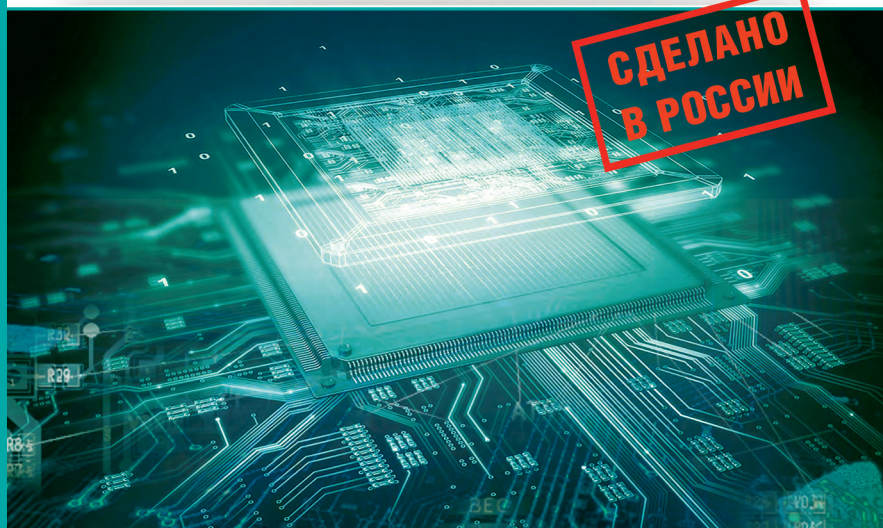
нирует выпускать компания «Совтест АТЕ», холтер-монитор – портативный электрокардиограф. Учитывая неутешительную статистику смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в России, выведение такого прибора на рынок особенно актуально для поддержания здоровья людей.

Выход завода на проектную мощность запланирован на 2018 г.

www.sovtest.ru

EREMEX
Иновационный подход к проектированию электроники

САПР электроники



DeltaDesign — система сквозного проектирования электронных устройств на базе печатных плат

- Менеджер библиотек LIBerty
- Схемотехнический редактор FlexyS
- Схемотехническое моделирование SimOne
- HDL-симулятор Simtera
- Ведение правил DRM
- Редактор печатных плат RightPCB
- Топологический трассировщик TopoR
- Коллективная работа "Workgroups"
- Для предприятий "Enterprise server"

WWW.DD.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ EREMEX

PROSOFT®

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



Реклама

Проектирование и моделирование печатных плат в САПР Allegro

Часть 3

Александр Панов (Москва)

В третьей части статьи описано, как перейти от схемы устройства к печатной плате, создать её контур, выбрать посадочные места, разместить компоненты, выполнить трассировку проводников и вывести производственные файлы.

В предыдущих статьях был описан процесс скачивания и установки демонстрационной версии САПР Cadence Allegro, создание электрической схемы и моделирование её работы в симуляторе PSpice. Теперь давайте реализуем её в виде печатной платы. Добавим в схему на входе и на выходе разъёмы HEADER 2, как указано на схеме (см. рис. 1). Их можно найти в библиотеке Connector.olb в папке C:\Cadence\OrCAD_17.2_LITE\tools\capture\library или подобной, в зависимости от того, какие версии САПР, Allegro или OrCAD, у вас установлены.

Теперь нужно будет указать посадочные места для всех компонентов в схеме. Мы предполагаем, что будут использоваться посадочные места из библиотек, которые идут с Allegro по умолчанию. Если у вас уже есть свои

собственные библиотеки посадочных мест, не забудьте указать путь к их расположению. Это делается в закладке топологического редактора Setup > User Preferences > Paths > Library > psmath и padpath (см. рис. 2).

По умолчанию они находятся в папке C:\Cadence\OrCAD_17.2_LITE\share\pcb\pcb_lib\symbols.

Следует помнить, что необходимо точное соответствие нумерации контактов символа и посадочного места.

Есть несколько вариантов выбора посадочного места среди инструментов Cadence. Рекомендованный вариант заключается в использовании OrCAD Capture CIS, который позволяет хранить информацию о свойствах (например, наименование посадочного места или производителя) в базах данных ODBC в Windows-совместимых форматах,

например, в Microsoft Access или SQL. Если вы используете этот метод, то вам не понадобится добавлять свойства вручную, как будет показано далее. Мы опишем два способа для назначения посадочного места. Первый способ состоит из трёх шагов.

1. Выделите компонент J1, затем ПКМ > Edit Properties, чтобы запустить Property Editor, либо просто двойной щелчок ЛКМ на компоненте (см. рис. 3).
2. Введите значение для свойства PCB Footprint для J1 в соответствующей ячейке. В нашем примере посадочное место называется Jumper2. Достаточно указывать только название, без расширения файлов (расширение по умолчанию – DRA).
3. Сохраните изменения, закрыв окно Property Editor (см. рис. 4). Для этого выполните щелчок ПКМ на закладке с названием окна, а затем нажмите Close (либо используйте комбинацию Ctrl + F4).

Вы можете вводить таким образом различные свойства компонентов: Manufacturer, Part Number, Tolerance и т.п.

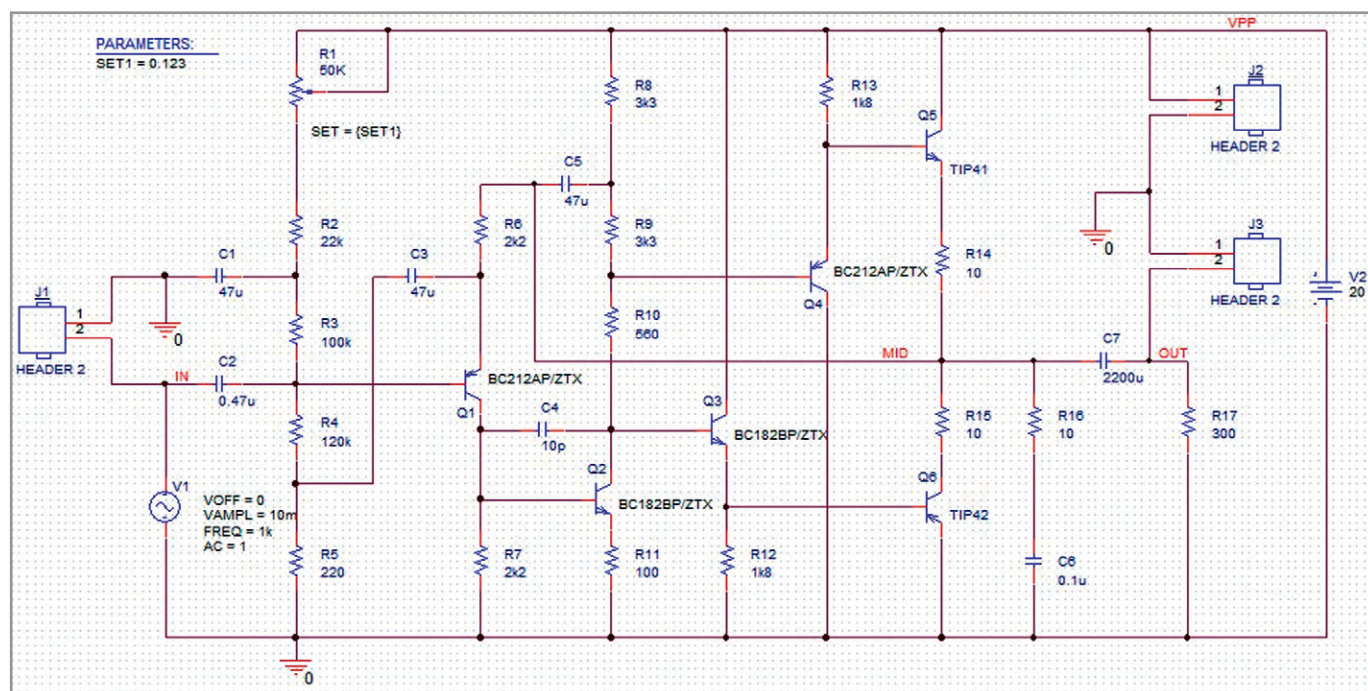


Рис. 1. Схема с добавленными разъёмами на входе и на выходе

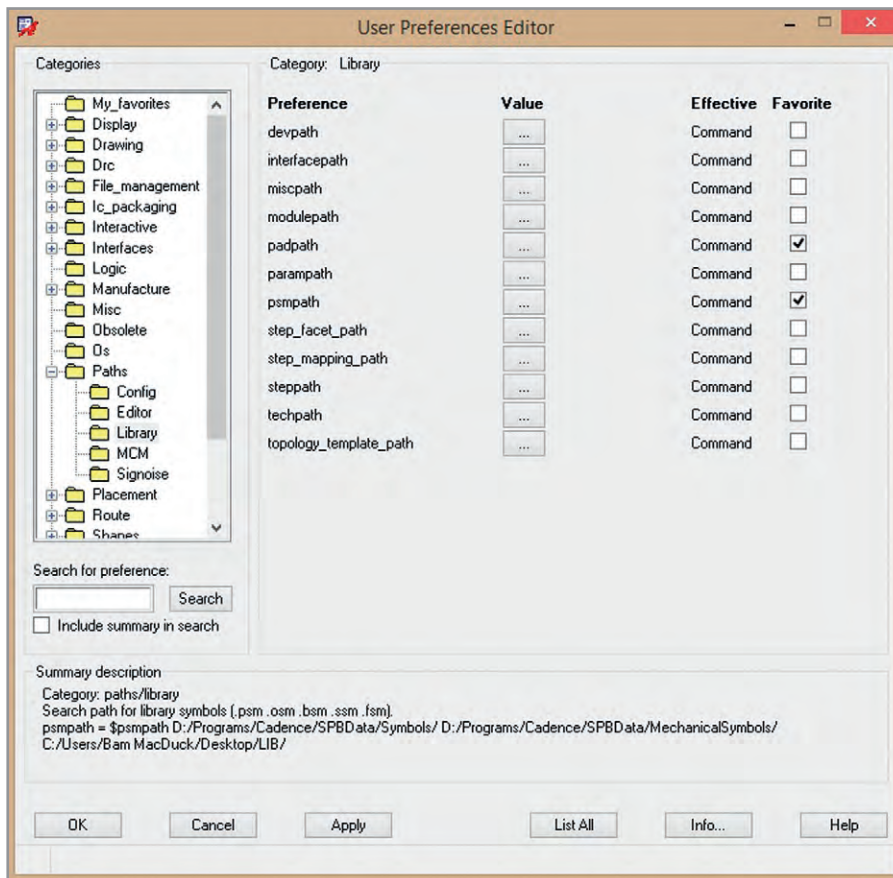


Рис. 2. Путь к библиотекам символов и площадок в Allegro

Эти свойства потом могут быть использованы для создания перечней элементов или списка цепей.

Второй способ позволяет задавать свойство сразу нескольким компонентам.

1. Выделяем Headphone.dsn в «дереве» проекта, затем выбираем Edit > Browse > Parts (см. рис. 5).
2. В следующем окне соглашаемся с предложенным вариантом (для получения дополнительной информации по свойствам Instances и Occurrences можно обратиться к OrCAD Capture User Guide (см. рис. 6)).
3. Мы увидим список всех компонентов в нашем проекте. Нам нужны только те, которые будут размещаться на самой плате. Поэтому мы можем игнорировать Pspice-символы и выделить компоненты, начиная с C1 (щелчок ЛКМ) и заканчивая R17 (Shift + ЛКМ).
4. Затем выбираем Edit > Properties (или Ctrl + E) для открытия окна редактирования свойств. В нём вы увидите доступную для изменений таблицу (см. рис. 7), куда мы можем внести необходимые нам свойства.
5. Найдём столбец PCB Footprint и добавим в него следующие значения (см. таблицу). Можно выделять

несколько ячеек и вставлять значение групповым способом через Ctrl + V. Затем щелчок ЛКМ на ОК, закрываем окно Parts окончательно, выделяем Headphones.dsn и нажимаем File > Save, сохраняя все изменения.

ПРОВЕРКА СХЕМЫ НА ОШИБКИ (DESIGN RULE CHECKS)

После того как мы завершили работу со схемой, рекомендуется выполнить проверку на ошибки (DRC). Это нужно для того, чтобы на данном этапе отследить возникшие при работе ошибки. Чтобы запустить DRC, надо выполнить следующие шаги:

- в дереве проекта выделяем Headphone.dsn;
- выбираем Tools > Design Rules Check;
- в окне настроек можно оставить всё без изменений (см. рис. 8);
- нажимаем ОК, запуская проверку.

После непродолжительной проверки получаем файл Headphone.drc в папке Outputs в «дереве» проекта. Если ошибок нет, он будет иметь вид, как на рисунке 9.

СОЗДАНИЕ СПИСКА ЦЕПЕЙ (NETLIST)

1. В дереве проекта выделяем Headphone.dsn.

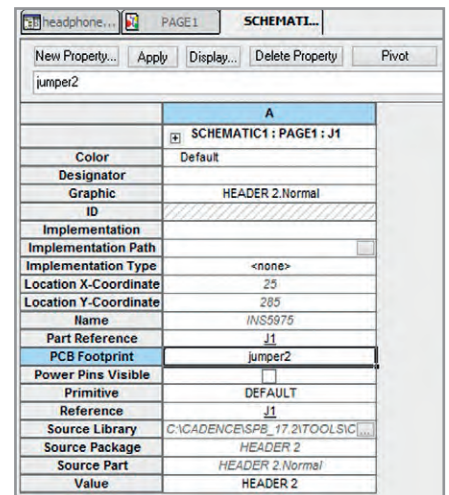


Рис. 3. Окно редактирования свойств символа на схеме

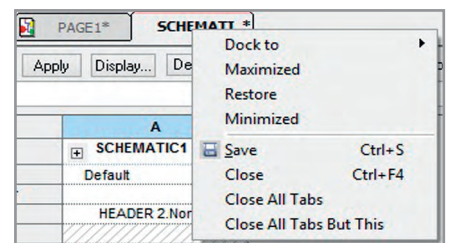


Рис. 4. Сохранение изменений в свойствах компонента

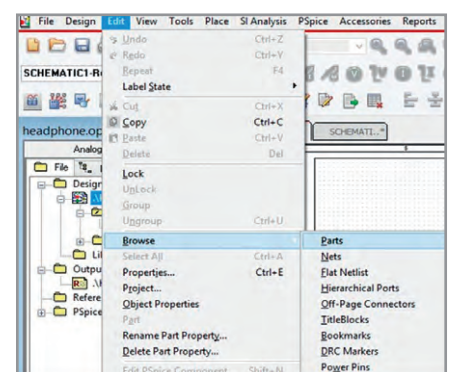


Рис. 5. Вход в режим просмотра символов в виде таблицы

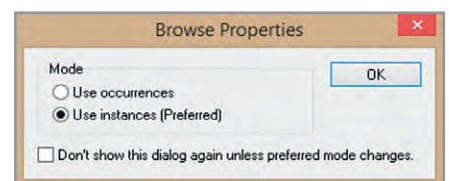


Рис. 6. Выбор режима просмотра свойств Instances

2. Выбираем Tools > Create Netlist, после чего открывается окно настроек вывода списка цепей и создания проекта печатной платы (см. рис. 10). У нас по умолчанию отмечен пункт Create PCB Editor Netlist. Этот пункт отвечает за создание списка цепей. Ниже можно указать папку, в которую

Implementor	Reference	Source Package	Part Reference	Designator	Primitive	Source Package	Color	Value	XX	Col	Pin	Source Library	Name	Y-C	Implementation Type	Graphic	SET	SLOPE	KNEE	IC	TC	CURRENT	C	Value Pol	VC2	MAX TEMP	DIST	TC1	VOLTAGE	POWER	PCB Footprint
1	C1	C.Nominal	C1		DEFAULT	C	Default	47u	150			C:\CADCEN\INS569	INS569	265	cnone	C.Nom		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
2	C2	C.Nominal	C2		DEFAULT	C	Default	0.47u	150			C:\CADCEN\INS565	INS565	335	cnone	C.Nom		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
3	C3	C.Nominal	C3		DEFAULT	C	Default	47u	275			C:\CADCEN\INS521	INS521	265	cnone	C.Nom		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
4	C4	C.Nominal	C4		DEFAULT	C	Default	10p	360			C:\CADCEN\INS107	INS107	205	cnone	C.Nom		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
5	C5	C.Nominal	C5		DEFAULT	C	Default	47u	375			C:\CADCEN\INS302	INS302	455	cnone	C.Nom		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
6	C6	C.Nominal	C6		DEFAULT	C	Default	0.1u	675			C:\CADCEN\INS234	INS234	335	cnone	C.Nom		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
7	C7	C.Nominal	C7		DEFAULT	C	Default	2200u	725			C:\CADCEN\INS299	INS299	320	cnone	C.Nom		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
8	J1	HEADER	J1		HEADER 2		Default	HEAD 25				C:\CADCEN\INS597	INS597	285	cnone	HEAD 25		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
9	J2	HEADER	J2		HEADER 2		Default	HEAD 815				C:\CADCEN\INS595	INS595	140	cnone	HEAD 815		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
10	J3	HEADER	J3		HEADER 2		Default	HEAD 815				C:\CADCEN\INS595	INS595	240	cnone	HEAD 815		CSMAX	CBMAX	0	0	0	0	0	0	CTMAX	FLAT	0	0	0	smc0805
11	BC212AP/Z	Q1	BC212AP	Q1	DEFAULT	BC212AP/ZTX	Default	BC212A	315			C:\CADCEN\INS334	INS334	335	cnone	BC212A		PSpace Model													to236ab
12	BC182BP/Z	Q2	BC182BP	Q2	DEFAULT	BC182BP/ZTX	Default	BC182B	400			C:\CADCEN\INS977	INS977	410	cnone	BC182B		PSpace Model													to236ab
13	BC182BP/Z	Q3	BC182BP	Q3	DEFAULT	BC182BP/ZTX	Default	BC182B	475			C:\CADCEN\INS176	INS176	365	cnone	BC182B		PSpace Model													to236ab
14	BC212AP/Z	Q4	BC212AP	Q4	DEFAULT	BC212AP/ZTX	Default	BC212A	540			C:\CADCEN\INS948	INS948	265	cnone	BC212A		PSpace Model													to236ab
15	TIP41	Q5	TIP41	Q5	DEFAULT	TIP41	Default	TIP41	615			C:\CADCEN\INS171	INS171	180	cnone	TIP41		PSpace Model													to220ab
16	TIP42	Q6	TIP42	Q6	DEFAULT	TIP42	Default	TIP42	615			C:\CADCEN\INS174	INS174	415	cnone	TIP42		PSpace Model													to220ab
17	POT	R1	POT	R1	DEFAULT	POT	Default	50K	195			C:\CADCEN\INS38	INS38	145	cnone	POT No	(SET1)	PSpace Model													resadj
18	R2	R.Nominal	R2		DEFAULT	R	Default	22k	195			C:\CADCEN\INS227	INS227	225	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
19	R3	R.Nominal	R3		DEFAULT	R	Default	100k	195			C:\CADCEN\INS245	INS245	300	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
20	R4	R.Nominal	R4		DEFAULT	R	Default	120k	195			C:\CADCEN\INS263	INS263	365	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
21	R5	R.Nominal	R5		DEFAULT	R	Default	220	195			C:\CADCEN\INS281	INS281	450	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
22	R6	R.Nominal	R6		DEFAULT	R	Default	2k2	315			C:\CADCEN\INS103	INS103	235	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
23	R7	R.Nominal	R7		DEFAULT	R	Default	2k2	315			C:\CADCEN\INS128	INS128	450	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
24	R8	R.Nominal	R8		DEFAULT	R	Default	3k3	400			C:\CADCEN\INS995	INS995	145	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
25	R9	R.Nominal	R9		DEFAULT	R	Default	3k3	400			C:\CADCEN\INS101	INS101	235	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
26	R10	R.Nominal	R10		DEFAULT	R	Default	500	400			C:\CADCEN\INS104	INS104	295	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
27	R11	R.Nominal	R11		DEFAULT	R	Default	100	400			C:\CADCEN\INS130	INS130	450	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
28	R12	R.Nominal	R12		DEFAULT	R	Default	18k	475			C:\CADCEN\INS179	INS179	450	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
29	R13	R.Nominal	R13		DEFAULT	R	Default	18k	540			C:\CADCEN\INS200	INS200	145	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
30	R14	R.Nominal	R14		DEFAULT	R	Default	10	615			C:\CADCEN\INS183	INS183	255	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
31	R15	R.Nominal	R15		DEFAULT	R	Default	10	615			C:\CADCEN\INS186	INS186	360	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
32	R16	R.Nominal	R16		DEFAULT	R	Default	10	675			C:\CADCEN\INS297	INS297	360	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805
33	R17	R.Nominal	R17		DEFAULT	R	Default	300	775			C:\CADCEN\INS300	INS300	360	cnone	R.Nom		RSMAK		0	0	0	0	0	0	RTMAX	FLAT	0	0	0	smr0805

Рис. 7. Таблица свойств всех компонентов на схеме

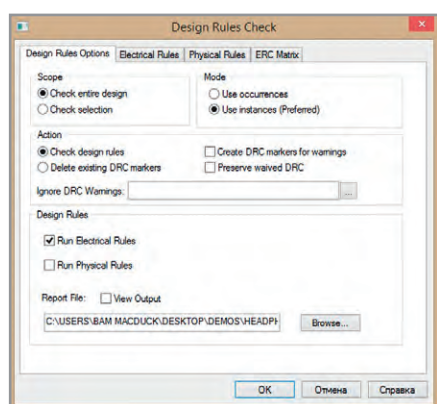


Рис. 8. Настройка функции проверки ошибок на схеме

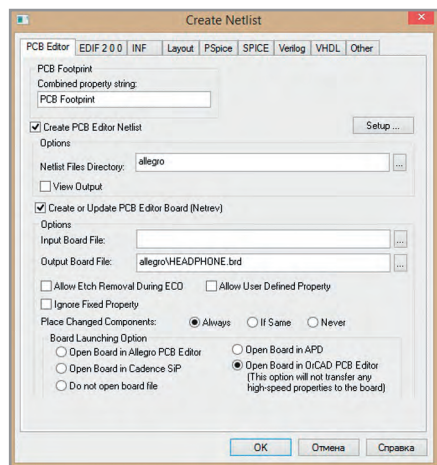


Рис. 10. Окно настройки вывода списка цепей

Значения, которые надо внести в свойства PCB Footprint

RefDes	C1...C6	C7	J1...J3	Q1...Q4	Q5...Q6	R1	R2...R13, R15, R16	R14
PCB Footprint	smc0805	smc1210	jumper2	to236ab	to252aa	resadj	smr0805	smr1206

он будет сохраняться. Список цепей будет состоять из трёх файлов:

- PSTCHIP.DAT – содержит информацию о разновидностях компонентов, которые используются в схеме;

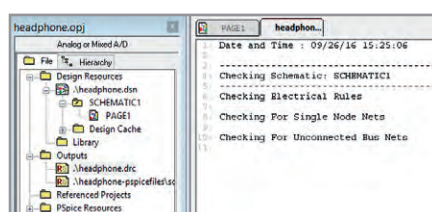


Рис. 9. Результат проверки на наличие ошибок в схеме

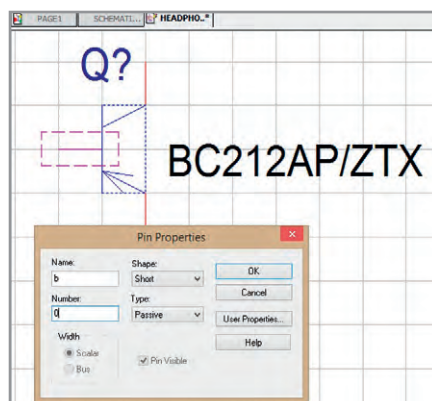


Рис. 11. Изменение номера вывода транзистора

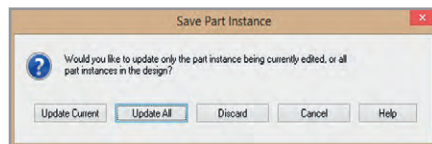


Рис. 12. Сохранение изменений для всех копий данного символа

- PSTXNET.DAT – файл соединений, называемый плоский (Flat) или расширенный список цепей (Expanded Netlist), который содержит в себе информацию о каждой цепи

и каждом присоединённом к ней выводе;

- PSTXPRT.DAT – может рассматриваться как расширенный список компонентов (Expanded Parts List). Файл содержит информацию о каждом компоненте с указанием его позиционного обозначения и секции.

Полезно убедиться, что путь к конфигурационному файлу allegro.cfg указан корректно. Для этого надо нажать на кнопку Setup... и сравнить путь к файлу с видом <install_dir>\tools\capture\allegro.cfg, где <install_dir> – папка установки вашей программы.

3. Если вы захотите увидеть содержимое всех трёх файлов после генерации, отметьте пункт View Output либо просмотрите их с помощью текстовых редакторов, открывая через Проводник.

4. Отметим пункт Create or Update PCB Editor Board (Netrev) для того, чтобы создать плату, в которую тут же будет подгружен список цепей. Затем в первой строке можно выбрать шаблон платы, который будет использоваться (либо это может быть плата, разведённая ранее, у которой изменилась схема), а во второй строке – месторасположение нового файла. Мы оставим первую строку пустой.

5. Затем выберем пункт Open Board in OrCAD PCB Editor, чтобы открыть новую плату в редакторе топологии, и запустим генерацию нетлиста нажатием ОК.

Небольшое отступление. При создании списка цепей могут возникнуть ошибки. Их описание можно посмотреть в файле netlist.log, который будет находиться в папке назначения. Например, можно увидеть подобное сообщение: Pin number «0» found

on Pin «B» of Package BC212AP/ZTX_3, Q1: SCHEMATIC1, PAGE1 (3.15, 3.35). Pin number should be greater than «0». Это значит, что в наших символах транзисторов используются выводы с номером 0, а нумерация обязана начинаться минимум с единицы. Чтобы исправить это, поочерёдно выполним редактирование символов, которым необходима коррекция. Щелчок ПКМ на символе в схеме, затем Edit Part. В открывшемся символе двойным щелчком ЛКМ на каждом выводе заходим в их свойства и меняем номера на единицу больше (см. рис. 11). Сохраним изменения, закрыв окно символа и выбрав пункт Update All, что распространит изменения на все одинаковые символы в схеме (см. рис. 12). Исправив ошибки, проведите генерацию списка цепей вновь.

В итоге в Allegro PCB Editor будет открыт файл топологии печатной платы Headphone.brd (см. рис. 13). Он имеет схожий вид с любыми другими САПР. Сверху вы видите меню и панели инструментов, которые можно скрывать либо настраивать вывод на них тех или иных кнопок. Внизу – командная строка, а под ней – строка состояния: указан текущий слой и положение курсора. Справа три закладки: настройка видимости слоёв Visibility, меню фильтров выделения и поиска Find и меню опций текущей команды Options. Подробную информацию можно найти в инструкции через меню Help > Documentation Menu.

НАСТРОЙКИ РЕДАКТОРА ТОПОЛОГИИ

Следующие шаги помогут выполнить базовые настройки редактора.

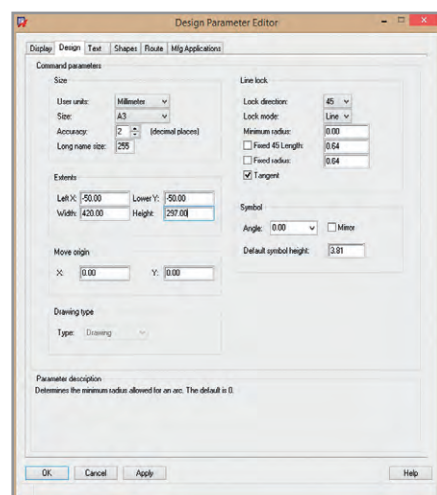


Рис. 14. Настройка единиц Millimeter и границ проекта X и Y = (-50)

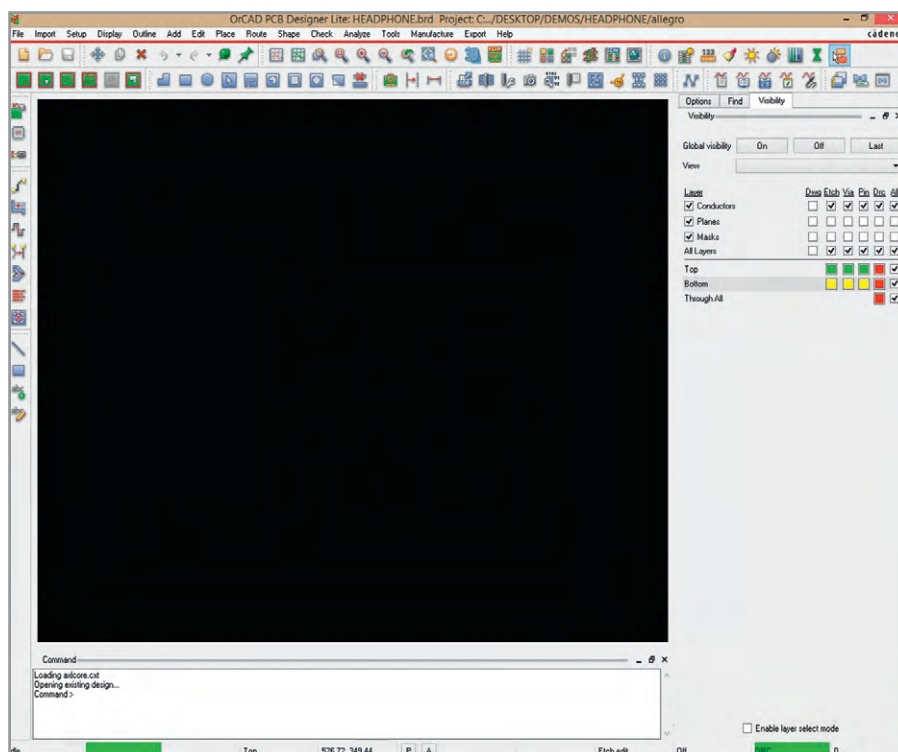


Рис. 13. Редактор топологии печатных плат Allegro PCB Editor

1. Выберем Setup > Design Parameters, закладка Design.
2. Заменяем единицы измерения на Millimeter, размер листа – на A3, а Left X и Lower Y – на -50 (см. рис. 14).
3. Перейдём в закладку Display и выполним настройки в соответствии с рисунком 15.
4. Сохраним нажатием ОК.

СОЗДАНИЕ ГРАНИЦЫ ПЛАТЫ

Граница платы (Board или Design Outline) определяет физический край платы. Эта информация может быть потом использована в механических САПР посредством экспорта через форматы IDF/IDX.

Выполним следующие шаги.

1. Выбираем Shape > Rectangular (также можно использовать круги или полигоны произвольной формы).
2. Используем настройки, показанные на рисунке 16, задав нужный слой для рисования (Class > Board Geometry, Subclass > Design Outline).
3. В командной строке введём x 0 0, после чего начнётся рисование с начала координат, а затем введём x 50 30, чем мы закончим рисование прямоугольника (в результате получим прямоугольник) размером 50 × 30 мм.
4. Нажмём ПКМ Done или F6, чтобы выйти из текущей операции.



Рис. 15. Настройки вкладки Display для большего удобства работы

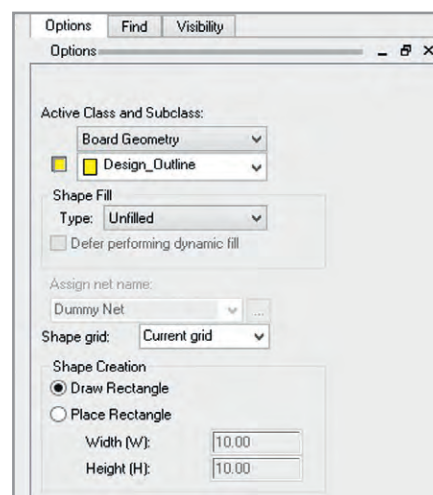


Рис. 16. Настройки в окне Options для рисования прямоугольного контура

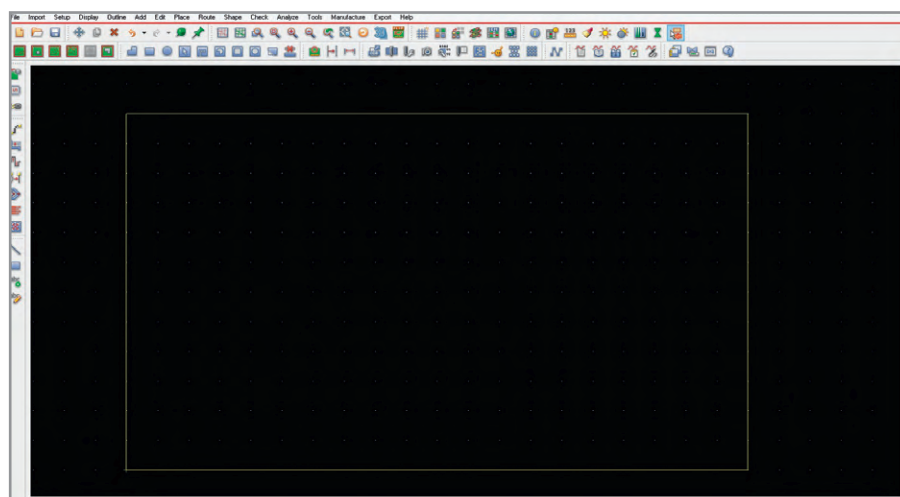


Рис. 17. Отображение контура платы на экране после команды Zoom Fit

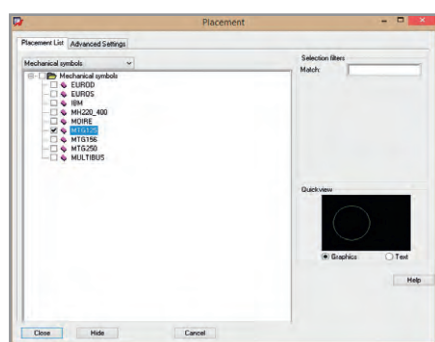


Рис. 18. Размещение механических символов – крепёжных отверстий

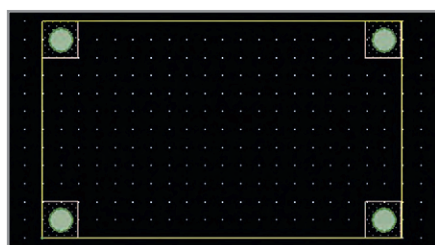


Рис. 19. Размещение отверстий на плате

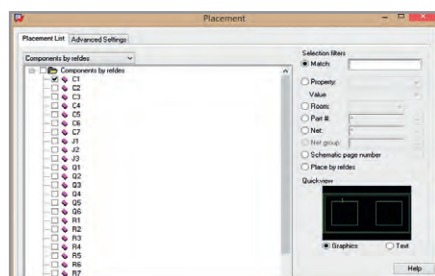


Рис. 20. Размещение компонентов на плате – выбор из списка

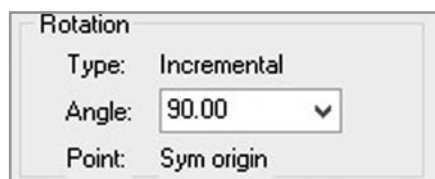


Рис. 21. Изменение угла поворота компонентов на вкладке Options

5. Если вам понадобится удалить границу платы, выделите её нажатием ЛКМ, а затем удалите ПКМ (Delete). Или вызовем команду Edit > Delete, а затем отметим границу (вы можете выбирать объект, после чего выполнять над ним операцию, либо выбирать команду, а затем объекты, которые должны быть обработаны этой командой).

6. Выберем Display > Zoom > Fit или нажмём F9, чтобы отобразить нашу плату на экране целиком (см. рис. 17).

7. Если это необходимо, можно назначить другие цвета слоёв, так называемых классов и подклассов. Для этого выберем Setup > Colors или Ctrl + F5, или нажмём соответствующую кнопку на панели инструментов.

8. Выбираем класс, например Geometry, и находим подкласс, например, Design Outline. Снизу в палитре отметьте необходимый цвет, а затем присвойте его слою нажатием на цветной квадрат около нужного объекта. Затем нажмите OK, чтобы закрыть окно.

ДОБАВЛЕНИЕ МОНТАЖНЫХ ОТВЕРСТИЙ

Теперь, когда есть контур печатной платы, можно добавить отверстия для её крепления.

1. Откроем список имеющихся отверстий – Place > Mechanical Symbols.
2. Нам понадобится разместить четыре одинаковых символа. Для этого перейдём в закладку Advanced Settings и отметим Disable напротив опции AutoNext.
3. Вернёмся обратно и выберем символ MTG125 (см. рис. 18).
4. Нажмём клавишу Hide внизу окна.

5. После этого окно закроется, а выбранное отверстие будет готово к установке. Можно менять его расположение, указывая нужные места мышью, либо вводить координаты через командную строку. Попробуем второй вариант.

6. По очереди введём следующие команды, подтверждая каждую из них нажатием Enter:

- x 2.5 2.5;
- x 2.5 27.5;
- x 47.5 27.5;
- x 47.5 2.5.

7. Щелчок ПКМ > Done. В итоге у нас в углах платы будут расставлены четыре отверстия (см. рис. 19).

8. Сохраняем, выбирая File > Save.

Либо можно выполнять копирование одного поставленного на плату отверстия через Edit > Copy и выбор отверстия, либо вначале выбрав отверстие, а затем нажав ПКМ > Copy.

РАЗМЕЩЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ

Теперь самое время размещать на плате компоненты. Это можно сделать вручную, либо воспользоваться автоматическим размещением. Наша плата имеет небольшое количество компонентов, поэтому вполне можно обойтись ручным размещением. Для этого также есть несколько вариантов. Мы воспользуемся размещением по позиционному обозначению (RefDes).

1. Выберем Place > Components Manually... В открывшемся окне приведены все неразмещённые на плате компоненты (см. рис. 20).
2. Отметим компонент, который хотим разместить, флажком рядом с его именем. Либо отметим сразу все компоненты, выбрав в дереве папку Components by Refdes.
3. Выбираем кнопку Hide внизу окна и переходим к размещению компонента. При необходимости можно выполнить на нём щелчок ПКМ и выбрать Rotate, чтобы повернуть компонент. Во время поворота можно менять его параметры в закладке Options в правой части экрана (см. рис. 21).
4. Понадобится одно нажатие ЛКМ для выбора угла поворота и одно – для установки компонента в выбранное место. Также можно вводить координаты компонентов в командную строку, как мы это делали с крепёжными отверстиями. Если бы у нас был импортирован файл с разме-

Define Grid

☒ Grids On

Layer	Offset	Spacing
Non-etch	Spacing: x: 0.25	y: 0.25
	Offset: x: 0.00 y: 0.00	
All Etch	Spacing: x: 0.1	y: 0.1
	Offset: x: 0.00 y: 0.00	
TOP	Spacing: x: 0.10	y: 0.10
	Offset: x: 0.00 y: 0.00	
BOTTOM	Spacing: x: 0.10	y: 0.10
	Offset: x: 0.00 y: 0.00	

OK **Help**

Electrical	Objects		Referenced	Line Width	
Physical	Type	S	Physical CSet	Min	Max
Physical Constraint Set	Name			mm	mm
All Layers	*	*	*	*	*
Net	Dsn	☐	HEADPHONE	0.50	0.00
All Layers	PCS	☒	DEFAULT	0.50	0.00
Region					
All Layers					

Electrical

Physical

- Physical Constraint Set
 - All Layers
- Net
 - All Layers
- Region
 - All Layers

Objects		Referenced Physical C Set	Line Width	
Type	S		Min mm	Max mm
*	*	*	*	*
Dsn	HEADPHONE	DEFAULT	0.50	0.00
OType	XNets/Nets			
Net	IN	DEFAULT	0.50	0.00
Net	MID	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N00447	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N00453	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N00461	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N00469	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01029	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01067	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01189	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01239	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01250	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01787	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01890	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N01898	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N02024	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N03070	DEFAULT	0.50	0.00
Net	N009892	DEFAULT	0.50	0.00
Net	OUT	DEFAULT	0.50	0.00
Net	VPP	DEFAULT	0.50	0.00
Net	0	DEFAULT	0.50	0.00

71

Altium Designer 17: обзор новых возможностей

Егор Чириков (Москва)

В ноябре 2016 г. компания Altium объявила о выходе нового релиза своего флагманского продукта Altium Designer. В новой версии Altium Designer 17 появились инструменты и возможности, позволяющие проектировать быстродействующие печатные платы и платы повышенной плотности монтажа в более короткие сроки. В статье рассмотрены наиболее значимые нововведения, которые стали доступны пользователям, имеющим активную подписку на Altium Designer.

ActiveRoute

ActiveRoute – это новаторская технология интерактивной трассировки, обеспечивающая автоматизированную прокладку трексов, выбранных пользователем (см. рис. 1). Разработчик самостоятельно может определить путь маршрута, по направлению которого будет выполнена прокладка трека.

При работе с ActiveRoute для выбранной группы цепей соблюдается ширина трексов и зазоров в соответствии с настроенными правилами проектирования. Данная технология не добавляет переходные отверстия (предполагается, что их установ-

ка будет выполняться заранее) т.к. использует так называемый способ River Routing.

Трассировка с помощью ActiveRoute превосходит простое сочетание интерактивной и автоматической маршрутизации за счёт следующих функциональных возможностей:

- автоматическая оптимизация трексов, выведенных из массива Pad/Via, – самый трудоёмкий процесс ручной маршрутизации;
- высокая производительность – прокладка одной цепи занимает <1 с;
- соблюдение правил проектирования и приоритета для ширины

трасс и зазоров в зависимости от слоя, топологии и места размещения цепей, как для одной цепи, так и для класса цепей;

- выполнение одновременной маршрутизации по нескольким слоям с помощью высокоэффективного алгоритма;
- возможность задания направления прокладки маршрута;
- прокладка трексов через полигон с его автоматической перезаливкой;
- поддержка работы с дифференциальными парами;
- автоматическое сглаживание проложенных трексов с помощью инструмента Glossing для уменьшения количества углов и улучшения общего вида трексов.

Сглаживание дорожек (Glossing)

Для оптимизации расположения уже проложенных трексов в Altium Designer 17 был добавлен новый инструмент Glossing. Для его запуска достаточно выделить группу трексов, для которых необходимо применить сглаживание, и запустить команду Route > Gloss Selected или нажать горячие клавиши Ctrl+Alt+G (см. рис. 2).

Результаты оптимизации зависят от того, какие трексы выбраны для сглаживания:

- для обычных трексов (не дифференциальных пар) происходит изменение направления с целью сокращения длины маршрута, также устраняются подключения к контактным площадкам и переходным отверстиям под острым углом;
- при применении к дифференциальным парам цель инструмента состоит в том, чтобы максимально уменьшить расстояние между цепями одной пары, также Glossing попытается сделать проложенные трексы более гладкими и короткими, без ущерба для параллельной маршрутизации и баланса длины;
- при выделении нескольких трексов/пар инструмент пытается сгладить все из них (в некоторых случаях это не получается сразу, так как инструмент старается минимизировать затрачиваемое на оптими-

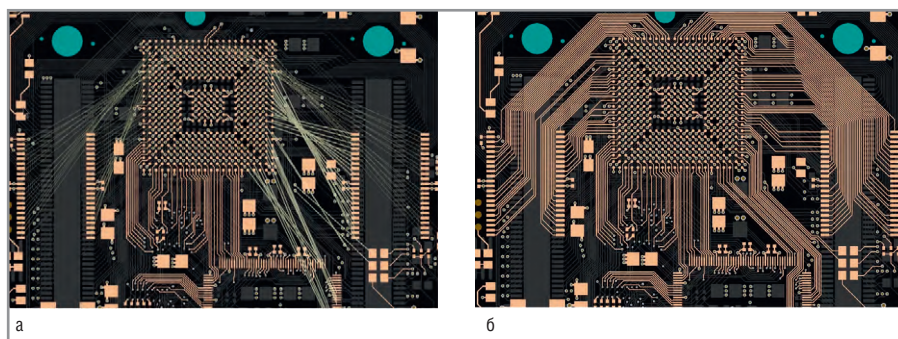


Рис. 1. Результат работы инструмента ActiveRoute: а – до трассировки; б – после трассировки

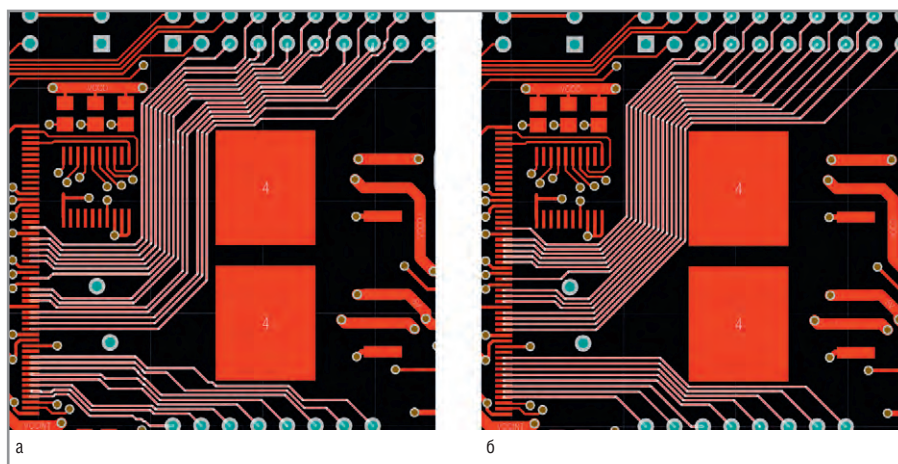


Рис. 2. Работа функции Glossing: а – до сглаживания дорожек; б – после сглаживания

зацию время), если после запуска Glossing остались несглаженные маршруты, необходимо его запустить повторно.

ОБРАТНОЕ ВЫСВЕРЛИВАНИЕ (Back Drilling)

Обратное высверливание – это технология удаления неиспользуемой части металлизированного отверстия на печатной плате (см. рис. 3). Данный приём позволяет избавиться от появления искажённого сигнала в высокоскоростных интерфейсах на многослойных платах. Новое правило позволяет определить критичные цепи, где необходимо удалить лишние части отверстия.

По сравнению с методом послойного наращивания или попарного прессования, используемого для создания слепых и глухих переходных отверстий, технология обратного высверливания гораздо дешевле.

Обратное высверливание характеризуется двумя параметрами.

Глубина высверливания. Глубина обратного высверливания – расчётная величина, которая зависит от стека

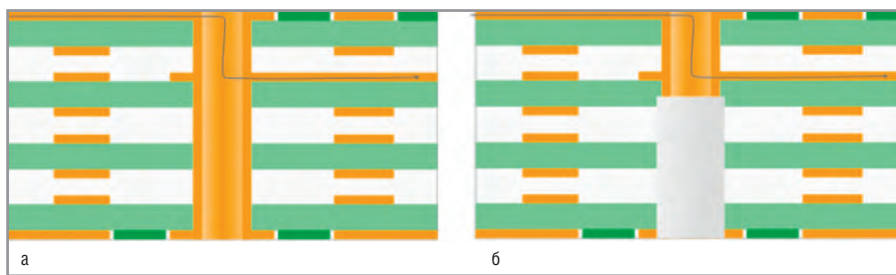


Рис. 3. Пример использования технологии обратного высверливания (Back Drilling): а – сквозное металлизированное отверстие; б – отверстие после удаления части металлизации путём высверливания

платы. Необходимо определить начальный и конечный слой (см. рис. 4). Программа вычисляет глубину сверления, необходимую для прохождения через все слои между указанной парой слоёв (включая толщину стартового слоя и исключая толщину конечного слоя).

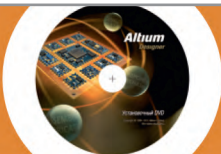
Диаметр сверла. Размер сверла, используемого для обратного высверливания, определяется размером переходного отверстия / контактной площадки плюс двухкратное завышение (Oversize) допуска, указанного в соответствующем правиле конструкции платы.

Вся информация по высверливанию переходных отверстий автоматически

передаётся в документацию и файлы для производства.

РЕДАКТИРОВАНИЕ ПОЛИГОНОВ

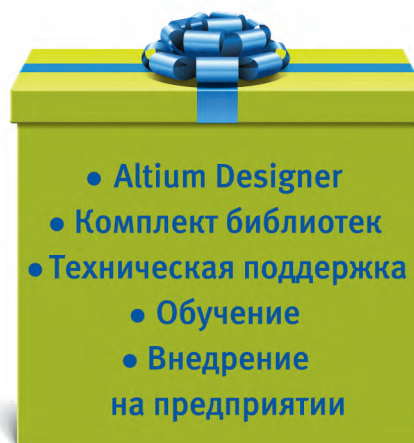
Интуитивное редактирование полигонов позволяет создавать и редактировать полигоны, затрачивая меньше усилий и времени. В Altium Designer 17 появились новые инструменты для объединения (см. рис. 5) и вычитания, а также для редактирования существующих полигонов. Данные инструменты могут быть применены ко всем объектам, сделанным на основе полигона – таким как контур платы, регион и, собственно, к самим полигонам.



Внедрение САПР - дело непростое.
Хотите купить не просто диск, а сразу получить систему,
готовую к эффективному использованию?

Altium Designer

от НПП «Родник»:
Все включено!



- Altium Designer
- Комплект библиотек
- Техническая поддержка
 - Обучение
 - Внедрение на предприятии

Altium

С 1991 года
РОДНИК
СИСТЕМНЫЙ ИНТЕГРАТОР

Тел.: +7 (499) 613-7001, www.rodnik.ru

Реклама

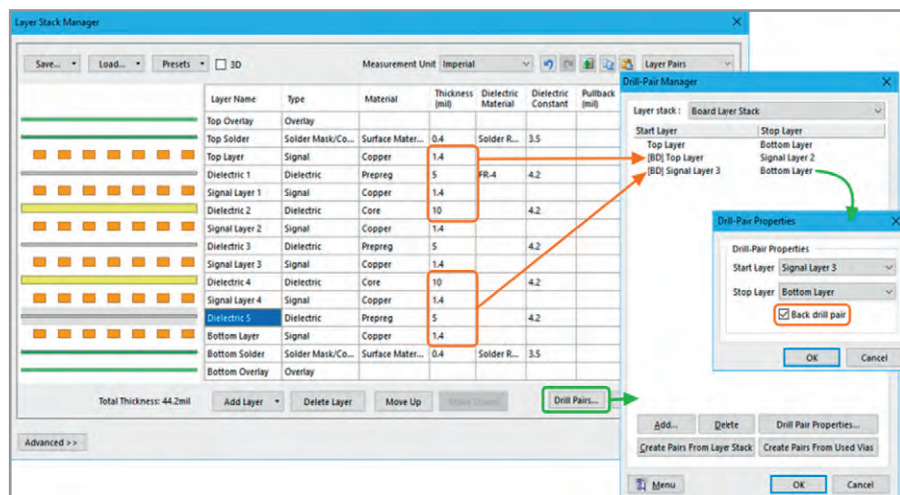


Рис. 4. Настройки стека платы для реализации Back Drilling

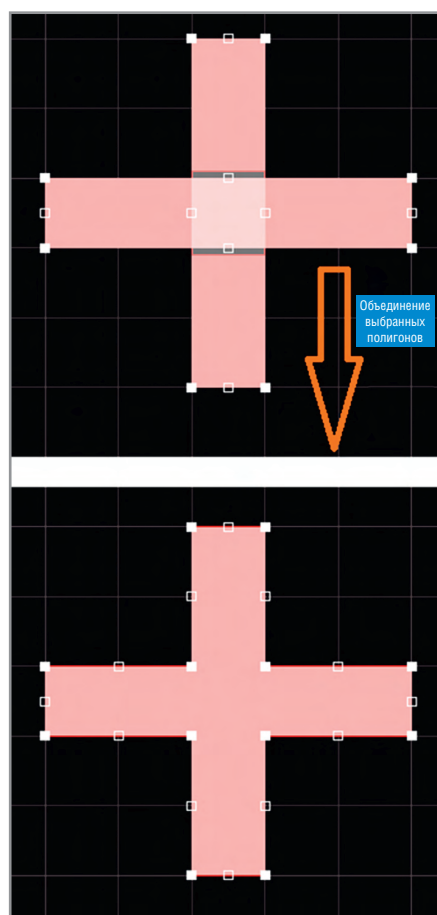


Рис. 5. Объединение двух полигонов в один

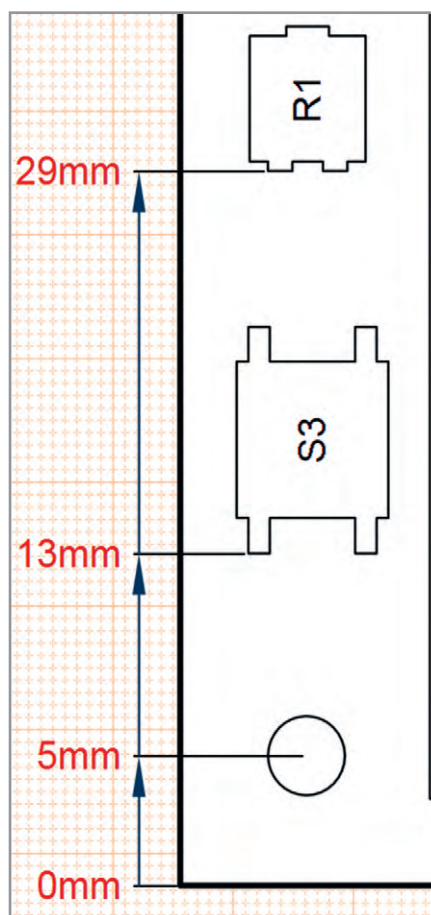


Рис. 7. Ординатные размеры

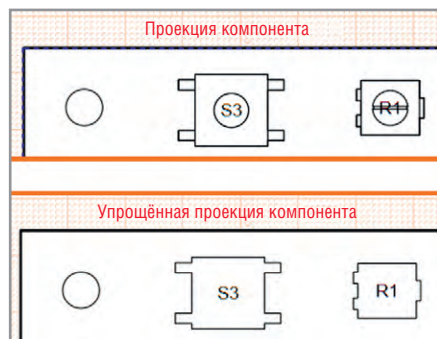


Рис. 6. Пример отображения компонентов по 3D-моделям

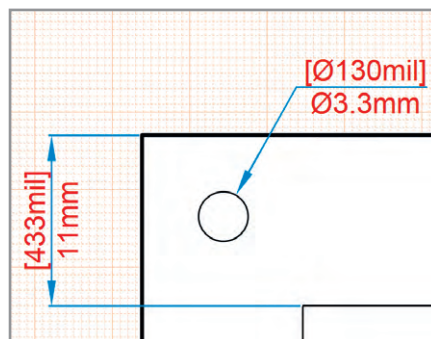


Рис. 8. Отображение двойных единиц измерения на размерах

УЛУЧШЕНИЯ В РЕДАКТОРЕ DRAFTSMAN

В новой версии Altium Designer 17 в редакторе чертежей Draftsman Altium Designer появился ряд дополнительных функций и улучшений, которые повышают эффективность создания чертежей. Далее перечислены некоторые из них.

Упрощённое отображение компонентов на сборочном чертеже

Ранее одним из вариантов отображения компонентов на сборочном чертеже был Body Projection (Проекция компонента), который создавал проекцию компонентов по их 3D-моделям. В новом релизе появился упрощённый вариант Body Projection Simple (Упрощённая проекция компонента), при этом отображается только внешняя граница проекции 3D-модели (см. рис. 6).

Ординатные размеры

Ординатные размеры – это эффективный способ для добавления нескольких измерений, начинающихся с одной (нулевой) ординаты (см. рис. 7), которая называется «базой». Вычисление значений этих размеров относительно базы позволяет избежать возможных ошибок в размерах, связанных с накоплением погрешностей.

Двойные единицы измерения

В предыдущих версиях единицы измерения могли быть установлены в миллиметрах или милах. В новой версии Draftsman добавлена возможность отображения одновременно двух единиц измерения в размерах (см. рис. 8). Подобное отображение может быть включено как для отдельных объектов, так и глобально для всех объектов. Двойные единицы измерения обеспечивают большую ясность в определении размеров объектов и защищают от ошибок перевода единиц измерения на производстве.

Для отображения двойных единиц измерения объекта необходимо зайти в его свойства и установить галочку напротив пункта Dual Units. После этого активируется поле Dual Units, в котором необходимо выбрать, в каких единицах будет отображаться второй размер (миллиметры – millimeters, мили – mils, дюймы – inches).

Двойные размеры доступны для следующих объектов и размерных свойств:

- линейные размеры;

- радиальные размеры;
- ординатные размеры;
- стек слоёв;
- таблица сверловки;
- таблица BOM (Bill of Materials).

В глобальных настройках (DXP > Preferences) можно включить отображение двойных единиц измерений по умолчанию для всех объектов и размерных свойств.

Пользовательские таблицы (Custom Table)

В новом релизе редактор чертежей Draftsman позволяет создавать пользовательские таблицы. Структура и содержание таких таблиц свободно настраиваются пользователем в соответствии с его требованиями.

Свойства пользовательской таблицы позволяют настроить её отображение: стиль внутренних и внешних линий, ширина ячеек, цвет, отступы, стиль текста. Также доступны функции по модификации самой таблицы: добавление и удаление столбца/строки, объединение ячеек.

Изменения в правилах проектирования

Altium Designer 17 содержит целый ряд изменений в правилах PCB: от упрощения матрицы минимальных зазоров до усовершенствования правила неподключённых цепей (Un-Routed Net). В совокупности эти улучшения дают возможность более полного контроля всех аспектов конструирования платы, а также обеспечивают интуитивно понятное и быстрое создание платы. Далее приведены основные из них.

Упрощённая форма матрицы минимальных зазоров

Для многих пользователей нет большой разницы между такими примитивами, как треки (Track) и дуги (Arc). Аналогичная ситуация складывается между примитивами Fill, Polygon и Region – большинство пользователей используют их на плате как медные участки. Именно для таких ситуаций в матрице появилось два режима работы (позиция 1 на рис. 9):

- Simple (простой) – в этом режиме, объекты Track и Arc объединены в одну группу Track, а Fill, Polygon и Region – в группу Copper;
- Advanced (расширенный) – этот режим предоставляет традиционное отображение матрицы (как это было организовано в предыдущих верси-

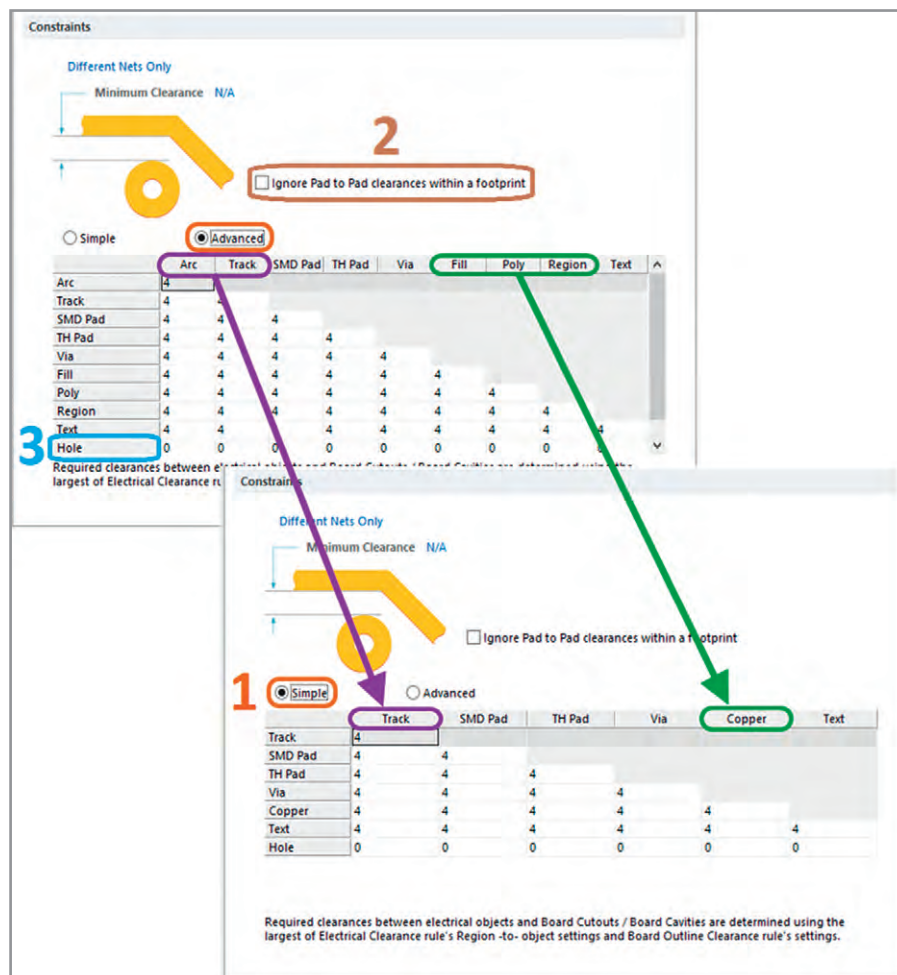


Рис. 9. Изменения в правиле минимальных зазоров Clearance

ях), с отдельным отображением всех примитивов.

Аналогичные два режима появились в правилах подключения к полигону (Polygon Connect Style) и подключения к внутренним слоям (Power Plane Connect Style). Режим Simple предоставляет традиционное отображение настройки правила (как это было организовано в предыдущих версиях), а режим Advanced даёт возможность настроить подключения различных типов к SMD Pad, TH Pad и Via в рамках одного правила.

Игнорирование зазора между контактными площадками, принадлежащими одному посадочному месту

Для оптимизации проверки правил проектирования DRC (Design Rule Check) и уменьшения количества маркеров, сигнализирующих о нарушениях, которые не являются реальными нарушениями, в Altium Designer 17 была добавлена опция «Ignore Pad to Pad Clearances Within a Footprint» (позиция 2 на рис. 9), исключающая проверку правила минимального зазора между

контактными площадками (Pads), принадлежащими одному посадочному месту (Footprint). По умолчанию эта опция отключена.

Проверка зазора между отверстиями и другими объектами

Добавление в матрицу минимальных зазоров нового объекта Hole (отверстие) (позиция 3 на рис. 9) даёт возможность проверять минимальное расстояние между краями отверстий и другими объектами. Данная возможность особенно полезна для предотвращения расположения трека слишком близко к переходному отверстию, на котором должно быть выполнено обратное высверливание. В противном случае слишком близко расположенный трек может быть повреждён при высверливании.

Расширение правила неразведённых цепей «Un-Routed Net»

Обычно система проверки правил проектирования печатной платы считает цепь разведённой, если все узлы (контактные площадки компонен-

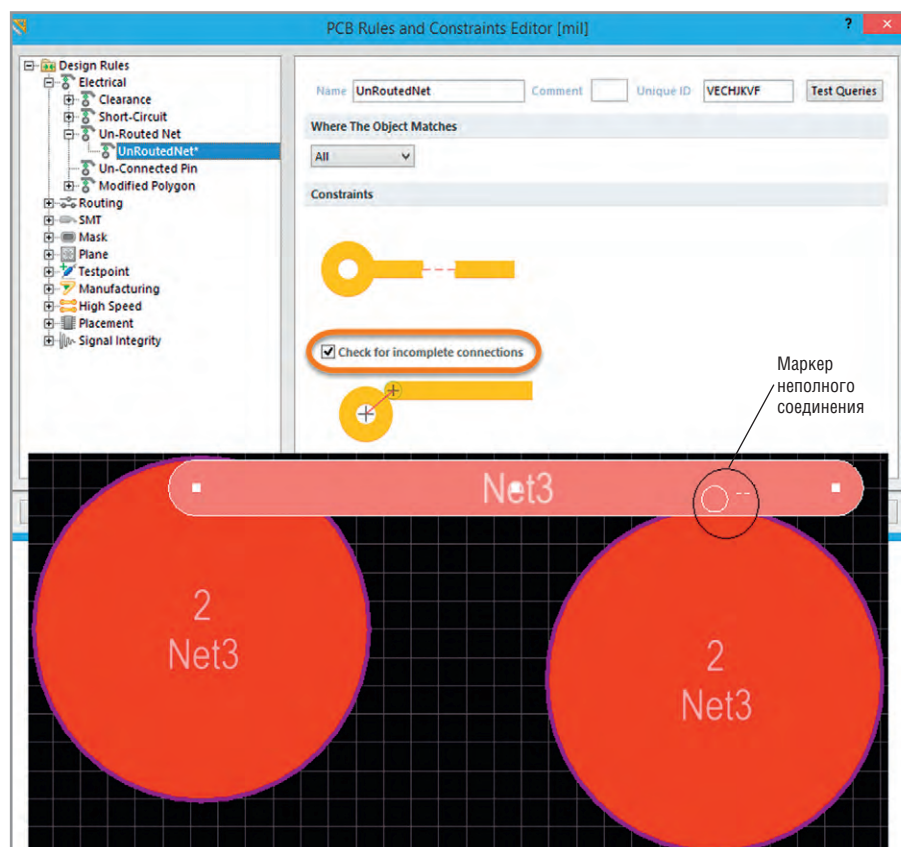


Рис. 10. Проверка неполных соединений

тов) в этой цепи соединены посредством объектов Tracks, Arcs, Pads, Vias, Polygons. Эти объекты считаются связанными, если они соприкасаются друг с другом. Тем не менее, хотя касательная связь также воспринимается программой как связь, при изготовлении платы такие связи могут оказаться очень хрупкими, что может привести к проблемам. Такие соединения часто называют плохими, ненадёжными или неполными.

В Altium Designer 17 было улучшено правило «Un-Routed Net» для отслеживания таких неполных соединений. При включении функции «Check for Incomplete Connections» (см. рис. 10) автоматически включаются следующие проверки:

- Track/Arc и Track/Arc – проверка того, что осевые линии или центры концов соединительных сегментов треков/дуг совпадают;
- Track/Arc и Via – проверка того, что осевые линии или центры концов соединительных сегментов треков/дуг расположены в центре переходного отверстия;
- Track/Arc и Pad – проверка того, что осевые линии или окружность концов соединительных сегментов треков/дуг перекрываются контактной площадкой;

- Via и Pad – проверка того, что центр переходного отверстия перекрывается контактной площадкой;
- Via и Via – проверка того, что центры двух сквозных отверстий совпадают;
- Polygon и Track/Arc – проверка того, что осевые линии или окружность концов соединительных сегментов треков/дуг перекрываются полигоном;
- Polygon и Pad/Via – проверки того, что центр контактной площадки/переходного отверстия перекрывается полигоном.

Все соединения, которые не удовлетворяют этим проверкам, будут помечены в рабочей области с помощью специального маркера (см. рис. 10) и сопровождаются соответствующим сообщением в окне Messages.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПОНЕНТА В PCB

Параметры объектов в Altium Designer обеспечивают мощные и гибкие средства добавления дополнительной информации к конструкции печатной платы. Параметры могут быть применены на различных уровнях, в том числе на уровне проектов, документов, шаблонов и отдельных объектов.

Наряду с набором стандартных, заранее определённых параметров, таких как название документа (Document Name), Altium Designer также предлагает возможность создания пользовательских параметров. Ранее они были доступны только в рамках проекта, документа или листа схемы. Altium Designer 17 вводит поддержку параметров на уровне платы, с возможностью синхронизации параметров между схемой и платой.

Передача пользовательских параметров из схемы на плату реализована путём расширения функционала стандартного механизма ECO, который позволяет определить пользовательские параметры компонента, которые должны быть переданы и сохранены на печатной плате. Подобная передача работает только в одном направлении – из схемы на плату. Переданные параметры в области печатных плат доступны только для чтения. Параметры, которые доступны в редакторе печатной платы, могут быть использованы для создания фильтров запросов, создания правил и написания скриптов.

Передача параметров осуществляется путём стандартного обновления данных из схемы на плату (команда Design > Update PCB Document).

Для просмотра переданных параметров в редакторе печатных плат нужно открыть свойства компонента и в диалоговом окне нажать на кнопку «Parameters». В диалоговом окне «Parameters» будут перечислены текущие пользовательские параметры, которые были назначены для выбранного компонента.

Также параметры для выбранного компонента доступны в панели PCB Inspector.

Выводы

Новые возможности Altium Designer 17 реализованы в русле тенденций современных технологий разработки электроники. Поддержка функционала обратного высверливания даёт возможность пользователям САПР полноценно проектировать устройства с применением данной технологии, не придумывая обходные пути. Большое количество улучшений в правилах проектирования, появление новых инструментов и функций позволяют сократить время разработки и обеспечить полный контроль над процессом проектирования устройства.





Светодиодные кластеры серии XLD-Line6 предназначены для подсветки витрин, карнизов, декоративного освещения, дизайнерской и рекламной подсветки.

Широкий ассортимент, возможность деления, простота наращивания и подключения делают кластеры удобными для реализации проектов любого уровня сложности.

Преимущества

- Использование для замены светильников с лампами
- Высокий световой поток
- Деление на отрезки 70 мм
- Простота подключения благодаря специальным разъёмам
- Коммутация кластеров в линию произвольной длины
- Широкий диапазон рабочих температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$
- Срок службы не менее 50 000 часов



Новости мира News of the World Новости мира

ВОИР и Роспатент помогут изобретателям воплотить свои проекты

20 января 2017 г. Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов (ВОИР) отметило своё 85-летие. Первое заседание Общества состоялось в Кремлёвском дворце в 1932 г. Участие в обществе было почти обязательным, так что к 1988 г. число членов достигло 14 млн. Деятельность ширилась вместе с развитием производственной и научной базы страны: если за 1939 г. было зарегистрировано 26,9 тысяч изобретений, то за 1987 г. — уже 83,7 тысячи. События, последовавшие вслед за развалом СССР, быстро обрушили результативность работы Общества. Уже в 1991 г. число зарегистрированных изобретений сократилось в четыре раза.

В переформатированном виде ВОИР продолжает действовать и сегодня, объединяя 100 тысяч изобретателей. В обновлённый недавно Центральный совет Общества входят вице-президент Торгово-промышленной палаты России, президент Национальной палаты инженеров, генеральный директор Санкт-Петербургской биржи, директор Ассоциации кластеров и технопарков, руководитель российской площадки микроинвестирования Planeta.ru и др.

Члены ВОИР могут рассчитывать на:

- участие на льготных условиях в выставках, конференциях, семинарах, форумах;
- бесплатное размещение информации о своих проектах и изобретениях в печатных СМИ;
- бесплатное участие в специальных программах на телевидении и радио;
- поддержку в вопросах защиты своих прав;
- получение грантов, субвенций, заказов на создание инновационной продукции;
- помощь в ведении переговоров, включая составление и сопровождение договоров;
- содействие в патентовании изобретений, товарных знаков и других объектов промышленной собственности;
- содействие в проведении презентаций;
- помощь при организации рекламных компаний и прочее.

«По итогам 2016 г. Россия потеряла 14 позиций в рейтинге инновационных экономик мира, опустившись на 26 место. Сегодня нашей ключевой задачей мы видим кардинальное изменение создавшейся ситуации, используя доказавшую свою эффективность практику развития изобретательской и рационализаторской деятельности и многолетний опыт ВОИР. Объединив уси-



лия с Роспатентом, мы будем добиваться перелома в негативном тренде технологического отставания страны. И мы сделаем это, как это смогли сделать основоположники движения изобретательства в XX веке», — заявил председатель Центрального совета Антон Ищенко.

www.mosvoir.ru

Объём рынка биометрических систем в 2016 г. превысил \$14 млрд

На сегодняшний день системы биометрической идентификации стали зрелым технологическим направлением развития с большим количеством успешно реализованных проектов по всему миру. Мировой рынок биометрических решений вступил в фазу активных инноваций и интенсификации применения как в правительственных, силовых, правоохранительных и оборонных структурах, так и в коммерческом сегменте, высокими темпами интегрируясь в банковский сектор, ритейл, мобильные приложения, Интернет вещей, здравоохранение, образование и другие отрасли.

Согласно оценкам Json & Partners Consulting, объём мирового рынка биометрических систем на конец 2016 г. достиг более \$14 млрд (в 2015 г. — \$12,19 млрд). В ближайшие шесть лет CAGR-рост биометрического рынка составит 18,6%, а прогнозируемый объём рынка к 2022 г. — до \$40 млрд.

Правительственные инициативы, направленные на обеспечение национальной безопасности, продолжают оставаться ключевым направлением для мирового биометрического рынка. Более половины стран-участниц ООН уже выдают биометрические паспорта. К 2018 г. в мире будет насчитываться порядка 3,5 млрд электронных документов (биометрические паспорта и прочие). Самые высокие в мире темпы роста перехода на e-ID — в Европе: по оценкам Gemalto, к 2018 г. обладателями e-ID там станут 150 млн человек (30% всего населения).

Значительную роль в формировании государственных потребностей в биометрических технологиях играет сегмент иммиграционного контроля для идентификации беженцев и людей, нелегально пересекающих границу. Отдельно следует выделить масштабные правительственные проекты биометрической переписи населения и системы голосования для проведения выборов (идентификация избирателей). Активный рост демонстрирует и сегмент идентификации путешественников. До 2018 г. Евросоюз планирует ввести электронный контроль за пересечением границ стран-членов ЕС (проект «Умных границ»).

Несмотря на то, что госсектор продолжает «держаться» значительную долю мирового рынка биометрических систем, в ближайшие 5–7 лет биометрия, проходя этапы пилотирования и тестирования, будет смещаться в сторону активного использования в коммерческих и потребительских сегментах. При этом ключевыми драйверами роста мирового рынка биометрических систем являются мобильная биометрия и финансовый сектор.

Согласно данным Juniper Research, в ближайшие 6 лет среднегодовые темпы роста рынка мобильных устройств с функциями биометрии составят почти 26%, а количество этих устройств в мире увеличится со 160 до 760 млн штук в 2016–2022 гг. Смартфон постепенно становится мультибиометрическим устройством. В настоящее время уже используются технологии, позволяющие при помощи камеры смартфона осуществлять идентификацию по лицу. Получают распространение камеры, которые позволяют сканировать отпечатки пальцев бесконтактным способом. Кроме того, все телефоны (не только смартфоны) можно использовать для интеграции голосовой биометрии.

Самой перспективной технологией для мобильного сегмента эксперты считают идентификацию по радужной оболочке глаза. К примеру, Samsung Galaxy Note 7 оснащён сканером радужки глаза. Об интегра-

Новости мира News of the World Новости мира

ции фронтальной камеры со встроенным сканером радужной оболочки (в смартфон G6) объявила LG. Компания Hitachi в 2016 г. объявила, что разработала технологию, позволяющую с высокой точностью сканировать рисунок вен пальцев с помощью обычной камеры, встроенной в смартфон. Fujitsu также представила усовершенствованный сканер рисунка вен ладони, который на 80% меньше ранее выпускаемого прибора, что даёт возможность установить его в планшет и даже смартфон. У Fujitsu уже есть планшетный компьютер Stylistic Q736, который распознаёт личность владельца по рисунку вен на ладони.

Биометрические технологии начинают активно использоваться платёжными системами. Например, PayPal планирует сотрудничать с Lenovo и Intel, чтобы дать возможность пользователям идентифицировать платежи на ПК с помощью отпечатков пальцев. Ранее (в 2014 г.) PayPal дебютировал на рынке биометрических платежей для смартфонов (приложение, использующее отпечатки пальцев для Galaxy S5). MasterCard в том же 2014 г. совместно с Zwire разработал пластиковую карту со встроенным датчиком для распознавания отпечатков пальцев владельцев карт, которая позволяет проводить банковские операции бесконтактно и без ввода пин-кода. В 2016 г. MasterCard запустила технологию Identity Check Mobile (уже доступна во многих странах Европы). Технология позволяет онлайн-покупателям подтверждать свою личность с помощью сканера отпечатков пальцев на смартфоне или с помощью технологии распознавания лиц (селфи). Компания также рассматривает перспективы использования так называемых «внутренних» технологий биометрической иденти-

фикации (биение сердца, венозный рисунок). Настоящим прорывом на рынке стал запуск мобильных кошельков: Apple Pay, Samsung Pay и Android Pay, где для совершения платежа используется мобильный телефон и встроенные в него биометрические технологии.

Ключевыми перспективными направлениями использования биометрии в банковском секторе являются ATM, call-центры, идентификация пользователей для доступа в мобильное банковское приложение, а также для осуществления платежей, идентификация клиентов кредитными департаментами, доступ к депозитным ячейкам. Число примеров применения биометрических технологий в банковском и страховом секторах растёт в геометрической прогрессии. Согласно оценкам Json & Partners Consulting, в период 2015–2016 гг. 26% всех рассмотренных биометрических проектов в мире относятся к банковскому сектору.

Биометрические технологии, демонстрируя более высокие темпы роста, продолжают активно вытеснять карточные системы в коммерческом корпоративном сегменте.

По мнению Json & Partners Consulting, самыми быстрорастущими сегментами в ближайшие 5–7 лет станут технологии идентификации по радужной оболочке, голосу и рисунку вен, а самые высокие темпы роста рынка биометрических технологий покажут Россия, Индия и Мексика.

www.astera.ru

В Китае построят завод по производству чипов памяти

Компания Tsinghua Unigroup (китайский государственный производитель чипов) объявила о планах построить завод по произ-

водству модулей памяти. Размер инвестиций в предприятие составит \$30 млрд. Завод расположится в Нанкине (восточная часть Китая).

Компания Tsinghua, купившая за последние несколько лет целый ряд производителей микросхем, сейчас также участвует в строительстве завода стоимостью \$24 млрд для производства чипов памяти в Ухане.

Завод в Нанкине будет выпускать чипы DRAM и флеш-память 3D NAND. В сообщении компании сказано, что первый этап проекта обойдётся в \$10 млрд. Производственная мощность завода после реализации первого этапа составит 100 тысяч полупроводниковых пластин в месяц. Сроки завершения строительства завода и выхода его на полную производственную мощность пока неизвестны.

Китай старается создать сильную отечественную полупроводниковую промышленность, которая обеспечит чипами его огромный внутренний рынок. В прошлом году китайское правительство объявило о планах инвестировать \$160 млрд в течение 10 лет в проекты, связанные с укреплением отечественной полупроводниковой промышленности.

В 2015 г. Tsinghua хотела приобрести американского производителя чипов памяти Micron Technology Inc. за \$23 млрд, но её попытка закончилась неудачей. У Китая нет другого выбора, кроме как создавать собственную полупроводниковую промышленность с нуля, так как западные правительства (особенно США) всё более настороженно относятся к попыткам китайских государственных компаний приобрести западные фирмы.

www.3dnews.ru



РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

- Разработка герметичных DC/DC-преобразователей для ответственных применений
- Разработка и производство мощных источников питания для авиационной аппаратуры
- Разработка заказных силовых и ВЧ/СВЧ-модулей
- Производство дискретных силовых компонентов в керамических корпусах
- Разработка и проведение испытаний изделий и компонентов силовой электроники

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР НПП «АРБЕЛОС»

ProCHIP
POWERED BY PROSOFT

ТЕЛ.: (495) 232-2522 / ФАКС: (495) 234-0640 / INFO@PROCHIP.RU / WWW.PROCHIP.RU

Электроника на Урале

С 28 по 30 ноября 2016 г. в «Центре Международной Торговли Екатеринбург» состоялись знаковые для специалистов в области автоматизации и электроники события – XII Международная специализированная выставка «Передовые Технологии Автоматизации. ПТА-Урал 2016» и II Международная специализированная выставка «Электроника-Урал 2016».

На одной площадке собрались производители, системные интеграторы и дистрибьюторы интеллектуальных систем и компонентов из России, Белоруссии, Германии и Китая.

В ходе торжественной церемонии открытия с приветственным словом к участникам и гостям выставок обратились: председатель Комитета промышленной политики и развития предпринимательства Администрации города Екатеринбурга Дмитрий Вячеславович Мамин, председатель Совета по информационно-коммуникационным технологиям в Союзе предприятий оборонных отраслей промышленности Свердловской области Сергей Иванович Осадчиков, президент Ассоциации «Уральский приборостроительный кластер» Сергей Александрович Чурсин, заместитель председателя Комитета по промышленности и взаимодействию с естественными монополиями Свердловского областного Союза промышленников и предпринимателей Владимир Никитович Семёнов и генеральный директор ООО «ЭКСПОТРОНИКА» Надежда Борисовна Колосова.

Посетители смогли ознакомиться с новинками продукции и решениями таких компаний, как Прософт-Системы, Pepperl+Fuchs, «Элеком», «Б + Р промышленная автоматизация», Phoenix Contact, «Сенсорика», «Текноу», «Радиоприборснаб», ОЛИЛ, «Мультиклет», АЕКОН и многих других игроков отрасли.

Компания БАЛЛУФФ представила систему Magnettrack – неоптический бесконтактный метод измерения положения объектов с высокой точностью, основанный на магнито-стрикции. Большой интерес вызвали решения компании «Пепперл + Фукс Аутомейшн» в области устройств позиционирования, действующих на расстоянии до 10 км. Блочный модуль регулирования теплотребления, позволяющий жилым зданиям экономить до 11% тепла, можно было увидеть на стенде компании «Элеком». Отечественный разработчик и производитель электроники «Мультиклет» продемонстрировал инновационные мультиклеточные процессоры. Российская компания АЕКОН представила на выставке ряд новинок аппаратно-про-

граммных комплексов полного цикла для интеллектуальных систем управления технологическим оборудованием и процессами, разработанных в рамках программы по импортозамещению в области АСУ ТП.

Особое место заняла коллективная экспозиция Партнёрского Содружества EVIKA, объединившая известные и перспективные компании в сфере «умного дома»: EVIKA, iRidium, BMS Trading, B.E.G., KNX User Club, UMC Technology, «Разумный дом», «АМП-Урал», «Компонента», «Дом технологий уюта». Молодёжная часть аудитории с энтузиазмом восприняла разработки в области робототехники, аддитивных технологий и дополненной реальности, представленные на стендах Школы информационных технологий Real-IT, кружка экспериментальной механики и робототехники, Уральского радиотехнического колледжа им. А.С. Попова и Научно-внедренческого технопарка «Молодёжный».

Насыщенная деловая программа в первый день началась с проведения круглого стола на тему «Развитие электронных технологий в Уральском федеральном округе: ресурсы и возможности», организованного Ассоциацией «Уральский приборостроительный кластер» при поддержке СОСПП. Эксперты обсудили финансовые инструменты поддержки инновационных высокотехнологичных проектов, успешные примеры отечественных разработок в области электроники и другие вопросы. Модератором выступил Николай Варфоломеевич Мушников, заместитель председателя УрО РАН, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук. По завершении круглого стола компания JTAG Technologies провела семинар на тему «Как тестировать цифровые платы после сборки? Методика автоматического выявления дефектов монтажа, бракованных и контрафактных компонентов на цифровых изделиях».

29 ноября конференция «АПСС-Урал 2016» продолжила работу под руководством главного редактора портала it-eburg.com, эксперта в области информационных технологий Даниила Силантьева. Состоялись выступления научных экспертов и ведущих брендов в секциях: «Программное обеспечение.





Облачные структуры. Защита информации», «Специализированные системы управления в различных отраслях: металлургия, транспорт, нефтегазовый комплекс», «Силовая электроника, образовательная техника», «Энергетика, управление энергетическими установками, энергосбережение, нетрадиционные и возобновляемые источники питания. Накопители энергии», «Системы и устройства технологической, охранной, пожарной безопасности. Антитеррористические технические решения». Наибольшей популярностью слушателей пользовались доклады в области информационной безопасности. Так, директор департамента специальных проектов НТЦ «Станкоинформзащита» рассказал о методе обеспечения защиты информации реального времени для высокотехнологичного машиностроительного оборудования. Гибкий подход к обеспечению информационной безопасности АСУ ТП осветил региональный представитель Уральского Центра Систем Безопасности. Руководитель отдела организации производства и поставок «Мультиклет» представил многофункциональное устройство для защиты информации на компьютере и накопителях.

В это время в другом конференц-зале проходила конференция «Автоматизация зданий» и круглый стол, организованный при поддержке национальных ассоциаций KONNEX, EnOcean Alliance и KNX-USER Club Russia, CIS and Baltic. Модератором выступил Михаил Фёдорович Пасеков, к.т.н., генеральный директор компании EVIKA. Участники обсудили тенденции рынка автоматизации зданий, интеграцию BMS с облачными технологиями,

самообучающиеся автоматизированные системы и другие вопросы. Наиболее активные слушатели, задавшие интересные вопросы экспертам, получили заслуженные призы.

В заключительный день работы (30 ноября) Союз предприятий оборонных отраслей промышленности Свердловской области и Ассоциация предприятий ОПК Челябинской области провели заседание Совета по информационно-коммуникационным технологиям, собравшее более семидесяти IT-директоров уральских предприятий для обсуждения импортозамещения программного обеспечения, создания, развития и использования ИКТ в оборонно-промышленном комплексе региона. Модератором выступил Сергей Иванович Осадчиков, председатель Совета по информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) в Союзе предприятий оборонных отраслей промышленности Свердловской области, вице-президент корпорации «Галактика». Компания «Тринити» рассказала о поставках специализированной вычислительной техники по гособоронзаказу. Генеральный директор ГК «ХОСТ» выступил на тему импортозамещения серверного ПО. Системам автоматизации управления производством посвятил выступление заместитель генерального директора Уральского отделения корпорации «Галактика». Начальник Департамента по развитию информационных ресурсов Уральского оптико-механического завода имени Э.С. Яламова осветил роль IT-сервисов в управлении предприятием оборонно-промышленного комплекса. Тему защиты от промышленного шпионажа с помощью DLP-системы раскрыл руководитель представительства

ства в УрФО компании Searchinform. Эксперт компании «Новые облачные технологии» представил импортозамещающее офисное программное обеспечение для предприятий оборонного комплекса.

Официальную поддержку выставкам «ПТА-Урал 2016» и «Электроника-Урал 2016» оказали: аппарат Полномочного представителя Президента РФ в Уральском федеральном округе, Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ, Администрация Екатеринбурга, Международное общество автоматизации (ISA), Уральская торгово-промышленная палата, Свердловский областной Союз промышленников и предпринимателей, Союз машиностроительных предприятий Свердловской области, Свердловское региональное отделение Союза машиностроителей России и Союз предприятий оборонных отраслей промышленности Свердловской области.

Организатором мероприятия является ООО «ЭКСПОТРОНИКА».

www.pta-expo.ru/ural/electronics



Новости мира News of the World Новости мира

Объём рынка полупроводниковых микросхем достиг \$340 млрд

Компания Gartner подвела годовые итоги исследования мирового рынка полупроводниковой продукции.

По оценкам, в 2016 г. было поставлено полупроводниковых изделий на сумму в \$339,7 млрд. Это только на 1,5% больше по сравнению с результатом 2015 г., когда объём отрасли равнялся \$334,8 млрд.

Крупнейшим производителем полупроводниковых микросхем остаётся Intel с долей в 15,9%. В прошлом году выручка корпорации от реализации такой продукции составила приблизительно \$54 млрд.

На втором месте находится Samsung Electronics. Южнокорейский гигант получил от реализации полупроводниковых изделий \$40,1 млрд дохода, заняв в результате 11,8% мирового рынка.

Десятка ведущих производителей полупроводниковых микросхем

Место в 2016 г.	Место в 2015 г.	Компания	Доход в 2016 г., млрд \$	Доля рынка в 2016 г., %	Доход в 2015 г., млрд \$	Рост в 2016 г. по отношению к 2015 г., %
1	1	Intel	53,996	15,9	51,690	+4,5
2	2	Samsung Electronics	40,143	11,8	37,852	+6,1
3	4	Qualcomm	15,351	4,5	16,079	-4,5
4	3	SK Hynix	14,267	4,2	16,374	-12,9
5	16	Broadcom Ltd.	13,149	3,9	5,216	+152,1
6	5	Micron Technology	12,585	3,7	13,816	-8,9
7	6	Texas Instruments	11,776	3,5	11,533	+2,1
8	7	Toshiba	10,051	3,0	9,162	+9,7
9	12	NXP	9,170	2,7	6,543	+40,1
10	11	Media Tek	8,697	2,6	6,704	+29,7
Другие			150,499	44,2	159,799	-5,8
Итого			339,684	100	334,768	+1,5

Замыкает тройку Qualcomm с 4,5% отрасли. В прошлом году эта компания выручила от поставок полупроводниковых изделий примерно \$15,4 млрд.

В десятку ведущих производителей (см. таблицу) также вошли SK Hynix,

Broadcom, Micron Technology, Texas Instruments, Toshiba, NXP и MediaTek.

Отмечается также, что 25 крупнейших производителей сообща занимают 75,9% глобального рынка.

www.gartner.com

ООО «ЭФО» – дистрибьютор компании Microchip

Компания Microchip Technology приобрела компанию Atmel в 2016 г. Все группы продукции обеих компаний будут продолжать выпускаться, планов по снятию их с производства нет. Обозначения выпускавшихся ранее компонентов также будут сохранены без изменений. Объединённая после слияния продукция обеих компаний теперь поставляется на рынок под общим брендом Microchip. ООО «ЭФО» предлагает свои услуги по поставкам и технической поддержке продукции компании Microchip в качестве её официального дистрибьютора на территории России.

www.efo.ru

РКС инвестирует в инновационные звёздные датчики

Холдинг «Российские космические системы» (РКС, входит в Госкорпорацию «РОСКОСМОС») приобрёл 33,4% доли участия в уставном капитале ООО «Азмерит» – разработчика миниатюрных звёздных датчиков на кристалле для микро- и наноспутников. РКС планирует наладить серийное производство этих ключевых элементов системы ориентации космических аппаратов и использовать их при создании маломерных спутников.

Инвестиции планируется осуществлять в два этапа. Средства будут направлены на организацию опытно-конструкторской

работы, предусматривающей проведение полного цикла наземных испытаний опытных образцов малогабаритных датчиков. В 2017 г. планируется подготовить опытные образцы изделий для вывода на рынок, а с 2018 г. – начать продажи датчиков российским коммерческим компаниям и предприятиям «Роскосмоса». Ожидается, что высокая конкурентоспособность разработки и быстрый рост спроса на малые космические аппараты позволят к 2019 г. вывести российские датчики на международный рынок.

В рамках реализации проекта на мощностях РКС будет создано производство, которое займётся изготовлением корпусов и плат, а также монтажом микросхем. Крупноузловую сборку изделий будут производить сотрудники ООО «Азмерит». Для проведения вибродинамических и термовакуумных испытаний готовых изделий планируется задействовать возможности холдинга РКС, который обладает одним из лучших в России испытательными стендами.

www.russianspacesystems.ru

Toshiba продаёт долю в полупроводниковом бизнесе за \$17 млрд

Японская корпорация Toshiba спешит с продажей части полупроводникового бизнеса, чтобы компенсировать огромные убытки в ядерном бизнесе. Об этом стало известно агентству Reuters.

Toshiba планирует до конца марта 2017 г. отделить от себя подразделение по выпуску чипов памяти и продать миноритарную долю в нём. Конгломерат в рамках подготовки к сделке разослал её участникам (в том числе частному инвестиционному фонду Silver Lake) соглашения о конфиденциальности.

Toshiba торопится продать долю в полупроводниковом бизнесе, чтобы покрыть крупные списания в американском ядерном бизнесе в связи с перерасходом средств в нескольких проектах. По данным японских СМИ, речь идёт об убытках до \$6 млрд.

Собеседники Reuters говорят, что стоимость подразделения по производству чипов Toshiba может составлять 1–2 трлн иен (\$8,7–17,4 млрд), а размер продаваемой доли – от 20 до 30%.

Ранее в СМИ проходила информация об интересе производителя жёстких дисков Western Digital (WD) к полупроводниковым активам Toshiba. Один из руководителей Toshiba анонимно рассказал Reuters, что сделка с WD маловероятна, поскольку она потребует слишком много времени из-за необходимости утверждения её американскими властями.

Возможно, будут привлечены инвестиции от государственного Банка развития Японии. В самой Toshiba не дают подробных комментариев и лишь говорят, что компания рассматривает различные возможности, в том числе отделение.

www.3dnews.ru



Реклама

Электроника Транспорт 2017

11-я специализированная выставка электроники и информационных технологий для транспорта и транспортных коммуникаций

5-7 АПРЕЛЯ
МОСКВА
КВЦ «СОКОЛЬНИКИ»



WWW.E-TRANSPORT.RU

Премия «Живая электроника России»

Владимир Тен (Москва)

Премия «Живая электроника России» в её нынешнем формате существует и развивается с 2009 г. За это время лауреатами номинаций Премии стали российские компании, которые, благодаря своим компетенциям, разработкам, коммерческим успехам, стали лидерами отрасли. Конкурс возобновил свою работу после двухлетнего перерыва.

Организатором Премии является фонд содействия развитию электроники «Живая электроника», а истинным вдохновителем и отцом-основателем её является Борис Рудяк. В связи с перерывом нелишне будет напомнить, как организовано всё мероприятие. Оргкомитет Премии отбирает и приглашает к участию наиболее перспективные, быстрорастущие, наукоёмкие компании электронной отрасли. Победителей же выбирает Экспертный совет, который формируется из независимых и опытных профессионалов. Номинанты во время подготовки могут рассчитывать на широкую информационную поддержку в СМИ, лауреаты получают PR-поддержку и денежный приз в размере 300 тыс. рублей. Премия проводится с 2009 г., за это время свои силы в борьбе за победу в номинациях попробовали 42 российские частные компании.

Церемония ЖЭР-2016 состоялась в Торгово-промышленной палате РФ и прошла живо и незарегламентированно. Хотя дань традиции была отдана – первым выступил с рассказом об экономической ситуации в стране эксперт, преподаватель Высшей школы управления и инноваций МГУ имени М.В. Ломоносова Юрий Волков. Впрочем, его доклад был далеко не академическим – остроумным, изобиловавшим

экстравагантными выводами и сравнениями, что не помешало серьёзному анализу экономического положения и выводам о перспективах развития России в обозримом будущем.

Генеральный директор «Центра современной электроники» Иван Покровский презентовал проект стратегии развития электронной отрасли РФ, о которой мы уже рассказывали в одном из предыдущих номеров нашего журнала. Хорошо дополнил его выступление доклад исполнительного директора IndexBox – одной из ведущих компаний в области маркетингового консультирования – Екатерины Колиной «Перспективы выхода российских производителей электроники на глобальные рынки». Причём, её выводы оказались вполне позитивными: российские компании успешно могут выходить на внешние рынки и в отдельных узких сегментах даже занимать лидирующие позиции. Это подтвердилось в дальнейшем, когда номинанты стали представлять свои презентации: такие компании, как СОЭКС, GS Nanotech, Omnicomm и другие, вопреки обывательскому мнению о неспособности «наших» конкурировать на рынке «железа» и программных решений, вполне комфортно чувствуют себя на рынках не только развивающихся, но и развитых стран, по отдель-

ным позициям действительно являясь там лидерами.

Борис Рудяк внёс нотку камерности в оживлённую атмосферу праздника своим выступлением, которое он обозначил названием «Создай свой мир и в нём живи». Философская тональность его выступления совсем не противоречила общему настроению, может, наоборот подвигнув номинантов на неформальное изложение своих разработок.

Презентационная часть Премии заняла основное время мероприятия, которое длилось целый день. Несмотря на это, активность обсуждений разработок номинантов не снижалась до самого конца. Кстати, в обсуждении самое активное участие приняли и зрители, которые внесли свой вклад в то, чтобы церемония прошла в непринуждённой обстановке.

Отчёт о церемонии премии «Живая электроника 2016» был бы неполным без рассказа о номинациях и номинантах. Тем более что номинанты Премии дают вполне репрезентативный срез, по которому можно судить о возможностях наших компаний и потребностях отечественного и зарубежных рынков электронных компонентов, приборов и оборудования.

В номинации «Глобальный бизнес» одним из претендентов на победу была компания «СОЭКС», основанная в 2008 г. Она, кстати, номинировалась ещё и в категории «Разработка успешного потребительского товара». «СОЭКС» на сегодняшний день – один из ведущих российских разработчиков и производителей приборов экологического контроля, медицинской и измерительной техники. Компания произво-



Юрий Волков



Иван Покровский



Екатерина Колина



Борис Рудяк

дит персональные электронные нитрат-тестеры для определения безопасности продуктов питания, дозиметры радиации, индикаторы электромагнитных полей, а также инновационный лечебно-профилактический медицинский комплекс. Продукция компании представлена практически во всех городах России, а также поставляется более чем в 40 стран мира: США, Германию, Японию, Францию, Бельгию, Грецию, Вьетнам, Австралию и другие. С 2011 г. собственное представительство компании Soeks Japan работает в Токио. Производственные линии Соэкс расположены в Перми, а головной офис компании находится в Москве.

Экотестер СОЭКС – простой и надёжный прибор для определения содержания нитратов в овощах, фруктах и радиационного фона от любых объектов. Интуитивно понятный интерфейс делает проверку комфортной, а сами измерения занимают всего несколько секунд. Кстати, лидер ЛДПР Владимир Жириновский на заседании парламента однажды принёс грушу, в которой содержалась, по его словам, высокая концентрация нитратов. Владимир Вольфович сообщил, что эти фрукты завозятся из-за рубежа и именно в груше концентрация нитратов зашкаливает. «Опасная концентрация нитратов. Что Россельхознадзор не может проверить? Ну, заставьте чиновников, когда партия товара идёт в страну, взять такой нитрат-тестер и проверить». Владимир Вольфович при этом держал в руках нитрат-тестер СОЭКС.

Гораздо опасней нитратов радиоактивное излучение. Это, как никто, знают жители Страны восходящего солнца. Именно в Японии дозиметр СОЭКС 01М сейчас, по словам представителя компании, – лидер продаж. Спрос на него превышает спрос на дозиметры других мировых марок.

СОЭКС 01М способен измерять не только радиационный фон, но и накопленную дозу. Этот прибор, по уверениям специалистов СОЭКС, пожалуй, первый в мире дозиметр, который подойдёт как профессионалу, так и неподготовленному пользователю. Работать с ним не сложнее, чем пользоваться мобильным телефоном. Именно поэтому СОЭКС 01М завоевал популярность и стал абсолютным лидером продаж не только в России и Японии, но и в Германии и США.

Звание «Самого перспективного стартапа» оспаривал Владикавказский



технологический центр «Баспик» – научный, технологический, промышленный и инновационный комплекс, который специализируется на микроканальных и волоконно-оптических технологиях. Компания производит микроканальные пластины для приборов ночного видения и для научных приборов, координатно-чувствительные детекторы, вторично-электронные умножители, другую продукцию электронной промышленности.

Научные и технологические лаборатории предприятия оснащены новейшим оборудованием, позволяющим проводить физическую диагностику на нано-уровне, в том числе электронными микроскопами, атомно-силовыми микроскопами, масс-спектрометрами, сверхвысоковакуумными установками, установками контроля параметров микроканальных пластин, установками вытягивания световодов и так далее. Чистые производственные площади компании составляют 2000 м².

ВТЦ «Баспик» – монополюсный лидер в области научных исследований, разработок и изготовления микроканальных пластин в России и один из признанных мировых лидеров в этой области. На базе компании действует ведущая в России профильная научная школа.

Численность специалистов, работающих на предприятии – более 300 человек. Среди них ведущие учёные и инженеры в области разработки технологии и производства микроканальных пластин, а также высококвалифицированные рабочие. ООО ВТЦ «Баспик» был создан как технологический центр, сочетающий в себе науку, производство и образование в начале 90-х гг. прошлого века. Тогда группа учёных и специалистов во главе с профессором Сосланом Куловым организова-

ла на площадке Северо-Кавказского горно-металлургического института своё предприятие. Была поставлена задача: опираясь только на интеллектуальные ресурсы и компетентность, несмотря на хронический недостаток финансирования, воссоздать и развить на новой основе разработку и производство микроканальных пластин. Специалистам компании удалось создать передовое электронное предприятие качественно новой формации и уникальный по компетенции, деловой активности и сплочённости коллектив. Ныне научные и технологические лаборатории предприятия оснащены новейшим технологическим оборудованием. Продукция компании широко известна во всём мире, и предприятие завоёвывает всё новые и новые сегменты рынка.

Компания «НПО СтарЛайн» уже не в первый раз участвует в конкурсе, на сей раз став номинантом в категории «За достижение уникальных технических параметров». И для того были веские причины. «НПО СтарЛайн» (группа компаний УльтраСтар) – российский разработчик и производитель умного охранно-телематического оборудования StarLine для надёжной защиты автотранспорта. Компания определяет свою миссию так: обеспечение жителей России и мира высоким уровнем безопасности на основе прогрессивных технологий. На сегодняшний день 15 млн автовладельцев приобрели комплекты оборудования компании, которая занимается разработкой систем безопасности с 1988 г. Помимо головного офиса в Санкт-Петербурге, филиалы компании работают в Москве, Казани и Владивостоке, а официальные представительства присутствуют в 65 городах России. Система менеджмента качества всех подразделений и производства

«НПО СтарЛайн» сертифицирована по стандарту ISO 9001:2008 в TÜV Rheinland, ГОСТ ISO 9001:2011 в «НИЦ КД». Оригинальный дизайн и все технические решения StarLine защищены патентами и авторскими свидетельствами России, Казахстана, Украины, Тайваня, Китая, Канады, США и Евросоюза.

В категории «Самый амбициозный проект» номинировалась компания GS Nanotech – одно из ведущих в Восточной Европе предприятий по разработке, корпусированию и тестированию микроэлектронной продукции. Это динамично развивающийся частный научно-производственный центр в области микроэлектроники. На сегодняшний день это единственная в России компания, разрабатывающая и массово выпускающая собственные микропроцессоры для потребительской электроники, в том числе системы-в-корпусе (System-in-Package, SiP). Используя передовые технологии в области микроэлектроники, GS Nanotech предлагает внешним заказчикам услуги по проектированию и сборке микросхем по технологии SiP на коммерческой основе, корпусирование любых цифровых, аналоговых и гибридных микросхем в различные виды корпусов (BGA, LGA, QFN), а также полный спектр услуг по автоматическому функциональному тестированию интегральных схем в соответствии со стандартами JEDEC. Завод компании оснащён современным оборудованием от ведущих мировых производителей. Производственные мощности GS Nanotech – до 20 млн микросхем в год. Предприятие входит в состав частного инновационного кластера «Технополис GS» (г. Гусев Калининградской области).

На предприятии действует собственный R&D-центр, который в сотрудничестве с ведущими университетами и научными центрами России и Европы проводит анализ новых полупроводниковых материалов, занимается проектированием многокристалльных модулей, систем-в-корпусе и электронных устройств.

Одна из представленных разработок GS Nanotech – первые в России многокристалльные микропроцессоры для потребительской электроники по технологии система-в-корпусе. Компания массово выпускает SiP с 2014 г. Многокристалльные микропроцессоры используются в качестве центральной части современных цифровых ТВ-приставок под брендом General Satellite с поддержкой телевидения высокой чёткости и с повышенной защитой спутникового сигнала. В 2015 г. система-в-корпусе разработки GS Nanotech была признана лучшим продуктом в номинации «Российские технологии» ежегодной премии CNews Awards.

Экспертам премии «Живая электроника России» также были представлены другие разработки GS Nanotech – инерциальные модули на основе микроэлектромеханических систем (MEMS) и первые российские SSD-накопители для корпоративного сегмента. Прототип такого твердотельного накопителя ёмкостью 256 Гб в форм-факторе 2,5" будет представлен в начале 2017 г. В планах компании – выход на новые рынки и разработка инновационных продуктов, увеличение производственных мощностей, привлечение российских и зарубежных заказчиков, а также запуск 3D-сборки, намеченный на 2018–2019 гг. Реализовывать такие

амбициозные задачи GS Nanotech позволяет коллектив высококвалифицированных инженеров, прошедших обучение в ведущих центрах Европы и Азии, а также современное оборудование от мировых производителей.

Компания МНПП «АНТРАКС» участвовала в номинациях «Достижение уникальных технических параметров» и «Глобальный бизнес». Компания весьма примечательная и добившаяся действительно больших успехов в своём специализированном сегменте. Это научно-производственное предприятие полного цикла расположено в наукограде Фрязино на базе двух научных институтов ИРЭ РАН (Фрязино) и МИЭТ (Зеленоград). Компания занимается разработкой и производством интеллектуальных систем для энергетики с применением современных алгоритмических решений. Некоторые решения не имеют аналогов в мире, большинство – уникальны на отечественном рынке.

Компания более 20 лет успешно выполняет различные контрактные работы для российской энергетики – проектирует системы телемеханики, проводит строительные, монтажные и пусконаладочные работы на объектах, осуществляет шеф-монтаж, ремонт и модернизацию разнообразного электрооборудования. Во всех разработанных специалистами компании системах и устройствах используются современные протоколы передачи данных для связи с системами автоматизированного управления.

Компания в 1995 г. разработала и впервые применила компьютерную систему контроля параметров пускового устройства на Загорской гидроаккумулирующей станции, благодаря которой были обнаружены нарушения технологических параметров, которые приводили к сбоям работы и большим дополнительным энергозатратам. Начиная с 1998 г. компания «АНТРАКС» разрабатывает и производит надёжные устройства для управления активно-адаптивными сетями электропитания (SmardGrid).

Специалисты МНПП «АНТРАКС» выполняли различные работы по разработке и пуско-наладке систем телемеханики как в МОСЭНЕРГО, так и в отдалённых регионах России: на Сургутской ГРЭС-2, Ириклинской ГРЭС, Нижневартовской ГРЭС и многих других.

С 2005 г. компания серийно выпускает индикаторы короткого замы-



кания ИКЗ, установка и эксплуатация которых была осуществлена в ОАО «МОЭСК».

В 2014 г. разработчиками компании был достигнут беспрецедентный порог чувствительности в монтирующихся на провод индикаторах короткого замыкания ИКЗ-34. Индикатор фиксирует факт возникновения ОЗВ в сети с током нулевой последовательности от 0,5 А и имеет направленное действие в части определения места однофазного замыкания на землю. Комплекты, собранные на основе ИКЗ-34, определяют направление протекания аварийного тока и указывают оперативно-выездной бригаде направление поиска места аварии. В данную линейку входит два вида комплектов – ИКЗ-34МРЗ и ИКЗ-34УЗ. Эти комплекты способны определять межфазное замыкание и однофазное замыкание на землю для всех трёх фаз. При обнаружении повреждения на сработавшем комплекте включается световая индикация, позволяющая работникам дежурных оперативно-выездных бригад определить, в каком направлении от сработавшего комплекта им следует двигаться и какой тип аварии был зафиксирован.

За разработку системы диагностики ЛЭП в 2015 г. МНПП «АНТРАКС» была отмечена ПАО Россети как инновационная компания и награждена призом конкурса «Инновации в электроэнергетике».

Компания Omnicomm – разработчик и производитель решения мониторинга транспорта Omnicomm Online на базе технологий ГЛОНАСС/GPS, датчиков уровня топлива Omnicomm LLS и сопутствующего оборудования номинировалась в разделе «Глобальный бизнес».

Omnicomm по праву гордится тем, что с 2012 г. на всё производимое ею оборудование предоставляется пожизненная гарантия, что является уникальным предложением на российском навигационном рынке. В компании действуют собственные аналитический, исследовательский и учебный центры. На мировом рынке оборудование Omnicomm представлено крупными интеграторами в США, Канаде, Индии, Бразилии, Аргентине, Чили, Турции, Вьетнаме, Болгарии, Чехии, ЮАР и других странах. На сегодняшний день компания Omnicomm имеет два собственных производства (в России и Европейском Союзе) и поставляет свою продукцию более чем в 100 стран мира. Система менеджмента компании и зарубежно-



го представительства сертифицирована на соответствие международному стандарту качества ISO 9001:2011. Компания работает с 1998 г.

Аналитический центр Omnicomm, созданный в 2010 г. для проведения регулярных исследований рынка мониторинга транспорта в России и странах СНГ, использует полученные данные для планирования стратегии развития компании. Это позволяет вести агрессивную политику на отечественном и зарубежных рынках. Кроме того, результаты исследований Центра регулярно используют такие аналитические агентства, как Berg Insight (Швеция), Spotam (Израиль) и C. J. Driscoll & Associates (США).

Надо сказать, системы мониторинга транспорта с удовольствием внедряют на аэродромную спецтехнику такие российские аэропорты, как Шереметьево, Пулково, самарский Курумча, тюменский Плеханово, аэропорты Ханты-Мансийска и Сургута.

Omnicomm Online позволил сократить на 35% расход топлива на транспорте компании «Нефтемашстрой», сэкономил более 5 млн рублей для дорожно-строительной компании «Автобан».

Если говорить о зарубежных рынках, то только в Мексике на сегодняшний день расход горючего отслеживают более 3000 датчиков уровня топлива Omnicomm. Потребность в высокоточном контроле топлива в регионе обусловлена его тотальным хищением. Так, по предварительной оценке, ущерб от украденного топлива на территории Мексики в 2014 г. превысил сумму \$1,14 млрд. Массовый характер

воровства заставляет владельцев транспорта и спецтехники более внимательно относиться к контролю над перемещением своего автопарка и расходом горючего.

Министерство связи и массовых коммуникаций РФ включило мониторинг транспорта Omnicomm Online в единый реестр российского программного обеспечения, поскольку это решение позволяет своему владельцу с помощью спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS отслеживать перемещение автотранспорта, его работу, расход горючего и ряд других показателей, важных для эффективного управления автопарком.

О номинантах премии «Живая электроника России-2016» можно было бы рассказывать ещё долго. Главный вывод, который можно сделать по результатам проведения Премии, – российская электроника жива и у неё неплохие перспективы и есть, куда расти дальше. Это убедительно доказывают компании, которые стали лауреатами:

- в номинации «Коммерческий успех» – компания «СОЭКС»;
- в номинации «Глобальный бизнес» – компания Omnicomm;
- в номинации «Достижение уникальных технических параметров» – компания «АНТРАКС»;
- в номинации «Самый амбициозный проект» – компания «GS Nanotech»;
- в номинации «Разработка успешного потребительского товара» – компания «СтарЛайн»;
- в номинации «Самый перспективный стартап» – Владикавказский технологический центр «Баспик».



ЭЛЕКТРОНИКА
КОМПОНЕНТЫ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ChipEXPO-2017

31.10 – 02.11

15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ • МОСКВА • ЭКСПОЦЕНТР

Реклама

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



**МИНПРОМТОРГ
РОССИИ**



Ростех

РОСАТОМ

Департамент радиоэлектронной промышленности
Министерства промышленности и торговли Российской Федерации
Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации

Департамент науки, промышленной политики и
предпринимательства города Москвы

Московская торгово-промышленная палата

ГК "Ростех"

ГК "Росатом"

www.chipexpo.ru



ЭКСПО КОНТРОЛЬ

Премиум выставка приборов и средств
контроля, измерений, испытаний

**28 Февраля –
2 Марта 2017 г.
Москва, Экспоцентр**

9-я специализированная выставка приборов и средств для контроля качества, измерений и испытаний

Разделы выставки:



Контроль
и измерения



Датчики
и сенсоры



Испытания
и тестирование



Неразрушающий
контроль



Бесконтактные
измерения



Линейно-
угловые
измерения



Аналитика



Микроскоп



3D –
измерения



Обработка
изображений
и машинное
зрение

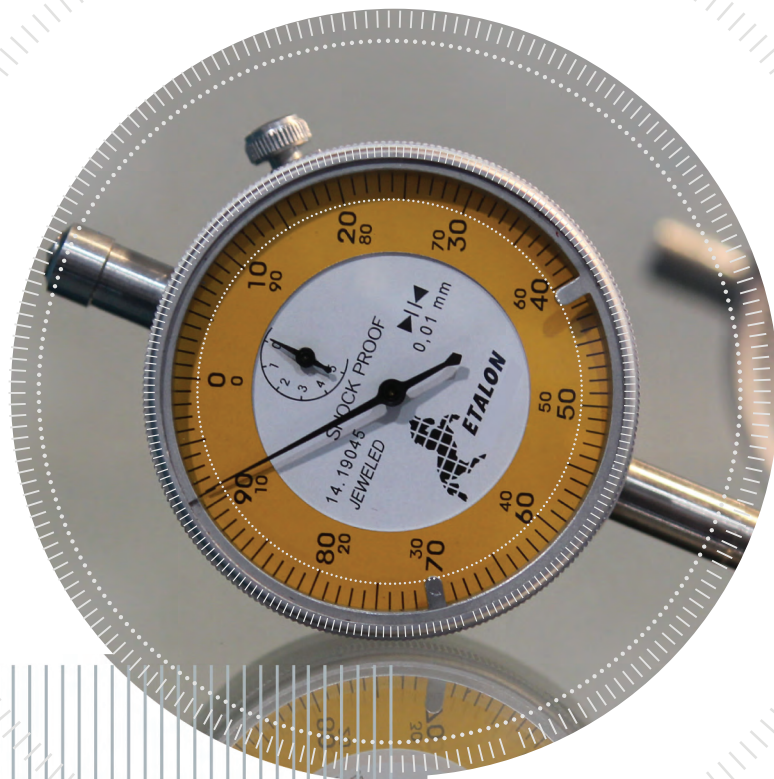
В рамках выставки:

Салон «Space & Defense Testing»

Дни испытательной техники
и тестового оборудования
для аэрокосмического
и оборонного комплексов

Салон «Геометрический & 3D контроль»

Дни высокоточных
промышленно-измерительных систем
и метрологического оборудования



Реклама

12+

Тел. : + 7 495 726 20 91
expo-control.com

www.экспо-контроль.рф
www.rual-expo.ru

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



20-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих



**25–27
апреля
2017**

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная
в России выставка
электронных
компонентов,
модулей
и комплектующих



Реклама

Забронируйте стенд: **expoelectronica.ru**

Совместно
с выставкой



Организаторы:



primexpo



+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru

0+