

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 9 2015



В номере:

- Отечественные стандарты в области сборки и монтажа ЭМ
- Методы согласования импедансов при проектировании усилителей
- LPE i-GaAs датчики для контроля ядерных технологий
- Цифровой измеритель-сигнализатор уровня освещённости
- SimOne – отечественный симулятор электронных схем
- Импортозамещение: обеспечение предприятий ЭКБ и многое другое...



App Store



Google Play



Доломант *Высокие технологии на службе Отечеству*

ПРИГЛАШАЕМ НА ВИРТУАЛЬНУЮ ЭКСКУРСИЮ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДОЛОМАНТ

WWW.**FACTORY**.DOLOMANT.RU



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ ВЫСШЕЙ КАТЕГОРИИ НАДЁЖНОСТИ

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

Реклама

Главный редактор
Алексей Смирнов

Заместитель главного редактора
Александр Хлынов

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

Литературный редактор
Ольга Семёнова

Вёрстка
Марина Петрова

Обложка
Дмитрий Юсим

Распространение
Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама
Ирина Савина
(advert@soel.ru)

Издательство «СТА-ПРЕСС»
Директор Константин Седов
Почтовый адрес:
119313, Москва, а/я 26
Телефон: (495) 232-0087
Факс: (495) 232-1653
Сайт: www.soel.ru
E-mail: info@soel.ru



Производственно-практический журнал
Выходит 9 раз в год
Тираж 10 000 экземпляров
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе
по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия
(свидетельство ПИ № ФС77-18792
от 28 октября 2004 года)
Свидетельство № 00271-000
о внесении в Реестр надёжных партнёров
Торгово-промышленной палаты Российской Федерации
Цена договорная

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

Перепечатка материалов допускается только
с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей
несут авторы.
Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.
© СТА-ПРЕСС, 2015

9/2015 Contents

MARKET	
Russian Market News	4
TOOLING AND EQUIPMENT	
Super Solutions & Services's Probe Stations..... <i>Dmitriy Javich</i>	11
MODERN TECHNOLOGIES	
High-Temperature Radiation LPE i-GaAs-Sensors for Nuclear Technology Control..... <i>Victor Voytovych, Aleksandr Gordeev, Anatoliy Zvonarev</i>	12
Updating National Standards in the Field of Assembly and Installation of Electronic Modules for Special and High-Duty Use	20
EMC test laboratories of the European Space Agency..... <i>Maksim Smolin</i>	24
ELEMENTS AND COMPONENTS	
Wolfspeed – New Name of Well-Known Company Cree in the Microwave Components Market..... <i>Aleksandr Balakirev, Andrey Turkin</i>	30
Modern 32-bit ARM Microcontrollers Series STM32: Power Management..... <i>Oleg Val'pa</i>	34
DEVICES AND SYSTEMS	
Speed RF Power Amplifier Test with Keysight's New FPGA-Based PXIe Measurement Accelerator and Proven Reference Solution	42
Rugged LCD from Boser for Harsh Environments	46
ENGINEERING SOLUTIONS	
Digital Detector of Illumination Level..... <i>Pavel Red'kin</i>	50
DESIGN AND SIMULATION	
Understanding the Relevance of Harmonic Impedance Matching in Amplifier Design..... <i>Steve Dudkiewicz, Marc Schulze Tenberge, Giampiero Esposito, Travis Barbieri</i>	56
SimOne – Domestic Electronic Circuit Simulator	62
Solid Edge-ECAD Collaboration in Electronic Industry	66
DFM Analysis and Documents' Issuance in New OrCAD Applications	70
EVENTS	
Course on «Importozameshenie»	76
From the General to the Particular.....	78
V International Congress «ERA-GLONASS».....	80
Exchange of Experience with ANSYS Software Users.....	82
MAGAZINE SUBJECT INDEX 2015	
	84

Содержание 9/2015

ПОДПИСКА 2016

Концепция распространения журнала – бесплатная подписка для специалистов. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год. Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2016 год.

Электронная версия для мобильных устройств

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

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

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

«Роспечать»

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

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

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

«Урал-Пресс»

Тел.: (495) 961-2362
<http://www.ural-press.ru>

Читатели из дальнего зарубежья

могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

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

РЫНОК

4 **Новости российского рынка**

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

11 **Зондовые станции компании Super Solutions & Services**

Дмитрий Явич

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

12 **Радиационные высокотемпературные LPE i-GaAs-датчики для контроля ядерных технологий**

Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Звонарёв

20 **Актуализация отечественных стандартов в области сборки и монтажа электронных модулей специального и ответственного применения**

Сергей Алексеев

24 **Испытательные лаборатории Европейского космического агентства**

Максим Смолин

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

30 **Wolfspeed – новое имя на рынке СВЧ-компонентов хорошо знакомой компании Cree**

Александр Балакирев, Андрей Туркин

34 **Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: управление питанием**

Олег Вальпа

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

42 **Быстрое тестирование УМ ВЧ с помощью нового ускорителя измерений Keysight**

Александр Чумадин

46 **Защищённые мониторы Boser для жёстких условий эксплуатации**

Игорь Матешев

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

50 **Цифровой измеритель-сигнализатор уровня освещённости**

Павел Редькин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

56 **Сравнение методик согласования импедансов при проектировании усилителей**

Стив Дудкевич, Марк Шульц Тенберг, Джампьеро Эспозито, Трэвис Барбьери

62 **SimOne – отечественный симулятор электронных схем**

Александр Прикота, Сергей Сорокин

66 **Взаимодействие Solid Edge и САПР печатных плат в приборостроении**

Евгений Самойлов

70 **DFM-анализ и выпуск документации в новых приложениях OrCAD**

Анатолий Сергеев

СОБЫТИЯ

76 **Курс на «Импортозамещение»**

78 **От общего к частному**

80 **V Международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС»**

82 **Обмен опытом с пользователями ПО ANSYS**

84 **СВОДНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2015 ГОД**

Новости российского рынка

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

DC/DC интегральные модули от компании Monolithic Power Systems

Компания Monolithic Power Systems (MPS) – лидер в разработке и производстве интегральных микросхем для AC/DC- и DC/DC-преобразователей. Линейка продукции, выпускаемой компанией MPS, включает в себя интегральные DC/DC-преобразователи общего применения, линейные стабилизаторы, контроллеры AC/DC-преобразователей для источников питания и светодиодных драйверов. Важным аспектом направления деятельности компании является повышение эффективности (КПД) выпускаемых преобразователей, а также уменьшение их размеров (миниатюризация).

На текущий момент успешно реализована интеграция на кристалл микросхемы силовых ключей на ток до 25 А (MP8620, корпус QFN с размером 6 × 6 мм) и высоковольтных ключей на напряжение до 600 В (MP4032-2, SOIC8). Для полноты картины необходимо было

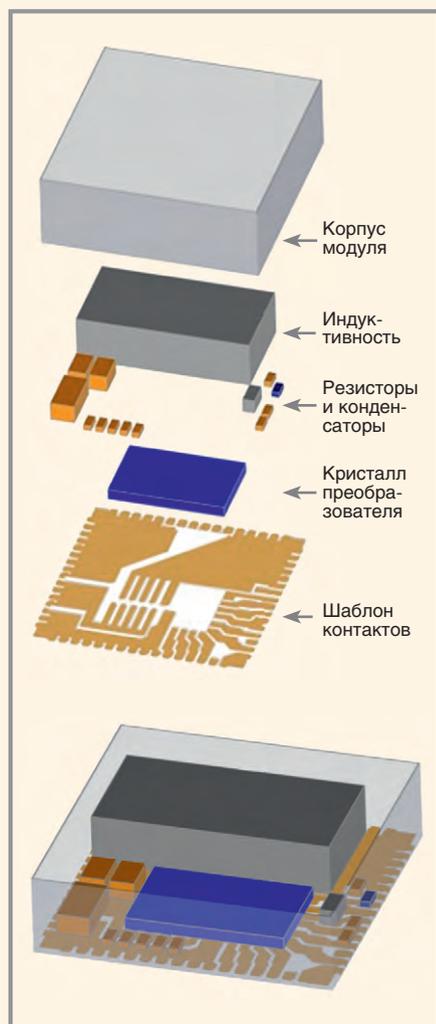


Рис. 1. Компоновка интегрального DC/DC-модуля от компании Monolithic Power Systems

интегрировать внешние компоненты – катушку индуктивности и конденсаторы по питанию, оказывающие существенное влияние на площадь преобразователя, занимаемой на печатной плате.

Инженерам из компании Monolithic Power Systems удалось создать полностью интегральный преобразователь MPM3830 (модуль) в корпусе QFN20 с размерами 3 × 5 мм.

MPM3830 представляет собой модуль синхронного, понижающего преобразователя со встроенным силовым МОП-ключом, индуктивностью и двумя конденсаторами (см. рис. 1). Таким образом, MPM3830 является компактным решением для питания электронных устройств с напряжением до 6 В с максимальным током до 3 А. Преобразователь работает на частоте 1,2 МГц с эффективностью (КПД) до 96% (см. рис. 2). Для реализации схемы потребуется всего четыре внешних компонента: два конденсатора по питанию и два резистора (делитель напряжения) для задания нужного выходного напряжения (см. рис. 3).

Интегральный преобразователь MPM3830 идеально подходит для питания переносных устройств от одного Li-ион (Li+) элемента. При этом важной функциональной особенностью является наличие входа для перевода (EN) преобразователя в «спящий» режим с током потребления 40 мкА, а также вывода, сигнализирующего о том, что выходное напряжение находится в пределах нормы.

Для надёжной работы в преобразователь включена схема «мягкого» старта (около 1,5 мс), защита от перегрузки по току, схема контроля тока на силовом ключе и огра-

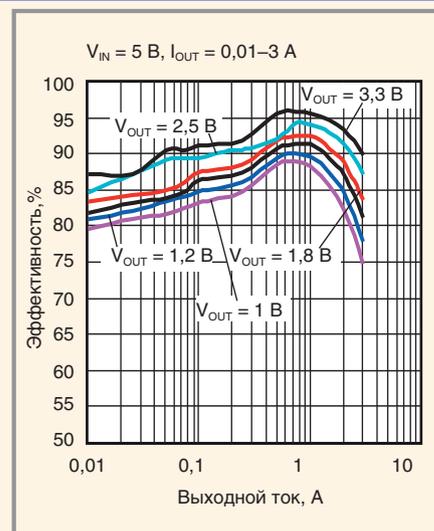


Рис. 2. Эффективность преобразования

ничающая его максимальное значение до 4,5 А, а также цепь защиты от короткого замыкания с периодическим включением цепи нагрузки для определения устранения источника короткого замыкания (так называемый режим Hiccup Mode). В случае достижения температуры корпуса преобразователя значения +160°C сработает цепь защитного отключения, работа преобразователя возобновится при понижении температуры до +130°C.

Применение интегрального модуля MPM3830 от компании Monolithic Power Systems для питания электронных устройств позволит значительно уменьшить площадь, занимаемую преобразователем на печатной плате, и снизить стоимость конечного изделия за счёт сокращения количества внешних компонентов.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

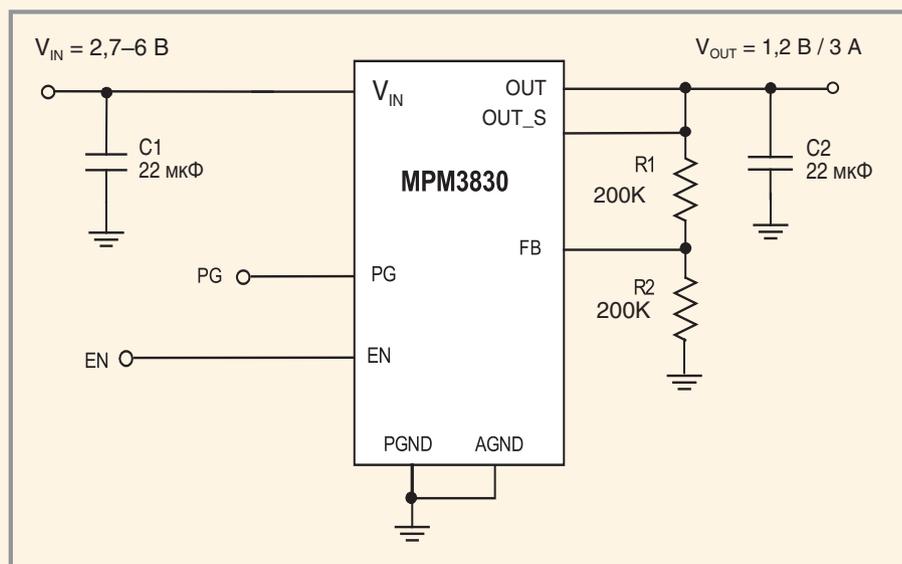
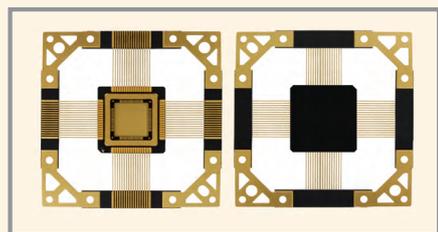


Рис. 3. Типовая схема подключения преобразователя MPM3830

Новости российского рынка

Новые корпуса компании «ТЕСТПРИБОР»

В 2013 г. компанией ЗАО «ТЕСТПРИБОР» был разработан конструктивно-унифицированный ряд металлокерамических (МК) корпусов четвертого типа по ГОСТ Р 54844 с количеством выводов 68 (4239.68-1), 100 (4247.100-1), 144 (4248.144-1), 176 (4249.176-1), 208 (4250.208-1) и шагом выводов 0,5 мм. С целью расширения конструк-



тивных и функциональных возможностей при разработке и производстве интегральных микросхем, данный ряд был пополнен планарными МК-корпусами с количеством выводов 44 (4217.44-1), 240 (4245.240-7), 256 (4244.256-4), 304 (4251.304-2) и шагом выводов 0,5 мм (см. таблицу), конструктивное исполнение которых предполагает монтаж внешних выводов со стороны установочной плоскости корпуса, что позволяет:

- улучшить качество формовки выводов корпусов и уменьшить количество брака микросхем на финишных операциях изготовления: обрубки технологической части выводной рамки и формовки выводов микросхем;
- уменьшить длину выводов микросхем;
- повысить технологичность и уменьшить трудоёмкость при монтаже микросхем на печатные платы.

Все эти преимущества были подтверждены на практике применения корпусов с нижним расположением выводов, о результатах которой получены положительные отзывы от предприятий-производителей изделий микроэлектроники. В связи с этим было принято решение, и в настоящее время ведутся работы по разработке конструктивно функциональных аналогов корпусов

Условное обозначение корпуса	Размер монтажной площадки, не менее, мм ²	Число выводов	Расположение внешних выводов
4217.44-1	5,4 × 5,4	44	Нижнее
4239.68-1	7,5 × 7,5	68	Верхнее
4247.100-1	9,0 × 9,0	100	Верхнее
4248.144-1	12,5 × 12,5	144	Верхнее
4249.176-1 4249.176-1	12,0 × 12,0	176	Верхнее
4250.208-1	13,0 × 13,0	208	Верхнее
4245.240-7	13,0 × 13,0	240	Нижнее
4244.256-4	17,0 × 17,0	256	Нижнее
4251.304-1	17,0 × 17,0	304	Нижнее

4239.68-1, 4247.100-1, 4248.144-1, 4249.176-1 и 4250.208-1 с нижним расположением выводов. Так же, для обеспечения полноценного конструктивно-унифицированного ряда металлокерамических корпусов с шагом выводов 0,5 мм, была начата работа по созданию корпуса с предельным для данного типа корпуса количеством выводов – 352 и размером монтажной площадки не менее (19,0 × 19,0) мм².

ЗАО «ТЕСТПРИБОР»
www.test-expert.ru

Новые Bluetooth Low Energy (BLE) решения от Atmel

Компания Atmel объявила о начале серийного производства новых трансиверов BTLC1000 стандарта BLE, обеспечивающих сверхнизкое энергопотребление и имеющих минимум внешних компонентов.



Потребляя менее 4 мА в режиме передачи и менее 3 мА в режиме приёма, BTLC1000 продляет срок работы изделия от батареи до одного года и дольше. Трансивер предназначен для устройств быстрорастущего рынка Интернета вещей (IoT), а также любых приложений, требующих РЧ-передачи данных и чувствительных к энергопотреблению и габаритам.

Трансивер BTLC1000 является системой на кристалле (SoC) интегрирующей ядро ARM Cortex-M0+, радиочастотный модуль, ROM-память для хранения стека BLE, схему управления питанием и другую периферию, что значительно снижает количество внешних компонентов и положительно сказывается на стоимости изделия в целом.

Трансивер BTLC1000 может применяться как контроллер BLE-канала связи под управлением любого микроконтроллера Atmel SMART или AVR, а также как независимый микроконтроллер в связке с внешней микросхемой памяти для хранения кода приложения. Следующее поколение BLE-трансиверов Atmel SAMB11 уже будет иметь встроенную Flash-память для программного кода.

Варианты исполнения BTLC1000:

- корпус WLCSP размером всего 2,2 × 2,1 мм является наименьшим из доступных на рынке;
- корпус QFN 4 × 4 мм;

- сертифицированный BLE-модуль 20 × 12 мм, что наиболее актуально для проектов с небольшим объёмом производства. Получить консультацию, а также приобрести микросхемы, модули и отладочные комплекты можно в компании Rainbow.

www.rtcs.ru
Тел.: (495) 665-0201

Новые резисторы типа P1-135 и прецизионные делители типа HP1-77 до 40 кВ

ОАО «НПО ЭРКОН» освоило резисторы P1-135 для слаботочных высоковольтных цепей, значительно расширяющие типоразмерный ряд высоковольтных резисторов и обладающие высокими эксплуатационными характеристиками:

- номинальное сопротивление 1 × 10⁶ – 1 × 10¹¹ Ом (ряд E24);
- предельное рабочее напряжение 1, 4, 20, 30, 40 кВ;
- номинальная мощность рассеяния 1, 3, 5 Вт;
- допускаемое отклонение сопротивления ±2, ±5, ±10, ±20%;
- резисторы предназначены как для поверхностного, так и навесного монтажа;
- диапазон рабочих температур –60...+125 (+155)°С.



Также освоено производство прецизионных делителей напряжения HP1-77, отличающихся высокими техническими параметрами:

- номинальное сопротивление 1 × 10⁴ – 1 × 10¹⁰ Ом;
- предельное рабочее напряжение 10, 20, 30, 40 кВ;
- номинальная мощность рассеяния 0,5, 1, 3, 5 Вт;
- коэффициент деления: 1:10, 1:20, 1:100, 1:200, 1:1000, 1:2000, 1:10000, 1:20000, 1:100000;
- допускаемое отклонение коэффициентов деления ±0,05, ±0,1, ±0,2, ±0,5%;
- температурный коэффициент деления ± (50, 100, 150, 250) × 10⁻⁶ 1/°С;
- диапазон рабочих температур –60...+125°С.

Данные резисторы и делители выпускаются серийно и соответствуют высоким требованиям, предъявляемым к военной продукции.

www.erkon-nn.ru
info@erkon-nn.ru

Новости российского рынка

ОБОРУДОВАНИЕ

Mapncorp представляет многоцелевую высокоточную ремонтную систему RW1210

Американский производитель SMT-оборудования, концерн Mapncorp, представил на рынке новую систему для выполнения ремонта печатных узлов с поверхностно монтируемыми компонентами.



Новая система предназначена для решения самых сложных задач, связанных с ремонтом современных печатных плат. Универсальность RW1210 обеспечивается благодаря наличию следующих функций:

- системы технического зрения с высоким разрешением и джойстиком для управления зумом;
- ультраточной системы позиционирования ($\pm 0,01$ мм) по осям X-, Y- и Z;
- ультрачувствительной системы перемещения по оси Z, позволяющей выполнять «деликатный» монтаж компонентов в корпусах QFP, а также системы управления подачей горячего воздуха, предотвращающей смещение мелких компонентов во время пайки.

Это всего лишь несколько эксклюзивных функций, которые позволяют использовать RW1210 для демонтажа и монтажа любых сложных SMD-компонентов.

Программное обеспечение с простым и информативным интерфейсом пользователя, наличие сенсорного экрана и эргономичный дизайн системы RW1210 делают работу оператора простой и удобной. Кроме того, пользователь имеет возможность выполнения ручной корректировки положения компонента и освещения поверхности печатной платы. В панель управления RW1210 встроены разъём для подключения термопары K-типа и USB-порт, используемый для экспорта температурных профилей на внешние носители информации.

Универсальный держатель с возможностью быстрой и лёгкой настройки обеспечивает надёжную фиксацию любых печатных плат с габаритами от 50×10 мм до 430×360 мм и толщиной от 0,8 до 3 мм. При необходимости поддержки печатной платы с нижней стороны может быть использован дополнительный набор рельсов и регулируемых штифтов.

Помимо описанных особенностей система RW1210 оборудована удобным лазерным указателем, установленным рядом с верхним нагревателем и служащим для обеспечения точности позиционирования компонента и значительного сокращения времени настройки.

На сегодняшний день ремонтная система RW1210 является одним из лучших решений на SMT-рынке в плане обеспечения соотношения «возможности—цена—качество».

ООО «Электрейд-М»

Тел.: (499) 218-2360

Отечественный промышленный AGV

Компания «3Д-Технологии» (Санкт-Петербург, Россия) представляет робот-тягач для автоматизации логистических операций. В зарубежной классификации такой

электромобиль называется AGV (Automatic Guided Vehicle). AGV представляет собой автономный комплекс, оснащённый приводом, системой навигации, источником энергии, светозвуковой индикацией и другими служебными системами.

AGV может использоваться в качестве буксира, перевоза за собой тележки с грузом, а также везти груз на себе по заранее известной траектории. Остановки и выбор траектории также могут быть запрограммированы.



Блок управления AGV – это законченный программно-аппаратный модуль, включающий элементы контроля питания, скорости, выбора траектории, лазерный сканер как элемент системы безопасности.

«Общение» блока управления со всеми внешними компонентами осуществляется по стандартным промышленным интерфейсам, что позволяет использовать данный блок в качестве электронного водителя при модернизации серийных тягачей, погрузчиков и другого силового оборудования.

AGV компании «3Д-Технологии» полностью разработан и производится в Российской Федерации, что полностью соответствует стратегии импортозамещения в высокотехнологичных областях промышленности.

Более подробно с AGV можно ознакомиться на сайте.

www.agvrobot.ru

Тел.: (812) 309-2201

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Анализатор сигналов СПН9003А / СПН9026А от компании «Спектран»

В августе 2015 г. вышла новая разработка компании «Спектран» – анализатор сигналов СПН9003А / СПН9026А, совмещающий возможности сканирующего анализатора спектра и векторного анализатора сигналов: анализ модуляции сигналов беспроводной связи, точное и быстрое измерение частоты, амплитуды, искажений и фазовых шумов.

ООО «Спектран» более 10 лет занимается исследованием, разработкой и серийным производством ВЧ- и СВЧ-комплексированных

устройств в диапазоне частот до 67 ГГц. Предприятие имеет полный спектр современного контрольно-измерительного, технологического, испытательного и механооборудования.

Комплекс сверхчистых помещений (4-й класс), в которых производятся работы по сборке и настройке модулей, обеспечивает их высокое качество и надёжность. За годы работы компании освоена технология проектирования СВЧ-узлов на основе многослойных печатных плат (до 12 слоёв) в частотном диапазоне до 50 ГГц. Основное направление деятельности – разработка высокока-

чественных синтезаторов частот с высокой скоростью переключения и малым уровнем паразитных составляющих.

Производство анализаторов сигналов СПН9003А / СПН9026А осуществляется с использованием трансфера технологий Keysight Technologies: технологий калибровки, компоновки, сборки и тестирования, цифровой обработки сигналов, а также программных технологий.

Анализаторы сигналов СПН9003А / СПН9026А, производимые компанией «Спектран», качественно не уступают зарубежным аналогам и имеют ряд преимуществ. Производство данного оборудова-

Новости российского рынка

ния осуществляется быстрее и с меньшими затратами, чем у любого зарубежного и отечественного производителя, без лицензий и разрешений иностранных регуляторов, что значительно снижает затраты на поставку и сервисное обслуживание, производимое на территории России.

Покупая анализаторы сигналов СПН9003А / СПН9026А компании «Спектран», предприятие получает: качественную продукцию с дополнительными опциями по лучшей цене, возможность оснастить большее количество рабочих мест, оборудование с максимальной скоростью перестройки частот, быстрое и качественное сервисное обслуживание.

www.spectran.org
Тел.: (8452) 740-322

Маломощный генератор сигналов 100 кГц – 13 ГГц

ООО «АДВАНТЕХ» (Advantex), российский разработчик и производитель СВЧ-узлов и систем, анонсирует синтезатор частот UNO-10M-RF в корпусе с экраном и клавиатурой. Отличительными особенностями данного прибора являются низкий уровень фазового шума, широкий частотный диапазон и удобство эксплуатации.



Основные характеристики:

- диапазон частот 100 кГц...13 ГГц;
- шаг перестройки 0,0001 Гц;
- уровень фазового шума:
 - -140 дБн/Гц при отстройке 20 кГц @ 1 ГГц,
 - -155 дБн/Гц при отстройке 20 кГц @ 1...100 МГц;
- уровень негармонических составляющих менее -60 дБн во всей полосе;
- время перестройки от 1 мкс (шаг < 10 МГц) до 140 мкс (во всей полосе);
- выходная мощность от -10 до +15 дБм с шагом 0,5 дБ (выход 0,1–13 ГГц), от 0 до +10 дБм с шагом 0,01 дБ (выход 0,1–250 МГц);
- выход опорной частоты 10 или 100 МГц;
- частота внешнего опорного сигнала 1–250 МГц (шаг 1 МГц);
- интерфейс управления: USB, RS-232;
- формат команд: SCPI;
- габаритные размеры (В × Ш × Г) – 9,5 × 24,5 × 34 см.

www.advantex.ru
Тел.: (495) 721-4774

Измеритель поверхностного сопротивления покрытий VKG A-770 внесён в Госреестр

Согласно приказу Федерального агентства по Техническому регулированию и метрологии № 1089 от 11 сентября 2015 г. «Об утверждении средств измерения», прибор измерения поверхностного сопротивления покрытий, относительной влажности и температуры воздуха VKG A-770 включён в реестр Росстандарта.



Государственный реестр средств измерений (Госреестр СИ) является разделом Федерального информационного фонда «Сведения об утверждённых типах средств измерений», предназначен для регистрации средств измерений, типы которых утверждены Росстандартом, и состоит из следующих разделов:

- средства измерений, типы которых утверждены Росстандартом;
- свидетельство об утверждении типа средств измерений;
- единичные экземпляры средства измерений, типы которых утверждены Росстандартом;
- государственные центры испытаний средств измерений, аккредитованные Росстандартом.

Прибор измерения поверхностного сопротивления покрытий и относительной влажности воздуха VKG A-770 совмещает три измерительных прибора: гигаомметр, гигрометр и термометр.

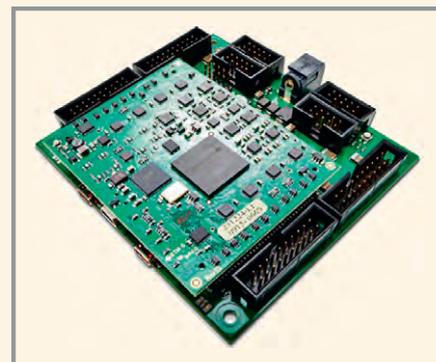
Для измерения поверхностного сопротивления и проходного сопротивления к земле используются электроды в виде гирь и два измерительных провода длиной два метра каждый. Прибор позволяет производить запись 100 измерений во внутреннюю энергонезависимую память. Просмотр записей может осуществляться как непосредственно на дисплее A-770, так и на мониторе ПК при помощи специализированной программы.

www.dipaul.ru
Тел.: (812) 702-1266

Новый контроллер периферийного сканирования универсального применения

JTAG Technologies представляет новый контроллер периферийного сканирования JT5705/FXT, выполненный в бескорпусном варианте. При построении многофункциональных тестовых систем зачастую требуется смонтировать JTAG-контроллер внутри стенда, оснастки или производственного тестера. Такая задача может возникнуть, например, при комбинации периферийного сканирования и ICT-теста. Использование контроллера JT5705/FXT упрощает создание таких интегрированных тестовых систем. Контроллер выполнен в виде платы 60 × 75 мм, имеющей два 68-контактных разъёма типа SMC 1,27 мм для подключения к стороннему оборудованию.

Устройство обеспечивает тестирование цифровых плат с использованием двух синхронных TAP-портов, полностью отвечающих требованиям стандарта периферийного сканирования IEEE 1149.1. Также у контроллера имеется 64 дополнительных канала ввода/вывода. Все 64 канала по умолчанию являются цифровыми, однако 8 из них можно использовать как аналоговые: для изме-



рения или стимуляции напряжения от 0 до 30 В. 16 каналов из общего числа также могут быть использованы для измерения частоты. При желании контроллер JT5705 можно мультиплексировать (использовать несколько контроллеров для увеличения числа TAP-портов и каналов IO).

JT5705/FXT может поставляться также в комплекте с несущей платой JT2702/VO, которая имеет посадочное место для JT5705/FXT и более привычные и удобные разъёмы IDC с шагом 2,54 мм: два для TAP-портов и четыре для каналов IO.

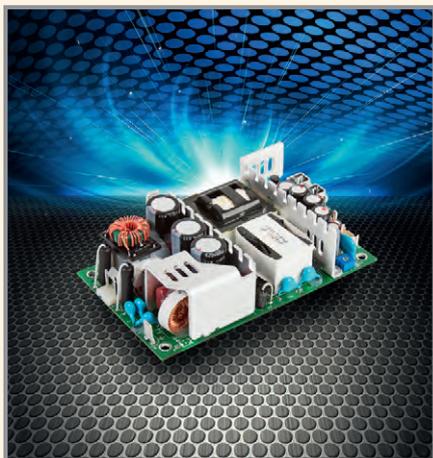
JTAG Technologies также создаёт линейку плат-переходников для JT5705/FXT, которые можно устанавливать в различные готовые тестовые адаптеры третьих производителей, например, Ingun, MG и так далее.

www.jtag-technologies.ru
Тел.: (812) 313-9159

Новости российского рынка

Высокоэффективные 350-ваттные источники питания AC/DC

Компания XP Power объявила о добавлении к своей серии GCS 350-ваттных одноканальных высокоэффективных источников питания AC/DC ряда GCS350. Модули доступны в разнообразных конструктивных исполнениях, включая исполнение типа «открытый каркас» с размерами корпуса $127 \times 76,2 \times 36,3$ мм, а также корпусированное исполнение с вентиляторами, установленными в торце или сверху корпуса. Серия GCS350 содержит шесть одноканальных моделей, охватывающих распространённые номинальные значения напряжений от +12 до +56 В постоянного тока.



Вариант GCS350 в открытом исполнении может быть использован для обеспечения в нагрузке мощности до 200 Вт при конвекционном отводе тепла. При использовании принудительного охлаждения воздушным потоком или использовании одного из исполнений с установленным вентилятором обеспечивается полная мощность в нагрузке до 350 Вт. Дополнительный выходной канал 12 В / 0,6 А является стандартным для моделей без установленного охлаждающего вентилятора. Разнообразие этих механических форматов и конфигураций с охлаждением обеспечивает инженеров-разработчиков несколькими различными вариантами для выбора при поиске источника питания, соответствующего требованиям конечного оборудования.

Весь ряд источников питания GCS350 характеризуется типичным значением КПД, равным 93%, и соответствует требованиям стандарта 80 Plus Silver к эффективности, за исключением модели с выходом 12 В, которая удовлетворяет требованиям стандарта 80 Plus Bronze.

В семействе источников питания GCS с выходными мощностями 150, 180, 250 и теперь 350 Вт все модели имеют одина-

ковую площадь основания, одинаковые соединители и обеспечивают одинаковые функции. Это даёт возможность разработчикам постепенно повышать мощность без требования большей площади в своей законченной системе.

Удовлетворяя требованиям обширного ряда применений в разнообразных окружающих средах, источники питания серии GCS могут функционировать в расширенном диапазоне температур $-40...+70^{\circ}\text{C}$ с обеспечением полной мощности до температур $+50^{\circ}\text{C}$. Источники питания способны работать от сети переменного тока в диапазоне 85...264 В с обеспечением полной мощности от 90 В и выше. К тому же используемые конструкции обеспечивают защиту от поражения электрическим током по классам I и II, что предоставляет возможность разработчикам использовать подключения к защитному заземлению или не использовать эти подключения, если защитное заземление не предусмотрено условиями установки оборудования.

Применение дополнительных фильтрующих компонентов не требуется, так как серия GCS удовлетворяет требованиям к уровню кондуктивных помех по Class B и по уровню помех излучения по Class A, как это установлено признанными во всём мире стандартами EN550011 и EN55022. Также ряд модулей соответствует требованиям к безопасности стандартов UL/EN60950-1 и текущей третьей редакции стандартов безопасности для медицинского оборудования EN60601-1, ES60601-1 и CSA22.22 No 60601-1, что позволяет применять источники серии в медицинских, промышленных и коммуникационных приложениях.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Источники питания в формате 6U для жёстких условий

Компания SCHAEFER Elektronik GmbH представляет 1250-ваттные модули источников питания AC/DC и DC/DC серии C3700. Выполненные из компонентов промышленного класса компактные и прочные модули в формате 6U обеспечивают высокоэффективное и компактное решение для самых жёстких условий окружающей среды в различных отраслях промышленности, таких как бортовое оборудование подвижного состава железнодорожного транспорта и систем управления движением, аппарата связи, аппарата для военных применений и системы управления технологическими процессами.

Высокоэффективные источники питания серии C3700 обеспечивают в нагрузке до 1250 Вт и предлагаются для работы от девяти стандартных диапазонов напряжений постоянного тока от 18 до 640 В. Модели для работы от сети переменного тока предлагаются для работы в однофазных сетях 115 В или 230 В (с корректором коэффициента мощности или без ККМ), а также для работы от трёхфазных сетей переменного тока 3×200 В, 3×400 В и 3×480 В. Одноканальные модели доступны с двенадцатью диапазонами выходных напряжений, охватывающих значения 5...400 В. Все выходы являются регулируемыми и характеризуются высокой стабильностью: нестабильность по току составляет 0,2% или лучше, а нестабильность по напряжению – 0,1%.



Все модели серии C3700 оснащены полным набором защитных цепей, включая защиту от перенапряжения, ограничение тока на выходе, а также защиту от перегрева с автоматическим восстановлением работы, и обеспечивают преобразование напряжения с КПД до 95%. Стандартные модули с естественным конвекционным охлаждением способны работать в диапазоне температур окружающей среды $-20...+75^{\circ}\text{C}$ (понижение выходной мощности $2,5\%/^{\circ}\text{C}$ от температуры $+55^{\circ}\text{C}$). Доступны также модули для работы в диапазоне температур $-40...+75^{\circ}\text{C}$.

Модули питания оснащены сервисными функциями: развязывающие диоды для параллельной работы, дистанционное включение/выключение, сигнализация состояния входного и выходного напряжения (Power Fail DC-OK), сброс системы в исходное состояние, цепи для подключения внешней обратной связи и программирования режимов работы и мониторинга.

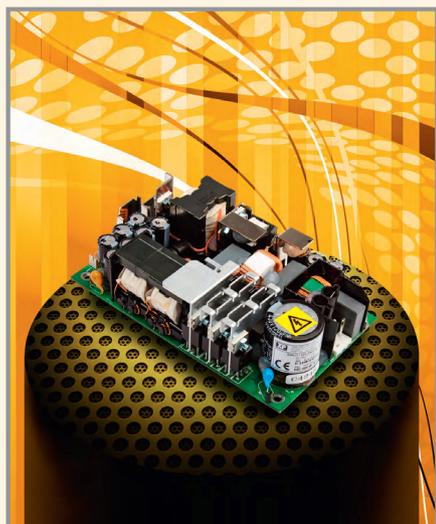
www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Новости российского рынка

Самый компактный в промышленности источник питания AC/DC

Компания XP Power объявила о начале выпуска высокоэффективных 250-ваттных одноканальных источников питания с конвекционным охлаждением серии CHD250 для применений, требующих средней мощности, в безвентиляторной конструкции открытого типа. Площадь основания составляет 3 × 5", которая соответствует формату стандартного монтажного шасси 1U. Модули серии CHD250 обеспечивают низкое потребление мощности – менее 0,5 Вт в режиме холостого хода.



Отличаясь практически плоской кривой КПД во всём диапазоне нагрузок, модули серии достигают исключительного значения КПД между 93 и 94% (тип.) при входном напряжении 230 В и полной нагрузке, что соответствует критерию экономии электроэнергии новых «зелёных» стандартов и минимизирует рассеиваемую в модуле тепловую мощность. Кроме того, высокое значение КПД позволяет отводить тепло конвекцией, устраняя необходимость применения охлаждающих вентиляторов, что делает модули серии пригодными для применений, требующих низких значений звуковых шумов.

Ряд включает пять моделей, обеспечивающих выходные напряжения +12, +15, +24, +28 и +48 В постоянного тока. Стандартными функциями являются сигнал аварийного состояния выходного напряжения, вход дистанционного включения/выключения и контакты для подключения внешней обратной связи, а также подстройка выходного напряжения в пределах +5 / -4%. Для выполнения принципа «заказчик платит только за то, что ему нужно», предлагаются дополнительные варианты выбора: выход +5 В / 0,5 А для обеспечения дежурного

режима работы и питания модулей памяти или логических схем, а также варианты с защитной крышкой.

Источники питания серии CHD250 соответствуют требованиям третьей редакции стандарта безопасности ANSI/AAMI ES60601-1 к медицинским электрическим изделиям (обеспечивая два средства защиты пациента от поражения электрическим током), а также соответствуют требованиям безопасности стандартов UL/IEC/EN 60950-1 к оборудованию информационной технологии. Уровень генерации помех во входной шине питания соответствует нормам EN55022/11 класс В. Модули способны функционировать в широком диапазоне температур -20...+70°C без понижения выходной мощности до температуры +50°C.

Габаритные размеры модулей составляют 76,2 × 127 × 36,32 мм в исполнении без П-образного шасси или с радиатором на L-образном кронштейне.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

10,1" TFT ЖК-дисплей высокой яркости с форматом изображения WSVGA

Компания Litemax Electronics предлагает 10,1" TFT ЖК-дисплеи с высокой яркостью свечения экрана 1000 кд/м², обеспечиваемой светодиодной системой подсветки. Высокая яркость, наряду с оптимальным контрастным отношением 900:1, формируют изображение высокого качества и усиливают чёткость. Яркое свечение экрана позволяет наблюдать изображение при солнечном свете. В структуре дисплея применяются цветные светофильтры с высоким коэффициентом пропускания и поляризаторы с высоким пропусканием, что обеспечивает пониженное энергопотребление. Формат изображения WSVGA (разрешение 1024 × 600 пикселей).



Предлагаются модели DLF/DLH1015-V в виде комплектов: панель дисплея, драйвер подсветки, плата управления, а также модель в корпусе DLD1015-VNB-I01.

Плата управления AD6038GA обеспечивает работу с источником видеосигналов VGA.

Дисплеи предназначены для применения в информационных киосках, торговых терминалах, морской аппаратуре и могут использоваться в качестве студийных дисплеев.

Основные свойства:

- считывание при солнечном свете;
- светодиодная подсветка обеспечивает низкое потребление мощности и постоянную яркость;
- стойкость к воздействию вибрационных и ударных воздействий;
- широкий диапазон рабочих температур -20...+70°C;
- высокая равномерность изображения (90%);
- низкий уровень электромагнитного излучения;
- широкий диапазон регулировки яркости;
- ресурс 70 000 часов.

Технические параметры ЖК-дисплеев ряда 1015-V:

- размер по диагонали 10,1";
- рабочая площадь экрана 222,7 × 125,3 мм;
- формат представления изображения WSXGA (разрешение 1024 × 600 пикселей);
- контрастность 900:1;
- шаг пиксела 0,2175 × 0,2088 мм;
- время отклика 16 мс;
- угол обзора 160° по горизонтали и 160° по вертикали;
- количество отображаемых цветов 16,7 млн;
- потребляемая мощность 4,5 / 6,36 Вт (DLF/DLH1015-V);
- габаритные размеры 235 × 143 × 5,5 мм (панели ряда DLF/DLH1015-V) и 244 × 148,2 × 36,5 мм (модель DLD1015-V);
- вес 0,3 кг (DLF/DLH1015-V) и 0,7 кг (DLD1015-V).

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Панельные ПК с дисплеями высокой яркости

Компания LITEMAX Electronics расширила семейство панельных компьютеров NAVPIXEL™ для применений в аппаратуре морской техники двумя новыми моделями с размерами экранов 17 и 19". Высокую производительность новым моделям NPS1768-ETA-A01 и NPS1968-ETA-A01 обеспечивает процессор Intel Core i5-4570TE с 4 Гбайт ОЗУ DDR3 SODIMM. Обе модели оснащены твердотельной памятью 64 Гбайт. По заказу возможна установка винчестера SATA 2,5" HDD. Высокоскоростной Ethernet обеспечивается контроллером Realtek 8111F PCIe Gigabit LAN. Модели имеют большое

Новости российского рынка

число разъёмов ввода/вывода, включая два USB 3.0, четыре USB 2.0, два RJ45, два порта COM, VGA, DVI, Audio и соединитель для подключения к сети переменного тока 100–240 В (по заказу возможна поставка моделей для работы от сети постоянного напряжения 24 В). Панельные компьютеры комплектуются мониторами с разрешением 1280 × 1024 пикселей (формат изображения SXGA). Светодиодная подсветка экрана обеспечивает высокую яркость свечения экрана 1600 кд/м² и малое энергопотребление, сохранение яркости с течением времени и экологическую безопасность (исключается применение ртути). Применение проекционно-ёмкостных сенсорных экранов позволяет исключить использование большеформатных клавиатур, а также обеспечивает удобную контекстную систему пользовательского меню.



Требования по герметичности соответствуют степени защиты IP65 при монтаже в консоль. Корпус выполнен из прочного алюминиевого сплава. Диапазон рабочих температур новых моделей составляет 0...+50°C, диапазон температур хранения достигает –20...+60°C.

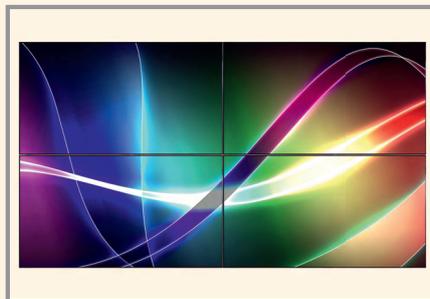
Габаритные размеры (Ш × В × Г) NPS1768 423,5 × 393,35 × 92,2 мм, модель NPS1968 имеет размеры 469,5 × 427,35 × 92,2 мм.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

55" ЖК-дисплей Full HD со сверхузкой фальшпанелью

Компания LITEMAX Electronics Inc. представила большеформатный (размер диагонали 55") TFT-дисплей DLO5507-LNB-J01 с форматом изображения Full High Definition (FHD). Высокая яркость 1400 кд/м², обеспечиваемая светодиодной системой подсветки, позволяет считывать изображения с экрана даже при солнечном освещении. Модель DLO5507-L объединяет собственную технологию компании LITEMAX Durapixel и технологию MaxRGB, которые обеспечивают высокую насыщен-

ность цвета, высокий уровень контрастности и потрясающее воспроизведение деталей изображения. Функция автоматической калибровки цвета даёт превосходное качество цвета и равномерность изображения для составных дисплеев. Плата управления AD5827GDNA обеспечивает работу с видеосигналами через интерфейсы VGA, DVI и HDMI. Небольшая ширина рамки (3,8 мм) позволяет разместить несколько дисплеев рядом для создания цельного изображения.



Дисплей предназначен для применений в системах Digital Signage и создания видеостен для демонстрации телевизионных программ.

Основные свойства:

- считывание изображения при прямом солнечном свете;
 - светодиодная система подсветки;
 - высокое разрешение 1920 × 1080 пикселей (формат изображения FHD);
 - сверхузкая рамка;
 - высокая равномерность изображения;
 - высокая насыщенность цвета;
 - автоматическая калибровка цвета.
- Технические характеристики:
- рабочее поле экрана 1209,6 × 680 мм;
 - яркость экрана 1400 кд/м²;
 - контрастность 1300:1;
 - шаг пиксела 0,630 × 0,630 мм;
 - угол обзора 178° в горизонтальной и вертикальной плоскости;
 - число воспроизводимых цветов 10,6 млрд;
 - время электрооптического отклика 12 мс;
 - потребляемая мощность 373 Вт;
 - габариты: 1213,5 × 684,3 × 109,15 мм;
 - вес 35 кг.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Малоформатные 4,3" TFT ЖК-дисплеи с рабочим углом обзора на 6:00 часов

Компания Raystar Optronics, Inc. объявила о начале поставок новой серии малоформатных 4,3-дюймовых TFT ЖК-дисплеев RFE43AE-ALW-DNN с рабочим углом обзора на 6:00 часов. То есть

для применений, где дисплей должен быть расположен горизонтально: направление наблюдения снизу. Предлагаемые до последнего времени 4,3" TFT-дисплеи предназначались для вертикального рабочего положения (рабочий угол обзора дисплеев – 12 часов). Новая модель RFE43AE-ALW-DNN характеризуется яркостью свечения экрана 400 кд/м², обеспечиваемой системой подсветки на светодиодах, контрастность – 500:1. Время электрооптического отклика – 25 мс.

Дисплей RFE43AE-ALW-DNN выполнен на основе активной матрицы управляющих тонкоплёночных транзисторов (TFT – Think Film Transistor), имеет габаритные размеры 105,5 × 67,2 × 2,9 мм. Разрешение экрана 480 × 272 пикселей (RGB).

Диапазон рабочих температур –20...+70°C, диапазон температур хранения –30...+80°C.

Для обеспечения простого интерфейса пользователя возможна установка сенсорных экранов – резистивных или ёмкостных.



Основные характеристики:

- тип дисплея: просветный, в качестве источника света применяются светодиоды белого свечения;
- шаг пикселя 0,198 (W) × 0,198 (H) мм;
- рабочая площадь экрана 95,04 × 53,85 мм;
- поверхность экрана имеет антибликовое покрытие.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

На правах рекламы

Зондовые станции компании Super Solutions & Services

Дмитрий Явич (Москва)

В нестабильных экономических условиях современного рынка и в условиях действующих санкций Европейского союза и США в отношении поставок в Россию высокотехнологичного оборудования очень важно найти надёжного партнёра, способного выполнять свои обязательства вне зависимости от постоянно меняющейся политической конъюнктуры.

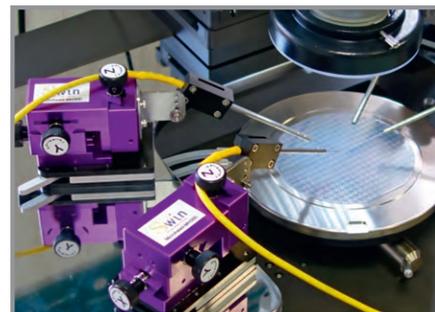
Именно таким партнёром станет тайваньская компания 3-S (Super Solution & Services), выводящая в это непростое время на российский рынок оборудование для производства и тестирования полупроводниковых пластин.

Решения компании 3-S ориентированы на научные и исследовательские центры в области микроэлектроники, для которых важно обеспечить гибкость и функциональность. Индивидуальный подход к каждому заказ-

чику позволяет решить практически любую поставленную задачу, ориентируясь на специфику конкретного проекта.

Компания 3-S предлагает оборудование для следующих областей применения:

- зондовые измерения на полупроводниковых пластинах;
- 4-точечные зондовые измерения;
- измерения эффекта Холла;
- измерения солнечных батарей;
- установки для нанесения плёнок методом погружения;
- установки для разрезания пластин;
- установки для склеивания и горячего профилирования;
- установки для вакуумного напыления;
- оборудование для процессов литографии;
- установка для быстрой термической обработки.

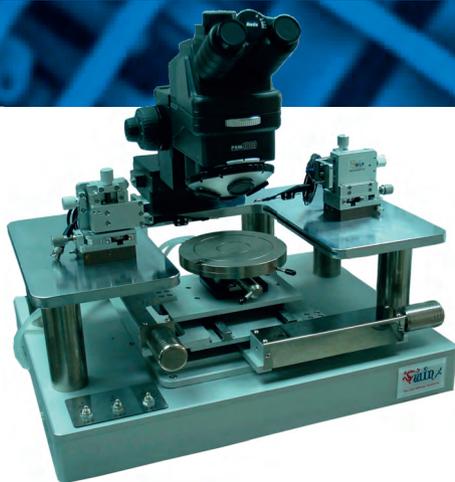


Микропозиционеры МН300

Всё производимое оборудование обладает оптимальным соотношением функциональности и цены. Компания 3-S лояльна к области применения измерительных систем и открыта для сотрудничества с предприятиями оборонно-промышленного комплекса России.

В офисе официального дистрибьютора – ЗАО «Компания СКАН» – всегда можно ознакомиться с образцами оборудования.

ЗОНДОВЫЕ СТАНЦИИ КОМПАНИИ SUPER SOLUTIONS & SERVICES (3-S)



- ✦ Индивидуальный подход к каждому Заказчику;
- ✦ Сотрудничество с предприятиями оборонно-промышленного комплекса;
- ✦ Идеально подходят для научных и исследовательских целей;
- ✦ Держатель пластин от 100 мм до 300 мм;
- ✦ Термоопция +200°C или +300°C (от 300 000 руб.);
- ✦ Большой выбор микроскопов (в том числе микроскопы высокого разрешения);
- ✦ Цена от 700 тыс. руб.



Серия	EPS	SPS	APS	GPS	SP
Тип	Ручная				Полуавтомат
Размер пластин, мм	100	100/150	150/200	150/200/300	100/150/200/300
Измерения	DC (коаксиальные, триаксиальные), СВЧ (≤ 67 ГГц), четырехточечные измерения резистивности				
Планарность	< 5 мкм				
Термоопция	200°C / 300°C (опционально -30 ... 200°C)				200°C / 300° C
Перемещение	Разрешение по осям X-Y: 5 мкм; Подъем держателя по оси Z: 5 мм				
Рабочий стол	фиксированный			Подъем 10 мм	фиксированный
Микроскоп	Высокого увеличения, стерео, микроскоп-трубка, с увеличенным фокусным расстоянием				
Опции	Магнитная/вакуумная фиксация позиционеров, камеры CCD/CMOS, антивибрационный стол, изолирующий («темный») ящик, устройство лазерной подгонки				

Реклама



Официальный дистрибьютор компании 3-S на территории РФ и стран СНГ:
ЗАО «Компания СКАН»

Телефон: +7 (495) 227-64-85
www.companyscan.ru

Радиационные высокотемпературные LPE i-GaAs-датчики для контроля ядерных технологий

Виктор Войтович (г. Тарту, Эстония), Александр Гордеев, Анатолий Звонарёв (г. Ульяновск)

В настоящей публикации рассматриваются вопросы, связанные с сенсорикой нейтронов в широком диапазоне энергий от 20 МэВ до кТ – единиц эВ на основе LPE i-GaAs-монокристаллов.

Нейтронные датчики

Нейтроны и их взаимодействие с GaAs

Нейтрон [1] – нейтральная (не обладающая электрическим зарядом) элементарная частица, имеет массу покоя $m_n = 1,008665$ а.е.м., спин $S = \hbar/2$ (собственный механический момент) и магнитный момент $\mu_n = -1,9130 \mu_B$, где μ_B – ядерный магнетон), имеет огромное внутреннее поле и нулевое внешнее.

Нейтрон обладает электромагнитной связанной массой в виде конгломерата из электрона и протона с нулевым внешним электрическим полем.

Разные источники нейтронов порождают широкий спектр энергий нейтрона и, с помощью технологий замедления, нейтроны разделяются на «быстрые» и «медленные», что показано в таблице [1].

Наряду с этим у физиков-ядерщиков принята более удобная форма деления нейтронов по энергетическим группам [2]:

- тепловые – $E_n = 0,005$ ($\approx 0,2$ кТ) – $0,5$ эВ ($19,2$ кТ);
- резонансные – $E_n = 0,5$ эВ – $1,0$ кэВ;
- промежуточные – $E_n = 1,0$ кэВ – 100 кэВ;
- быстрые – $E_n = 100$ кэВ – 14 МэВ.

Перевод «быстрых» нейтронов в «медленные» осуществляется на основе механизма упругого столкновения

(рассеяния) нейтронных частиц на лёгких ядрах веществ, таких как [1]:

- лёгкая вода (H_2O);
- тяжёлая вода (D_2O);
- бериллий/оксид бериллия (Be/BeO);
- углерод (C).

Источниками генерации нейтронов являются [2]:

1. Радионуклидные источники:

- а) радионуклидные источники на основе (α, n)-реакций (например, при взаимодействии α -частиц (^{244}Cm) с мишенью в виде ядра Be);
- б) радионуклидные источники на основе (γ, n)-реакций, то есть на основе генератора γ -лучей и того же бериллия ($Ra-Be$ -источник);
- в) источники спонтанного деления радионуклидов, например, ^{252}Cf (нейтронное излучение).

2. *Ядерные реакторы.* Генерация нейтронов происходит в процессе управления цепной реакцией в ядерном реакторе на основе деления тяжёлых ядер ^{235}U , ^{239}Pu с средней энергией $\approx 2,0$ МэВ.

3. *Ускорители заряженных частиц.* В результате столкновения заряженных частиц с энергиями в сотни МэВ происходит генерация нейтронов.

Взаимодействие нейтронов с кристаллической решёткой полупроводника и, в частности, GaAs, вызывает изменение энергетической системы кристалла путём упругого столкно-

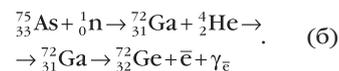
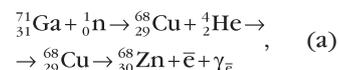
Статья опубликована в авторской редакции.

Мнение редакции не всегда совпадает с авторской линией. Но редакция всегда открыта к диалогу и предоставляет специалистам возможность донести свою идею до читательской аудитории журнала. Специализированный журнал – это информационная площадка, на которой порой встречаются самые невероятные инженерные решения и проявления творческой мысли.

вения с атомами полупроводника (быстрые нейтроны) или вплоть до трансмутации тёплыми нейтронами с энергиями в несколько кТ. Быстрый нейтрон имеет большую проникающую способность в твёрдых телах вследствие нулевого внешнего заряда (отсутствие электромагнитного кванта).

Тёплый нейтрон, контактируя с ядром атома посредством прилипания, имеет очень высокую подвижность внутри ядра и расходует свою энергию, последовательно обращаясь к каждому нуклиду. Время энергетического взаимодействия искусственного нейтрона с ядром атома очень короткое и составляет $\approx 10^{-21}$ с. В сверхтяжёлых ядрах, например, в ^{235}U и ^{236}U , энергонасыщение искусственного нейтрона в ядре иногда заканчивается катастрофическим распадом (делением) ядра.

Процесс контакта теплового нейтрона с решёткой GaAs приводит к таким процессам, как:



То есть при взаимодействии с тепловым нейтроном происходят ядерные превращения атомов Ga в атомы Zn, а атомов As – в атомы Ge [3]. Цинк в GaAs является широко применяемой акцепторной примесью с энергией ионизации \approx кТ (мелкие уровни, активированные при н.у.). Германий является как амфотерной примесью с глубоким расположением вблизи середи-

«Быстрые» и «медленные» нейтроны

Нейтроны	E, эВ	V, см/с	λ , см	T_{cp} , К
«Быстрые»				
«Быстрые»	$>10^5$	$>1,4 \times 10^9$	$<10^{-12}$	10^{10}
«Медленные»				
Промежуточные	10^4-10^5	$1,4-10^3$	3×10^{-11}	10^8
Резонансные	$0,5-10^4$	$1,4-10^7$	3×10^{-10}	10^6
Тепловые	$0,5-5 \times 10^3$	2×10^5	2×10^{-8}	300
Холодные	$5 \times 10^{-3}-10^{-7}$	$4,4 \times 10^4$	9×10^{-8}	10
Ультрахолодные	10^{-7}	$4,4 \times 10^2$	9×10^{-6}	10^{-2}

ны запрещённой зоны, так и, в зависимости от условий рекристаллизации в кристалле GaAs, может образовывать мелкие акцепторные уровни чуть больше 3кТ.

Быстрые нейтроны, а также промежуточные нейтроны, взаимодействуя с различными веществами/мишенями на поверхности полупроводника GaAs, порождают вторичные энергетические частицы – как обладающие зарядом (α -частицы, электроны, протоны), так и высокоэнергетичные (незаряженные) кванты/фотоны в виде целого спектра лучей: от γ -квантов до оптических квантов и далее, вплоть до сантиметрового диапазона (тепловые нейтроны).

С точки зрения дефектообразования (выбивания атомов из узла решётки) электроны, протоны, α -частицы проникают в кристалл полупроводника и обладают определённой пороговой энергией. Для LPE GaAs она составляет у электронов порядка $E_n \geq 250$ кэВ [4].

Пороговую энергию дефектообразования α -частиц и протонов в кристалле можно определить из соотношения масс α -частиц и протонов к электрону (в частности, масса протона равна единице атомной массы (а.е.м.) и в 1836 раз больше массы электрона), то есть фактически из соотношения кинетических энергий ($mV^2/2$) частиц, но с поправкой на коэффициент, который связан с сечением захвата ядром заряженной частицы. Поэтому можно говорить о параобразующих дефектах по Френкелю в десятки эВ (энергия ионизации GaAs, то есть энергия ионизации заряженных частиц $\approx 6,0$ эВ).

Электрон с энергией 1,0 МэВ, как правило, имеет пробег в кристалле GaAs практически на всю толщину кристалла (> 250 мкм), α -частицы с энергией 1,0 МэВ проникают на глубину 4 мкм. Длина пробега протонов с энергией в 1,0 МэВ в GaAs составит ≈ 20 мкм, γ -кванты, как правило, «прошивают» кристаллы GaAs полностью (то есть длина пробега γ -квантов в кристалле GaAs в зависимости от энергии достигает нескольких сантиметров, при разумных толщинах чипа: от 0,06 мм (СВЧ-приборы) до 0,4 мм (силовые приборы)).

Наличие радиационных дефектов имеет свои хорошие и плохие стороны. В частности, в силовых приборах радиационные точечные дефекты (радиационное легирование) являются прекрасным инструментом повышения быстродействия (частоты сило-

вой коммутации) путём изменения важнейших параметров – плотности накопленной ЭДП-плазмы и времени её релаксации (восстановление обратного сопротивления). Другими словами, в легированных активных областях кристаллов меняются такие параметры, как μ , τ , L , D , а также оптический, диэлектрический и магнитный показатели ($n = C/V$, ϵ , μ).

Далее приведём физические модели конструкций нейтронных датчиков на основе LPE i-GaAs-монокристалла с попыткой одновременного сепарирования по энергетическому спектру, то есть датчиков быстрых, промежуточных и медленных нейтронов.

LPE i-GaAs-датчики быстрых нейтронов

«Биллиардный» датчик

Данному датчику, в принципе, уже лет 30, поскольку небольшая (сравнимая по стоимости с платиной) серия таких LPE p-i-n GaAs-датчиков была изготовлена в СССР для сенсорики ядерного полигона в Семипалатинске. Датчики отличались высокой чувствительностью и качеством. Советские датчики быстрых нейтронов были изготовлены на «графитовом» LPE i-GaAs (по типу реакторной LPE-оснастки) и выдерживали напряжения блокирования 600–800 В при заметном токе поверхностной утечки (миллиамперы при $t = 250^\circ\text{C}$ и предельных значениях U_{RRM}). «Отсекание» поверхностной утечки производится по методике ALD-пассивации, приведённой в [4] с уровнем обратного тока в десятки микроампер при максимальной температуре $T_j \geq 300^\circ\text{C}$ и предельном значении U_{RRM} , что очень важно, поскольку бомбардировка нейтронами кристаллической решётки мишени на поверхности полупроводника сопровождается выделением больших значений джоулевого тепла (упругое столкновение нейтрона с ядром с резким гашением кинетической энергии нейтрона $\Delta E_n = m_n V^2/2$).

Физический механизм упругого гашения энергии быстрого нейтрона на ядрах водорода в соединениях типа $(\text{CH}_2)_n$, которые являются замедлителями (конверторами), например, на парафине $\text{C}_{18}\text{H}_{38}\text{C}_{35}\text{H}_{72}$ неплохо описан в недавнем патенте RU 2 532 647 от 28.06.13 г. (МИСиС, г. Москва) [5], с той лишь разницей, что в качестве приёмника вторичной энергии, выделяемой облучённым конвертором, использует-

ся высоковольтный электронно-эмиссионный Шоттки GaAs-диод (GaAs SBD) с фиксацией протонов, выбитых из мишени (конвертора) быстрыми нейтронами (упругое выбивание ядер водорода) в области пространственного заряда (ОПЗ) обратносмещённого Шоттки барьерного перехода. Приёмный GaAs-сенсор выполнен методом хлоридной эпитаксии с толщинами слоёв от 10 до 80 мкм, с Pt-барьером Шоттки (≤ 500 Å) и омическим контактом Ni/AuGe/Au (точнее, вероятно – AuGe/Ni/Au) с тыльной стороны GaAs-сенсора, с пассивацией меза-областей Si_3N_4 .

Это неплохой датчик. Но есть и некоторые замечания, такие как:

- гетерограница Me-GaAs при бомбардировке нейтронами, α -частицами, протонами и электронами будет активно накапливать структурные дефекты;
- плотность дислокаций MOCVD-слоёв GaAs-полупроводника или высокоомного участка, образующих ОПЗ, не ниже чем 10^3 см $^{-2}$;
- рабочие температуры чипа GaAs-датчика не выше 150–175 $^\circ\text{C}$ (качество MOCVD и «потечёт» Si_3N_4 защита).

В итоге чувствительность такого датчика будет иметь не самые приемлемые пределы.

Предложенный вариант регистратора быстрых нейтронов с использованием водородного конвертора показан на рисунке 1.

На рисунке 2 показано конструктивное исполнение датчика быстрых нейтронов в молибденовой капсуле.

Физика работы p-i-n GaAs-датчика быстрых нейтронов с водородным конвертором заключается в следующем: реакторные нейтроны с максимальной энергией до 14 МэВ (средней $\approx 2,0$ – $2,3$ МэВ), попадая в конвертор $(\text{CH}_2)_n$, испытывают упругие столкновения с ядрами водорода (как минимум, 15 столкновений при достаточно толстых плёнках водородного конвертора, допустим, парафина или полиэтилена), при этом кинетическая энергия начального реакторного нейтрона $E_n = mV^2/2$ со скоростями до 5×10^9 см/с (близкая к релятивистской) гасится до скорости 2×10^5 – 10^6 см/с, то есть на три порядка и более.

Рассеянная энергия трансформируется в упругую энергию протона, которая будет составлять энергию от десятых долей начальной энергии быстрого нейтрона вплоть до диапазона в десят-

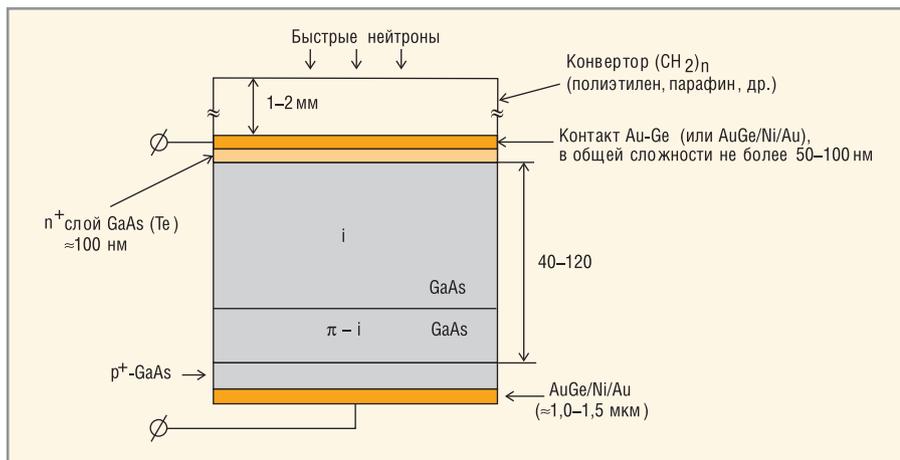


Рис. 1. Структура р-і-п GaAs-чипа-сенсора быстрых нейтронов с водородным конвертером

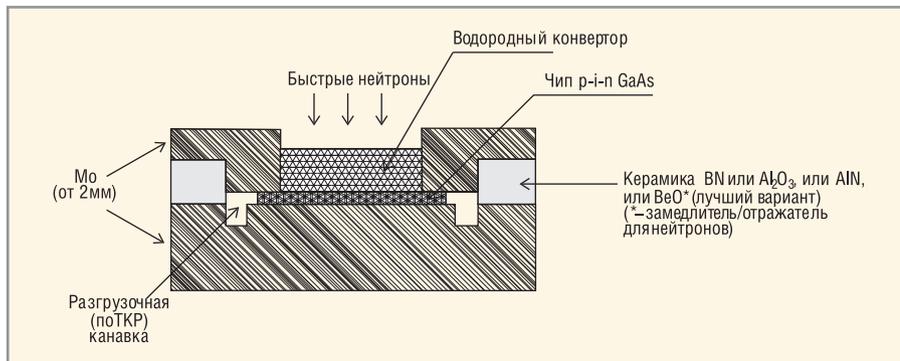


Рис. 2. Конструктивное исполнение р-і-п GaAs-датчика в молибденово-керамической капсуле с размерами ≈ 15 × 15 × 5 мм³ прямого (протоно-вольтаика) и обратного (от 30 до 1000 В) действия

ки/сотни кэВ – единицы эВ, которая ионизирует кристаллическую решётку GaAs (генерация, в конечном счёте, электронно-дырочных пар).

В итоге, учитывая классические постулаты генерации по зонной теории, можно зафиксировать несколько механизмов генерации носителей заряда (электронно-дырочных пар) в зависимости от плотности потока и флюенса протонов (N_p , $см^{-2} \times с$) и фотонов высоких, средних и низких энергий. При «стандартных» уровнях амфотерной примеси $\approx (0,5 - 5) \times 10^{15} см^{-3}$ имеем концентрацию кремния на поверхности i-GaAs $\approx (0,5 - 5) \times 10^{14} см^{-2}$. При ионизации протоном ОПЗ средняя длина пробега протона $\approx 1 мкм / 80 кэВ$ (α -частиц $1 мкм \approx 250 кэВ$, у электронов (см. [4]) – $1 мкм \approx 1,2 кэВ$. То есть если сечение захвата электронов в GaAs при 100 кэВ составляет $\approx 10^{-25} - 10^{-26} см^2$, то в очевидной пропорции увеличивается сечение захвата у протонов α -частиц при той же энергии.

При энергии $\approx 1,0 МэВ$ протон проникнет на глубину более чем 20 мкм. Энергия протонов при конечной трансформации в энергию генерации зона/зона или глубокие уровни/зона/зона при $E_p = 1,0 МэВ$ будет инвертирована

в энергию не менее 2×10^5 электронно-дырочных пар, что при нанотреке $\approx 1,0 нм^2$ составит концентрацию $\approx 2 \times 10^{17}$ электронов/ $см^3$, но сечение ионизированного трека, фактически, на порядки меньше. Другими словами, плотность электронно-дырочной плазмы в филаментарных каналах (треках) может оказаться близкой к вырожденной ($\sim 10^{20} см^{-3}$).

Необходимо учитывать, что часть энергии протона при упругом столкновении с кристаллической решёткой GaAs будет рассеиваться на энергию дефектообразования пар Френкеля, субнанокластерных образований и так далее. То есть на радиационное легирование полупроводника, что приведёт к уменьшению чувствительности датчика при многократных воздействиях.

В более ранних публикациях о свойствах р-і-п GaAs-структур [6] было показано, что прямосмещённые р-і-п диоды выдерживают максимальные температуры до 650К. Следовательно, используя повторяющиеся прямые импульсы тока на р-і-п структуре с плотностью сотни ампер/ $см^2$, можно в некоторой степени «отжечь» i- и π -i-области р-і-п структуры, легированные высокоэнергетичны-

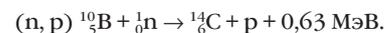
ми протонами (не затрагивая периферию кристалла), которая выдерживает максимальные температуры почти вплоть до 400°C.

Необходимо отметить, что данные датчики можно подразделить на «карманные» и промышленные. «Карманные» датчики используются как в режиме бета-ЭДС, так и в режиме обратного смещения р-і-п GaAs-структуры (до 40 В). Конечно, чувствительность датчика будет определяться энергией, плотностью потока и флюенсом нейтронов. Промышленные датчики могут быть построены как на обратносмещённых (до 1000 В) COOL гетеро-р-і-п GaAs-структурах, так и на лавинно-доменных n-p-n GaAs «два в одном» транзисторах [7], которые будут иметь высочайшую чувствительность (инжекционно-доменный механизм лавинизации).

Трансмутационные р-і-п GaAs высокотемпературные датчики с рабочей температурой эксплуатации окружающей среды до +300°С

Так называемые «трансмутационные» датчики быстрых нейтронов создаются на основе (n,p) типа ядерной реакции синтеза из ядер ^{10}B изотопа углерода ^{14}C с последующим излучением высокоэнергетичных протонов в р-і-п GaAs-структуру. $^{10}B/p$ -і-п GaAs датчики предназначены для сенсорики реакторных нейтронов со средней энергией $\sim 2,0 МэВ$.

Ядерный синтез на основе быстрых нейтронов и ^{10}B выглядит так [8]:



Как известно, сечение захвата (σ , в барнах $= 10^{-24} см^2$) ^{10}B сильно зависит от энергетике нейтрона. Медленные нейтроны имеют огромное сечение захвата в ^{10}B – около $\sigma = 3840$ барн [1, 2] при $E_{gn} \approx 10$ эВ, и оно изменяется по закону $1/\sqrt{V}$, где V – скорость медленных нейтронов. С ростом энергии нейтрона (скорости нейтрона) сечение захвата ^{10}B постепенно убывает до значения в единицы и доли единицы барн при превышении $E_{gn} > 1,0 МэВ$.

Углеродная трансмутация бора, сопровождаемая излучением потока протонов, происходит при значительных энергиях быстрых реакторных нейтронов порядка 2–10 МэВ.

В качестве борной мишени могут быть использованы такие перспективные термостойкие материалы, как:

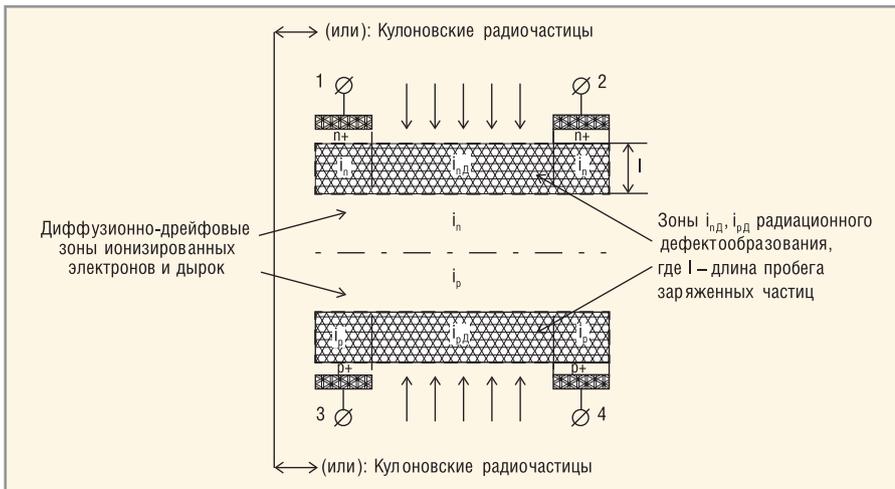


Рис. 3. Структура полевого p-i-n GaAs-транзистора с радиационным затвором

- B_4C (карбид бора);
- B_2O_3 (оксид бора);
- BN – нитрид бора (широкозонный полупроводник);
- V/Ni – гальванический боро-никель (нанесённый на омические субмикронные $\approx 0,08-0,1$ мкм контакты AuGe/Ni) с толщинами 4–10 мкм).

B_4C наиболее предпочтителен, поскольку насыщен изотопом ^{10}B , а также благодаря наличию углеродного замедлителя быстрых нейтронов.

Использование B_2O_3 в комбинации с ZnS(Ag) широко известно в научном мире.

Полупроводник BN создан ALD-методом на углеродных или на ситалловых/сапфировых подложках, что позволяет ожидать ALD-осаждение через активатор (AlN) на GaAs.

Боро-никель – отработанный в прошлом (в советский период) технологический приём антикоррозийного, термостойкого к окислению покрытия составом V/Ni, устойчивого до $+400^\circ C$ (по показателю паяемость ПСР-припоями).

Далее рассмотрим конструкции специальных нейтронных датчиков диодного и транзисторного типа и специфику их отличия.

Диодные датчики

Высокоэнергетичные протоны, попадая в p-i-n GaAs область физического p-n-перехода (ширина физического p-n-перехода может достигать значительно больших размеров, чем даже длина пробега протонов в GaAs с энергиями в 3–5 МэВ) с размерами в десятки микрометров (от 50 мкм и выше), ионизируют кристаллическую решётку GaAs.

Протоны в области равновесного физического p-n-перехода (протоно-

вольтаика) выполняют в основном две функции:

- генерацию электронно-дырочных пар, описанную в разделе «Биллиардные датчики»;
- генерацию точечных радиационных дефектов.

Значение протоно-вольтаической ЭДС через, допустим, МЭМС-коммутатор – операционный усилитель можно вывести на АЦП и фиксировать уровни приёмной радиационной микро мощности.

В обратномсмищённом p-n-переходе будут наблюдаться два механизма лавинизации носителей:

- лавинизация стандартного типа за счёт биполярной генерации двух пар одновременно – электрон/дырка и дырка/электрон с глубокими амфотерными центрами на атомах кремния.
- лавинно-доменная генерация, которая описана в разделе «Биллиардные датчики» и в [7].

С ростом количества радиационных воздействий будет нарастать «усталость» кристаллической решётки к энергетике протонов, и здесь не помогут никакие отжиги (при $400-500^\circ C$), которые также будут неэффективны из-за контактной металлизации и специфики атомов As (летучесть).

Следовательно, необходимо искать новые варианты «долгоиграющих» (радиационно-стойких) p-i-n GaAs-приёмников эмиссионных заряженных частиц больших энергий: α -частиц, протонов, γ -квантов и Комптоновских (вторичных) электронов, энергии которых будут превышать порог дефектообразования в LPE i-GaAs (от 250 кэВ на электронах и упругих столкновений в десятки эВ на протонах и α -частицах).

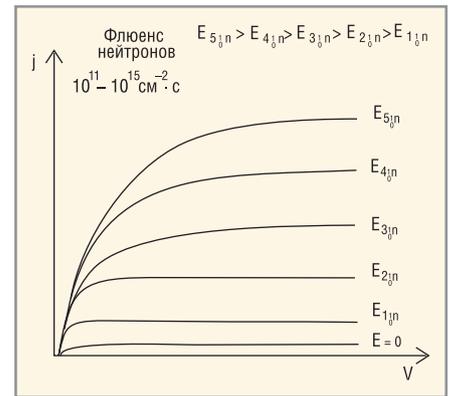


Рис. 4. Выходные ВАХ «нейтронного» двухэлектродного транзистора на базе конвертеров $(H_2C)_n$ или ^{10}B в комбинации с i-GaAs-приёмником

По этой причине необходимы новые решения, которые приведены далее.

Датчики на нейтронных полевых транзисторах с радиационным затвором, а также полевые транзисторы с инжекционным радиационным истоком

Полевой p-i-n GaAs-транзистор с радиоактивным затвором показан на рисунке 3.

Радиационная обработка мишени нейтронами приведёт к бомбардировке одной из сторон p-i-n GaAs-структуры α -частицами, протонами или облучению γ -квантами и, в результате, будет происходить ионизация i-области GaAs посредством Комптоновских или ионизированных электронов с последующей генерацией зона/зона, глубокие Si-центры / E_C / E_V зоны электронно-дырочных пар, что скажется на модуляции проводимости на три-четыре порядка бездефектных (не радиационно-легированных) i_n и i_p внутренних слоёв физического p-n-перехода.

Очевидно, что проводимость скрытых от радиации слоёв i_n и i_p будет зависеть от энергии и флюенса/дозы радиационного энергозатвора и, с качественной точки зрения, будет выглядеть так, как показано на рисунке 4.

Полевые транзисторы с радиационным истоком были описаны в публикации [4]. Модель полевого двухэлектродного транзистора с инжекционным истоком показана на рисунке 5.

Датчики медленных нейтронов на основе LPE i-GaAs

Диодные и нейтронно-транзисторные датчики на основе LPE i-GaAs струк-

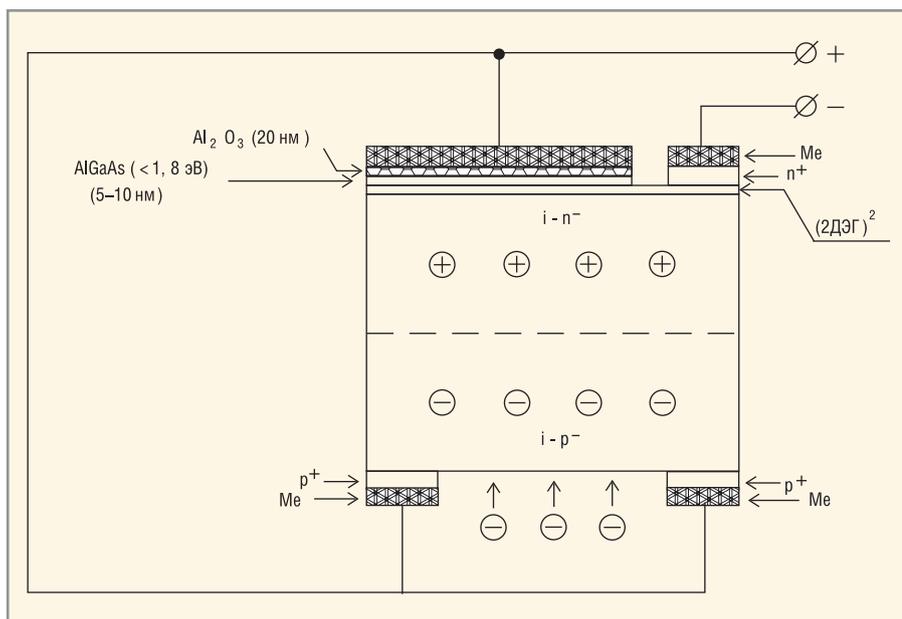


Рис. 5. Одна из моделей приёмного двухэлектродного транзистора с инжекционным затвором

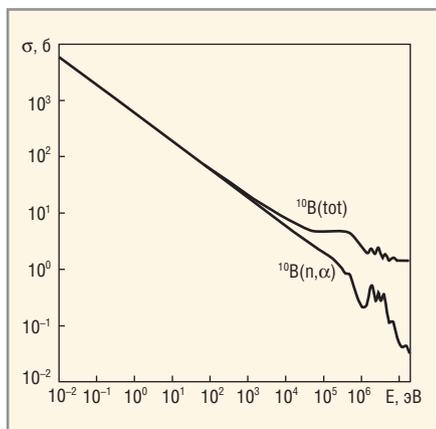


Рис. 6. Зависимость сечения захвата ^{10}B от энергии нейтронов [2]

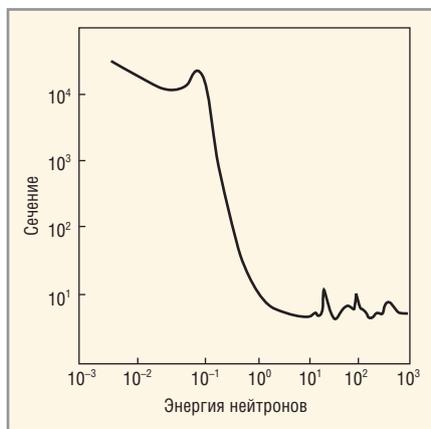


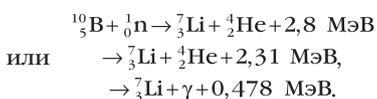
Рис. 7. Зависимость сечения захвата в барнах ^{113}Cd от энергии нейтрона [9]

тур могут быть гораздо более успешными в сравнении со всеми другими известными твердотельными полупроводниковыми датчиками медленных, в том числе тепловых (с энергиями меньше 0,5 эВ), нейтронов.

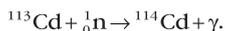
В качестве мишеней в датчиках медленных нейтронов ничего нового нет. Есть прекрасные преобразователи нейтронной энергии на базе ^{10}B и ^{113}Cd . Это универсальные материалы для «компаундирования» нейтрона с ядрами указанных веществ. Их применимость, или, точнее, граница раздела применения на медленных нейтронах, показана на рисунках 6 и 7 [1, 2].

Ядерные реакции в системах медленные нейтрон / ^{10}B или нейтрон / ^{113}Cd выглядят так:

- реакция распада



В качестве регистраторов нейтронов на ^{10}B часто используют твёрдодисперсные системы ZnS(Ag)/1 мкм, входящие в окись бора B_2O_3 от 0,1 мкм; ● реакция синтеза



Из рисунков 6 и 7 следует, что наиболее эффективным является применение системы медленный нейтрон / ^{10}B / i-GaAs в диапазоне энергий нейтронов 0,5 эВ – 100 кэВ, а системы медленный (точнее, тёплый) нейтрон / ^{113}Cd / i-GaAs – в диапазоне от 0,5 до сотых долей эВ.

Для разделения границы тёплых и промежуточных нейтронов применяются бинарные ^{113}Cd / ^{10}B -мишени (^{10}B в кадмиевой капсуле) / i-GaAs.

Очевидно, что можно использовать как вертикальные p-i-n равновесные и обратносмещённые GaAs-структуры, так и (вероятно, более эффективные)

нейтронные транзисторы с радиационным затвором.

LPE i-GaAs-датчики КОСМИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Датчики для сенсорики электромагнитного излучения в глубоком космосе

Первое, что необходимо отметить, это то, что LPE i-GaAs-электроника (силовые приборы, СВЧ-электроника, фотоника, цифровая техника) – это лучшие из имеющихся сегодня в мире решений с точки зрения построения бортовой электроники для МКС, межпланетных станций, гиперзвуковых ракет/самолётов в стратосфере / ближней ионосфере, а в сочетании (в гетероисполнении) с $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($x \approx 0,6$), ZnS, ZnSeS новая электроника будет пригодна для эксплуатации в атмосфере Венеры. Высочайший диапазон рабочих температур LPE i-GaAs (Si) – до 300–350°C, гетеросистемы GaAs / ZnS – до 400–450°C (температура на поверхности Венеры $\approx 480^\circ\text{C}$, в атмосфере Венеры – 200–450°C).

Кроме того, данные гетерокристаллы очень хорошо выдерживают космическую радиацию (солнечные батареи на МКС созданы на основе GaAs).

Диапазон космического электромагнитного излучения чрезвычайно широкополосен – от звукового (≈ 1000 Гц), которое зафиксировала Автоматическая межпланетная станция Европейского космического агентства «Розетта» при посадке на ядро кометы 67P/Чурюмова–Герасименко, до сверхжёсткого γ -излучения 10^{21} – 10^{22} Гц (X-лучи).

Для сканирования электромагнитного пространства нужны чувствительные радиационно-стойкие приборы с широким температурным диапазоном ($\pm^\circ\text{C}$). Кроме этого, полупроводниковые приборы должны не только принимать волны от метрового диапазона до тысячных долей ангстрема \AA (X-лучи), но и сами должны быть способны излучать энергию в широком диапазоне: инфракрасном оптическом диапазоне, ультрафиолетовом, рентгеновском или λ -диапазоне, что, в принципе, показано в предыдущих статьях, опубликованных в журнале «Современная электроника» [4, 9].

Принимая во внимание научные идеи ныне здравствующего величайшего физика современности, нашего соотечественника В.Г. Веселаго, мож-

но сделать следующие смелые выводы: твёрдые тела, совмещающие в себе свойства изолятора, полупроводника, проводника, сверхпроводника, такие как ковалентный алмаз (diamond), или, ещё лучше, ионно-связанный LPE i-GaAs на сверхвысоких частотах, могут быть:

- поглотителями электромагнитной энергии в виде накопления электромагнитной массы в кристалле ($\epsilon > 1$ и $\mu > 1$);
- «невидимками» (то есть абсолютно прозрачными) для чрезвычайно узкой части электромагнитных волн, когда волны проникают через тело кристалла без малейшего сопротивления ($\epsilon = 0$ и $\mu = 0$);
- упругим энергетическим препятствием для любых фотонов, когда $\epsilon < 0$ – это явление и открыл В.Г. Веселаго более полувека назад (сейчас оно очень активно используется в США);
- «вакуумной средой» (когда $\epsilon = 1$ и $\mu = 1$).

В итоге приходим к выводу, что «диэлектрический транзистор» и квантовый вентиль, показанные в [9], являются чрезвычайно удобным инструментом для исследования электромагнитного излучения в космическом пространстве, включая солнечное излучение, излучение планет солнечной системы.

Есть здесь и свои «полупроводниковые» особенности. Допустим, при приёме рентгеновских лучей (с $E \approx 10^5 - 10^6$ эВ или с $\lambda \approx 0,1 - 0,01$ Å или ещё, в более жёстком диапазоне, с частотами $\approx 3 \times 10^{18} - 3 \times 10^{20}$ Гц) и, тем более, при приёме X-лучей, когда энергия Комptonовских электронов может оказаться разрушительной для кристаллической решётки, или когда при запредельных частотах X-лучей (от 10^{22} Гц) появятся новые проводящие частицы – позитроны, что также может являться предметом дальнейших исследований: от прототипов своеобразных, в данном случае, водородоподобных «куперовских пар» до аннигиляционного перерождения снова в X-кванты.

В любом случае, приёмник γ -квантов (энергия составляет от $1,22 \times 10^6$ эВ или 1,22 МэВ), которые будут являться генераторами Комptonовских электронов с энергией гораздо выше, чем энергия дефектообразования (пар Френкеля) в полупроводнике (Ge ≈ 350 кэВ, LPE i-GaAs ≈ 250 кэВ, Si ≈ 190 кэВ, diamond ≈ 150 кэВ), что приведёт к заметному «шуму» в диагностике излучения γ -квантов. В связи с этим необходимо

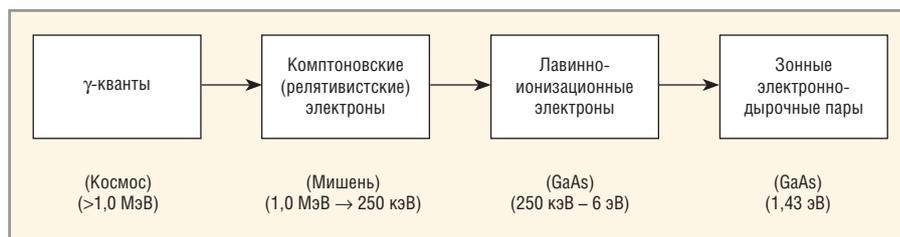


Рис. 8. Энерготормозящая промежуточная мишень с энергопреобразователем

использовать энерготормозящую промежуточную мишень на поверхности LPE i-GaAs с созданием энергопреобразователя (см. рис. 8) с длиной волны Де Бройля $\lambda = 1,22/E^{1/2}$ (λ – нм, E – эВ) как в тормозящей мишени, так и в GaAs. При энергии электрона > 100 кэВ все движущиеся электроны обладают релятивистскими свойствами ($E = mV^2/2$, где $V \geq 1,6 \times 10^{10}$ см/с, или $V \approx 0,5c$).

Такая модель γ -датчика вполне реализуема на основе LPE i-GaAs-кристалла. По параметрам вторичных по отношению к Комptonовским или третичных лавинно-ионизационных электронов можно анализировать энергоспектр γ -квантов. Как мы видим, при огромной плотности γ -квантов с успехом могут быть созданы компактные источники электропитания [4].

Датчики α -частиц и протонов

При облучении GaAs тяжёлыми заряженными частицами (протонами и α -частицами) образуются радиационные дефекты кристаллической решётки GaAs, такие как: вакансии – междоузельный атом (пары Френкеля), дивакансия и другие. Дефектообразование, как уже указывалось, в широких пределах изменяет электрофизические свойства GaAs, такие как L, μ , D, τ , то есть параметры, определяющие проводимость и скорость генерации/рекомбинации заряда.

В наиболее реальном диапазоне энергий тяжёлых заряженных частиц, как производных от нейтронного облучения, от 0,3 МэВ до 5,0 МэВ глубина проникновения (длина пробега ионизированных частиц) в GaAs будет сильно зависеть от температуры GaAs-мишени. В частности, протон с энергией 300 кэВ создаёт до 50 смещений в GaAs, проникая на глубину до 3 мкм. При этом максимум дефектов при облучении тяжёлыми частицами наблюдается не в начальной, а в конечной стадии пробега.

Количество образованных дефектных пар Френкеля зависит от температуры GaAs-подложки. К примеру, при контроле реакторного теплоносителя ($T > 250^\circ\text{C}$) мы можем получить механизм диссоциации дефектных пар Френкеля, то есть возврат их в исходное состояние. Другими словами, при рабочих температурах $> 250^\circ\text{C}$ устойчивость радиационных датчиков к облучению заряженными частицами резко возрастает.

Датчики α -частиц и протонного космического излучения, особенно сильно беспокоившего космонавтов, могут быть реализованы на практике по прототипу «нейтронных» транзисторов (см. рис. 4), с аналогичной физической моделью приёма и через мишень – экран-преобразователь (α -вольтаика, протоно-вольтаика)

ОАО «НПО «ЭРКОН»

Разработка и производство:

- чип-индуктивностей;
- постоянных непроволочных резисторов
 - прецизионных,
 - высокоомных, высоковольтных,
 - низкоомных,
 - сверхвысокочастотных,
 - общего применения;
- СВЧ поглотителей.

Россия, 603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, 6
 тел.: (831) 464-50-21; факс: (831) 439-61-41
 info@erkon-nn.ru, www.erkon-nn.ru

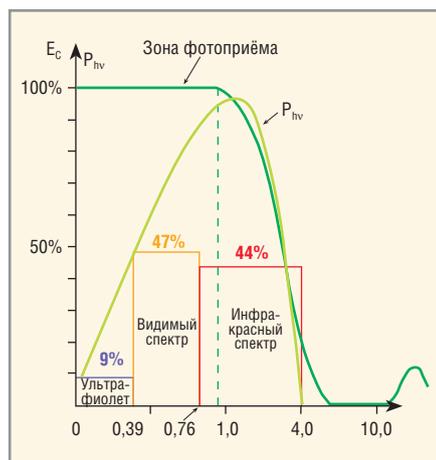


Рис. 9. График зависимости плотности квантовой энергии излучения Солнца (E_c) от энергии фотонов (длины волн) и предполагаемая плотность излучения P_{fv} фотонов

Датчики β -частиц

Датчики β -частиц с энергиями ≤ 250 кэВ легко реализуются в виде LPE i-GaAs-датчиков-регистраторов в виде как обратномещённых p-i-n структур, так и, при большой плотности электронов, на основе бета-вольтаики [4]. Ничего нового здесь, кроме LPE i-GaAs (Si) сверхэффективного бета-приёмника, нет (в сравнении со всеми существующими бета-вольтаическими моделями на полупроводниковых p-i-n структурах эффективность выше в 45 раз).

Датчики спектра инфракрасного излучения Солнца в диапазоне длин волн до 4,0 мкм

Энергетика солнечного излучения в оптическом и коротком инфракрасном диапазоне (0,2–4,0 мкм) выглядит так, как показано на рисунке 9.

С учётом водородоподобного (встроенно-экситонного) расщепления энергетика запрещённой зоны LPE i-GaAs (Si) [9], обратномещённый LPE i-GaAs квантовый вентиль или «диэлектрический триод» является одним из лучших приёмников/детекторов инфракрасного излучения в диапазоне 0,2–5,0 мкм. В космосе он может служить анализатором реального поведения Солнца. В земной атмосфере это прибор ночного наблюдения для одного из прозрачных инфракрасных атмосферных коридоров, как для ночного видения, так и для инфракрасного самонаведения.

Из рисунка 9 следует, что космические солнечные батареи на МКС не исчерпали свои возможности, и их мощность, с помощью LPE i-GaAs-

материала, можно увеличить как минимум на 30% и довести до разумных 50 кВт.

Датчики нейтронов в космосе

Нейтрон в глубоком космосе не существует (время жизни в вакууме ≤ 15 минут). Но, исходя из спектральной характеристики атмосферы Солнца (H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne), вероятно, существует достаточно плотная нейтронная атмосфера вокруг Солнца толщиной $h = 3 \times 10^{10}$ см/с $\times 900$ с = 100–300 млн км. То есть, возможно, достигающая окрестностей Земли (следы нейтронов).

Если принять во внимание «сжатие времени» по теории относительности Эйнштейна, то достаточно мощное излучение нейтронов можно будет обнаружить вблизи Венеры и Меркурия, а с учётом того, что нейтронная масса – это $\approx 1/2$ массы Солнца, то измерение потока нейтронов вблизи Солнца исключительно важно с точки зрения прогнозирования условий жизни на Земле – как для биологического, так и для геополитического климата. Нейтронные датчики для наземного использования ничем не отличаются от космических, и были описаны ранее.

ТЕПЛОВЫЕ И ТЕРАГЕРЦОВЫЕ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС ИЛИ КОСМИЧЕСКИХ БОРТОВЫХ РЕАКТОРОВ

Температурные датчики

Тепловые радиационно-стойкие твердотельные датчики на известных полупроводниках непригодны к использованию в контактной зоне теплоносителя реактора, к которым предъявляются очень жёсткие нейтронно-физические требования.

Важнейшими характеристиками твердотельных датчиков для контроля температуры теплоносителя являются: высокая чувствительность 1–3 мВ/град, высокая радиационная стойкость с предельной температурой эксплуатации вплоть до 350–374,15°C (когда при давлении 255,65 атмосфер вода – и не пар, и не жидкость).

Для реакторов с водяным теплоносителем (и, в частности, для тяжеловодных водо-водяных реакторов, как, например, на Балаковской АЭС), веро-

ятно, очень полезны будут LPE p-i-n GaAs (Si) датчики с использованием специально выращенных кристаллов диодных структур с прямой ветвью вольт-амперной характеристики (ВАХ), имеющей как положительный, так и отрицательный температурный коэффициент ВАХ. Такие датчики были продемонстрированы в самых первых публикациях по силовым p-i-n GaAs-диодам [10]. График зависимости $V_F = f(T^\circ C)$ [10] приведён на рисунке 10 (см. также рис. 11).

Для повышения чувствительности датчика можно использовать мостовую (однофазную) схему включения температурного датчика, когда в одно плечо включён UFRED, в другое – HyperFRED.

В таком случае размах $\Delta V = f(\Delta T^\circ C)$ будет удвоен, то есть чувствительность может быть увеличена до 5,0 мВ/град (или до 0,5 В при $\Delta E = 100^\circ C$).

Рабочий диапазон таких датчиков составит вплоть до сверхкритической температуры реакторного теплоносителя (+350°C) на воде.

СВЧ-датчики для контроля реакторного теплоносителя

Радары, работающие на частотах 18–19 ГГц, практически «слепы» из-за резонансного поглощения электромагнитной волны молекулой воды. Максимум поглощения на частоте $f = \omega/2\pi = 18,861$ ГГц или $\lambda = C/f = 1,59$ см при температуре $\approx 25^\circ C$ – радиопоглощение парами H_2O . Ещё более эффективное поглощение будет наблюдаться в СВЧ/субтерагерцовом диапазоне на частотах порядка 180 ГГц и около 300 ГГц.

При рабочем режиме реактора в теплоносителе обычно поддерживается $p_v = const.$, но в случае аварийной ситуации адиабата резко изменяется. Газ (пар) будет иметь иную энергию поглощения, чем, предположим, при $T = 25^\circ C$, $T = 260^\circ C$ или $T = 300^\circ C$. Используя i-GaAs СВЧ-генератор ($c T_{раб.} = 250–300^\circ C$) на полевых транзисторах (p-HEMT, JFET, MOSFET, особенно на «диэлектрических триодах») и высокочувствительный бесшумный СВЧ-приёмник на i-GaAs-кристаллах, можно зафиксировать девиацию резонансной частоты поглощения СВЧ-излучения парами воды теплоносителя (используя аварийный спускной кран-датчик по типу бытового крана Маевского). Специфика измерительного процесса будет усложняться тем,

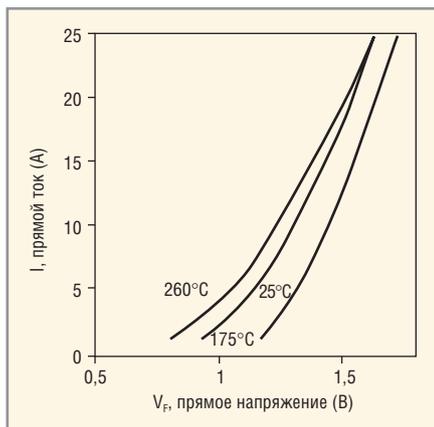


Рис. 10. Типичные прямые ВАХ ультрабыстрых GaAs-диодов (размер кристалла 3×3 мм, $V_{RRM} = 400\text{--}800$ В, отрицательный температурный коэффициент V_F)

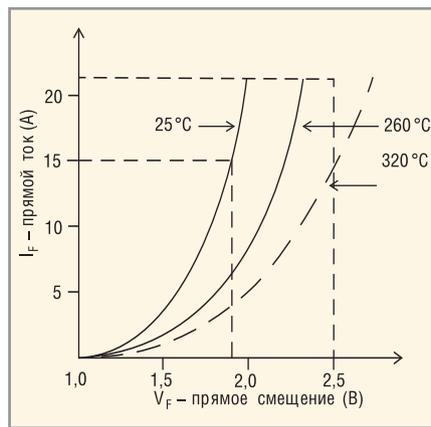


Рис. 11. Типичные прямые ВАХ гипербыстрых GaAs-диодов (размер кристалла 3×3 мм², $V_{RRM} = 1000\text{--}1200$ В, положительный температурный коэффициент V_F) (HyperFRED)

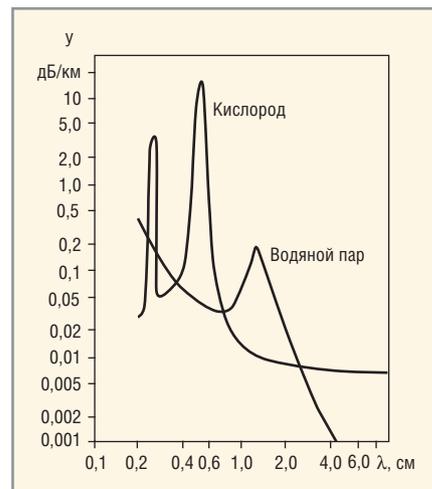


Рис. 12. Поглощение радиоволн атомами кислорода и молекулами водяного пара

что пары водяного реакторного теплоносителя будут состоять не только из молекул H_2O , но и диссоциированных под действием γ -излучения атомов O^{-2} и H^{+1} . Другими словами, резкий рост количества атомов кислорода (как и в случае роста концентрации кислорода в клетках биоткани при онкологии) будет сигнализировать о нарастании вероятности аварийной ситуации в реакторе из-за «перебора» энергии расщепления тяжёлых ядер.

Следуя ярко выраженным резонансным свойствам поглощения атомами кислорода (см. рис. 12) [11] на частоте ≈ 60 ГГц, а также на частоте ≈ 200 ГГц, можно построить СВЧ-датчик контроля концентрации атомов кислорода в парах реакторного теплоносителя, поскольку такой контроль будет фиксировать как рост радиоактивного воздействия на реакторный водяной теплоноситель, так и вероятность неуправляемой реакции диссоциации воды («гремучий газ»).

Можно предположить, что для этих целей будут очень эффективны диэлектрические i-GaAs-триоды [9]. Наличие диэлектрических триодов, квантовых вентилях и нейтронных транзисторов на борту межпланетного космического корабля предоставляет собой очень хорошую возможность реализации нового водородно-кислородного двигателя космических аппаратов с бортовой ядерной энергетической установкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показанные в статье возможности создания новых датчиков радиационного контроля нейтронов и заряженных частиц на LPE i-GaAs (Si) кристал-

лах – совершенно новая технология. Ничего подобного пока в мире нет.

Наряду с традиционной, классической p-i-n приёмной полупроводниковой конструкцией радиоактивных датчиков в статье продемонстрирована новая модель на «нейтронном» транзисторе – полевом транзисторе с модулирующей каналом проводимости ионизированными электронно-дырочными парами под воздействием радиационного затвора.

В перспективе возможно создание регистраторов высокоэнергетичных античастиц-позитронов на основе «двухэтажной» гетеросистемы с базовой LPE i-GaAs (Si) подложкой.

Для контроля безопасности ядерных реакторов в статье показаны датчики нового типа – сверхвысокочастотные датчики и датчики субтерагерцового диапазона, которые могут стать достаточно эффективным инструментом для сенсорики «водяных» ядерных реакторов.

Новая силовая, СВЧ, терагерцовая, фотонная, «диэлектрическая», «нейтронная» электроника на основе LPE i-GaAs-монокристаллов может послужить прекрасной стартовой площадкой для территорий опережающего развития (ТОР) Росатома.

Новые идеи и модели патентуются.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузаков К.А. Курс лекций. Взаимодействие частиц и излучений с веществом. Прохождение нейтронов через среды. МГУ им. М.В. Ломоносова. Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ), Кафедра физики атомного ядра и квантовой теории столкновений. www.np-chair.sinp.msu.ru/courses.html.

- Стогов Ю.В. Основы нейтронной физики. Московский инженерно-физический институт (Государственный университет). Москва. 2008.
- Мокрицкий В.А., Гаркавенко А.С., Зубарев В.В., Ленков С.В. Радиационное легирование сульфида кадмия и арсенида галлия. Украина. Технология и конструирование в электронной аппаратуре (ТКЭА). 2003. №6.
- Войтович В.Е., Гордеев А.И., Думаневич А.Н. Моделирование новой бета-вольтаики на монокристаллах LPE i-GaAs». Современная электроника. 2015. №6.
- Бритвич Г.И., Кольцов Г.И. и др. Патент RU 2 532 647 от 28.06.13. Детектор быстрых нейтронов. МИСиС. Москва.
- Гордеев А.И. Электроника как одна из основ национального суверенитета. Силовая электроника. 2014. №6.
- Vainsbtein S.N., Yuferev V.S., Kostamovaara J.T., Kulagina M.M., Moilanen H.T. Significant Effect of Emitter Area on the Efficiency, Stability and Reliability of Picosecond Switching in a GaAs Bipolar Transistor Structure. IEEE Transactions on Electron Devices. 2010. Vol. 57. №4.
- Бекман И.Н. Курс лекций. Ядерная физика. Лекция 15. www.profbeckman.narod.ru/YadFiz.files/L15.pdf.
- Войтович В.Е., Гордеев А.И., Звонарёв А.В. Фотонная и релятивистская энергетика на основе LPE i-GaAs-монокристаллов. Современная электроника. 2015. №7.
- Войтович В.Е., Гордеев А.И., Думаневич А.Н. Чем заменить SiC-диоды Шоттки? Силовая Электроника. 2009. №5.
- Родос Л.Я. Электродинамика и распространение радиоволн. Северо-западный государственный заочный технологический университет. Санкт-Петербург. 2007.

Актуализация отечественных стандартов в области сборки и монтажа электронных модулей специального и ответственного применения

Сергей Алексеев (Санкт-Петербург)

В статье подводятся итоги актуализации отечественных стандартов. Показано влияние стандартов МЭК и IPC в области сборки и монтажа унифицированных электронных модулей (УЭМ) на отечественное приборостроение. Говорится о разработке нового ГОСТ Р с использованием зарубежного и отечественного опыта в области сборки и монтажа электронных модулей.

ВРЕМЯ МОДЕРНИЗАЦИИ

За последнее десятилетие в отечественном приборостроении на производстве унифицированных электронных модулей для жёстких условий эксплуатации накопилось множество нерешённых проблем, связанных с тем, что действующая в России нормативно-технологическая база не обновлялась с 1990-х гг. и не была гармонизирована с современными международными стандартами. Стало очевидно, что актуализация крайне устаревших ГОСТ и ОСТ – необходимое условие конкурентоспособности продукции российского приборостроения на внутреннем и внешних рынках.

Электронная промышленность отличается от других отраслей очень высокими темпами развития: технологии сменяют друг друга каждые три-пять лет, порождая всё новые поколения устройств. Сегодня на примере рынка бытовой и коммерческой электроники отчётливо видно, что отечественное производство, к сожалению, отстаёт от мирового уровня на два-три технологических поколения. При этом российские стандарты отражают устаревшую материальную базу отрасли [1, 2].

В 2012 г. Правительство РФ одобрило разработанную Росстандартом Концепцию развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 г. Эта концепция направлена на гармонизацию национальных стандартов с международными и призвана повысить роль стандартизации в отечественной промышленности. В документе описан механизм регулярного обновления националь-

ных стандартов на базе передовых нормативных документов, разрабатываемых Международной организацией по стандартизации (ISO) и Международной электротехнической комиссией (МЭК) [3].

Чтобы минимизировать технологические потери при производстве радиоэлектронной аппаратуры, необходимо соблюдение предприятиями рекомендаций стандартов МЭК к технологии сборки и монтажа печатных узлов и электронных модулей. Стандарты МЭК используются в качестве нормативной базы при заключении международных контрактов. Их применение для сертификации на национальном уровне гарантирует, что сертифицированное изделие произведено и испытано в соответствии с общепринятыми международными нормами [4, 5].

Структура технических органов МЭК, непосредственно разрабатывающих стандарты, аналогична структуре ISO: это технические комитеты (ТК), подкомитеты (ПК) и рабочие группы (РГ). В частности, подготовку международных стандартов по технологии сборки печатных узлов (включая требования к материалам для производства печатных плат и монтажа компонентов, а также форматы данных для описания изделий и процессов производства) осуществляет комитет МЭК ТК 91 «Технология сборки электронных модулей» (Electronics Assembly Technology). Россию в нём представляет технический комитет Росстандарта ТК 420 [4, 5]. Также в работе международного технического комитета ТК 91 активно участвует ОАО «Авангард».

СТАНДАРТЫ-СОПЕРНИКИ

Реализация Концепции развития национальной системы стандартизации Российской Федерации требует, прежде всего, проведения анализа текущего состояния стандартизации в России и консолидации усилий ведущих специалистов по разработке новых редакций стандартов. Пока эти меры не приняты, предприятия пытаются самостоятельно решать накопившиеся проблемы, внедряя стандарты Международной ассоциации производителей электроники IPC. Но поскольку эти документы носят рекомендательный характер, их использование при производстве электроники ответственного назначения нелегитимно, а качество произведённых изделий может оказаться не намного выше уровня товаров народного потребления.

Деятельность Международной ассоциации производителей электроники IPC (Association Connecting Electronics Industries, изначальное название – Institute of Printed Circuits) направлена на усиление конкурентоспособности и финансового успеха входящих в неё порядка 2700 компаний. Ассоциация предоставляет предприятиям инструменты и программы для повышения технологического уровня производства и качества управления им, для разработки необходимых стандартов, взаимоотношений с государственными структурами и для защиты окружающей среды. Структура IPC аналогична структуре МЭК. Исторически сложилось так, что большая часть членов IPC – это компании-производители. Но в последнее время в ассоциацию всё чаще вступают предприятия, чья деятельность связана с разработкой и эксплуатацией электронной аппаратуры. Все эти компании заинтересованы в повышении качества электроники и стремятся оказывать всё большее влияние на развитие отрасли. Такой разносторонний состав членов IPC отражает известную

истину: качество электронного изделия закладывается на ранних стадиях его разработки и напрямую влияет как на успех компаний-изготовителей, так и на удовлетворённость потребителей [6, 7].

Не вызывает сомнения тот факт, что стандарты IPC получили широкое распространение и признаны во всём мире. Однако их значимость для международной общественности меньше, чем значимость стандартов МЭК, поскольку ассоциация IPC существует за счёт членских взносов компаний и средств, вырученных от продажи стандартов, видеокурсов и сертификации специалистов, тогда как МЭК финансируется странами-участницами. Поэтому ведущие мировые производственные компании переходят к внедрению стандартов МЭК, а Россия, как член МЭК, заинтересована в точном переводе этих стандартов на русский язык.

Почему же нормативные документы IPC более распространены и известны, чем стандарты МЭК? Одна из причин – в коммерческой активности ассоциации IPC. Росстандарт не распространяет на территории России документы МЭК. Не предоставлено право их продажи и коммерческим структурам. Тем временем идёт активное продвижение стандартов IPC с хорошей рекламной поддержкой.

ОАО «Авангард», активный участник технического комитета МЭК ТК 91, считает актуальной задачу перевода на русский язык стандартов МЭК и введения их в повсеместное использование предприятиями электронной промышленности России. Согласно международному соглашению стандарты МЭК получили право хождения на трёх языках: английском, французском и русском. Поэтому самый короткий путь создания в России современной системы стандартизации – переход на аутентичные русскоязычные редакции стандартов МЭК с последующей переработкой некоторых из них в национальные стандарты (путём добавления особых правил приёма изделий, связанных с обеспечением безопасности государства).

От общего – к частному

Развитие приборостроения характеризуется постепенным снижением массогабаритных характеристик УЭМ с одновременным повышением

их эксплуатационной надёжности. Такая особенность связана с микроминиатюризацией электронной компонентной базы (ЭКБ). Переход от микросхем малой степени интеграции к большим и сверхбольшим интегральным схемам с количеством выводов до 1000 и более и шагом выводов до 0,1 мм предъявляет к технологии сборки и монтажа УЭМ жёсткие требования. Эти требования нашли отражение в стандартах МЭК и IPC, но до сих пор не были описаны в отечественной нормативно-технической документации (НТД).

Для актуализации российской НТД по универсальным электронным модулям необходим анализ требований международных стандартов, причём не только МЭК, но и IPC. Значительную работу в этом направлении проделали специалисты ОАО «Авангард».

В частности, была проанализирована доступность изложения информации в документах IPC и МЭК на примере сравнения стандартов IPC-A-610E и IPC J-STD-001E со стандартами МЭК 61191-1, 61191-2, 61191-3, 61191-4, 61192-1, 61192-2, 61192-3, 61192-4. Исследование показало заметное превосходство стандартов IPC по наглядности, иллюстративному наполнению и разумной простоте формулировок.

Также сравнительный анализ стандартов IPC и МЭК показал, что сформулированные в них требования во многом схожи, но широта и глубина охвата стандартов IPC выше, а отставание стандартов МЭК от IPC оценивается в три-пять лет.

Наглядно сравнить деятельности организаций МЭК и IPC по разработке стандартов в области новых технологий можно на примере стандартов по печатным платам со встроенными компонентами. Ассоциация IPC выпустила стандарты по проектированию и технологии изготовления

таких изделий в 2006–2009 гг. (IPC-2316, IPC-4811, IPC-4821, IPC-6017), а МЭК к настоящему моменту ещё не завершила разработку соответствующих стандартов.

Таким образом, сложившаяся в настоящий момент ситуация, при которой стандарты МЭК являются международными де-юре, а стандарты IPC – международными де-факто, может объясняться качественным превосходством последних.

Результаты анализа актуальности стандартов IPC, МЭК и ГОСТ представлены в таблице 1. Установлено, что стандарты IPC актуализируются чаще стандартов МЭК и полнее отражают современный уровень развития промышленных технологий. Требования отечественных стандартов существенно отстают от международных и не отражают уровень современных технологий монтажа и сборки УЭМ.

Проведённый сравнительный анализ действующей отечественной нормативной документации и зарубежных стандартов МЭК и IPC выявил существенное отставание отечественной НТД от мирового уровня в части требований к сборке и монтажу печатных узлов и электронных модулей, электронной компонентной базе и к специальному технологическому оборудованию. По мере совершенствования технологий сборки и монтажа печатных узлов и УЭМ за рубежом развивалось производство ЭКБ, оборудования и другие смежные области. В России же такой согласованной модернизации электронной промышленности не происходило. В результате многие отечественные предприятия до сих пор применяют при сборке УЭМ технологию ручного монтажа.

Кроме того, в российской радиоэлектронной отрасли существуют

Таблица 1. Сравнительный анализ ГОСТов и стандартов МЭК и IPC

Параметр	ГОСТ	МЭК	IPC
Отражение современного уровня развития промышленных технологий	Не отражает	Не в полной мере отражает современный уровень	Отражает современный уровень
Периодичность обновления стандартов	Не обновляются	Периодически (3-5 лет)	1 раз в 2 года
Официальный статус стандартов в России	Есть	Есть, в зависимости от участия России в комитете как полноправного члена	Нет официального статуса
Количество проанализированных стандартов	153	121	37

проблемы, относящиеся к технической политике. Доля импортной ЭКБ в РЭА для бытового и промышленного применения составляет около 100%, а в аппаратуре военного назначения доходит до 70%. Технологическое оборудование для сборки и монтажа печатных узлов и электронных модулей представлено исключительно установками иностранного производства, а доля зарубежных технологических материалов составляет около 90%. При этом вопросы импортозамещения, как и проблемы актуализации отечественной НТД, решаются медленно.

По итогам анализа стандартов МЭК и ГОСТ установлено, что промышленное производство печатных плат за рубежом продолжает быстро совершенствоваться, в то время как в России развиваются только пять-семь ведущих предприятий по производству печатных плат, причём за счёт приобретения импортного оборудования, которое может работать только с импортными материалами.

Как уже было отмечено, в действующих отечественных стандартах не учитываются современные технологии сборки печатных узлов и электронных модулей, такие как: поверхностный и внутренний монтаж компонентов с высокой степенью интеграции, сборка с использованием импортных комплектующих и другие. Также в настоящее время невозможно достоверно оценить надёжность паяных соединений поверхностного монтажа [8–10], так как в нормативную документацию заложены данные об устаревшем технологическом оснащении и материалах. В отсутствие актуальной нормативной документации инженеры-технологи пользуются «случайной» несистематизированной информацией, что зачастую приводит к снижению качества продукции.

Таблица 2. Значения базовой интенсивности отказов различных видов соединений

Вид соединения	$\lambda \times 10^6, 1/ч$
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

Результаты анализа причин отказов УЭМ показывают, что отказы, возникшие по причине производственно-технологических воздействий, составляют более 20% от общего числа. Эти отказы обусловлены отсутствием требований к технологическим процессам и несовершенством самих технологий, в частности, неотработанностью операций подготовки компонентов и сборки УЭМ.

Для обеспечения определённых гарантий качества сборки УЭМ необходимо в соответствующих НТД предусмотреть требования по сертификации ЭКБ, технологического оборудования для их производства и сборки УЭМ, а также аттестации соответствующих производств и персонала.

Сегодня, в связи с отсутствием актуальной нормативно-технической документации, производители приборов и РЭА вынуждены пользоваться исключительно рекомендациями поставщиков оборудования, причём оборудование не всегда покупается соразмерно насущным потребностям производства, что приводит к его простоям. Очевидно, что простой дорогостоящего оборудования увеличивает издержки и срок окупаемости, снижает эффективность капитальных вложений и конкурентоспособность производимой продукции.

В Авангарде стандартизации

Опыт ОАО «Авангард» в области технологии производства РЭА, подкреплённый активным участием в работе технического комитета МЭК, позволил частично решить задачу создания НТД, соответствующей современным мировым достижениям, и создать тем самым необходимые условия для вывода отечественных технологий производства РЭА на международный уровень. С целью актуализации отечественной НТД, определяющей требования к технологии сборочно-монтажных работ, за последние три года специалисты ОАО «Авангард» модернизировали целый ряд нормативных документов:

- ОСТ 107.460092.024-93 «Пайка электромонтажных соединений радиоэлектронных средств. Общие требования к типовым технологическим операциям»;
- ОСТ 4Г 0.033.200 «Припой и флюсы для пайки, припойные пасты. Марки, состав, свойства и область применения»;
- ОСТ 4Г 0.029.233-84 «Аппаратура радиоэлектронная. Моющие сред-

ства. Состав, свойства и область применения»;

- ОСТ 107.460092.028-96 «Платы печатные. Технические требования к технологии изготовления».

Кроме того, была проведена разработка нового ГОСТ Р «Пайка электронных модулей радиоэлектронных средств. Автоматизированный смешанный и поверхностный монтаж с применением бессвинцовой и традиционной технологии. Технические требования к выполнению технологических операций». Стандарт вступил в действие с 01.09.2015 г. под номером ГОСТ Р 56427-2015. Со вступлением в действие ГОСТ Р 56427-2015 у предприятий радиоэлектронной отрасли появился современный нормативно-технический документ, в котором отражен мировой уровень технологии сборки и монтажа электронных модулей а также учтены особенности российской промышленности.

Говоря о методах прогнозирования параметров надёжности электронного модуля и РЭА в целом, нужно отметить одну особенность. Как отмечалось ранее, по отечественной НТД невозможно оценить надёжность (усталостную долговечность) паяных соединений поверхностного монтажа (см. табл. 2) [11]. В действующем справочнике «Надёжность электрорадиоизделий» (2006 г.) при расчёте паяного соединения учитывается только пайка ЭРИ волной, ручная пайка ЭРИ с накруткой и без неё.

Известно, что потенциальная надёжность аппаратуры закладывается в процессе проектирования, а реализуется при производстве – после отработки и полной оптимизации параметров технологии сборки и монтажа. Поэтому умение спрогнозировать работоспособность РЭА на заданный срок на этапе проектирования – актуальная проблема, относящаяся, в частности, и к паяным соединениям поверхностного монтажа.

Решением является проведение ускоренных испытаний на старение, эквивалентных заданному сроку эксплуатации, либо проведение математического моделирования с учётом указанных параметров. Проведение ускоренных испытаний на старение выполняют для проверки работоспособности блока в целом при заданном сроке эксплуатации. Однако после подобных испытаний использоваться по назначению изделие уже не может. Потому

для реального производства проводить испытания на старение, имитирующие срок службы всех изделий, невозможно. А значит требуется математическая модель, которая будет учитывать основные факторы формирования паяного соединения и позволит дать оценку надёжности такого соединения.

С целью актуализации отечественной НТД в 2016–2017 гг. специалисты ОАО «Авангард» предполагают осуществить следующие мероприятия:

- актуализировать справочник «Надёжность электрорадиоизделий» добавлением методик расчёта (прогнозирование) усталостной долговечности паяных соединений поверхностного монтажа;
- разработать методику расчёта усталостной долговечности паяных соединений поверхностного монтажа для аддитивного вклада в общий расчёт надёжности ЭМ РЭА.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Медведев А.М.* Болезни отечественной стандартизации в электронике. Техно-

логии в электронной промышленности. 2009. №3. С. 4–6.

2. *Поляков В.* Конференция IPC в России – теория и практика. Технологии в электронной промышленности. 2014. №7. С. 13–16.
3. Концепция национальной стандартизации. Распоряжение Правительства РФ от 24 сентября 2012 г. №1762-р.
4. *Духовный Л.М., Иванов М.Б., Мороз В.Г.* Стандартизация и сертификация. Учебное пособие. М. МГИУ. 2008. С. 116.
5. *Ефремов А.А.* Стандарт IPC-A-610D «Критерии приёмки электронных сборок». Информационный бюллетень «Поверхностный монтаж». 2008. №3. С. 22–25.
6. *Ковалевский Ю.* Стандарт IPC-7711/21B: восстановление, ремонт и модификация электронных сборок. Технологии в электронной промышленности. 2011. №8. С. 54–60.
7. Технологическая дорожная карта IPC по электронике и радиоэлектронике. Москва. Техносфера. 2014. С. 664.
8. *Иванов Н.Н., Ивин В.Д., Алексеев С.А.* Исследование надёжности бессвинцовых и комбинированных паяных соединений в условиях жёстких воздействующих

факторов. Часть 1. Цели, объекты, программа и методика сравнительных ускоренных испытаний. Анализ результатов испытаний. Вопросы радиоэлектроники. Сер. ОТ. 2009. Вып. 4. С. 85–102.

9. *Иванов Н.Н., Ивин В.Д., Алексеев С.А.* Исследование надёжности бессвинцовых и комбинированных паяных соединений в условиях жёстких воздействующих факторов. Часть 2. Анализ результатов испытаний, оценка надёжности ПС по результатам сравнительных испытаний. Выводы и рекомендации. Вопросы радиоэлектроники. Сер. ОТ. 2009. Вып. 4. С. 103–114.
10. *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 магистрской подготовки ОАО «Авангард». Выпуск 3. ОАО «Авангард». СПб. 2011. С. 242–249.
11. Справочник «Надёжность электрорадиоизделий». РД В 319.01.20-98. «Надёжность ЭРИ ИП», разработанные 22 ЦНИИ МО при участии РНИИ «Электронстандарт» и АО «Стандарт-электро». (Версия АСРН 2006). ☺



МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ



MP4001 без гальванической развязки, внешний силовой ключ
MP4034 для драйверов с гальванической развязкой, встроенный силовой ключ 700 В

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ MPS



Активный компонент вашего бизнеса

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



РЕКЛАМА

Испытательные лаборатории Европейского космического агентства

Максим Смолин (Москва)

Статья посвящена техническому обзору Электромагнитной лаборатории Европейского космического агентства. Описаны технологии и характеристики оборудования, используемые для антенных измерений и испытаний на электромагнитную совместимость новых образцов космической техники. Приводятся рекомендации и решения, которые могут быть использованы при создании аналогичных испытательных комплексов в России.

Рост спроса на надёжную космическую технику предъявляет новые, повышенные требования к оснащению испытательных лабораторий. Для выбора эффективного решения при создании подобной лаборатории для одного из российских предприятий ракетно-космической промышленности в мае 2015 года было организовано посещение Европейского центра космических исследований и технологий (ESTEC), который входит в структуру Европейского космического агентства (ESA). ESTEC является основной площадкой для проведения целого комплекса испытаний новой техники, создаваемой для космических программ ESA. В структуру Центра, который насчитывает более 2000 инженеров, входят 11 научных и испытательных лабораторий.

Целью посещения стала Электромагнитная лаборатория, где проводятся испытания на электромагнитную совместимость и антенные измерения бортовой аппаратуры изделий космической техники. Лаборатория располагается в отдельном ангаре с собственными инженерными коммуникациями (вентиляция, заземление), не зависящими от основных инженерных сетей Центра. Благодаря этому созданы необходимые для проведения испытаний условия по классу чистоты и кондиционирования помещений, а также исключены радиопомехи от общей с Центром шины заземления.

Электромагнитная лаборатория представляет собой два комплекса безэховых экранированных камер, в которых проходят испытания космической техники:

- компактный антенный полигон, предназначенный для проведения испытаний бортовых антенн диаметром до одного метра, работающих в диапазоне частот от 2 до 110 ГГц (см. рис. 1).
- комплекс для проверки электромагнитной совместимости до 18 ГГц.

Антенный комплекс

Комплекс создан на базе безэховой экранированной камеры, выполненной по модульному принципу. Экран камеры, изготовленный из оцинкованной стали, крепится к несущему каркасу болтовыми соединениями. Это позволяет модернизировать камеру за счёт добавления новых секций, а также, в случае необходимости, разобрать, перенести и заново собрать камеру на новом месте. Габариты безэховой камеры антенного комплекса составляют $10 \times 5 \times 4$ м. Стены, потолок и пол покрыты пирамидальным радиопоглощающим материалом EccoSorb. На входе в камеру используется плоский напольный радиопоглощающий материал.

Оборудование антенного комплекса состоит из двух коллиматорных зеркал фирмы March, двухплоскостного позиционера АСС и комплекта излучающих рупорных антенн. Такая система (см. рис. 2) позволяет создавать плоскую волну в ближней зоне для измерения диаграммы направленности антенн, в том числе для европейской навигационной системы Galileo, а также для проверки радарных систем и свойств радиоотражающих материалов.

Используемый в безэховой камере позиционер обеспечивает вращение по азимуту и линейное перемещение для увеличения / уменьшения расстояния антенны до коллиматорных зеркал. Управление позиционером осуществляется из комнаты оператора, находящейся за пределами антенной камеры. Комплекс оснащён системой видеонаблюдения и регистрации, что обеспечивает контроль проведения антенных измерений и пожарной ситуации внутри камеры.



Рис. 1. Компактный антенный полигон Электромагнитной лаборатории



Рис. 2. Расположение антенного позиционера и коллиматоров внутри безэховой экранированной камеры антенного полигона



Рис. 3. Покрытие радиопоглощающим материалом безэховой экранированной камеры для испытаний на ЭМС

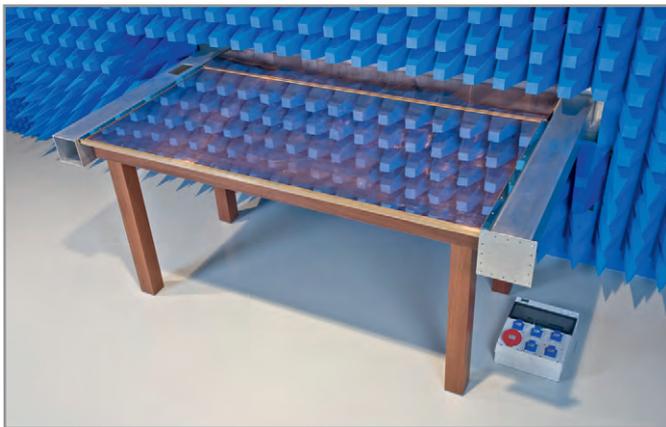


Рис. 4. Испытательный стол с вводом от фильтров для проведения испытаний на кондуктивные помехи (слева – отфильтрованный ввод)

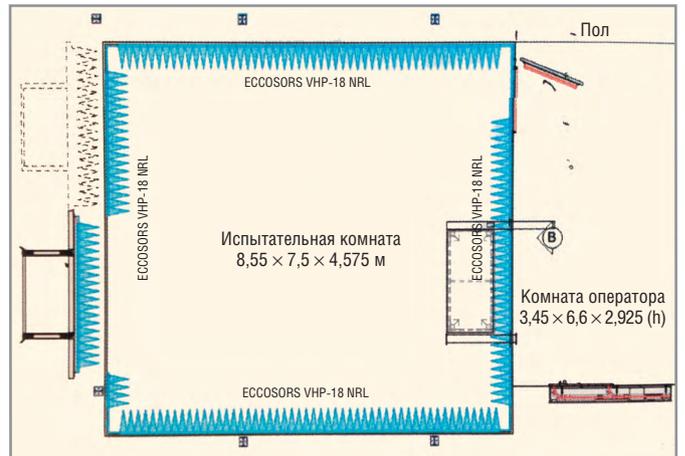


Рис. 5. План комплекса для испытаний на ЭМС

Основным контрольно-измерительным прибором для проведения антенных измерений является четырёхпортовый анализатор электрических цепей производства Keysight серии PNA (рабочий диапазон от 10 МГц до 50 ГГц).

Комплекс для проверки электромагнитной совместимости космической техники

В комплексе проводятся испытания приборов космических аппаратов и отдельных изделий, перечисленных в таблице 1. Основной стандарт испытаний – MIL STD-461E, но в конструкцию камеры внесено дополнение: пол покрыт ферритом и залит составом, похожим на эпоксидную смолу. Это позволяет обрабатывать в камере научные и экспериментальные задачи. Например, дополнительно уложив на пол металлический экран, можно намеренно ухудшить характеристики безэховости, приблизив условия проводимых испытаний к реальным. Кро-

ме этого, комплекс активно используется для исследования новых методов и процедур испытаний на ЭМС: измерение спектральной плотности мощности в миллигерцовом диапазоне, двойная инъекция объёмного тока, и так далее. При испытаниях на электростатический разряд применяются основные стандарты – IEC 61000-4-2 и ECSS-E-ST-20-07C. В комплексе проводятся научные эксперименты по испытанию аппаратуры микроспутников (L = 40 см), работающих в диапазонах S, L, VHF и UHF.

Конструкция безэховой экранированной камеры (внутренние размеры 8,55 × 7,5 × 4,575 м) также имеет модульный, сборный принцип и оснащена автоматическими воротами 3 × 3,5 м. Стены и потолок покрыты пенным радиопоглощающим материалом EccoSorb VHP-18 NRL (см. рис. 3).

Как уже было сказано, использование отдельной шины заземления всей Электромагнитной лаборатории позволяет исключить проникновение помех от общей шины заземления Центра. Для более эффективного экраниро-

Таблица 1. Основные типы испытаний на электромагнитную совместимость, проводимые в комплексе

Вид испытаний	Наименование параметра
Создаваемые кондуктивные помехи	Частотная область Временная область
Восприимчивость к кондуктивным помехам	Временная область Частотная область
Собственные излучаемые радиопомехи	Электрическое поле Магнитное поле
Восприимчивость к радиоизлучению	Электрическое поле Магнитное поле
Электростатический разряд	Кондуктивный Радио



Рис. 6. Стенд для проверки на устойчивость к электромагнитным полям

вания все провода питания и сигнальные кабели, которые вводятся в камеру из комнаты оператора от стоек контрольно-проверочной аппаратуры, дополнительно проходят через специальные панели с набором различных типов фильтров (коаксиальных, оптических, волноводных). Это позволяет обеспечить максимальную эффективность экранирования внутри рабочей зоны камеры (см. рис. 4).

Для обеспечения противопожарной безопасности внутри камеры во время проведения испытаний используется комплекс различных средств: датчики дыма, автоматическое запирание дверей, инертный газ. Система вентиляции в камере – аспирационного типа. Комната оператора имеет размеры 3,45 × 6,6 × 2,925 м (см. рис. 5). Она оснащена разнообразным контрольно-измерительным оборудованием: Rohde & Schwarz (модель ESR), Keysight, Tektronix, усилителями мощности Prana и Amplifier Research. Основные параметры лаборатории ЭМС приведены в таблице 2.

Комплекс ЭМС также оборудован магнитостатическим аппаратом для измерения устойчивости аппаратуры

космической техники к наведённым электромагнитным полям (см. рис. 6). Устройство состоит из следующих основных подсистем:

- двух пар катушек Гельмгольца для компенсации (вертикальное поле и горизонтальное поле, выравнивание по локальной оси Север-Юг), обеспечивающих испытательный объём (с неоднородностью 1000 нТ) приблизительно 70 × 70 × 70 см;
- пары катушек Гельмгольца для размагничивания (автоматическая последовательность с полем 4 Гц, амплитуда ~ 4 мТ) и намагничивания (автоматическая трёхминутная последовательность на трёх разных уровнях: 0,1, 0,2 и 0,3 мТ);
- двух трёхкоординатных магнитометров с электроникой и разъёмами для подключения к ПК;
- поворотного стола с электроприводом, кодовым угломером и разъёмом для подключения к ПК;
- персонального компьютера с программным обеспечением для сбора данных, управления, моделирования и формирования отчётов.

Разработанное специалистами ESTEC программное обеспечение получает

данные о плотности магнитного поля от магнитометров и согласовывает эти данные с дипольной моделью путём оптимизации положения и мощности магнитных диполей. Это позволяет спрогнозировать магнитное поле и его градиенты на системном уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

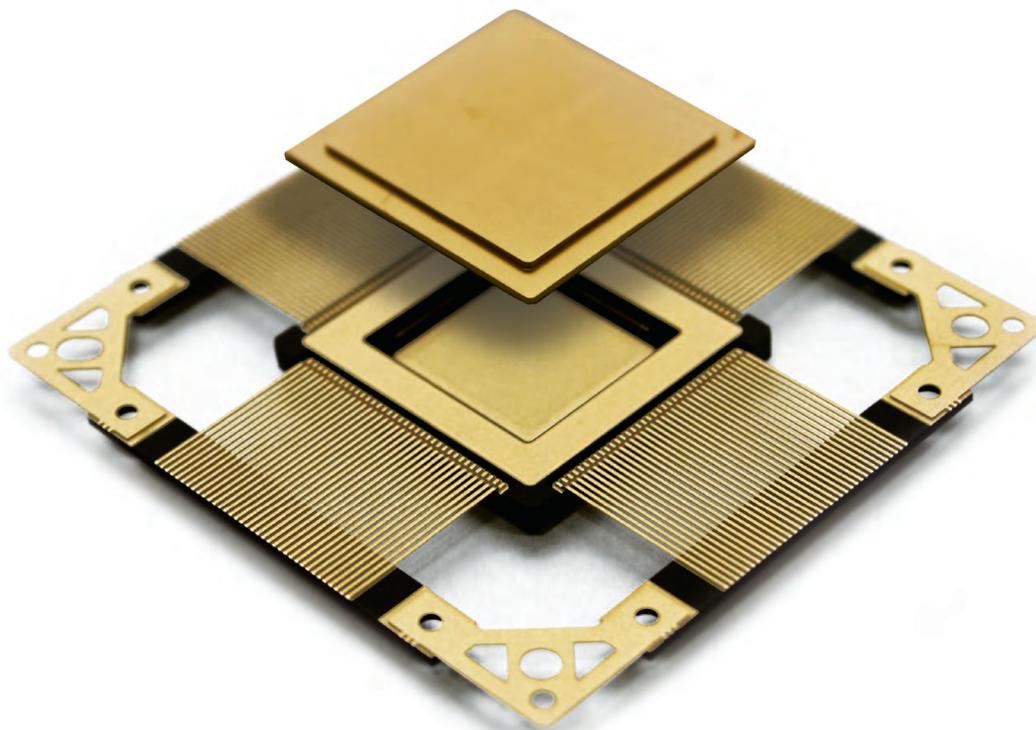
Анализ используемых в Электромагнитной лаборатории решений позволяет сделать вывод о возможности реализации подобных проектов для нужд российских предприятий ракетно-космической промышленности. Общие рекомендации по созданию испытательных лабораторий:

- Наличие отдельных коммуникаций (вентиляция, очистка и кондиционирование воздуха) позволяет создавать необходимый микроклимат и класс частоты внутри помещения камеры. Отдельная шина заземления с рекомендованным сопротивлением 0,5 Ом позволяет исключить проникновение помех от общей шины заземления предприятия.
- Модульные конструкции камер имеют ряд преимуществ перед сварными. Прежде всего, это возможность модернизации экрана камеры за счёт добавления новых секций, а также перемещение и повторная сборка камер в новом помещении. Кроме того, такая конструкция предъявляет пониженные требования к квалификации техников-сборщиков и нет необходимости в сварочных работах.
- Контрольно-измерительное оборудование разных производителей позволяет выбирать оптимальные решения благодаря использованию общих протоколов и интерфейсов передачи данных.
- Наличие российского контрольно-измерительного оборудования и радиопоглощающих материалов позволит уже сейчас частично заменить импортные приборы и материалы при создании испытательных лабораторий.
- При дальнейшем совершенствовании характеристик и расширении частотного диапазона российского оборудования (прежде всего, анализаторов цепей, анализаторов спектра, усилителей мощностей) возможно полное импортозамещение при создании и оснащении испытательных комплексов для проверки электромагнитной совместимости и антенных полигонов.

Таблица 2. Основные параметры комплекса для проведения испытаний на ЭМС

Параметр	Данные
Размер испытательного помещения, м	8,5 × 7,5 × 4,5 (Г × Ш × В)
Размеры комнаты оператора, м	3,4 × 6,6 × 2,9 (Г × Ш × В)
Температура в помещении, °С	20...24
Относительная влажность, %	40...55
Система пожаробнаружения	Системы отбора проб воздуха Wagner Pro-Sense
Система пожаротушения	Инертный газ





ВАШИ КРИСТАЛЛЫ ПОД НАДЕЖНОЙ ЗАЩИТОЙ!

корпуса с радиационной защитой для производства микроэлектроники

ТЕСТПРИБОР

ЗАО «ТЕСТПРИБОР»
125362, г. Москва
ул. Свободы, д. 31, стр. 1
Тел./Факс: (495) 657-87-37
testpribor@test-expert.ru
www.test-expert.ru

Новости мира News of the World Новости мира

Keysight Technologies: передовое типовое решение для тестирования каналов 5G

Компания Keysight Technologies подтвердила своё лидерство в области технологий беспроводной связи 5G, представив типовое решение для тестирования каналов 5G. Новое типовое решение позволяет проводить расширенные исследования моделей канала 5G миллиметрового диапазона и включает сверхширокополосные каналы и MIMO, ключевые требования к измерению каналов миллиметрового диапазона и проверку новых стандартов радиointерфейса.

Мобильные широкополосные технологии 5G обеспечивают скорость передачи по радиointерфейсу до 10 Гбит/с. Для достижения такой скорости были разработаны новые радиointерфейсы, работающие в частотных диапазонах от 10 до 100 ГГц. Типовое решение для тестирования каналов 5G объединяет оборудование метрологического класса, программное

обеспечение и обширный опыт, позволяя заказчикам быстро измерять параметры канала в этих частотных диапазонах и создавать новые модели каналов для разработки и проверки альтернативных радиointерфейсов.

«Являясь признанным лидером и поставщиком беспроводных решений мирового класса, компания Keysight в сотрудничестве с ключевыми заказчиками играет ведущую роль в разработке беспроводных устройств 5G, – сказал менеджер по маркетингу отдела программных и модульных решений компании Keysight Марио Хардуци. – Наше типовое решение для тестирования каналов 5G позволяет заказчикам ускорять исследования в области 5G и подтверждает наше стремление к их поддержке на переходе от технологий 4G к технологиям 5G».

Исследователи могут выполнять очень точные измерения абсолютной задержки за счёт применения системной калибровки и точной синхронизации. Кроме того, они сэкономят время и дисковое пространство,

используя многоканальную обработку данных в режиме реального времени и функцию корреляции импульсной характеристики канала (CIR), предлагаемую высокоскоростными дигитайзерами M9703A на базе ПЛИС. Инженеры могут использовать платформу для системного проектирования и моделирования Keysight SystemVue для оценки параметров канала и выполнять моделирование и проверку новых устройств 5G с помощью импортированных моделей канала.

Кроме того, типовое решение для тестирования каналов 5G компании Keysight предоставляет возможность:

- измерять параметры приёма и передачи в диапазоне до 44 ГГц с полосой 1 ГГц в 4 или 8 каналах MIMO;
- захватывать несколько когерентных каналов для обработки данных CIR в режиме реального времени, реализованной с использованием ПЛИС;
- выполнять калибровку и синхронизацию системного уровня для повышения точности измерений;

innodisk

Industrial
SATADOM-SV
3SE Series

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

Компактные твердотельные накопители с интерфейсом SATA III, характеризующиеся более высокой скоростью передачи данных

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

PROSOFT®

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

Новости мира News of the World Новости мира

- гибко добавлять новые каналы и тесты по мере развития стандартов 5G;
- создавать сигналы и модели для извлечения параметров канала и системной интеграции.

Компания Keysight выпускает всеобъемлющий набор инструментов для проектирования и тестирования электронного оборудования 5G, который помогает инженерам детальнее прогнозировать и анализировать поведение исследуемых и проектируемых устройств и в конечном итоге оптимизировать их изготовление. Решения компании Keysight для моделирования и измерения параметров устройств 5G включают: mmWave – генерация и анализ широкополосных сигналов, средства проектирования физического уровня, решения для компонентов и антенн MIMO, ВЧ, СВЧ и миллиметрового диапазона, средства измерения параметров силовых цепей и высокоскоростных цифровых устройств. Компания Keysight тесно сотрудничает с промышленными объединениями, ведущими производителями и учебными заведениями в продвижении беспроводных коммуникационных систем 5G.

www.keysight.com

«Микран» вошёл в десятку лучших высокотехнологичных компаний РФ

28 октября 2015 г. на форуме «Открытые инновации» объявили победителей рейтинга российских высокотехнологичных быстроразвивающихся компаний «Техуспех».

В рейтинге участвовало 250 предприятий со всей России. Эксперты оценивали их по объёму выручки, динамике её роста и по выпуску продукции высокого технологического уровня. Одним из критериев рейтинга по итогам деятельности предприятия является наличие экспортных поставок. В этом году «Микран» впервые представил данные по этому показателю.

«Микран» – единственное предприятие за Уралом, которое вошло в итоговую десятку лучших высокотехнологичных компаний страны. Также «Микран» попал в топ-10 дополнительного рейтинга самых инновационных компаний. В нём отдельно оценивался технологический уровень продукции, её новизна, интеллектуальная собственность компаний, расходы на НИОКР и технологические инновации.

В 2012–2014 гг. «Микран» показал темп роста выручки 43%. При этом от новой или существенно улучшенной продукции компания получила 86% выручки.

«Наши финансовые показатели за 2014 г. не ухудшились, несмотря на кризис в стране, – говорит директор по развитию научно-технического управления Татьяна Попова. – Объём продаж вырос, но темпы роста немного снизились. Мы продолжаем расти за счёт задела по инновационной продукции. Кроме того, в 2014 г. у нас расширилась география поставок, появилось дочернее предприятие в Италии, открылось пред-

ставительство во Вьетнаме. Если до этого мы поставляли оборудование только в Беларусь и Казахстан, то в 2014 г. отгрузили продукцию в 15 стран мира с учётом поставок нашей итальянской «дочки».

«Микран» впервые участвовал в рейтинге «Техуспех» в 2013 г. Два года подряд компания входила в тридцатку быстрорастущих компаний.

www.micran.ru



Магнитодиэлектрики MICROMETALS

Применение сердечников Micrometals гарантирует:

- снижение стоимости индуктивных компонентов
- повышение надёжности аппаратуры
- снижение потерь на 30...50% по сравнению с ферритами
- оптимизацию конструкции и уменьшение габаритов индуктивных компонентов



Активный компонент вашего бизнеса

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



Реклама

Wolfspeed – новое имя на рынке СВЧ-компонентов хорошо знакомой компании Cree

Александр Балакирев, Андрей Туркин (Москва)

Компания CREE – один из лидеров в области силовых и СВЧ-компонентов на основе карбида кремния (SiC) и нитрида галлия (GaN) – объявила о выделении данного направления в независимое подразделение, которое получило название Wolfspeed. В статье дан краткий обзор развития технологий компании Cree, а также представлено новое подразделение силовых и СВЧ-компонентов, выпускаемых с сентября 2015 г. под брендом Wolfspeed.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие физики полупроводников в середине XX века, позволившее понять принцип работы p–n-перехода, привело к изобретению транзистора [1]. Дальнейшие исследования показали перспективность структур на основе GaN, в частности, для применения в силовых и СВЧ-устройствах [2]. Технологии улучшения характеристик СВЧ-транзисторов на основе гетероструктур GaN интенсивно развиваются по сей день.

В гетероструктурах на основе GaN и его твёрдых растворов можно формировать слои с различным составом и свойствами, что позволяет конструировать приборы, оптимизированные под определённые задачи [2]. Например, управляя концентрацией двумерного газа носителей, удаётся оптимизировать свойства транзисторов уже в ходе роста кристалла [2], что ведёт к повышению качества структуры и эффективности приборов на её основе. Другим важным технологическим способом совершенствования СВЧ-транзисторов на основе гетероструктур GaN и его твёрдых растворов является углубление подзатворной области путём плазмохимического травления, которое обычно совмещается с процедурой травления щели в диэлектрике [2, 3]. Благодаря этому происходит улучшение многих параметров, например, крутизны транзистора из-за уменьшения расстояния затвор–канал; снижение сопротивления истока и стока благодаря отсутствию обеднения областей затвор–исток и затвор–сток транзистора; уменьшение или даже устранение переходных процессов при включении транзистора из-за уменьшения влияния ловушек в области затвор–сток. В связи с этим предлагается выращивать пассивирующий слой диэлектрика непосред-

ственно после выращивания всех слоёв гетероструктуры [2, 3].

Также в последние годы развернулись интенсивные поиски наилучших пассивирующих материалов для транзисторных гетероструктур на основе GaN и его твёрдых растворов. Применение новых материалов позволяет более чем в два раза увеличить импульсный ток транзистора, повысить крутизну характеристики и значительно уменьшить время включения за счёт компенсации поверхностных состояний [2–5].

Американская компания Cree в последние годы стала одним из лидеров в области разработки новых технологических гетероструктур на основе нитрида галлия для СВЧ-электроники.

О КОМПАНИИ CREE И WOLFSPEED

Компания Cree была основана в 1987 г. выпускниками университета Северной Каролины (США) как производитель полупроводниковых материалов на основе карбида кремния (SiC) для электронной промышленности. Американские исследователи взяли за основу открытый ранее советскими учёными «метод ЛЭТИ» – наиболее успешный из известных в мире способов выращивания кристаллов карбида кремния [6]. Первая продукция Cree появилась на рынке в 1989 г. Это были светодиодные кристаллы синего цвета свечения, полученные выращиванием эпитаксиальных структур карбида кремния (SiC) на подложке SiC. Эффективность первых синих светодиодов была невысока, но это были первые полупроводниковые светодиодные кристаллы, длина волны излучения которых лежала в коротковолновой области видимого спектра.

В начале 90-х годов XX века с развитием технологии выращивания гете-

роструктур на основе GaN и его твёрдых растворов специалисты компании Cree, вслед за японскими и европейскими коллегами, начали вести активную работу в данном направлении. При этом отличие технологии, развиваемой компанией Cree, было в том, что её специалисты стали использовать для эпитаксиального выращивания GaN подложки из SiC, тогда как большинство других производителей использовали подложки из сапфира. Дело в том, что технология выращивания GaN на SiC обладает рядом преимуществ перед технологией GaN на сапфире [7–10], связанных с лучшей теплопроводностью SiC по сравнению с сапфиром (3,8 Вт/смК у SiC против 0,3 Вт/смК у сапфира), лучшим по сравнению с сапфиром сродством кристаллической решётки SiC с базовым материалом GaN и так далее. Как следствие, применение указанной технологии упрощает задачу отвода тепла от активной области кристалла – p–n-перехода, а также снижает концентрацию дефектов и дислокаций в структуре GaN, что позволяет повысить квантовый выход кристаллов [7–10]. Примечательно, что Cree выращивает кристаллы карбида кремния на собственной фабрике, являясь полностью вертикально-интегрированным производителем компонентов.

В 1990-х гг. к коллективу разработчиков Cree присоединились несколько учёных российской школы, обладавших большим опытом (известно, что в 1970-х и 1980-х гг. наиболее передовые исследования по карбиду кремния велись именно в Советском Союзе). Их участие помогло снизить плотность дефектов и увеличить размеры кристаллов карбида кремния, тем самым повысив качество подложки и эффективность выращиваемых на ней структур. Эта работа продолжается до сих пор: в настоящее время серийное производство на фабрике Cree переходит с пластин диаметром 100 мм на рекордный для карбида кремния диаметр 150 мм (и это не предел), что снижает стоимость готовых кристаллов.

Специалисты компании Cree одними из первых разработали и вывели на рынок новый класс мощных светодиодов, привлекательных для использова-

ния в качестве источников света в светотехнических изделиях. Выпустив на рынок первую серию мощных светодиодов XLamp® XL7090, а затем и следующую серию XR7090, компания Cree быстро заняла ведущие позиции среди производителей светодиодов и стала одним из лидеров на рынке светодиодных изделий, основной идеей которого является замена традиционных источников освещения на эффективные и экологически чистые светодиодные технологии. Линейка изделий компании Cree включает в себя светодиодные светильники и лампы, кристаллы для светодиодов синего и зелёного цвета свечения, сверхъяркие и мощные светодиоды, которые успешно применяются в светотехнических приборах для различных видов освещения, а также в знакосигнальном оборудовании.

Помимо светодиодной техники компания Cree успешно разрабатывала и выпускала полупроводниковые силовые и СВЧ-компоненты и приборы. С сентября 2015 г. руководство компании решило выделить данное направление в отдельный бренд, который получил название Wolfspeed.

Учитывая предысторию, можно смело утверждать, что Wolfspeed выходит на рынок в качестве надёжной компании с хорошей репутацией: она обладает командой грамотных специалистов с почти 30-летним опытом работы в области технологии широкозонных полупроводников. В новом имени Wolfspeed отражается связь компании с Университетом штата Северная Каролина (США), как технологической и научной базой Cree: волк (англ. wolf) является неофициальным символом данного университета, давший имя его футбольной команде. А командный принцип работы, постоянный поиск лучших решений и разработок, основанный на научных исследованиях, а также скорость, которая отличает Cree во внедрении инноваций, во взаимодействии с заказчиками и партнёрами, нашли воплощение во второй части названия – speed (в пер. с англ. – скорость). По словам одного из руководителей новой компании, сейчас её сотрудники «строят новый бренд на созданной Cree базе и стремятся сделать переход максимально незаметным для заказчиков». В планах компании – стать к 2016 г. полностью независимой.

Модельный ряд СВЧ-компонентов WOLFSPEED

Как уже отмечено, Wolfspeed выходит на рынок силовых и СВЧ-компонентов с коммерчески признанным портфелем изделий на основе SiC и GaN. В настоящее время номенклатура изделий на основе GaN для СВЧ-электроники достаточно широка и включает как СВЧ-транзисторы, так и интегральные микросхемы для СВЧ-применений.

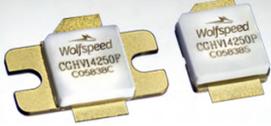
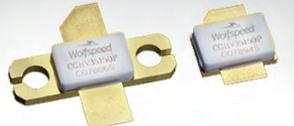
Условно её можно разделить на три группы, разработанные на основе различающейся технологии производства, поэтому, как следствие, отличающиеся характеристиками:

- в группу G28V3 входят компоненты на основе технологии затворной области 0,4 мкм. Их номинальное напряжение составляет 28 В, а рабочий диапазон частот – до 6 ГГц;
- компоненты группы G50V3 также созданы на основе технологии затворной области 0,4 мкм и работают в диапазоне частот до 6 ГГц. В отличие от предыдущей группы, номинальное напряжение изделий составляет 50 В;
- к группе G40V4 относятся компоненты, выполненные по технологии



Новое поколение GaN-транзисторов



		
<p>CGHV14250 Диапазон частот: 1200–1400 МГц Мощность: 250 Вт Коэффициент усиления: 18 дБ</p>	<p>CGHV14500 Диапазон частот: 1200–1400 МГц Мощность: 500 Вт Коэффициент усиления: 17 дБ</p>	<p>CGHV35150 Диапазон частот: 2900–3500 МГц Мощность: 150 Вт Коэффициент усиления: 13,5 дБ</p>

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WOLFSPEED



POWERED BY PROSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

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

Реклама

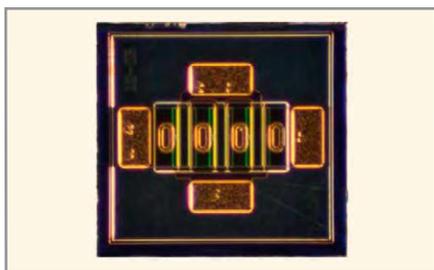


Рис. 1. Кристалл СВЧ-транзистора CGHV1J006D

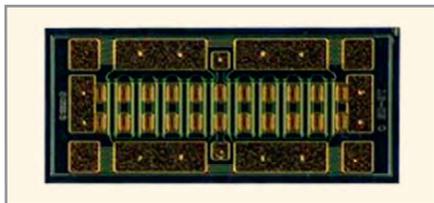


Рис. 2. Кристалл СВЧ-транзистора CGHV60040D

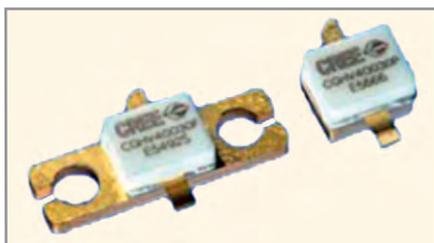


Рис. 3. Внешний вид СВЧ-транзисторов CGHV40030 и CGHV4005. Слева – корпус типа Flange (обозначение F), справа – типа Pill (обозначение P)

затворной области 0,25 мкм. Номинальное напряжение компонентов данной группы – 28 и 40 В, а диапазон рабочих частот увеличен до 18 ГГц.

Кроме того, в разработке находится новая группа транзисторов, которая будет реализована на основе технологии затворной области 0,15 мкм, что предполагает расширение рабочего диапазона частот до 45 ГГц. Номинальное напряжение компонентов этой группы составит 40 В. Запуск новой серии планируется завершить до конца 2015 г.

В описанных группах выпускаются как кристаллы, так и корпусные транзисторы, собранные на основе этих кристаллов (как одного, так и нескольких) с разными схемами согласования по входу и выходу. В зависимости от количества кристаллов и схемы согласования транзисторы и кристаллы могут

несколько различаться по характеристикам. Основные типы транзисторов и используемых в них кристаллов представлены в таблице 1.

Стоит сказать несколько слов о наиболее интересных и востребованных на рынке СВЧ-компонентах Wolfspeed. Если говорить о кристаллах, можно отметить CGHV1J006D (см. рис. 1) и CGHV60040D (см. рис. 2). Кристалл CGHV1J006D может применяться в частотном диапазоне до 18 ГГц, мощность его составляет 6 Вт, напряжение исток–сток – 40 В. Мощность кристалла CGHV60040D составляет 40 Вт. Он рассчитан на работу в диапазоне частот до 6 ГГц. Максимальное напряжение исток–сток равно 50 В.

Из транзисторов стоит отметить CGHV40030 и CGHV40050. Оба они рассчитаны на напряжение исток–сток до 50 В и могут выпускаться в корпусах двух типов (см. рис. 3). Транзистор CGHV40030 рассчитан на диапазон частот до 6 ГГц, его мощность составляет 30 Вт. Мощность транзистора CGHV40050 – 50 Вт. При этом он рассчитан на диапазон частот до 4 ГГц.

Также стоит сказать несколько слов о более мощных транзисторах. Транзистор CGHV35150 (см. рис. 4) также может выпускаться в корпусах двух разновидностей. Выходная мощность – 150 Вт, рабочий диапазон частот – 2,9...3,5 ГГц. Коэффициент усиления равен 13,5 дБ.

Транзисторы CGN14250 и CGN14500 (см. рис. 5) рассчитаны на диапазон частот 1,2...1,4 ГГц. Мощность CGN14250 равна 250 Вт, коэффициент усиления составляет 18 дБ. Мощность CGN14500 – 500 Вт, а коэффициент усиления – 17 дБ. Оба транзистора также выпускаются в корпусах типа Flange и Pill.

К сожалению, не все перечисленные компоненты доступны на рынке. Согласно законам США, для экспорта так называемых «компонентов двойного назначения», пригодных для применения как в гражданской, так и в военной продукции, требуется оформление специального разрешения. Данное

правило распространяется почти без исключений на все страны.

К указанным компонентам относятся следующие:

- все транзисторы на основе GaN мощностью более 60 Вт и рабочей частотой выше 6 Гц;
- транзисторы на основе GaN мощностью выше 10 Вт с диапазоном частот 8...12 ГГц (X-диапазон) и выше;
- все интегральные СВЧ-микросхемы на основе GaN с мощностью выше 10 Вт в любом диапазоне частот;
- кристаллы СВЧ-компонентов на основе GaN, изготовленные по технологии затворной области 0,25 мкм.

Указанные выше ограничения влекут за собой дополнительные трудности в оформлении и утверждении заказа, которые могут быть весьма существенными при реализации того или иного проекта. Надо сказать, что из-за сложившегося в мире положения в Россию сейчас могут поставляться далеко не все компоненты Wolfspeed. Примерный список доступных позиций показан в таблице 2. Из неё видно, что для мощности 6 Вт на наш рынок поставляются почти все транзисторы Wolfspeed для работы в L-, S-, C- и X-диапазонах, а с повышением мощности наблюдается, скажем так, снижение диапазонов покрытия. Так, для мощности 15...30 Вт доступны компоненты L-, S- и C-диапазона, а в X-диапазоне доступных позиций, к сожалению, сейчас нет. Для мощности от 50 до 240 Вт представлены компоненты L- и S-диапазона, а для мощности 500 Вт доступны только компоненты L-диапазона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно сказать, что вывод на рынок нового направления Wolfspeed компании Cree может стать очень многообещающим ходом, который приведёт к существенному шагу вперёд на рынке СВЧ-компонентов. Даже учитывая то, что компания Wolfspeed выходит на рынок силовых и СВЧ-компонентов одним из лидеров, применение новейших решений делает доступной более высокую плотность мощности и частоту переключения в изделиях, при этом размеры и масса устройств заметно снизятся. Указанные преимущества позволят значительно уменьшить габариты устройств и систем, применяемых на транспорте, в промышленности, электронике, энергетике и связи, а также снизить их стоимость и улучшить характеристики. А значит, позиции Wolfspeed как

Таблица 1. СВЧ-транзисторы и используемые в них кристаллы Wolfspeed

Мощность, Вт	Граничная частота, ГГц	Транзисторы	Кристаллы
2...6	6	CGH40006P	CGH60006D
10...25		CGH40006S	
25		CGH40010P/F	
25...35	4	CGH40025P/F	CGH60030D
35...60		CGH40010P/F	
90...120		CGH40045P/F	
120	2,5	CGH40090PP	CGH60060D (2 шт.)
180...250		CGH40120F	CGH60120D
		CGH40180PP	CGH60120D (2 шт.)

мирового лидера в области технологии широкозонных полупроводников и разработки силовых и СВЧ-компонентов на их основе будут неуклонно укрепляться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туркин А.Н., Юнович А.Э. Лауреаты Нобелевской Премии 2014 года по физике – И. Акасаки, Х. Амано, С. Накамура. Природа. 2015. №1. С. 75–81.
2. Фёдоров Ю. Широкозонные гетероструктуры (Al,Ga,In)N и приборы на их основе для миллиметрового диапазона длин волн. Электроника НТБ. 2011. №2. С. 92–107.
3. Балакирев А., Туркин А. Развитие технологии нитрида галлия и перспективы его применения в СВЧ-электронике. Современная электроника. 2015. №4. С. 50–53.
4. Балакирев А., Туркин А. Перспективы нитрида галлия в СВЧ-электронике. Решения компании RFHIC. Электроника НТБ. 2015. №4 (00144). С. 64–68.
5. Фёдоров Ю.В., Гнатюк Д.Д. и др. Усилители мощности КВЧ-диапазона на гетероструктурах AlGaIn/GaN/AlN/GaN/сапфир. Материалы IX Научно-технической конференции «Твердотельная электроника, сложные функциональные блоки РЭА». Звенигород. 2010. С. 44–46.

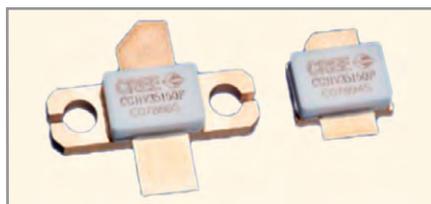


Рис. 4. Внешний вид СВЧ-транзистора CGHV35150 Слева корпус типа Flange, справа – типа Pill

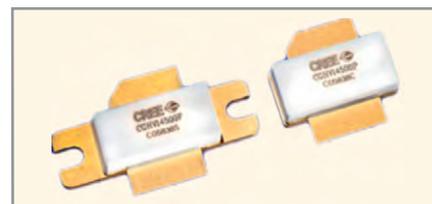


Рис. 5. Внешний вид СВЧ-транзисторов CGH14250 и CGH14500

Таблица 2. Компоненты Wolfspeed, доступные на российском рынке

Мощность, Вт	L-диапазон	S-диапазон	C-диапазон	X-диапазон
6	CGH40006P/S	CGH40006P/S	CGH40006P/S	CGHV1F006S
15	CGH40010F/P	CGH40010F/P	CGH55015F2/P2	–
30	CGH40025F/P	CGH40030	CGH55030F2/P2	–
50	CGH40045F/P	CGH40045F/P	–	–
120	CGH40120F/P	–	–	–
240	CGHV14250	CGHV35150	–	–
500	CGHV14500	–	–	–

6. Туркин А.Н., Дорожкин Ю.Б. Новое поколение мощных светодиодов Cree: особенности, преимущества, перспективы. Полупроводниковая светотехника. 2012. №5. С. 36–41.
7. Полищук А.Г. Новая серия светодиодов XR-E7090 компании Cree для общего освещения. Светотехника. 2007. №3. С. 20–23.
8. Полищук А.Г., Туркин А.Н. Новое поколение светодиодов компании Cree для освеще-

9. Туркин А.Н. Мощные светодиоды Cree для освещения: основные преимущества и перспективы применения. Полупроводниковая светотехника. 2009. №2. С. 14–17.
10. Туркин А.Н. Применение светодиодов в светотехнических решениях: история, реальность и перспективы. СТА. 2011. №2. С. 6–21.



WIND RIVER

VxWorks — 20 лет в космосе — полет нормальный!



Особенности и преимущества VxWorks:

- Настраиваемые домены защиты памяти
- «Жесткое» реальное время: переключение контекста / реакция на прерывание – единицы микросекунд
- Поддержка POSIX API
- Ресурсоемкость: ОЗУ / ПЗУ – сотни килобайт
- Поддержка многопроцессорности (SMP/AMP) и многоядерных процессоров
- Расширенная поддержка сетей TCP/IP (IPv4, IPv6)
- Функции управления энергопотреблением
- Мощный графический пакет Tilcon Graphics Suite
- Мощная интегрированная среда разработки на базе Eclipse
- Поддерживаемые процессоры: x86, ARM, MIPS, PowerPC, ColdFire
- Сертификация МЭК 15408 («Общие критерии») EAL 4/4+/6+, DO-178B уровень А, МЭК 61508 SIL 3, CENELEC EN 50128 и FDA 510(k)
- Открытый исходный текст, возможность построения ОС из исходных текстов

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WIND RIVER



Москва Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
 С.-Петербург Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: управление питанием

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

В статье приведено описание блока управления питанием 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 от компании STMicroelectronics. Рассмотрена его архитектура, состав регистров, а также приведены описания функций для работы с этим блоком.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях к микроконтроллерам предъявляются требования пониженного энергопотребления и малого тепловыделения. Выполнение таких требований обеспечивается, в первую очередь, снижением питающего напряжения ядра микроконтроллера и введением специальных режимов энергосбережения. Микроконтроллеры серии STM32 [1] включают в свой состав специальный блок управления питанием, благодаря которому полностью удовлетворяют изложенным выше требованиям.

Блок управления питанием STM32 состоит из набора регуляторов напряжения и логики управления режимами работы. В первоисточнике этот блок носит название «Power Control» или сокращённо – PWR.

РЕГУЛЯТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ

Для нормальной работы микроконтроллеру серии STM32 необходимо

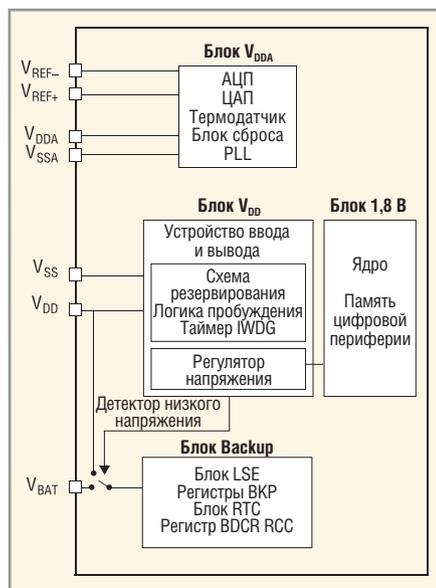


Рис. 1. Структурная схема питания микроконтроллера

питающее напряжение от 2,0 до 3,6 В, подаваемое на выводы цепей питания V_{DD} . Встроенный в микроконтроллер регулятор напряжения обеспечивает формирование из внешнего питающего напряжения 1,8 В для питания ядра.

Часы реального времени RTC и регистры для резервного сохранения информации могут быть запитаны отдельно от вывода V_{BAT} и сохраняют свою работоспособность даже при отключённом питании на выводе V_{DD} .

Структурная схема питания микроконтроллера приведена на рисунке 1.

Цепи V_{DDA} и V_{SSA} предназначены для питания аналоговых блоков микроконтроллера. Они должны быть гальванически связаны с цепями V_{DD} и V_{SS} , соответственно.

ПИТАНИЕ АЦП И ЦАП

Чтобы обеспечить точность преобразования, блоки АЦП и ЦАП имеют отдельную цепь питания V_{DDA} и цепь нулевого потенциала V_{SSA} , которые необходимо дополнительно отфильтровать от помех и экранировать при разводке печатной платы.

Вывод для опорного напряжения V_{REF+} может быть подключён к цепи V_{DDA} . Для повышения точности преобразования при малых максимальных уровнях напряжения на выводах АЦП и ЦАП, можно подключить вывод V_{REF+} к внешнему источнику опорного напряжения. Напряжение на выводе V_{REF+} определяет напряжение, которое соответствует максимальному значению преобразованного сигнала в АЦП и ЦАП. Напряжение на вход V_{REF+} может подаваться в диапазоне от 2,4 В до уровня напряжения питания V_{DDA} .

РЕЗЕРВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Для обеспечения сохранности содержимого резервных регистров

(Backup) и нормального функционирования RTC в случае, когда вывод V_{DD} отключён от источника питания, у микроконтроллера имеется вывод V_{BAT} , который может быть подключён к резервному источнику питания, например, в виде автономного элемента питания.

От вывода V_{BAT} питаются: блок RTC, LSE-генератор и выводы PC13...PC15, обеспечивающие функционирование часов реального времени даже при отключённом питании на выводе V_{DD} .

Подключением питания от V_{BAT} управляет блок сброса при пропадании питания PDR (Power Down Reset), который встроен в общий блок сброса.

В течение времени между моментом, когда напряжение V_{DD} равно V_{POR} , и выходом контроллера из режима сброса, именуемым $t_{RSTTEMPO}$, или после того, как был обнаружен сигнал PDR, переключатель между V_{DD} и V_{BAT} остаётся подключённым к V_{BAT} .

Во время запуска микроконтроллера, в случае если время подачи питания на V_{DD} меньше времени $t_{RSTTEMPO}$ и напряжение V_{DD} больше $V_{BAT} + 0,6$ В, напряжение V_{DD} может быть приложено к цепи V_{BAT} через внутренний диод.

Если источник питания, подключённый к V_{BAT} , слаботочный и не способен выдерживать ток, потребляемый через вывод V_{DD} , то необходимо предусмотреть в схеме питания микроконтроллера установку внешнего диода с низким падением напряжения между источником питания и входом V_{BAT} .

Если не планируется использовать источник резервного питания, то рекомендуется подключить между выводами V_{BAT} и V_{DD} керамический конденсатор ёмкостью 0,1 мкФ.

Когда на блок Backup подаётся напряжения от V_{DD} , появляются следующие возможности:

- PC14 и PC15 используются как обычные выводы GPIO или LSE;
- PC13 может использоваться как GPIO, вывод TAMPER, калибрующий сигнал RTC или будильник RTC.

Если же на него подаётся напряжение от V_{BAT} , то доступны следующие возможности:

- PC14 и PC15 используются только как выводы LSE;
- PC13 может использоваться как вывод TAMPER, будильник RTC.

РЕГУЛЯТОР НАПЯЖЕНИЯ

Регулятор напряжения микроконтроллера самостоятельно активируется после сброса. В зависимости от режима работы микроконтроллера, регулятор напряжения функционирует следующим образом:

- в рабочем режиме микроконтроллера регулятор обеспечивает питанием блоки, работающие от напряжения 1,8 В, такие как ядро, память и цифровая периферия;
- в режиме приостановки микроконтроллера регулятор снабжает пониженным питанием блоки, работающие от напряжения 1,8 В, при этом содержимое регистров и SRAM сохраняется;
- в режиме ожидания микроконтроллера регулятор выключается. Содержимое регистров и SRAM теряется, за исключением блоков Standby и ВКР.

СУПЕРВИЗОР ПОДАЧИ ПИТАНИЯ

Для обеспечения стабильного запуска и работы контроллера микроконтроллеры серии STM32 имеют в своём составе встроенный супервизор подачи питания в виде схем: POR (Power On Reset – сброс при подаче питания) и PDR (Power Down Reset – сброс при снижении питания). Микроконтроллер будет находиться в режиме сброса, пока напряжение питания на выводе V_{DD} не достигнет установленного порога POR. При снижении напряжения питания ниже порога PDR микроконтроллер вновь будет переведён в состояние сброса.

На рисунке 2 приведена временная диаграмма работы супервизора.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ДЕТЕКТОР НАПЯЖЕНИЯ

Для контроля напряжения питания микроконтроллер имеет программируемый детектор напряжения PVD (Programmable Voltage Detector), который сравнивает напряжение питания V_{DD} с порогом, заданным разрядами PLS[2:0] в регистре управления питанием PWR_CR. Разрешение работы PVD устанавливается битом PVDE. Флаг PVDO, доступный в регистре PWR_CSR,

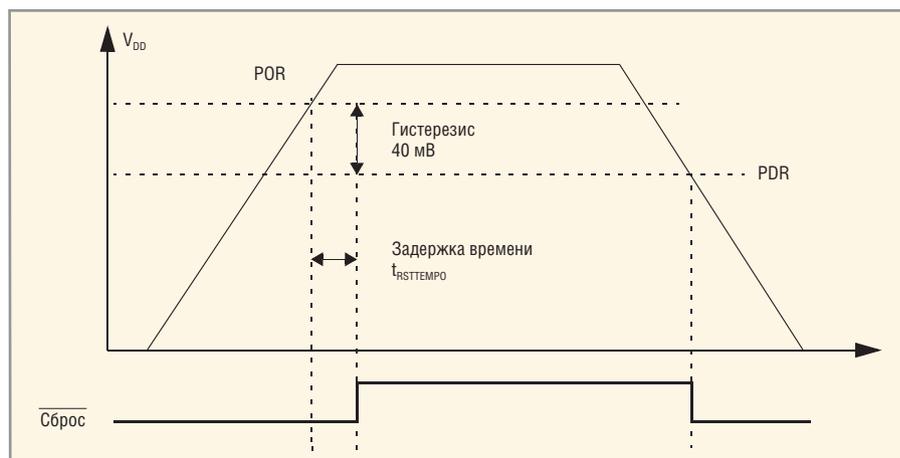


Рис. 2. Временная диаграмма работы супервизора

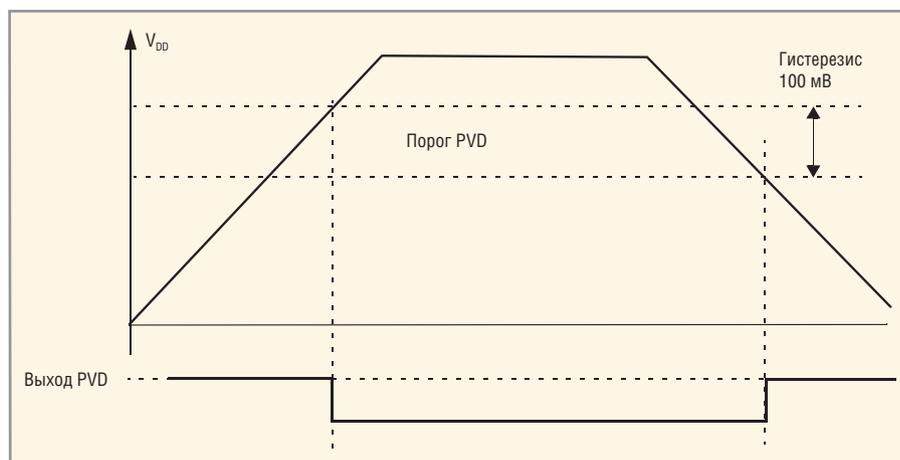


Рис. 3. Временная диаграмма работы PVD

указывает превышение напряжения V_{DD} над заданным для PVD порогом. Это событие внутри микроконтроллера связано с линией 16 EXTI и может генерировать прерывание, если оно разрешено в EXTI-регистрах. Прерывание от PVD может быть сгенерировано, когда напряжение V_{DD} станет ниже или выше порога PVD, в зависимости от конфигурации перепада (фронт или срез) на линии 16 EXTI. На программу обработчика прерывания можно возложить выполнение некоторых задач при аварийном завершении задачи. Например, сохранение важных вычисленных значений в энергонезависимой памяти.

Временная диаграмма работы PVD приведена на рисунке 3.

РЕЖИМЫ ПОНИЖЕННОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

По умолчанию после сброса микроконтроллер серии STM32 работает в режиме нормального энергопотребления. Режимы пониженного энергопотребления предназначены для снижения потребления энергии контроллером, когда нет необходимости в его

функционировании. Например, при ожидании внешнего события.

Микроконтроллер может работать в следующих режимах пониженного энергопотребления:

- спящий режим – тактирование ядра остановлено, периферия, в том числе и ядро, работают;
- режим останова – тактирование всех устройств отключено;
- режим ожидания – отключён блок 1,8 В.

Снижение энергопотребления может быть осуществлено путём замедления тактирования системы и отключением тактирования периферии на шинах APB и ANB, когда они не используются.

В обычном режиме значения таких системных частот, как SYSCCLK, HCLK, PCLK1 и PCLK2 могут быть программно уменьшены с помощью предварительных делителей частоты. Предварительные делители частоты могут также использоваться для замедления периферии перед переходом микроконтроллера в спящий режим.

В режиме нормального энергопотребления сигналы синхронизации HCLK и PCLKx для периферии и внеш-

них запоминающих устройств могут быть отключены в любой момент для снижения потребления тока микроконтроллером.

СПЯЩИЙ РЕЖИМ

Вход в спящий режим осуществляется с помощью инструкций WFI (Wait for Interrupt) или WFE (Wait for Event). Есть возможность выбора механизма входа в спящий режим в зависимости от бита SLEEPONEXIT.

Если бит SLEEPONEXIT сброшен, то устройство уходит в спящий режим, как только была вызвана инструкция WFI или WFE.

Если бит SLEEPONEXIT установлен, то устройство входит в спящий режим, как только произойдёт выход из обработчика прерывания.

В спящем режиме все цепи ввода-вывода микроконтроллера сохраняют своё состояние.

Если для входа в спящий режим была задействована инструкция WFI, то выход контроллера из спящего режима может быть осуществлён вызовом любого прерывания от периферии.

Если для входа в спящий режим была задействована инструкция WFE, то выход контроллера из спящего режима осуществляется, как только происходит какое-либо событие. Это событие может быть сгенерировано следующим образом:

- включением прерывания в регистре управления периферией, но не в NVIC;
- установкой бита SEVONPEND в регистре управления ядром;
- конфигурированием внешнего или внутреннего прерывания EXTI в режиме событий.

РЕЖИМ ОСТАНОВА

Режим останова базируется на режиме глубокой спячки ядра. В этом режиме останавливаются все генераторы тактовой частоты в блоке 1,8 В, а также отключаются узлы PLL, HSI и HSE RC.

В режиме останова все цепи ввода-вывода сохраняют своё состояние.

Вход в режим останова может быть осуществлён вызовом инструкций WFI или WFE, пока:

- установлен бит SLEEPDEEP;
- очищен бит PDDS в регистре PWR_CR;
- выбран режим регулятора напряжения битом LPDS в регистре PWR_CR.

Если во время перехода устройства в спящий режим происходит програм-

мирование флэш-памяти, то переход откладывается до завершения процесса программирования.

В режиме останова можно включить независимый сторожевой таймер IWDT, часы реального времени RTC, внутренний тактирующий генератор LSI RC и внешний генератор LSE OSC, путём изменения соответствующих конфигурационных бит.

Независимый сторожевой таймер IWDT может быть запущен с помощью своего регистра. После этого его останов возможен только вводом контроллера в режим сброса.

Часы реального времени RTC включаются с помощью бита RTCEC в своём регистре управления.

Внутренний тактирующий генератор LSI RC запускается с помощью бита LSION.

Внешний генератор LSE OSC на 32,768 кГц активируется с помощью бита LSEON.

Выход из режима останова зависит от вхождения в этот режим. Если вход был инициирован с помощью WFI, то выход возможен с помощью любой линии EXTI, сконфигурированной в режиме прерывания. Если вход был выполнен с помощью WFE, то выход производится с помощью любой линии EXTI, сконфигурированной в режиме события. Во время выхода из режима останова генератор HSI RC выбран как основное системное тактирующее устройство.

РЕЖИМ ОЖИДАНИЯ

Режим ожидания является режимом с минимальным энергопотреблением. Он основан на режиме глубокого сна микроконтроллера вместе с отключённым регулятором питания. В этом режиме блок 1,8 В отключается вместе с генераторами PLL, HSI и HSE. Содержимое памяти SRAM и всех регистров, за исключением резервных, теряется.

Вход в режим ожидания возможен вызовом инструкций WFI или WFE, пока:

- установлен бит SLEEPDEEP;
- установлен бит PDDS в регистре PWR_CR;
- сброшен бит WUF в регистре PWR_CSR.

В режиме ожидания можно включить независимый сторожевой таймер IWDT, часы реального времени RTC, внутренний тактирующий генератор LSI RC и внешний генератор LSE OSC, так же, как в режиме останова.

Выход из режима ожидания может быть осуществлён с помощью:

- нарастающего фронта на выводе WKUP;
- нарастающего фронта будильника RTC;
- внешнего сигнала на выводе NRST;
- сброса от IWGT.

ОТЛАДОЧНЫЙ РЕЖИМ

По умолчанию отладочный режим отключается при переходе контроллера в режим останова или ожидания, так как ядро больше не получает тактирующего сигнала.

Однако с помощью битов регистра DBGMCU_CR можно включить возможность отладки микроконтроллера в режимах с низким потреблением энергии.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫХОД ИЗ РЕЖИМА Пониженного Энергопотребления

Для пробуждения микроконтроллера из режима с низким потреблением можно использовать блок часов реального времени RTC, который позволяет программировать интервал времени для периодического пробуждения из режима останова или ожидания. С помощью битов RTCSEL[1:0] регистра RCC_BDCR, для этой цели можно выбрать любой из следующих источников тактового сигнала для RTC:

- генератор LSE OSC от внешнего кварца на 32,768 кГц;
- внутренний RC генератор LSI RC.

Чтобы вывести микроконтроллер из режима останова с помощью события от будильника RTC необходимо выполнить следующие операции:

- настроить линию 17 EXTI на возрастающий фронт;
- настроить RTC на генерацию сигнала тревоги (будильника).

Для пробуждения микроконтроллера из режима ожидания конфигурировать линию 17 EXTI не требуется.

ОПИСАНИЕ РЕГИСТРОВ

Блок управления питанием включает в свой состав всего два регистра. Карта размещения данных регистров в пространстве памяти и их значения после сброса представлены в таблице.

На этой карте представлены относительные адреса регистров. Рассмотрим подробнее назначение всех разрядов этих регистров.

Регистр управления питанием PWR_CR имеет нулевое смещение адре-

Карта регистров блока управления питанием

Сдвиг	Регистр	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0						
0x000	PWR_CR	Резерв																						DBP	PLS[2:0]			PVDE	CSBF	CWUF	PDDS	LPDS							
	Reset Value																							0	0	0	0	0	0	0	0	0							
0x004	PWR_CSR	Резерв																						EWUP	Резерв						PVDO	SBF	WUF						
	Reset Value																							0							0	0	0						

са и обнуляется при пробуждении из режима ожидания.

Биты 31...9 данного регистра зарезервированы и всегда читаются как нулевые данные.

Бит 8 DBP позволяет отключить защиту от записи блока ВКР. После сброса микроконтроллера регистры блока RTC и ВКР защищены от доступа на запись. Чтобы разрешить запись в эти регистры нужно установить этот бит в единичное состояние. Если для тактирования блока RTC используется сигнал от HSE, поделённый на 128, то бит DBP всегда должен быть установлен в единичное состояние.

Биты 7...5 PLS[2:0] служат для выбора уровня порога срабатывания цепи PVD

(Power Voltage Detector). Они устанавливаются программно и могут принимать следующие значения, соответствующие пороговому напряжению:

- 000 – 2,2 В;
- 001 – 2,3 В;
- 010 – 2,4 В;
- 011 – 2,5 В;
- 100 – 2,6 В;
- 101 – 2,7 В;
- 110 – 2,8 В;
- 111 – 2,9 В.

Бит 4 PVDE отключает и включает цепь PVD. При нулевом состоянии бита цепь PVD отключается, а при единичном – включается.

Бит 3 CSBF служит для очистки флага SBF нахождения микроконтролле-

ра в режиме ожидания. Этот бит всегда читается как нулевой. При записи в него единицы – очищается флаг SBF-регистра состояния PWR_CSR.

Бит 2 CWUF позволяет очистить флаг пробуждения WUF микроконтроллера. Данный бит всегда читается как нулевой. При записи в него единицы – очищается флаг WUF регистра состояния PWR_CSR через два тактовых цикла.

Бит 1 PDDS определяет режим микроконтроллера для глубокого сна. Данный бит устанавливается и очищается программно. Он работает совместно с нулевым битом LPDS регистра PWR_CR. Нулевое значение этого бита переключает микроконтроллер

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



в режим останова. Состояние регулятора напряжения зависит от бита LPDS. Единичное значение бита включает режим ожидания.

Бит 0 LPDS управляет режимом регулятора напряжения. Он устанавливается и очищается программно и работает совместно с битом PDDS. Нулевое значение этого бита переключает регулятор напряжения в режим приостановки, а единичное – включён регулятор напряжения в режим малого потребления.

Регистр управления и статуса PWR_CSR с адресом смещения 0x004 не сбрасывается при пробуждении из режима ожидания. Для чтения этого регистра требуются дополнительные циклы шины APB.

Биты 31...9 данного регистра зарезервированы и всегда читаются как нулевые данные.

Бит 8 EWUP управляет выводом WKUP. Этот бит устанавливается и очищается программно. Нулевое значение этого бита настраивает вывод WKUP, как вывод общего назначения. Событие на этом выводе не пробуждает устройство из режима ожидания. Единичное значение этого бита определяет, что вывод WKUP используется для пробуждения из режима ожидания и принудительно устанавливается в режим входа, притянутого к земле. Данный бит сбрасывается во время общего сброса микроконтроллера.

Биты 7...3 зарезервированы и читаются как нулевые данные.

Бит 2 PVDO : PVD output (Выход детектора PVD). Этот бит ставится и очищается программно. Он работает только при разрешённом PVD битом PVDE.

0: Напряжение на V_{DD}/V_{DDA} выше, чем порог, выбранный битами PLS[2:0].

1: Напряжение на V_{DD}/V_{DDA} ниже, чем порог, выбранный битами PLS[2:0].

Работа детектора PVD останавливается в режиме ожидания. По этой причине этот бит равен 0 после выхода из режима ожидания или после сброса и остаётся в этом состоянии, пока не будет поставлен бит PVDE.

Бит 1 SBF является флагом нахождения микроконтроллера в режиме ожидания. Этот бит устанавливается аппаратно и очищается при сбросе микроконтроллера или установкой бита CSBF в регистре PWR_CR.

Бит 0 WUF служит флагом события пробуждения. Этот бит устанавливается аппаратно и очищается при сбро-

се микроконтроллера или установкой бита CWUF в регистре PWR_CR. Нулевое состояние бита означает отсутствие события пробуждения, а единичное состояние означает факт события пробуждения на выводе WKUP или от сигнала тревоги RTC. Кроме того, флаг детектирует дополнительное событие пробуждения, если разрешён вывод WKUP с помощью установки бита EWUP, во время высокого уровня на этом выводе.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ

Существует набор готовых функций для работы с блоком управления питанием микроконтроллера. Рассмотрим их синтаксис и назначение.

Функция: void PWR_BackupAccessCmd (FunctionalState NewState).

Назначение: включает или отключает доступ к резервным регистрам и регистрам RTC.

Вход: NewState – состояние разрешения доступа. Может принимать значения ENABLE или DISABLE.

Выход: значения не возвращает.

Функция: void PWR_ClearFlag (uint32_t PWR_FLAG).

Назначение: очищает указанный флаг PWR_FLAG.

Вход: PWR_FLAG – флаг, который необходимо сбросить. Может принимать следующие значения: PWR_FLAG_WU (Wake up Flag) и PWR_FLAG_SB (Standby Flag).

Выход: значения не возвращает.

Функция: void PWR_DeInit (void).

Назначение: сбрасывает значения регистров PWR к их первоначальному значению.

Вход: параметров нет.

Выход: значения не возвращает.

Функция: void PWR_EnterSTANDBYMode (void).

Назначение: переводит микроконтроллер в режим ожидания.

Вход: параметров нет.

Выход: значения не возвращает.

Функция: void PWR_EnterSTOPMode (uint32_t PWR_Regulator, uint8_t PWR_STOPEntry).

Назначение: переводит микроконтроллер в режим останова.

Вход: PWR_Regulator – устанавливает состояние регулятора при входе в режим останова. Принимает следующие значения: PWR_Regulator_ON (регулятор включён) и PWR_Regulator_LowPower (регулятор находится в режиме пониженного энергопотребления).

PWR_STOPEntry – устанавливает тип инструкции (WFE или WFI), с которой должен быть осуществлён вход в режим останова. Принимает следующие значения: PWR_STOPEntry_WFI и PWR_STOPEntry_WFE.

Выход: значения не возвращает.

Функция: FlagStatus PWR_GetFlagStatus (uint32_t PWR_FLAG).

Назначение: возвращает состояние указанного флага (установлен или нет).

Вход: PWR_FLAG – указывает флаг, состояние которого надо проверить. Принимает следующие значения: PWR_FLAG_WU (Wake up Flag), PWR_FLAG_SB (Standby Flag) и PWR_FLAG_PVDO (PVD Output).

Выход: состояние флага. Варианты: SET или RESET.

Функция: void PWR_PVDCmd (FunctionalState NewState).

Назначение: включает или отключает детектор напряжения.

Вход: NewState – статус детектора напряжения. Принимает следующие значения: ENABLE, DISABLE (Standby Flag) и PWR_FLAG_PVDO (PVD Output).

Выход: значения не возвращает.

Функция: void PWR_PVDLevelConfig (uint32_t PWR_PVDLevel).

Назначение: устанавливает порог срабатывания детектора напряжения.

Вход: PWR_PVDLevel – значение напряжения порога. Принимает следующие значения: от PWR_PVDLevel_2V2 (2,2 В) до PWR_PVDLevel_2V9 (2,9 В) с шагом 0,1 В.

Выход: значения не возвращает.

Функция: void PWR_WakeUpPinCmd (FunctionalState NewState).

Назначение: устанавливает возможность пробуждения контроллера по сигналу на пробуждающем пине.

Вход: NewState – состояние возможности пробуждения. Принимает следующие значения: ENABLE и DISABLE.

Выход: значения не возвращает.

Используя данные функции, можно изменять режим работы микроконтроллера в соответствии с алгоритмом функционирования разрабатываемого устройства.

Подробнее познакомиться с блоком управления питанием можно в первоисточнике [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. www.st.com.
2. www.st.com/web/en/resource/technical/document/reference_manual/CD00246267.pdf.

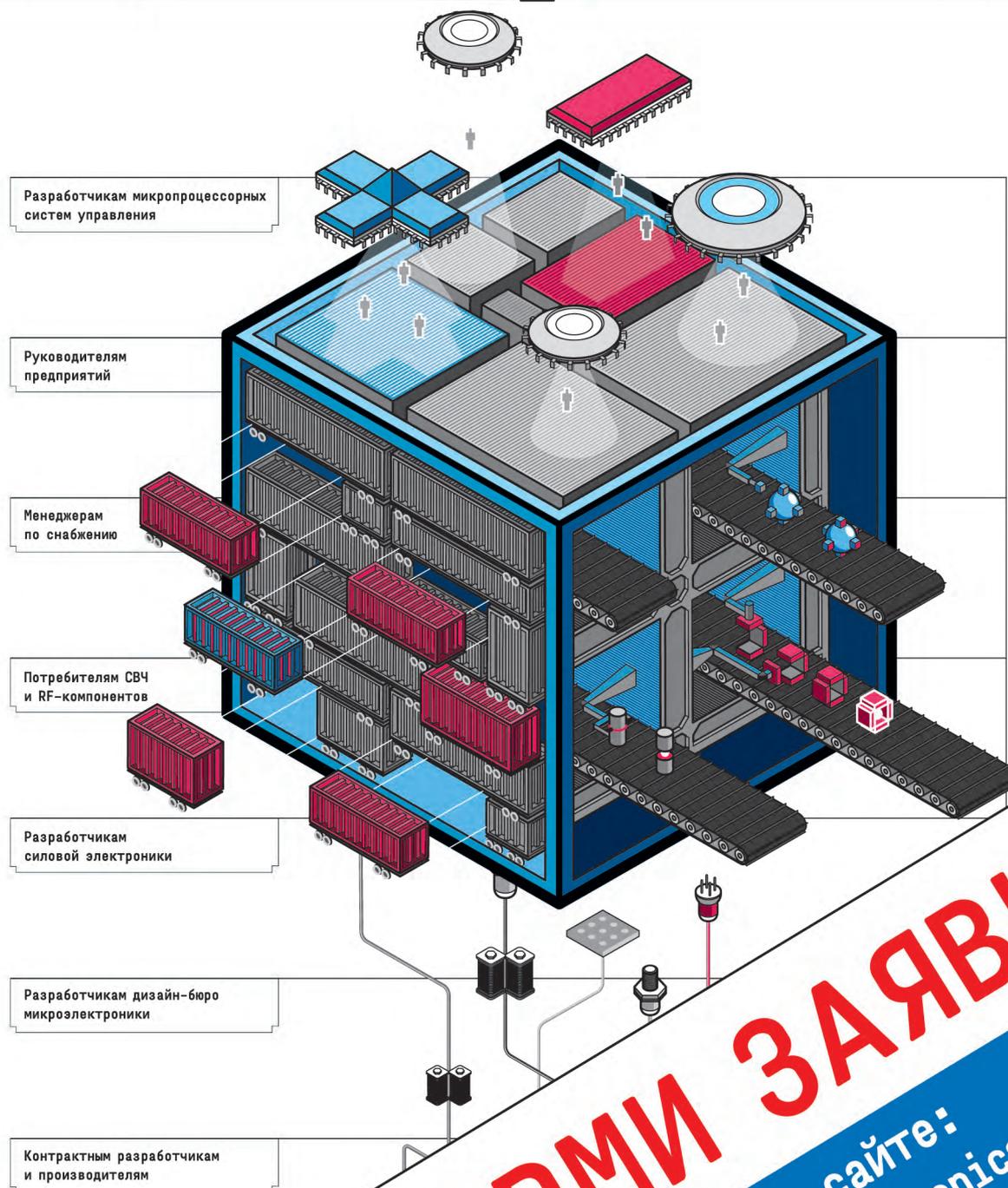


НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

13-15 АПРЕЛЯ 2016

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



ОФОРМИ ЗАЯВКУ
На сайте:
www.new-electronics.info

Новости мира News of the World Новости мира

В РФ заметно сократили план импортозамещения электроники

Задача по замещению импортной электроники российской заметно снижена.

На портале обсуждения нормативных документов появилась представленная Минпромторгом новая версия государственной программы развития электронной и радиоэлектронной промышленности. В документе сообщается, что доля российского высокотехнологичного оборудования на рынке к 2025 г. должна составить 35%, тогда как в первой редакции проекта речь шла о 60%. По итогам 2014 г. отечественные производители охватили 18–19% рынка.

Расходы федерального бюджета на реализацию новой программы снижены с 175,6 до 173,9 млрд руб. Также из неё убрали поддержку радиоэлектроники для медицинских изделий, на которую планировалось выделить 16,2 млрд руб.

С учётом последних изменений, Минпромторг предлагает развивать российскую радиоэлектронику не по пяти направлениям, как раньше, а по четырём: телекоммуникацион-



ное оборудование, вычислительная техника (компьютеры, серверы, мобильные устройства и процессоры), специальные технологические решения (для производства полупроводников, радиодеталей и радиокомпонентов) и системы интеллектуального управления.

Поддержка производства вычислительных аппаратных решений, согласно обновлённой госпрограмме, обойдётся бюджету в 40,5 млрд руб. против 37,48 млрд руб., о которых говорилось ранее. Прежде импортной технике Минпромторг отводил доли в 97,9% и 95% к 2020 и 2025 гг. соответственно, а сейчас – 97,6% и 93,3%. Впрочем, даже эти небольшие показатели представитель ведомства назвал «большим прогрессом».

www.vedomosti.ru

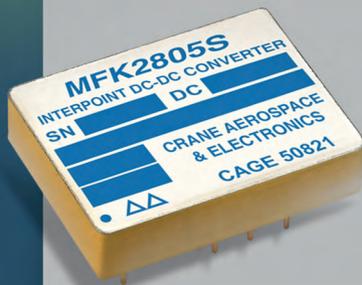
«Технософт» и «ВижнЛабс» заключили партнёрское соглашение

В рамках форума «Открытые инновации 2015» состоялось подписание партнёрского соглашения между компаниями «Технософт» и «ВижнЛабс». На начальном этапе сотрудничества «Технософт» будет использовать в своих разработках и проектах систему VisionLabs LUNA от «ВижнЛабс».

В основе программного комплекса VisionLabs LUNA лежит технология распознавания образов, входящая в тройку лучших в мире по качеству распознавания в реальных условиях, что подтверждено тестами на независимой базе данных University of Massachusetts – Labeled Faces in the Wild. Решение предназначено для обработки фотоизображений и потокового видео. Оно включает функции обнаружения и сопровождения лица, оценки качества, извлечения ключевых точек лица и кодирования их в виде уникального компактного ключа (дескриптора). Из-за своего малого размера получаемые дескрипторы очень

НОВИНКА!

25-ваттные DC/DC-преобразователи Interpoint® MFK Series™



- Широкий диапазон входного напряжения от 16 до 50 В
- Удельная мощность до 2570 Вт/дм³
- 11 значений выходного напряжения от 1,8 до 28 В
- Одно- и двухканальные модели
- КПД до 87%
- Трансформаторная развязка в контуре обратной связи
- Диапазон рабочих температур от –55 до +125°C
- Обширный ряд сервисных функций



PROSOFT®

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

эффективны: они поддерживают сверхбыстрый поиск в базах данных с миллиардами фотографий лиц.

«Технософт» – не просто разработчик прикладного программного обеспечения. Это часть группы компаний «Техносерв», крупнейшего российского интегратора. Одна из задач компании, как резидента «Сколково», – взаимодействие с другими командами инновационного центра и поиск перспективных разработок, дополняющих продуктовый портфель группы «Техносерв», – прокомментировал вице-президент по системной интеграции и программной инженерии группы «Техносерв» Виктор Стрелков. – Мы протестируем платформу «ВижнЛабс» и видим потенциал продуктов компании, основанных на технологии компьютерного зрения, позволяющего работать не только с биометрией лица, но и с объектами. Они станут дополнением к уже существующим биометрическим решениям в портфеле «Технософт».

«Партнёрство с компанией номер один на рынке системной интеграции позволит нарастить совместный портфель зака-

зов и увеличит скорость вывода на рынок новых продуктов с использованием технологий компьютерного зрения и машинного обучения. Я уверен, что наши заказчики по достоинству оценят эффективность решений в своей ежедневной деятельности», – заявил генеральный директор компании «ВижнЛабс» Александр Ханин.

www.astera.ru

Sony и Toshiba: меморандум о передаче части п/п-бизнеса

Sony объявила о подписании с Toshiba неформального меморандума о взаимопонимании, подтверждающего намерение компаний провести переговоры о передаче Sony принадлежащих Toshiba объектов по производству полупроводников, оборудования и связанных с ними активов, а также другого оборудования и имущества.

В пресс-релизе указано, что стороны намерены передать производственные объекты, оборудование и связанные с ними активы производственной линии Toshiba по выпуску 300-миллиметровых полупроводни-

ковых пластин, в основном размещённые в префектуре Оита.

Sony планирует использовать линию подразделения Sony Semiconductor Corporation, полностью принадлежащим ей дочерним предприятием, главным образом, для выпуска CMOS-сенсоров.

Переговоры включают обсуждение перехода в Sony сотрудников Toshiba численностью около 1100 человек.

Данное приобретение позволит Sony увеличить производственные мощности в сфере CMOS-сенсоров изображения, где ожидается дальнейший рост рынка.

Выход из бизнеса по выпуску CMOS-сенсоров позволит Toshiba направить ресурсы на те направления, где компания имеет технологическое преимущество.

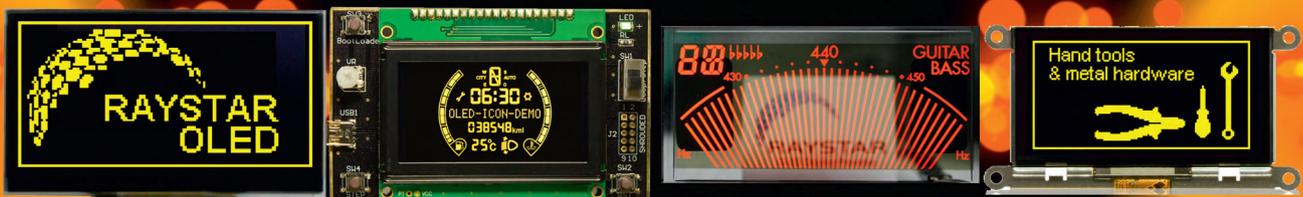
Оформить официально сделку предполагается к концу 2015 г., а завершить передачу объектов компании намерены до конца финансового года, завершающегося 31 марта 2016 г., после получения одобрения регуляторов.

www.3dnews.ru



Лучшая замена ЖК-панелям

OLED-дисплей Raystar



Специсполнение по ТЗ заказчика

Прозрачные модели

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА • СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ • ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ • БЫТОВАЯ ТЕХНИКА • МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ

Характеристики

- Яркость экрана до 150 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокая контрастность 2000:1
- Широкий угол обзора до ±175°
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения: 122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки

- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления – токовые)
- Светозащитная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от –40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ RAYSTAR

PROSOFT®

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



Реклама

Быстрое тестирование УМ ВЧ с помощью нового ускорителя измерений Keysight

Александр Чумадин (Москва)

Актуальность проблемы продления времени работы мобильных устройств от аккумулятора и повышенные скорости передачи данных подталкивают разработчиков и инженеров-метрологов на поиск новых подходов к достижению лучших характеристик линейности, полосы пропускания и КПД используемых компонентов и функциональных блоков. Одним из таких блоков является усилитель мощности высокой частоты (УМ ВЧ), который входит в число основных потребителей энергии в беспроводных устройствах и требует повышения эффективности. Другие важные проблемы проектирования и тестирования УМ связаны с тем, что появление форматов модуляции с полосой сигнала 160 МГц порождает потребность в расширении полосы пропускания усилителей мощности. И, конечно, производители вынуждены ускорять тестирование для повышения темпов выпуска продукции.

ПРОБЛЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УМ ВЧ

Усилители мощности являются важнейшими компонентами беспроводных систем связи, причём их характерной особенностью является нелинейность. Эта нелинейность порождает нежелательное расширение спектра, которое создаёт помехи в соседних каналах и может приводить к нарушению требований стандартов по внеполосному излучению. Кроме того, нелинейность становится причиной внутрисполосных искажений, которые приводят к росту коэффициента битовых ошибок (BER) и снижают пропускную способность канала связи.

Высокое отношение пиковой мощности к средней (PAPR) в новых форматах передачи OFDM означает наличие редких всплесков мощности, способных вызывать отсечку в усилителе. Это приводит к нарушению маски спектра и повышает амплитуду вектора ошибки (EVM) и BER для всего сигнала. Зачастую разработчики решают эту проблему, намеренно используя усилитель в режиме пониженной мощности. Этот метод очень неэффективен, поскольку усилители работают обычно на 10% от номинальной мощности, а до 90% мощности источника питания теряется впустую.

Обычно современные усилители ВЧ поддерживают несколько режимов работы, частотных диапазонов и форматов модуляции, что повышает число

необходимых тестов. Нередко количество тестов может достигать нескольких тысяч. Для оптимизации параметров усилителя и повышения его КПД могут использоваться такие новейшие технологии, как снижение пик-фактора (CFR), цифровые предсказания (DPD) и отслеживание огибающей (ET), но они только усложняют тестирование и проектирование. Добавление в усилитель ВЧ поддержки широкой полосы может потребовать пятикратного расширения полосы измерения DPD до 1 ГГц и выше, что делает измерения ещё более сложными.

Тенденции повышения степени интеграции компонентов усилителей ВЧ и модулей сопряжения (FEM) способствуют повышению эффективности, одновременно обеспечивая поддержку более широких диапазонов частот и форматов модуляции в одном модуле FEM. Другим логическим шагом на пути сокращения числа элементов внутри мобильного устройства является встраивание в FEM источника питания или модулятора, следящего за огибающей. Большое число банков фильтров/дуплексеров, необходимое для поддержки широкого диапазона рабочих частот, тоже повышает сложность устройства и увеличивает число тестов.

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛНЕНИЯ ТЕСТОВ

Типовое решение для тестирования усилителей ВЧ и FEM родилось в резуль-

тате тесного сотрудничества производителей контрольно-измерительного оборудования, их заказчиков и ведущих разработчиков усилителей ВЧ, работающих над решением наиболее актуальных задач тестирования. Разработанное компанией Keysight Technologies, производителем контрольно-измерительного оборудования, типовое решение объединило в себе оборудование Keysight и других производителей, а также ПО с примерами испытательных программ с открытым кодом, оптимизированное для измерения характеристик и тестирования усилителей ВЧ и модулей FEM.

Основные аппаратные элементы, как показано на структурной схеме решения (см. рис. 1), включают векторные анализаторы цепей, векторные генераторы сигналов и векторные анализаторы сигналов компании Keysight в формате PXIe, выбранные по критериям высокой производительности и превосходных характеристик. Основой решения является ПО создания сигналов Keysight Signal Studio для тестирования усилителей (N7614B), которое поддерживает весь процесс испытаний, включая методы тестирования CFR, ET и DPD. Инженеры могут выбирать стандартные I/Q-сигналы в Signal Studio или сигналы, созданные пользователем, которые можно импортировать в Signal Studio. Программа управления типовым решением с открытым исходным кодом обеспечивает строгую синхронизацию источника сигнала с генератором сигналов произвольной формы, что позволяет достичь оптимального согласования сигнала ВЧ с сигналом отслеживания огибающей.

Сокращение времени испытаний было достигнуто за счёт применения в источнике и приёмнике технологии ПЛИС для сокращения времени регулирования, необходимого для достижения необходимой выходной мощности тестируемого устройства. Поскольку регуляторы мощности являются недетерминированными устройствами, то режим списка – распространённый метод быстрого исполнения теста – нель-

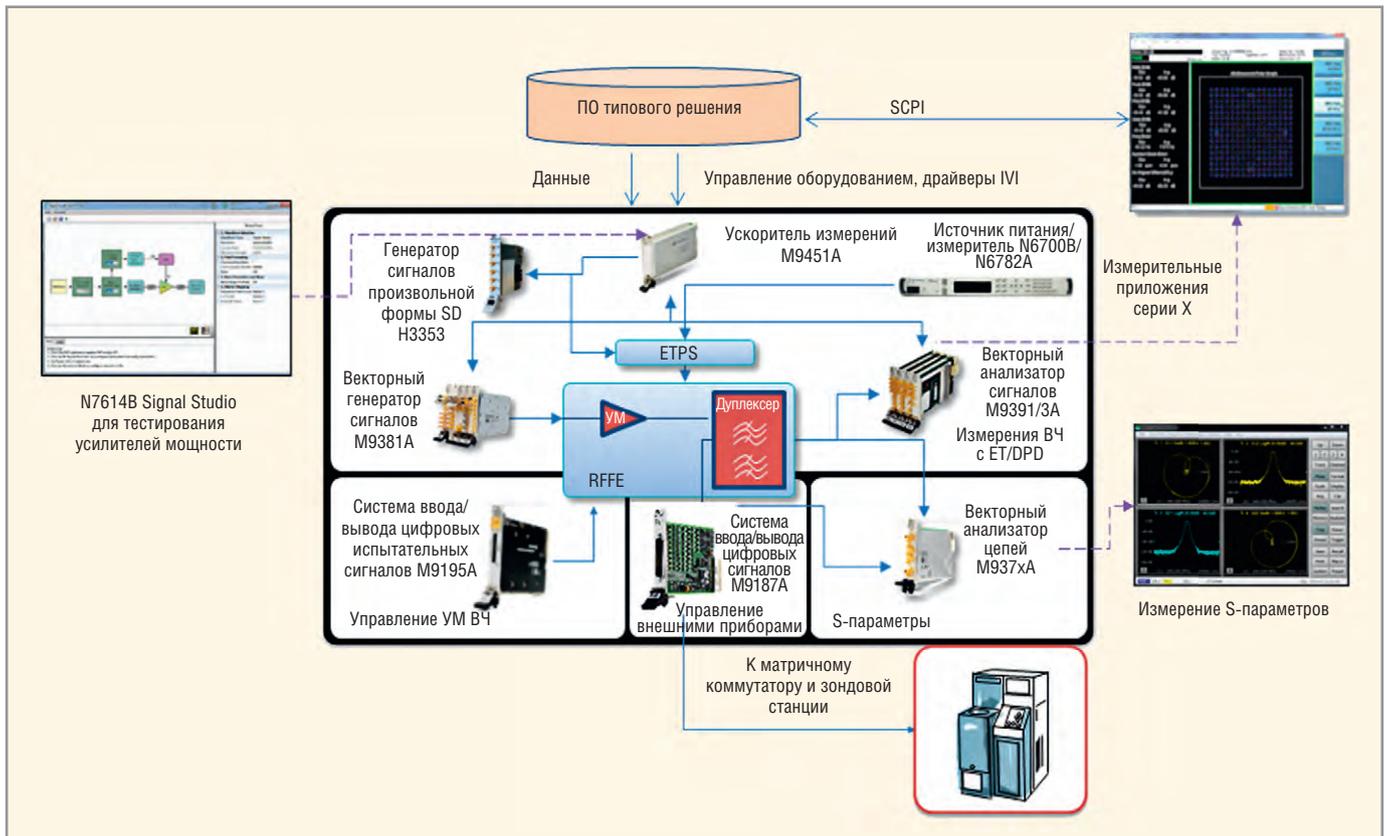


Рис. 1. Архитектура базового решения

зя применять для коррекции выходной мощности по входным уровням сигналов ВЧ. Изначально компания Keysight разработала быстрый механизм настройки модулирующих сигналов в векторном генераторе сигналов PXIe, который программно выполняет итерации, пока не будет получена нужная выходная мощность, что происходит обычно менее чем за 200 мкс. Позже компания Keysight реализовала режим захвата данных с быстрым преобразованием Фурье (БПФ) в векторном анализаторе сигналов M9391A PXIe. Режим БПФ позволил использовать ПЛИС, встроенную в векторный анализатор сигналов, для генерации БПФ по захваченным данным. Это БПФ можно использовать при измерении мощности сигнала для управления регулятором, а затем, с теми же захваченными данными, – для измерения относительного уровня мощности в соседнем канале (ACPR).

Ещё большее повышение скорости было реализовано после недавнего представления компанией Keysight ускорителя измерений M9451A в формате PXIe. Ускоритель измерений M9451A представляет собой модуль PXIe на базе ПЛИС. В составе типового решения для измерения параметров усилителей ВЧ и модулей FEM он

генерирует сигнал тактовой частоты для измерений DPD и ET с замкнутой и разомкнутой обратной связью, позволяя выполнять измерения за десятки миллисекунд, что до 100 раз повышает скорость измерения по сравнению с программными методами. Расширенная версия типового решения обеспечивает большую производительность, сохраняя при этом высокую точность измерения S-параметров, нелинейных искажений, мощности и параметров демодуляции. В таблице 1 приведены примеры скорости извлечения и применения модели цифровых предсказаний. В качестве входных сигналов использовались сигналы LTE с полосой 5 и 20 МГц с ограниченной длительностью 500 мкс. Под извлечением понимается время анализа измеренных данных векторного анализатора сигналов и извлечения коэффициентов DPD LUT. Под применением понимается время формирования новых предсказанных сигналов для векторного генератора сигналов.

Ускоритель измерений M9451A PXIe достигает столь высокой скорости благодаря быстродействующей ПЛИС Altera Stratix V и специальному обрабатывающему ПО для DPD и ET с быстрой прямой передачей данных между векторными анализаторами сигналов PXIe и векторными генераторами сигналов PXIe, входящими в состав типового решения. Наряду с генерацией сигналов DPD выполняется генерация сигналов ET с аппаратным ускорением, а быстрая передача данных в генератор сигналов произвольной формы достигается за счёт применения объединительной платы PXI.

Выделенная на рисунке 2 область реализует основные функции цифровых предсказаний (DPD) и отслеживания огибающей (ET) ускорителя измерений M9451A PXIe. Цилиндры представляют зарезервированные блоки IQ-данных в памяти M9451A, а прямоугольники представляют алгоритмы, реализованные в ускорителе. Программа тестирования управляет процессом обработки

Табл. 1. Скорости извлечения и применения модели цифровых предсказаний

Частота	Без M9451A		С M9451A	
	Извлечение	Применение	Извлечение	Применение
5 МГц	415,4 мс	48,7 мс	4,9 мс	21,8 мс
20 МГц	1676,1 мс	172,5 мс	6 мс	63 мс

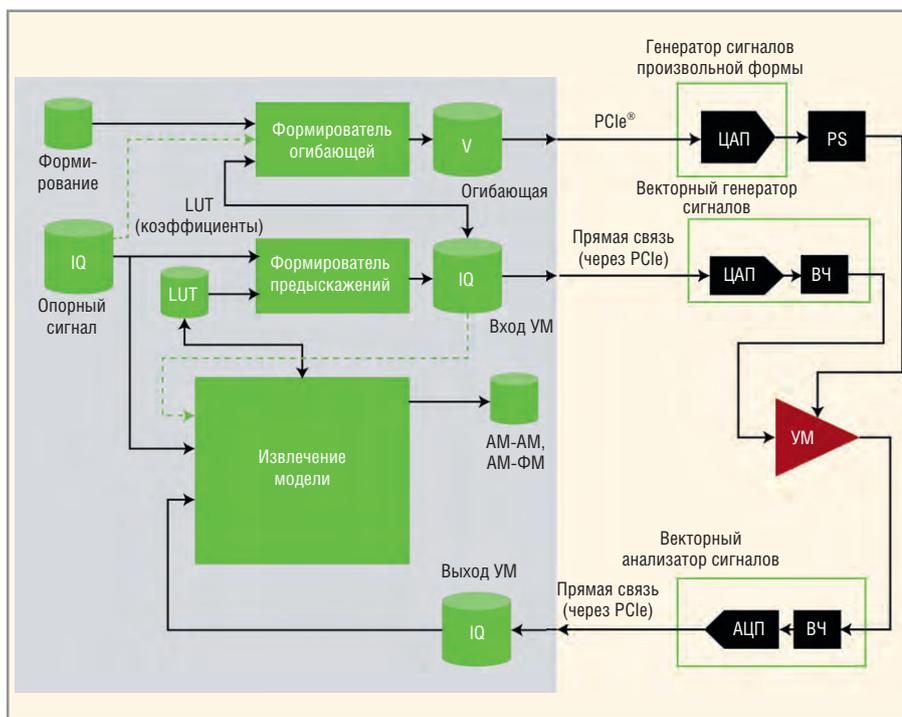


Рис. 2. Структурная схема ускорителя измерений M9451A PXIe

данных, передавая указатели на данные, связанные с каждым цилиндром, в метод API, связанный в свою очередь с каждым прямоугольником алгоритма. Для быстрой передачи данных между памятью M9451A и векторным генератором сигналов M9381A PXIe используется технология прямой связи PCI Express (P2P).

Сначала идеальный опорный сигнал без предсказаний загружается в память векторного генератора сигналов M9381A PXIe, а затем передаётся в M9451A с помощью P2P. После того как алгоритм извлечения модели рассчитает таблицу преобразования (LUT) или соответствующие коэффициенты, формирователь предсказаний создаёт предсказанный сигнал в цилиндре «Вход УМ». Затем данные предсказанного сигнала передаются прямо в память VSG по шине PCI. Кроме того, технология P2P PCI Express используется для передачи данных измерения из векторного анализатора сигналов M9391A или M9393A PXIe в ускоритель измерений M9451A.

Для упрощения портирования программы тестирования интерфейс для программирования приложений (API)

ускорителя измерений заимствован из API программного обеспечения Keysight Signal Studio. Например, ускоритель измерений поддерживает те же методы таблицы преобразования (LUT) и полиномиального порядка памяти (MOP) DPD в режимах с разомкнутой и замкнутой обратной связью. Причём для ускорения тестирования не приходится жертвовать точностью и воспроизводимостью измерений. Базовое решение Keysight предлагает примеры программирования тестов для оптимизации воспроизводимости и времени тестирования при выполнении измерений мощности.

УСКОРЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Векторный трансивер Keysight M9420A VXT в формате PXIe повышает скорость производственного тестирования усилителей более чем в два раза при тех же размерах контрольно-измерительной системы. В одно шасси PXI можно установить до четырёх 4-слотовых векторных трансиверов, или можно создать специальную систему с картой ввода-вывода цифровых сигналов

Табл. 2. Общее время тестирования

Регулировка мощности	Свирующий захват / программная обработка	Быстрый захват I/Q / программно-аппаратная обработка	Обработка в ПЛИС / векторный трансивер PXIe
WCDMA	70 мс	20 мс	5,5 мс
FDD LTE	110 мс	20 мс	5,5 мс

и однослотовым модулем векторного анализатора цепей.

Векторный трансивер можно использовать для минимизации времени разработки контрольно-измерительной системы и сокращения времени до первого измерения в типовом решении для измерения параметров усилителей мощности. Встроенная процедура регулирования точно определяет конечную выходную мощность усилителя для контроля искажений усилителя и точного определения, готово ли устройство к поставке. Традиционные методы измерения мощности используют либо свипирование, либо захват I/Q-сигнала с последующей программной обработкой. И поскольку скорость обработки может зависеть от скорости процессора, с недавних пор стали широко применяться измерители на основе ПЛИС, которые позволяют достигать скоростей измерения, превышающих возможности современных процессоров. Благодаря высокоскоростной шине PXI в сочетании с обработкой БПФ в режиме реального времени в ПЛИС, векторный трансивер значительно сокращает общее время тестирования (см. табл. 2: сигнал FDD LTE с полосой 10 МГц, а общее время тестирования включает время установки и измерения для одной итерации регулирования).

Таким образом, разработчики коммуникационных систем, усилителей ВЧ и инженеры-метрологи, которые пытаются повысить эффективность усилителей, должны принимать во внимание методы измерения и анализа, входящие в состав типового решения Keysight для измерения параметров усилителей мощности ВЧ и модулей FEM. Типовое решение для измерения УМ ВЧ и модулей FEM представляет собой комбинацию измерительных приборов компании Keysight и лучшего в отрасли измерительного ПО. Кроме способов тестирования, отвечающих специальным требованиям методов ET и DPD, типовое решение предлагает проверенный подход к ускорению разработки контрольно-измерительных систем и повышению производительности тестов на всех этапах – от проектирования до изготовления. Применение нового ускорителя измерений Keysight M9451A PXIe позволяет достичь беспрецедентной производительности, необходимой для отслеживания огибающей, измерения цифровых предсказаний и многого другого.





Новые цифровые мультиметры Keysight Technologies 34465A и 34470A

Keysight представляет новые высокопроизводительные 6,5- и 7,5-разрядные цифровые мультиметры серии TrueVolt. Мультиметры 34465A и 34470A обладают большой скоростью измерений, высокой точностью и большим объемом памяти, что делает их идеальным решением для тестирования сложных современных устройств. По сравнению с предыдущим поколением приборы снабжены большим объемом памяти для хранения данных. Кроме того, они имеют возможность измерять очень малые токи (диапазон 1 мкА с пикосекундным разрешением), что позволяет им работать со сверхмаломощными устройствами.

- Разрешение до 7,5 разрядов
- Скорость измерений: до 50 000 отсчетов в секунду
- Память: до 2 млн отсчетов
- Диапазон измерения напряжения: от 100 мВ до 1000 В
- Диапазон измерения силы тока: от 1 мкА до 10 А
- Интерфейсы: USB и LAN (в стандартной комплектации), GPIB (опция)

Инновационные решения для электронной промышленности

Санкт-Петербург / Москва / Нижний Новгород
www.dipaul.ru / info@dipaul.ru / тел. (812) 702-12-66



Защищённые мониторы Boser для жёстких условий эксплуатации

Игорь Матешев (Москва)

Стандартные промышленные мониторы, не говоря уже о бытовых, не могут надёжно работать в трудных условиях эксплуатации, например, в полевых приборах или на транспорте. В таких случаях недостаточно установить обычный промышленный монитор в пылевлагонепроницаемый, ударопрочный корпус. Здесь требуется особый класс защищённых устройств, способных длительно выдерживать повышенную вибрацию, удары, падения и большой перепад температур. В статье приведён краткий обзор защищённых мониторов Boser для специальных условий эксплуатации.

Сферы применения защищённых мониторов весьма разнообразны и специфичны. Например, их использование в полевых условиях обусловлено требованиями к работе при повышенной влажности воздуха, конденсированных осадках (роса) и даже под дождём, при пониженной (до -40°C и ниже) и повышенной (до $+55^{\circ}\text{C}$) температуре, на прямом солнечном свету.

На транспорте – в авиации, на железной дороге (см. рис. 1), в промышленном колёсном и гусеничном транспорте на первый план выходят требования к вибростойкости (синусоидальной и случайной, одиночной и многократной) и работе в условиях воздействия других внешних факторов, в том числе – экстремальных температур.

Кроме того, защищённые мониторы применяются и в промышленности, в том числе на стационарных объектах с минимальным обслуживанием.

Исходя из областей применения, можно представить требования к защищённым мониторам:

- стойкость к проникновению влаги и частиц внутрь корпуса;

- работоспособность при высоких и низких температурах;
- устойчивость к вибрации, падениям, ударам и другим видам механических воздействий;
- длительный жизненный цикл.

Технологии, применяемые в защищённых мониторах

Для создания защищённых мониторов применяются различные технологии отображения информации. Самые распространённые – это электролюминесцентные (ЭЛ) и жидкокристаллические (ЖК) дисплеи.

В ЭЛ-дисплеях (см. рис. 2) используется слой электролюминесцентного материала на основе люминофора (арсенида галлия), заключённый между двумя слоями проводников (тонким алюминиевым катодом и прозрачным электродом). При подаче на электроды переменного напряжения электролюминесцентный материал начинает светиться.

Недостатки ЭЛ-дисплеев – небольшая диагональ (до 10 дюймов), ограниченное количество цветов (как правило, они монохромные – жёлтые, хотя с помощью светофильтров мож-

но получить три цвета разных оттенков) и высокая стоимость.

ЖК-дисплеи (см. рис. 3) – наиболее распространённый тип современных дисплеев. Несмотря на то, что сегодня по этой технологии производится подавляющее большинство самых разнообразных полноцветных средств отображения информации, без принятия специальных мер такие дисплеи не подходят для работы в жёстких условиях эксплуатации. Дело в том, что при понижении температуры вязкость жидких кристаллов увеличивается; а при температуре ниже -40°C они и вовсе переходят в твёрдое состояние. Если контроллер подаст сигнал на холодный дисплей, управляющая электроника матрицы может быть повреждена. Поэтому в защищённых мониторах, как правило, применяется одно- или двухступенчатая система подогрева матрицы.

Промышленные мониторы Boser

Не секрет, что многие производители «защищённых» мониторов, стремясь сэкономить, выбирают обычные матрицы, не рассчитанные на жёсткие условия эксплуатации, комплектуют их обвязкой «офисного» уровня и устанавливают изделие в металлический корпус. В итоге получается «защищённый» монитор, который не способен даже включиться в условиях низких температур. Вот почему многие разработчики предпочитают закупать готовые защищённые мониторы, изготовитель которых гарантирует надёжную работу в самых сложных условиях.



Рис. 1. Применение защищённых мониторов



Рис. 2. Электролюминесцентный дисплей

Одним из новичков на российском рынке стала компания Boser (Тайвань), разрабатывающая и производящая решения для промышленности с 1986 г. Для соответствия жёстким требованиям к условиям эксплуатации в мониторах Boser используются только комплектующие промышленного класса. Управляющие платы покрыты конформным напылением, что позволяет использовать изделия в условиях повышенной влажности, а быстрый выход на рабочий режим обеспечивается дополнительным плёночным нагревателем.

Закладывать в конструкцию весь набор функций и максимальную устойчивость сразу ко всем воздействиям было бы весьма дорого и нерационально. Гораздо выгоднее использовать типовой конструктив с набором готовых опций – например, мониторы Boser могут оснащаться сенсорной панелью или поставяться в исполнении Open Frame (см. рис. 4). В том же случае, когда набора стандартных опций недостаточно, инженеры компании Boser всегда готовы внести необходимые изменения (иногда весьма глубокие) в типовые конструкции, а затем протестировать их на соответствие требованиям заказчика.

В таблице представлены параметры защищённых мониторов Boser с разными диагоналями.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИЩЁННЫХ МОНИТОРОВ BOSER

Защищённые мониторы Boser нашли применение во многих отраслях – в частности, на железнодорожном транспорте и в авиации – там, где виброустойчивость и способность постоянной работы в условиях низких температур являются важнейшими критериями.

Основные характеристики продукции Boser:

- устойчивая работа при низких температурах (до -50°C);
- высокая виброустойчивость;
- подсветка (один из наиболее уязвимых элементов) выполнена на основе светодиодов и обеспечивает высокую яркость и длительный срок службы монитора;
- степень защиты IP65 и выше;
- возможность глубокой доработки под требования заказчика.

Благодаря вышперечисленным параметрам защищённые мониторы Boser уверенно занимают новые позиции на российском рынке.

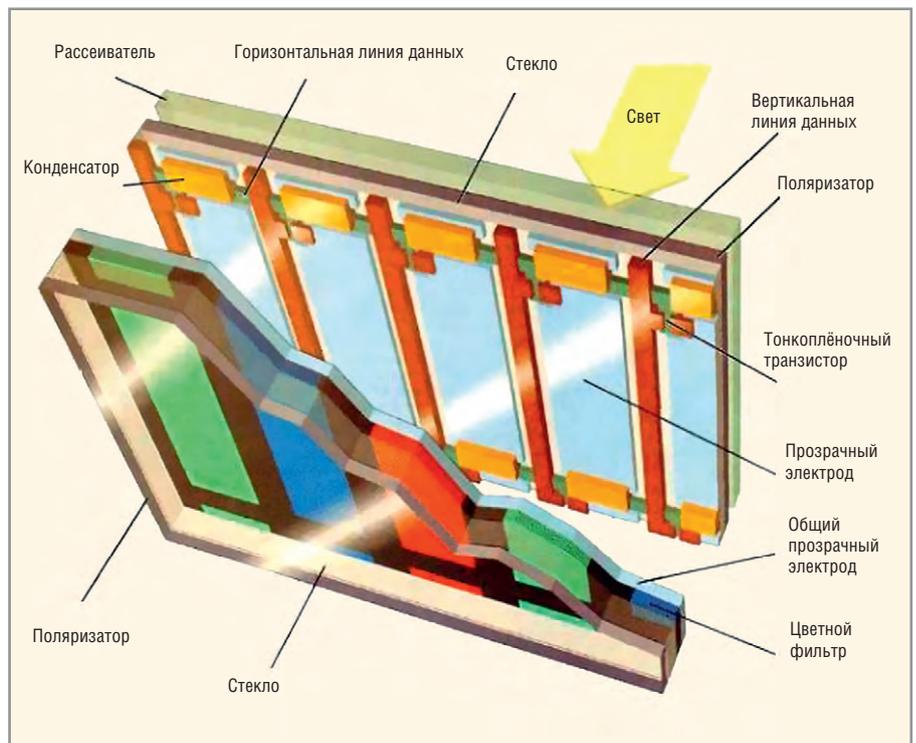


Рис. 3. Жидкокристаллический дисплей



Рис. 4. Защищённые мониторы Boser в корпусированном и Open Frame исполнении

Пример исполнения мониторов Boser

Параметры	Значения	
Диагональ, дюймы	12,1	8,4
Разрешение	1024 × 768	1280 × 1024
Яркость, кд/м ²	800	1000
Интерфейс	HDMI/VGA	DVI/VGA
Корпус	Алюминиевый, степень защиты IP65	
Рабочая температура, °C	-40...+50	-40...+60
Опции	5-проводной резистивный сенсорный экран; Open Frame версия	5-проводной резистивный сенсорный экран

Новости мира News of the World Новости мира

Новые 20–25 кВт силовые системы с жидкостным охлаждением

Компания Schaefer Inc. предлагает серию CPW-5700 источников питания AC/DC с выходными мощностями от 20 до 30 кВт, в которых для охлаждения компонентов применяется система жидкостного охлаждения.

Источники питания разработаны для применения в проектах, которые требуют надёжных и стойких к ударным воздействиям конструкций, соответствующих требованиям военных стандартов MIL-STD-901D / MIL-STD-810. Примерами некоторых применений являются промышленная автоматизация, системы связи, гидролокаторы, радары и другие.

Источники питания серии CPW-5700 предназначены для работы от трёхфазных сетей переменного тока 3×200 , 3×400 и 3×480 В (частота сети 47...400 Гц) и обеспечивают на выходе несколько диапазонов напряжений с номинальными значениями от 24 до 400 В. Основ-



ными свойствами являются коррекция коэффициента мощности, обеспечивающего суммарное значение коэффициента нелинейных искажений 3%, дистанционное включение/выключение, полная гальваническая развязка и широкий диапазон рабочих температур $-40...+75^{\circ}\text{C}$, высокое значение удельной мощности и соответствие требованиям стандарта MIL-STD-461 к уровню кондуктивных помех, а также полный комплект защитных функций от перегрузки по току, перенапряжений и сигналов аварийных состояний. Конструкции модулей могут быть легко установлены в 19" каркасы.

www.prosoft.ru

Названы полуфиналисты конкурса инженеров-нанотехнологов

Эксперты выбрали 15 полуфиналистов Всероссийского нанотехнологического инженерного конкурса, организованного Фондом инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП РОСНАНО). Жюри отметило проекты студентов и аспирантов в сфере медицины, фотовольтаики, 3D-печати, тонкоплёночных технологий и композитных материалов. Полуфинал конкурса прошел 28 октября 2015 г. в рамках Форума «Открытые инновации».

Нанотехнологический инженерный конкурс в этом году проводится впервые. Он является частью Всероссийского инженерного конкурса, организованного Министерством образования и науки Российской Федерации по поручению президента России Владимира Путина. Приём заявок на конкурс начался 7 сентября 2015 г., всего эксперты получили заявки от студентов и аспирантов из 29 вузов, живущих в 21 регионе России. Члены экспертного совета провели заоч-

TDK-Lambda

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



Поставка, гарантийный и постгарантийный сервис

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ TDK-LAMBDA

PROSOFT®

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



Новости мира News of the World Новости мира

ный отбор проектов и побеседовали с кандидатами по видеосвязи, а затем выбрали 15 полуфиналистов.

Участники полуфинала Всероссийского нанотехнологического инженерного конкурса представляют 10 городов России: Саранск, Воронеж, Ярославль, Долгопрудный, Новосибирск, Томск, Пенза, Самара, Санкт-Петербург и Москва.

28 октября 2015 г. на площадке Форума «Открытые инновации» полуфиналисты выступили с краткими презентациями своих разработок и ответили на вопросы жюри. Такой формат дал им возможность примерить на себя роль технологических предпринимателей и представить свои инновационные проекты потенциальным инвесторам в лице директоров наноцентров ФИОП РОСНАНО.

Шестеро конкурсантов вышли в финал, который состоится 25 ноября 2015 г. в Троицком наноцентре. Там в ходе очного отбора будут определены три победителя. Они получают возможность в течение двух недель стажироваться в наноцентрах,

использовать оборудование для проверки результатов исследований и консультироваться с ведущими экспертами в своей области.

В состав экспертного совета Всероссийского нанотехнологического инженерного конкурса входят инженеры, учёные, руководители высокотехнологичных компаний, директора наноцентров.

www.rusnano.com

Компания МТ-Системс – официальный дистрибьютор TDK-Epcos

Компания МТ-Системс подписала партнёрский договор с TDK-Epcos.

Корпорация TDK-Epcos образована 1 августа 2008 г. в результате покупки европейского бренда Epcos AG японским TDK и на сегодняшний день является крупнейшим производителем на рынке пассивных компонентов. Широкий ассортимент выпускаемой продукции позволяет применять компоненты TDK-Epcos во всех отраслях, включая ответственные применения.

Продуктовая линейка TDK-Epcos включает в себя:

- конденсаторы: керамические, плёночные и алюминиевые электролитические, ионисторы;
- трансформаторы, ферриты и аксессуары;
- силовые и сигнальные индуктивности и фильтры;
- газоразрядники, варисторы и термисторы;
- компоненты для компенсации реактивной мощности;
- беспроводные модули Wi-Fi и Bluetooth;
- накопители данных: промышленные SSD, карты памяти SD, microSD, CF, микросборки eSSD и контроллеры NAND Flash.

Появление в линейке компании сильного производителя пассивных продуктов даёт инженерам возможность применять в разработках самые качественные и совершенные компоненты, оперативно получать образцы и техническую поддержку.

www.mt-system.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

Цифровой измеритель-сигнализатор уровня освещённости

Павел Редькин (г. Ульяновск)

Статья содержит описание принципа действия и схемы построения цифрового оптико-электронного устройства, позволяющего измерять уровень освещённости в общепринятых единицах – люксах (лк) – без какой-либо пользовательской калибровки. Помимо этого устройство обеспечивает возможность многоканальной сигнализации при переходе значения освещённости через задаваемые пользователем границы. Устройство может быть использовано в качестве измерителя уровня освещённости в жилых и производственных помещениях, на рабочих местах, при фото- и видеосъёмке, а также в качестве управляющего контроллера для автоматического управления системами освещения.

Принцип действия и основные характеристики

В основе построения устройства лежит использование специализированного оптико-электронного цифрового датчика освещённости TSL2561, техническая информация о котором (datasheet) [1] доступна для загрузки с интернет-ресурса производителя [2].

Датчик TSL2561 интегрирует на кристалле два канала измерения интенсивности падающего излучения: канал 0 с откликом в широком участке спектра, включающем видимый и инфракрасный диапазоны, и канал 1 с откликом в более узком участке, включающем только инфракрасный диапазон. В каждом канале имеется свой первичный оптический датчик – фотодиод с соответствующим спектром отклика. Сигналы от фотодиодов каждого канала оцифровываются с помощью встроенных модулей АЦП, преобразование в которых запускается одновременно. Результаты АЦП в виде последовательных 16-разрядных слов дан-

ных могут быть выданы датчиком на внешнее устройство через последовательный интерфейс I²C. Выдача данных осуществляется с двойной буферизацией, чтобы гарантировать их целостность в случае, если запрос на чтение от внешнего устройства поступит до окончания текущего преобразования. Благодаря возможности программного задания коэффициента усиления аналоговых сигналов на входах АЦП и программного выбора времени аналого-цифрового преобразования динамический диапазон каждого из каналов датчика TSL2561 по входу составляет 1...1 000 000. Для повышения помехоустойчивости датчик снабжён встроенным режекторным фильтром пульсаций уровня освещённости с частотами модуляции 50/60 Гц. Функциональная схема TSL2561 изображена на рисунке 1.

На рисунке 2 приведена частотная характеристика датчика TSL2561, представляющая собой зависимость нормированных откликов (выходных сигна-

лов) фотодиодов обоих каналов датчика от длины волны падающего света. Нормирование откликов произведено по максимально возможному значению в канале 0, соответствующему длине волны около 650 нм.

Величина уровня освещённости в люксах (лк) падающего на датчик TSL2561 света не выдаётся им непосредственно, но может быть вычислена дополнительно по эмпирической формуле, использующей в качестве исходных данных значения с выходов АЦП обоих каналов датчика. Спектральная чувствительность и соотношение коэффициентов усиления каналов подобраны производителем датчика так, чтобы вычисление по указанной формуле в результате давало значение освещённости, максимально адаптированное к спектру чувствительности человеческого глаза. Вычисление уровня освещённости в люксах из исходных данных, поступающих от TSL2561, может быть возложено на управляющую программу микроконтроллера (МК) или персонального компьютера (ПК), к которому предполагается подключить датчик. Формула для вычисления приведена в технической информации [1]. Там же приводится и упрощённый алгоритмизированный вариант указанной формулы в виде готовой функции CalculateLux() на языке C. При использовании указанной формулы или функции для вычисления уровня освещённости в люксах никакой дополнительной калибровки устройства не требуется.

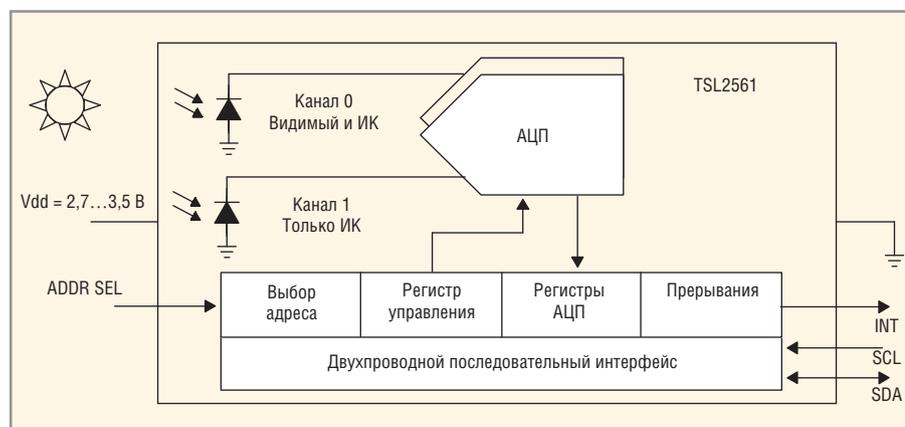


Рис. 1. Функциональная схема датчика освещённости TSL2561

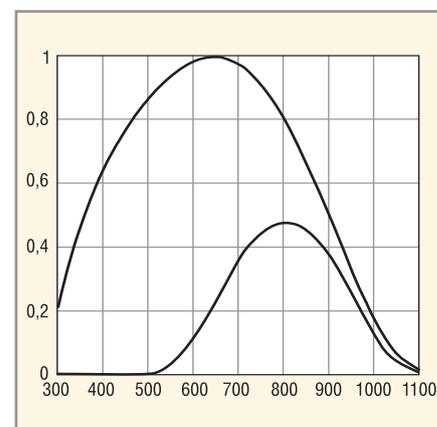


Рис. 2. Частотная характеристика датчика TSL2561

Датчик TSL2561 используется в измерителе в составе удобного для монтажа промышленного модуля-сборки Digital Light Sensor [3], поддерживающего стандарт конструктива Grove и содержащего помимо самого датчика стабилизатор питающего напряжения, цепи формирования сигналов последовательной шины I²C, используемой для передачи команд и данных, а также разъём питания и подключения по шине I²C к внешним устройствам. Внешний вид модуля показан на рисунке 3.

Функциональная схема всего устройства приведена на рисунке 4.

Измеритель состоит из центрального контроллера, который в качестве ведущего (master) устройства осуществляет обмен командами и данными по шине I²C с ведомым (slave) устройством – модулем Digital Light Sensor. Помимо этого, к центральному контроллеру подключены органы управления и индикации: кнопки, ЖКИ, светодиоды, звуковой излучатель. Центральный контроллер реализован на базе встраиваемого микроконтроллера (МК), выполняющего встроенную управляющую программу.

Измеритель имеет следующие потребительские характеристики:

- Диапазон измеряемой освещённости – 0...20 000 лк, разрешение – 1 лк. Значение верхней границы диапазона указано для солнечного света.

Для света от других источников это значение может отличаться от указанного.

- Напряжение питания – 4,5 В (батарея из трёх элементов по 1,5 В) или сетевой источник постоянного напряжения 8...15 В.
- Потребляемый от источника питания ток – 100 мА.
- Количество независимо программируемых выходов (каналов) сигнализации-управления – 3:
 - канал 1 – срабатывание (переход в активный уровень) при увеличении уровня освещённости выше заданного пользователем порога;
 - канал 2 – срабатывание (переход в активный уровень) при уменьшении уровня освещённости ниже заданного пользователем порога;
 - канал 3 – срабатывание (переход в активный уровень) при нахождении уровня освещённости в пределах некоторого диапазона, ограниченного заданными пользователем нижней и верхней границами.

Диапазон задания значения порога в каждом из каналов – 0...25 000 лк, разрешение – 1 лк. Задаваемые значения хранятся в энергонезависимой памяти EEPROM. Ресурс EEPROM – не менее 500 000 циклов стирания-записи.

Тип выходов для всех каналов – логические уровни, активный уровень – высокий (+3,3 В), максималь-

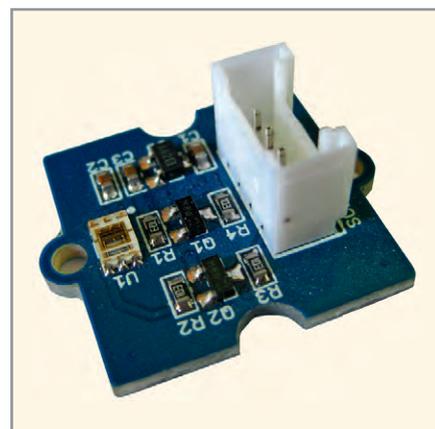


Рис. 3. Внешний вид модуля Digital Light Sensor

ный ток нагрузки каждого выхода – не более 12 мА.

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА И КОНСТРУКЦИЯ

Для аппаратной реализации устройства в качестве платформы был выбран недорогой микроконтроллерный модуль (отладочная плата) TE-TM4C123 [4] производства компании «Терраэлектроника». Модуль выполнен на основе МК TM4C123GH6PZI недавно анонсированного семейства TIVA компании Texas Instruments. Этот МК имеет процессорное ядро Cortex-M4, максимальную тактовую частоту 80 МГц, объём памяти FLASH – 256 К, SRAM – 32 К, EEPROM – 2 К и набор периферии, в который в числе прочего входят используемые

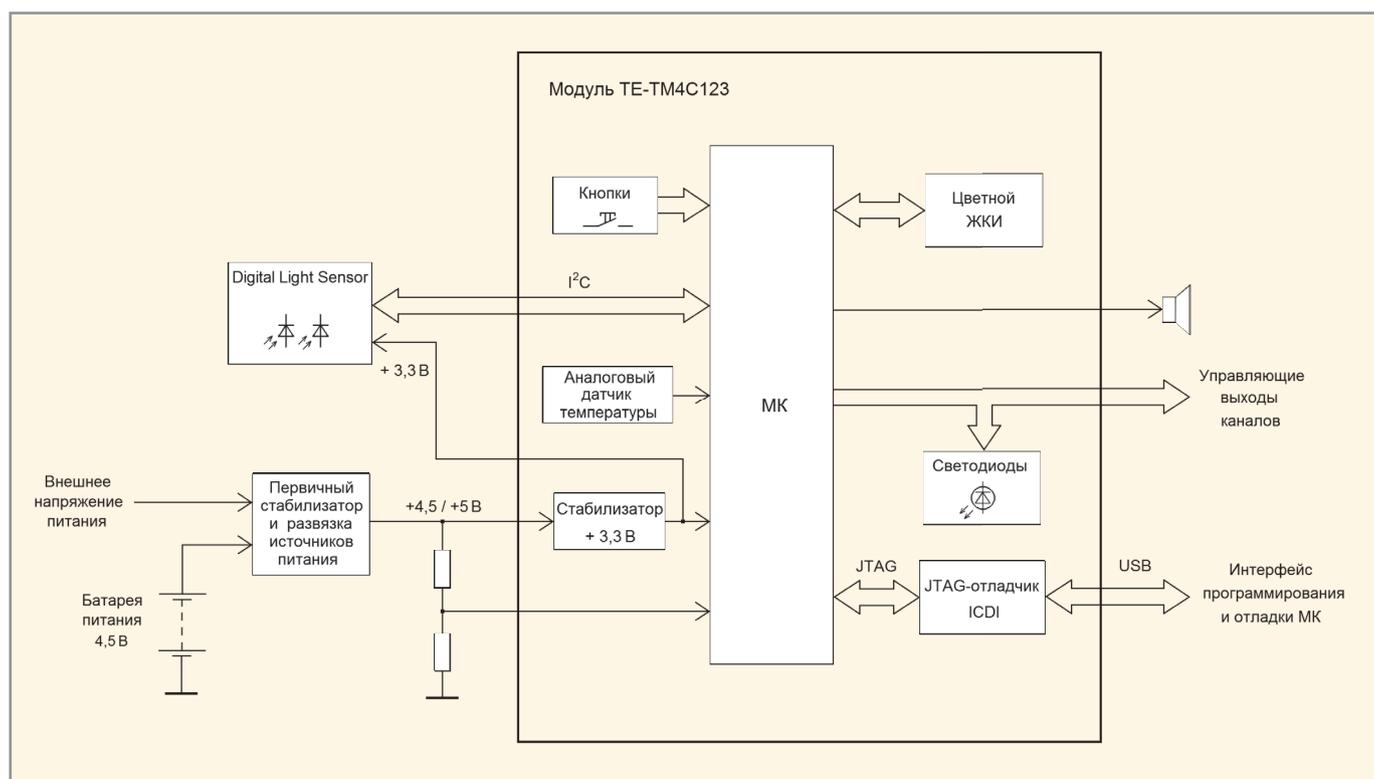


Рис. 4. Функциональная схема устройства

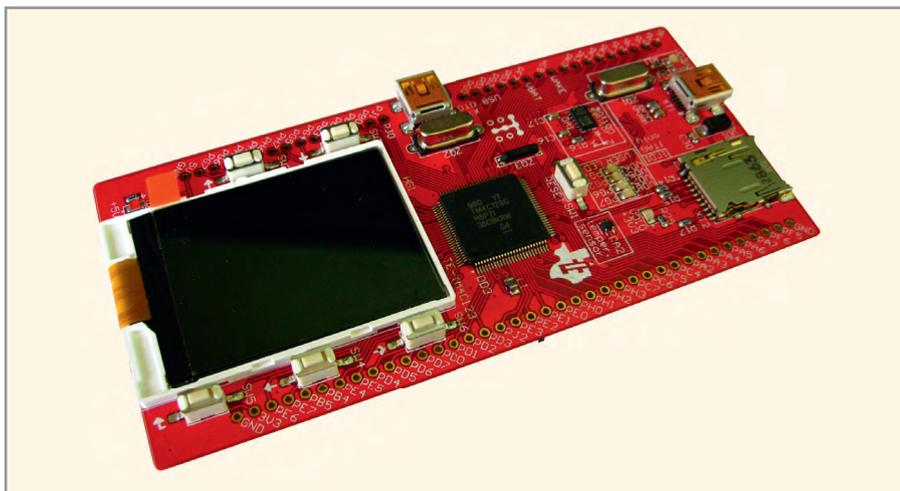


Рис. 5. Внешний вид модуля TE-TM4C123

в данном приложении блок 12-разрядного АЦП и 6 аппаратных интерфейсов I²C. Помимо МК модуль TE-TM4C123 также содержит набор периферийных узлов, необходимых для построения портативных устройств с традиционным пользовательским интерфейсом: цветной LCD-дисплей с диагональю 1,8" и разрешением 128 × 160 точек, четыре пользовательских светодиода и пять пользовательских кнопок. Все порты и линии ввода-вывода МК выведены на две линейки разъёмов на плате модуля. Программирование и отладка управляющей программы МК осуществляется с помощью встроенного в модуль JTAG-отладчика ICD1 с внешним интерфейсом USB. Линейные размеры платы модуля составляют 111 × 54 мм. Внешний вид модуля TE-TM4C123 показан на рисунке 5, а его принципиальная схема в виде pdf-файла доступна для свободного скачивания в Интернете [4]. Принципиальная схема всего устройства показана на рисунке 6.

Схема состоит из двух частей: модуль TE-TM4C123 (обведён на рисунке жирной рамкой) и внешние по отношению к нему цепи. Обозначения и нумерация элементов модуля TE-TM4C123 на рисунке соответствуют обозначениям и нумерации на его оригинальной принципиальной схеме. Номиналы пассивных элементов внутри модуля на схеме, представленной на рисунке 6, условно не обозначены. Также там не показаны цепи сброса и тактирования МК DD3, цепи и узлы периферии TE-TM4C123, не используемые в данном приложении, а также цепи JTAG-отладчика ICD1.

Обозначения и нумерация элементов внешних по отношению к модулю TE-TM4C123 цепей самостоятель-

ны и никак не связаны с обозначениями и нумерацией элементов модуля.

Внешнее питающее напряжение поступает на вход первичного стабилизатора DA2 через диод VD1, что предотвращает последствия его подачи с неправильной полярностью. На выходе стабилизатора включена сборка VD2 из двух диодов Шоттки с малым прямым падением напряжения, связывающая между собой выходное напряжение стабилизатора и напряжение батареи GB1 в случае её наличия. Таким образом, можно питать устройство от внешнего источника без риска разрядить батарею. Напряжение +5 В с выхода стабилизатора или +4,5 В от батареи через VD2 поступает на вход встроенного стабилизатора +3,3 В модуля TE-TM4C123. Напряжением с выхода этого стабилизатора питаются МК DD3, ЖКИ HG1 и аналоговый датчик температуры DA2. Этим же напряжением, снимаемым с контакта «3V3» разъёма модуля TE-TM4C123, питается модуль датчика освещённости Digital Light Sensor DA1. Предложенная схема питания позволяет использовать сигнализатор как в качестве портативного носимого устройства с автономным питанием, так и в качестве стационарного контроллера с внешним питанием и резервной батареей.

С помощью делителя R3–R5, C7 формируется контрольное измеряемое напряжение, равное одной трети напряжения питания. Оно подаётся на один из входов АЦП МК DD3. При работе устройства это напряжение периодически измеряется, его значение пересчитывается управляющей программой в вольты, умножается на три и выводится на ЖКИ. При этом в качестве опорного для АЦП служит напряжение питания

МК +3,3 В. Таким образом, пользователь может постоянно контролировать степень разряда батареи. Помимо измерения напряжения питания АЦП с такой же периодичностью измеряет напряжение с выхода аналогового датчика температуры DA2, которое программа пересчитывает в градусы Цельсия и также выводит на ЖКИ. Заметим, что в данном приложении измерение температуры – просто бонус к основной функции устройства. Его реализация не влечёт никаких дополнительных затрат, поскольку датчик температуры LMT89DCK входит в набор предустановленной периферии модуля TE-TM4C123.

Резисторы R1 и R2 для шины I²C являются «подтягивающими» к плюсу питания. Хотя в модуле Digital Light Sensor на шине имеются свои «подтягивающие» резисторы сопротивлением 10 кОм, практика работы с устройством показала, что при задающей частоте 400 кГц шина I²C без дополнительных внешних резисторов может работать неустойчиво.

Управление измерителем осуществляется с помощью штатных кнопок SW3–SW6 модуля TE-TM4C123. Подключённый к модулю внешний звуковой пьезоизлучатель BQ1 «озвучивает» нажатия на кнопки, запись пользовательских констант в EEPROM, а также моменты срабатывания (смены уровней выходов) всех каналов сигнализации-управления. Текущий уровень в каждом канале индицируется соответствующим светодиодом VD5, VD7, VD8: активному (высокому) уровню соответствует горящий светодиод. Светодиод VD6 постоянно мигает с частотой около 1 Гц, указывая на нормальную работу управляющей программы.

В авторском варианте корпус для устройства не изготавливался, а разработка-отладка схемотехники и управляющей программы производилась на рабочем макете. Внешний вид макета устройства показан на рисунке 7.

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

Управляющая программа МК обеспечивает обмен командами/данными с модулем датчика Digital Light Sensor, обработку принятых от датчика результатов измерений, вычисление значения освещённости в люксах, вывод его на ЖКИ, сравнение его с заданными пользователем порогами срабатывания каналов, хранящихся в EEPROM, принятие решения по результатам этого сравнения, управле-

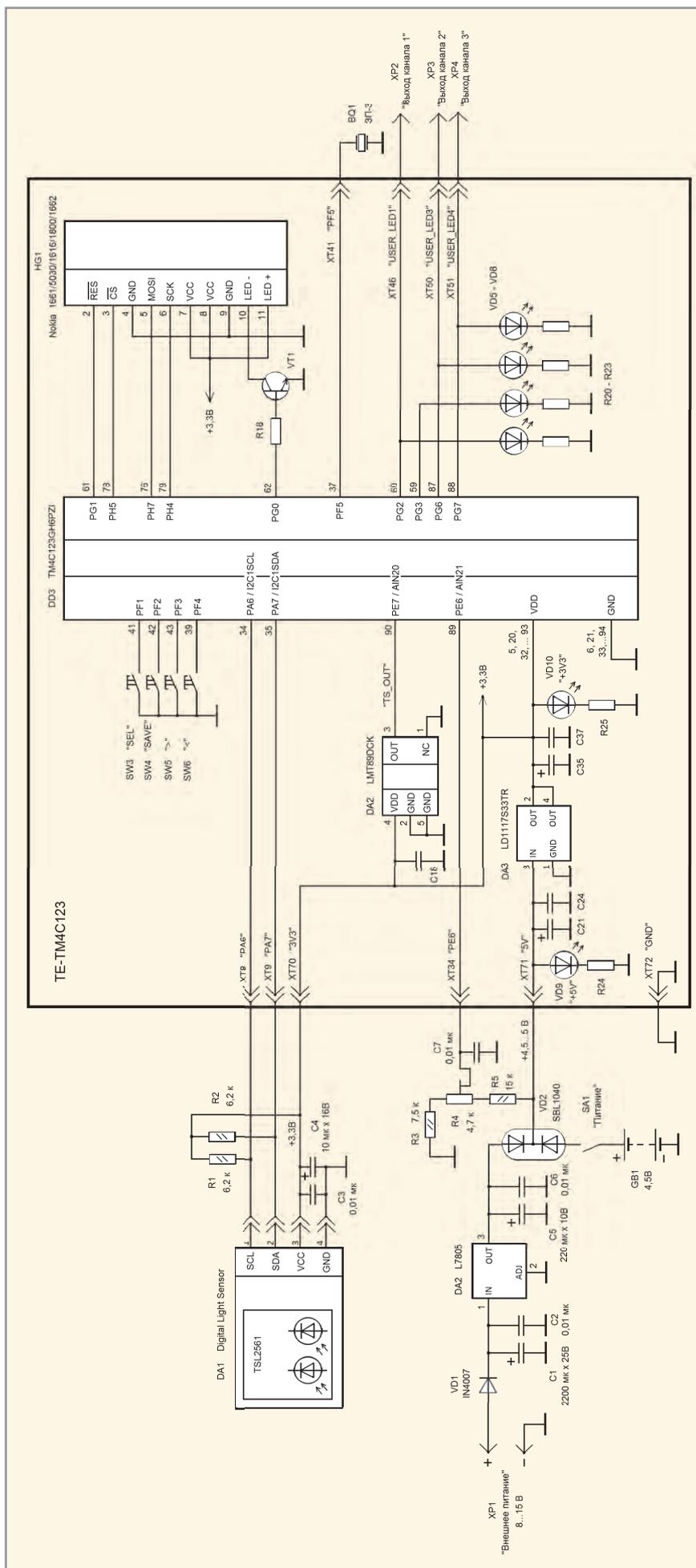


Рис. 6. Принципиальная схема устройства

ние выходами каналов, опрос кнопок управления, формирование аудиосигналов, измерение напряжений с помощью АЦП, вычисление и вывод на ЖКИ значений температуры и напряжения питания, а также решает другие более мелкие задачи.

После включения питания и инициализации процессорного ядра и используемых в данном приложении периферийных узлов МК (аппаратный модуль I2C1, таймер системных сигналов времени SysTick, EEPROM) программа производит тестирование модуля Digital Light Sensor путём записи значения 03 в командный регистр REG_CTL датчика TSL2561 и последующего чтения этого регистра. Как сказано в технической информации [1], если чтение командного регистра возвращает то же самое значение 03, то можно считать, что цифровая часть датчика функционирует корректно. Результат чтения регистра REG_CTL программа выводит на ЖКИ. Затем программа производит инициализацию датчика TSL2561 модуля Digital Light Sensor, задавая с помощью команд управления его основные настройки: режим выполнения АЦП, длительность цикла АЦП, коэффициент аналогового усиления входных сигналов. Записываемые в соответствующие рабочие регистры TSL2561 значения сразу же читаются программой из датчика обратно и выводятся на ЖКИ. Таким образом, пользователь может визуально контролировать исправность датчика и результат его инициализации. Процесс инициализации длится несколько секунд и сопровождается звуковыми сигналами пьезоэлемента BQ1. Выведенный на ЖКИ набор значений регистров Digital Light Sensor, соответствующий исправному датчику и успешному завершению инициализации периферии МК, показан на рисунке 8а.

Обмен командами/данными МК с модулем датчика Digital Light Sensor осуществляется в программе с помощью функции записи N байт в ведомое устройство WR_N_byte_Slave_I2C() и функции чтения K байт из ведомого устройства RD_K_byte_Slave_I2C(). Указанные функции инициируют процесс обмена по шине I²C для аппаратного модуля I2C1 МК. Согласно описанию TSL2561 [1], чтение данных из него может осуществляться побайтно, пословно или блочно, то есть сразу всего массива данных. В нашем случае используется пословное чтение, реализуемое функцией READ_TSL2561_ADC_WORD().

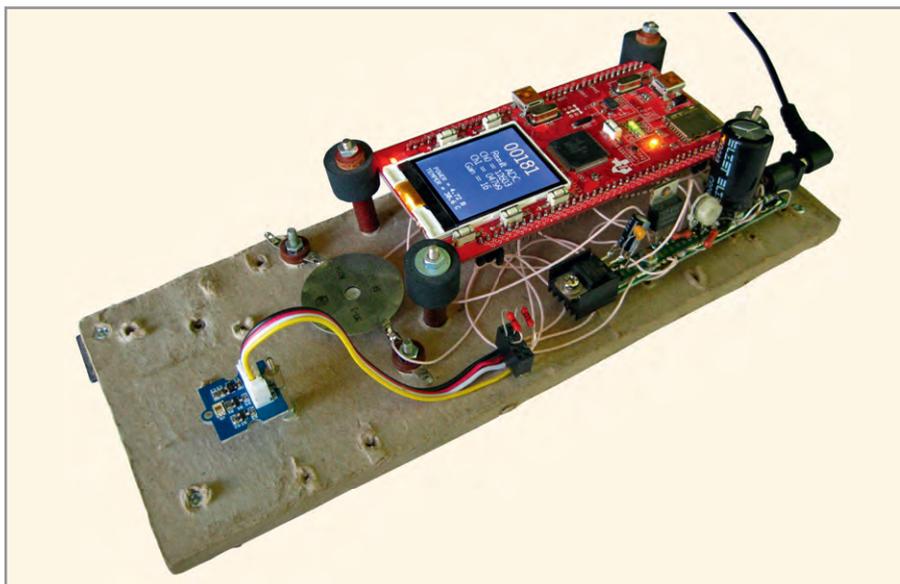


Рис. 7. Внешний вид макета устройства

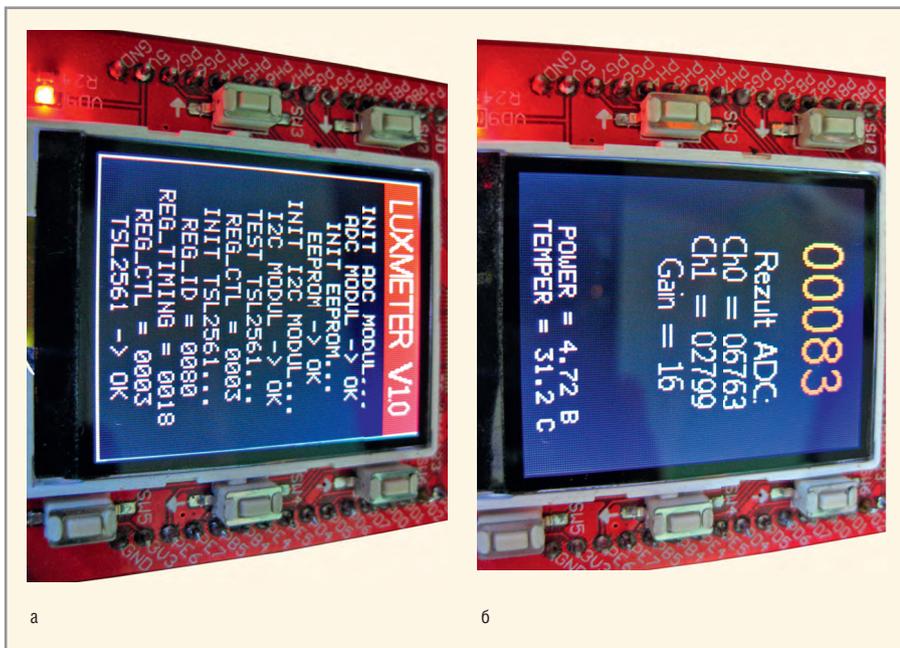


Рис. 8. Отображаемая на ЖКИ информация: а – соответствующая успешной инициализации модуля Digital Light Sensor и периферии МК; б – в основном рабочем режиме измерителя

После завершения инициализации модуля датчика Digital Light Sensor и периферии МК устройство автоматически переходит в основной рабочий режим, в котором осуществляется периодическое чтение из датчика результатов измерений обоих оптических каналов, вычисление из полученных данных значения уровня текущей освещённости в люксах и вывод его на ЖКИ в виде пятизначного числа крупным шрифтом в верхней строке экрана. Менее крупным шрифтом на ЖКИ выводится вспомогательная информация: значения результатов АЦП для обоих каналов (Ch0 = XXXXX, Ch1 = XXXXX), значение аналогового усиления датчика (Gain = XX), как показано на рисунке 8б.

В зависимости от текущего уровня освещённости аналоговое усиление адаптивно подстраивается программой под этот уровень, чтобы, пока это возможно, не допускать переполнения регистров результата АЦП. Если при минимальном усилении (Gain = 01) всё же происходит переполнение АЦП хотя бы в одном из оптических каналов, на ЖКИ выводится надпись «OVERFLOW», а отображаемое значение освещённости в люксах заменяется прочерками. Заметим, что датчик TSL2561 имеет аппаратный выход прерываний INT, который удобно было бы использовать для оповещения МК об окончании текущего преобразования. К сожалению, в модуле Digital

Light Sensor этот выход датчика не выведен на разъём, поэтому в данном приложении управляющая программа просто производит чтение данных измерений из Digital Light Sensor каждые 500 мс. Периодичность преобразований в датчике при этом задана равной 400 мс. Поскольку в датчике реализована двойная буферизация выхода, полученные данные всегда достоверны.

Помимо основного рабочего режима в устройстве имеются ещё четыре вспомогательных режима индикации-задания пользовательских констант – порогов срабатывания каналов управления-сигнализации: порога максимума для канала 1 (константа MAX LIMIT), порога минимума для канала 2 (константа MIN LIMIT), порога максимума полосы для канала 3 (константа MAX LIMIT BAND), порога минимума полосы для канала 3 (константа MIN LIMIT BAND). Перемещения между всеми режимами осуществляется по кольцу с помощью кнопки SW3 «SEL». Измерение уровня освещённости во вспомогательных режимах устройство не осуществляет. При переходе в каждый из этих режимов на экране отображается название константы и её значение, выгруженное из EEPROM, о чём свидетельствует надпись «EEPROM» в нижней строке ЖКИ. Как только пользователь начинает модифицировать отображаемое значение константы, надпись «EEPROM» на экране заменяется надписью «Changed». Модификация отображаемых на ЖКИ значений порогов осуществляется с помощью кнопок SW5 «>» и SW6 «<». При однократном нажатии на кнопку SW5/SW6 значение увеличивается/уменьшается на единицу. Если нажать и удерживать нажатой кнопку SW5/SW6 больше одной секунды, то значение начнёт автоматически увеличиваться/уменьшаться с большой скоростью, пока удерживается кнопка. Таким способом достаточно удобно реализуется быстрое задание больших значений порогов. Установленное кнопками SW5, SW6 значение порога не станет активным (не вступит в силу), пока не будет записано в EEPROM. Запись в EEPROM осуществляется нажатием на кнопку SW4 «SAVE». Успешное завершение записи индицируется заставкой на ЖКИ «SAVE EEPROM» и сопровождается тройным звуковым сигналом. Запись значений порогов в EEPROM органи-

зована в программе с помощью функции EEPROM_Data_Prog_LIM().

Заметим, что при первом включении устройства память EEPROM МК пуста, там ещё не содержатся пользовательские значения порогов. Управляющая программа «узнает» об этом перед переходом в основной пользовательский режим путём чтения контрольной ячейки-«маячка», расположенной в EEPROM по адресу EEPROM_ADDR_Start. Если по этому адресу программа считывает значение, отличное от константы VALID_DATA, то далее она начинает использовать в качестве активных значений порогов жёстко заданные по умолчанию константы, прописанные в исходном коде: LIMIT_MAX_DEF=5000, LIMIT_MIN_DEF=100, LIMIT_BAND_MAX_DEF=2000, LIMIT_BAND_MIN_DEF=1000. Однако после первой же записи пользователем в EEPROM хотя бы одного значения порога содержимое контрольной ячейки-«маячка» автоматически модифицируется значением VALID_DATA. Заметим, что в EEPROM каждый раз записывается не единственное модифицированное пользователем значение, а блок данных, состоящий из всех активных на текущий момент значений порогов. При следующих включениях питания программа уже начинает использовать в качестве активных значений считанные из EEPROM величины.

Момент перехода текущим уровнем освещённости через любое из значений порогов, записанных в EEPROM, сопровождается сменой состояния выхода соответствующего канала (зажиганием или гашением подключённого к нему светодиода) и однократным длинным звуковым сигналом. Необходимо заметить, что каналы не обладают эффектом триггерного «защёлкивания» своих состояний.

В случае если при эксплуатации устройства срабатывание какого-либо из каналов не требуется в принципе, рекомендуется поступить следующим образом. Значение порога в канале можно задать:

- заведомо большим любого возможного максимума, например, 25 000 для границы канала 1, нижней и верхней границ канала 3;
- равным 0 для границы канала 2, нижней и верхней границ канала 3.

Исходный текст управляющей программы версии 1.0 (и файл «прошивки» Flash-памяти МК) содержится в каталоге проекта Lux_I2C, архив которого

доступен на сайте журнала «Современная электроника» в дополнительных материалах к данной статье. Проект был подготовлен и отлажен в интегрированной среде разработки IDE μ Vision4 V4.72 от Keil Software. Программирование и отладка управляющей программы МК производились с помощью встроенного JTAG-отладчика ICD1.

НАЛАДКА И РЕГУЛИРОВКА

Правильно собранное устройство с запрограммированным МК начинает работать сразу и в наладке не нуждается. После первого включения питания и завершения начального тестирования необходимо убедиться в идентичности отображаемой на экране картинки изображению, показанному на рисунке 8а. Заметим, что значение регистра идентификатора REG_ID датчика TSL2561 существенной роли не играет и для разных версий датчика может отличаться от показанного на рисунке. Затем, когда измеритель перейдёт в основной пользовательский режим и на экране отобразится значение уровня освещённости в люксах, необходимо убедиться, что оно меняется сообразно степени освещённости лицевой поверхности датчика TSL2561. Также следует убедиться, что при полном затемнении датчика показания ЖКИ стремятся к нулю, проконтролировать адаптивную подстройку усиления (от Gain = 01 до Gain = 16)

при изменении степени освещённости вплоть до наступления состояния переполнения АЦП. По опыту работы с устройством было установлено, что при освещении солнечным светом его пограничные показания перед переполнением АЦП составляют около 20 000 лк. Однако это значение может существенно меняться в зависимости от конкретного спектрального состава излучения.

Далее следует убедиться в корректном срабатывании всех каналов управления-сигнализации, а также проверить возможность задания кнопками и сохранения пользовательских значений порогов в EEPROM.

В качестве регулировочной следует проделать только одну аппаратную операцию. Предварительно измерив цифровым вольтметром питающее напряжение в средней точке диодной сборки VD2, необходимо в основном рабочем режиме устройства с помощью подстроечного резистора R4 выставить это измеренное значение на экране ЖКИ в строке «POWER = X,XX В».

ЛИТЕРАТУРА

1. TSL2560, TSL2561 Light-to-Digital Converter. TAOS059Q. 2009. November.
2. www.ams.com/eng/Light-to-Digital.
3. www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_Digital_Light_Sensor.
4. www.terraelectronica.ru/catalog_info.php?CODE=1210657.





IF/RF & Microwave Design
advantex

LCS-20M

Синтезатор частот

Диапазон частот: **10 ГГц .. 20 ГГц**
 Шаг перестройки: **5 МГц**
 Уровень ПСС: менее **-80 дБн**
 Уровень фазового шума на отстройке **10 кГц @ 10 ГГц: -100 дБн/Гц**

Время перестройки:
 шаг 100 МГц: **2 мкс**
 во всем диапазоне: **150 мкс**

Выходная мощность: **3±2 дБм**

Интерфейс управления: **RS-485, 921600 бит/сек**

Габаритные размеры: **91x66x13 мм**



Герметичное корпусирование

Сделано в России

www.advantex.ru
info@advantex.ru

Сравнение методик согласования импедансов при проектировании усилителей

Стив Дудкевич, Марк Шульц Тенберг,
Джампьеро Эспозито, Maury Microwave Corp.
и Трэвис Барбьери, Freescale Semiconductor

Перевод: Елена Кириленко

В статье рассматриваются различные типы усилителей, что необходимо для определения того, в каких случаях стоит реализовывать согласование на гармониках, а в каких – нет. Также в статье приводятся различные методологии гармонических измерений harmonic Load-Pull, используемых при проектировании усилителей.

Современные телекоммуникационные системы, как коммерческие, так и военные, требуют постоянного улучшения показателей выходной мощности, КПД, линейности и рабочего диапазона частот. Для этого в процессе проектирования внутренних компонентов систем необходимо уделять дополнительное внимание малошумящим усилителям и усилителям мощности.

С целью достижения высоких значений КПД были проведены серьёзные исследования в области согласования импедансов нагрузки на одной или нескольких гармониках. Равнозначные усилия были затрачены на разработку коммерческой измерительной системы, получившей название harmonic Load-Pull (далее Load-Pull), которая сможет помочь в определении идеальных согласующих импедансов на основной частоте и на гармониках для улучшения выходных характеристик.

Перед началом процесса проектирования необходимо выяснить, требуется ли системе усилитель с согласованием на гармонических частотах? Если да, то какой тип был бы предпочтительнее?

СОГЛАСОВАНИЕ ИМПЕДАНСА НА ГАРМОНИКАХ И ЕГО РОЛЬ В ПРОЕКТИРОВАНИИ УСИЛИТЕЛЕЙ

Усилители мощности (УМ) проектируются для широкого спектра задач, поэтому разработчикам приходится иметь дело как с линейными усилителями класса «А», так и с нелинейными. Таким образом, некоторые УМ проектируются на несогласованных транзисторах, другие на полностью согласованных компонентах. А необходимость согласования на гармониках определя-

ется целями проектирования и типом используемого транзистора.

Усилители, работающие в линейном режиме, не генерируют сигналы на гармонических частотах, и, соответственно, мощность на выходе таких устройств прямо пропорциональна мощности на входе. Поскольку мощности на гармонических частотах нет, то и согласование на них не будет влиять на характеристики всего устройства. Существует множество математических методов, использующих S-параметры для определения оптимального импеданса на входе и выходе транзистора [1, 2]. Для нахождения идеального согласующего импеданса для заданной добротности в качестве альтернативы можно использовать измерительную систему Load-Pull на основной частоте.

Современные коммерческие и военные радиотехнические системы порой должны функционировать в диапазоне нескольких октав или в декаде для того, чтобы удовлетворить требованиям по ширине спектра. Таким образом, широкополосные усилители являются критическим элементом радиотехнических и радиолокационных систем, которые зачастую определяют выходную мощность и стабильность коэффициента усиления во всём рабочем диапазоне частот. При проектировании УМ согласование на основной частоте определяет выходную мощность и коэффициент усиления. В случае проектирования широкополосного УМ идеальный согласующий импеданс должен быть вычислен для множества поддиапазонов всей рабочей полосы частот, а синтезированная согласующая цепь должна обеспечивать требуемый широкополосный отклик. При

таком согласовании высока вероятность того, что гармонические составляющие нижних частот рабочего диапазона совпадут с его средними или высокими частотами. Когда происходит такое совпадение, возможности независимого согласования гармонических импедансов для каждой несущей частоты практически нет [3, 4].

Рассмотрим в качестве примера проектирование широкополосного УМ, работающего в диапазоне частот от 3,1 до 10,6 ГГц. Теоретически для основной частоты 3,1 ГГц усилитель класса F требует нагрузки КЗ (короткое замыкание) на второй гармонике 6,2 ГГц и ХХ (холостой ход) на третьей гармонике 9,3 ГГц. Однако частоты 6,2 ГГц и 9,3 ГГц являются также и основными частотами для рабочего диапазона данного УМ и нагрузки КЗ и ХХ могут значительно ухудшить характеристики усилителя.

Коммерческие транзисторы доступны на рынке от множества производителей, с разным уровнем согласования. Несогласованные транзисторы могут быть настроены на получение максимальных характеристик на заданной частоте, уровне мощности и смещении. Достигается это путём определения оптимальных нагрузочных условий на основной частоте и, в случае необходимости, на гармониках. Для предсогласованных и полностью согласованных компонентов возможность существенно изменить импеданс, представленный уже корпусированному устройству с уже имеющейся согласующей цепью, значительно снижается. Предсогласованные и согласованные транзисторы в основном предлагаются с уже встроенным согласованием на гармонических частотах, предусмотренным для определённых применений. Например, для проектирования базовых станций. Таким образом, преимущества представления дополнительного согласования на гармониках вне корпуса устройства в данном случае исключаются.

На рисунке 1 показаны результаты гармонических измерений Load-Pull для транзистора Freescale LDMOS, с интегрированным согласованием на гармониках, работающего в классе F на частоте 960 МГц с напряжением смещения $V_{dd} = 28$ В, $I_{dq} = 300$ мА и выходной мощностью 35 Вт при 1 дБ компрессии коэффициента усиления. Видно, что изменение импеданса на гармониках по всей диаграмме Смита не влечёт за собой увеличения или каких-либо тенденций к улучшению КПД.

Согласование импеданса на гармониках становится критичным при проектировании высокоэффективных УМ, функционирующих в условиях компрессии или насыщения. В таких условиях транзистор будет работать в глубоко нелинейном режиме, а значит будет генерировать мощность на одной или нескольких гармонических частотах. Для подобных режимов достижимо функционирование транзисторов в современных классах работы (E, F, G, J и их инверсных режимах) путём идеального согласования на гармониках.

В основном, когда вследствие компрессии присутствует мощность на гар-

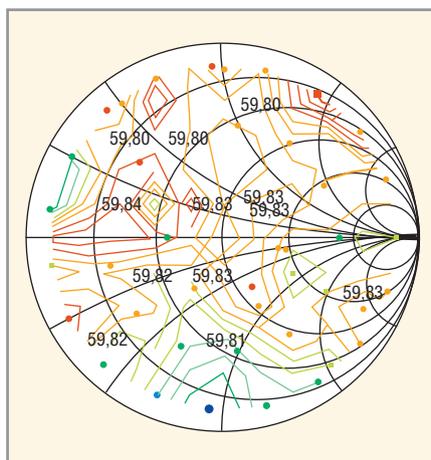


Рис. 1. Load-Pull контуры КПД на f_0 для нагруженного транзистора

монических частотах, улучшить показатели КПД возможно через отражение энергии обратно в направлении к транзистору, что имеет место при амплитуде отражения $|Γ|$, близкой к единице с соответствующим значением фазы (зависящим от плоскости сечения, в которой проводились измерения) [5–8].

На рисунке 2 показано изменение КПД GaN-транзистора на частоте

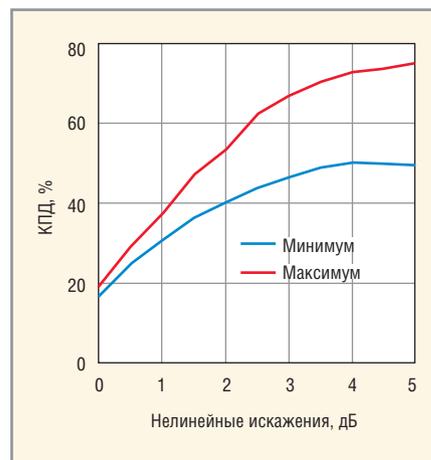


Рис. 2. КПД как функция компрессии усиления с согласованием на гармониках

2,5 ГГц в зависимости от уровня компрессии: от 0 дБ (малосигнальный, практически линейный режим работы) до 5 дБ (глубокая компрессия, близкая к насыщению). На рисунке 2 представлены два случая согласования на гармонических частотах – минимальное и максимальное. Влияние согласования на гармониках, а именно на значение КПД, возрастает вместе с ростом выходной мощности на этих частотах.




Ручные цифровые осциллографы U1610A и U1620A

- Первые в мире ручные цифровые осциллографы с тремя режимами визуализации: в помещениях, вне помещений и в ночное время
- Цветной жидкокристаллический VGA TFT дисплей высокого разрешения с диагональю 5,7 дюймов (14,5 см) с широкими углами обзора
- Безупречная целостность сигнала благодаря высокой частоте дискретизации и большой глубине памяти
- Время автономной работы до 3 часов
- Полнофункциональный цифровой мультиметр с разрешением 10000 отсчетов и возможностью измерений емкости и частоты
- Изолированные каналы для поиска неисправностей в сигналах высокого напряжения

	U1610A	U1620A
Полоса пропускания	100 МГц	200 МГц
Частота дискретизации (real time)	1 Гвыб/с (500 Мвыб/с на канал)	2 Гвыб/с (1 Гвыб/с на канал)
Кол-во каналов	2	2
Длина записи данных в памяти	120 Квыб / канал (60 Квыб / канал при работе 2-х каналов)	2 Мвыб / канал (1 Мвыб / канал при работе 2-х каналов)
Время нарастания	3,5 нс	1,75 нс
Развертка времени	5 нс...50 с/дел.	2 нс...50 с/дел.
Интерфейсы	USB	USB
Вес	2,5 кг	2,5 кг

Утвержденные типы средств измерений.

«ЭрисКом» - официальный дистрибьютор Keysight Technologies в России.

Тел./Факс: +7 (499) 218-2353
www.eriscom.ru / info@eriscom.ru

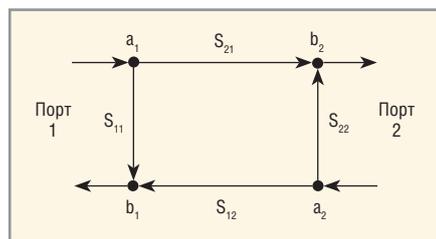


Рис. 3. Двухполюсник, определённый S-параметрами и волнами a и b

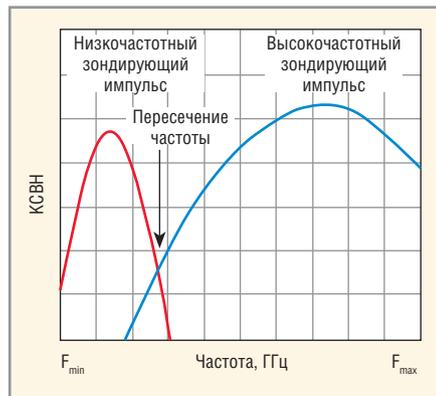


Рис. 4. Типовой широкополосный отклик зондов пассивного импедансного тюнера

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ Load-Pull

Гармонические измерения Load-Pull существуют уже десятилетия, с момента изобретения техник активного Load-Pull с закрытым и открытым контурами согласования в 1979–1990 гг. [9, 10]. В то время данным системам были присущи проблемы устойчивости и обработки данных, что ограничивало их коммерческое применение. В 1990-е гг. для гармонических измерений Load-Pull использовались пассивные механические тюнеры. Осуществлялись такие измерения путём параллельного включения тюнеров с использованием мультиплексов, или же каскадированием тюнеров и применением продвинутого математического аппарата [12]. Как и в случаях всех пассивных систем, амплитуда потенциально возможного коэффициента отражения в сечении тестируемого устройства была ограничена диапазоном согласования тюнера и потерями в СВЧ-тракте.

В 2000–2010 гг. стали появляться современные измерительные системы активного Load-Pull с открытым контуром согласования. Таким образом удалось усовершенствовать более ранние системы активного Load-Pull и преодолеть ограничения пассивных систем [13]. Любая измерительная система, будь то пассивная гармо-

ническая, активная гармоническая или гибридно-активная, имеет свои преимущества и недостатки. Основными моментами, которые различают между собой техники реализации измерений Load-Pull, являются: метод измерения, максимально возможный коэффициент отражения в сечении тестируемого устройства, методология управления импедансом на гармониках, точность и скорость согласования и, конечно же, стоимость всей системы.

Измерительные системы Load-Pull могут базироваться на скалярных или векторных измерениях СВЧ-волн. Скалярные системы используют ваттметр или анализатор спектра для измерения скалярных значений сигнала, которые затем пересчитываются в сечение тестируемого компонента (процедура де-эмбединга). Векторные системы базируются на векторном анализаторе цепей, калибруемым в сечении тестируемого компонента для того, чтобы затем напрямую измерять векторы падающей и отражённой волн (a и b соответственно), что даёт более точные результаты и не требует де-эмбединга. Затем из полученных значений рассчитываются качественные характеристики. Двухполюсник, определяемый S-параметрами и волнами a и b, показан на рисунке 3. Пассивный Load-Pull может быть реализован как в виде скалярной системы (измерения с помощью ваттметра), так и в виде векторной системы (измерения векторными приёмниками анализатора цепей), в то время как активный Load-Pull требует обязательного наличия векторных приёмников для измерений волн a и b и определения импеданса, представленного тестируемому компоненту.

Пассивные импедансные тюнеры по своей природе являются широкополосными устройствами. Это означает, что согласующий элемент (зонд) внутри тюнера создаёт широкополосную серию отражённых волн, которая, вероятно, затрагивает несколько гармонических частот, как показано на рисунке 4. С одним согласующим элементом возможно контролировать импеданс на одной частоте, в то время как тюнер будет представлять широкополосный ряд импедансов на более высоких частотах, включающих гармоники. При каскадировании согласующих элементов внутри одного тюнера или при каскадировании нескольких тюнеров с одним зондом возможно

управлять импедансом на энном количестве частот (где n – количество зондов). То есть тюнер с двумя зондами может управлять импедансами на двух частотах, и так далее [12].

В традиционной скалярной гармонической системе Load-Pull, подразумевающей каскадирование импедансных тюнеров, максимально достижимая амплитуда на любой частоте есть сумма отражений каждого элемента минус потери в СВЧ-тракте между тюнерами и тестируемым устройством, таким образом $R_L(TU) = R_L(\text{тюнер}) + R_L(\text{соединения})$. В типичной установке с 50-омной оснасткой на частоте 2,5 ГГц реально достижимым значением коэффициента отражения на основной частоте будет $|\Gamma_j| = 0,93$, на второй гармонике отражение будет равно $|\Gamma_j| = 0,9$.

В современных векторных пассивных измерительных системах Load-Pull между импедансным тюнером и тестируемым устройством (тестируемым транзистором, ТУ) добавлены двунаправленные ответвители, которые увеличивают потери в СВЧ-тракте (R_L) и, следовательно, снижают максимально возможное отражение до 0,91 на основной частоте и до 0,85 на второй гармонике. Измерительные системы активного Load-Pull с открытым контуром согласования могут заменить пассивные импедансные тюнеры на цепь активного согласования, состоящую из источника СВЧ-сигнала с контролируемой амплитудой и фазой. Вместо использования пассивного тюнера для отражения сигнала ТУ, СВЧ-генератор создаёт новый сигнал, который подаётся на выход ТУ, формируя требуемое отражение $\Gamma_L = a_2 / b_2$.

В гибридно-активной системе Load-Pull, использующей пассивный тюнер для управления импедансом на основной частоте и активные цепи для согласования на гармониках, реальным достижимым значением коэффициента отражения на основной частоте будет $|\Gamma_j| = 0,86 / 0,91$, в то время как на второй гармонике возможно представить отражения $|\Gamma_j| > 1$ (ограниченные лишь подаваемой на выход ТУ мощностью).

Полностью активная измерительная система Load-Pull не имеет ограничений по амплитуде коэффициента отражения на любой частоте, на которой цепь активного согласования может представить достаточную мощность для удовлетворения условия $\Gamma_L = a_2 / b_2$.

Важно помнить, что с ростом частоты собственные потери в СВЧ-тракте растут и, следовательно, диапазон согласования пассивной системы уменьшается. На рисунке 5 сравниваются амплитуды максимального коэффициента отражения для различных методик гармонического Load-Pull при $f_0 = 2,5$ ГГц.

Системы активного Load-Pull используют как векторные приёмники, так и встроенные источники СВЧ-сигнала в анализаторах цепей для формирования активной цепи согласования. Векторный анализатор цепи (ВАЦ) измеряет волны a и b , программное обеспечение рассчитывает результирующий сигнал, требуемый для обеспечения отражения $\Gamma_1 = a_2 / b_2$ в сечении, и затем отправляет команду источнику для подачи данного сигнала, потом ВАЦ, для точности, снова измеряет получившиеся волны в сечении. Итеративный алгоритм ПО регулирует амплитуду и фазу подаваемого сигнала до тех пор, пока не будет достигнут желаемый уровень отражения в установленных пределах сходимости. Процесс повторяется для каждой точки импеданса и каждого уровня мощности.

Уникальной модификацией активного Load-Pull является применение методики измерения с использованием смешанного сигнала (Mixed-Signal Active Load-Pull, MSALP), где возможна генерация произвольных форм СВЧ-сигнала и широкополосный анализ данных вместо классических измерений. В связи со своей широкополосной природой MSALP использует принцип дробления во времени для практически одновременного представления множества импедансов TU , что позволяет реализовать гораздо более быстрые согласования и измерения [13].

Несмотря на используемый метод измерения, одни и те же импедансы, представленные на одинаковых частотах, должны давать одинаковые результаты. На рисунке 6 показано сравнение измеренных данных для скалярного пассивного, векторного, гибридно-активного Load-Pull и MSALP для одних и тех же импедансов на f_0 , $2f_0$ и $3f_0$.

Исследование уровня КПД показывает, что максимальный КПД достигается в случае максимального отражения на гармонических частотах. То есть для достижения максимально возможного КПД нужно обеспечить коэффициент отражения по выходу $|\Gamma_1| = 1$ на всех гармонических частотах.

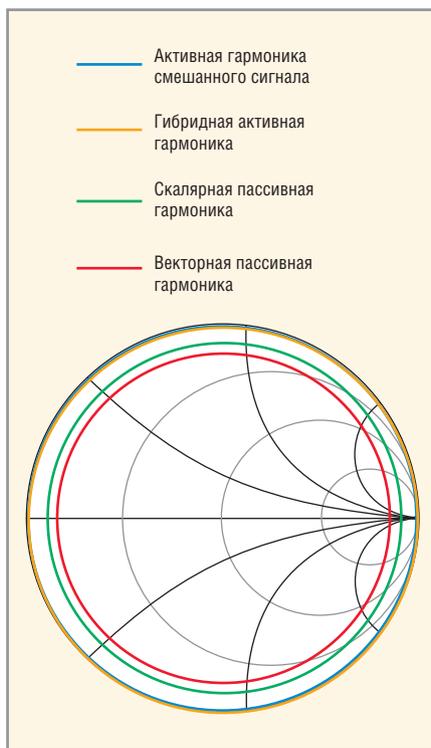


Рис. 5. Максимально достижимое отражение на второй гармонике при различных методиках Load-Pull

На рисунке 7 показано изменение КПД в зависимости от амплитуды отражения при фиксированной фазе на второй гармонике для транзистора с выходной мощностью 10 Вт и рабочей частотой 2,5 ГГц. Влияние гармонического согласования увеличивается с ростом амплитуды. В случае коэффициента отражения $|\Gamma_1| = 0,85$ (типичное значение для векторного пассивного Load-Pull) КПД приблизительно равен 75%, в то время как $|\Gamma_1| = 0,99$ (возможно, в активном Load-Pull) даёт КПД ~80%.

Кроме того, каждая измерительная техника имеет свои ограничения по коэффициенту отражения и предполагает свой процесс калибровки. Как правило, пассивные механические тюнеры имеют свою процедуру установки параметров, при которой S-параметры элемента согласования приводятся в соответствие с позициями мотора. Увеличение количества элементов согласования увеличивает время процедуры. Современные импедансные тюнеры с интерфейсом LXI™, используемые вместе с анализаторами цепей, устанавливаются в течение примерно 11 минут каждый по 700–1000 точкам импеданса. Таким образом, для калибровки двух согласующих элементов потребуется около 22 минут.

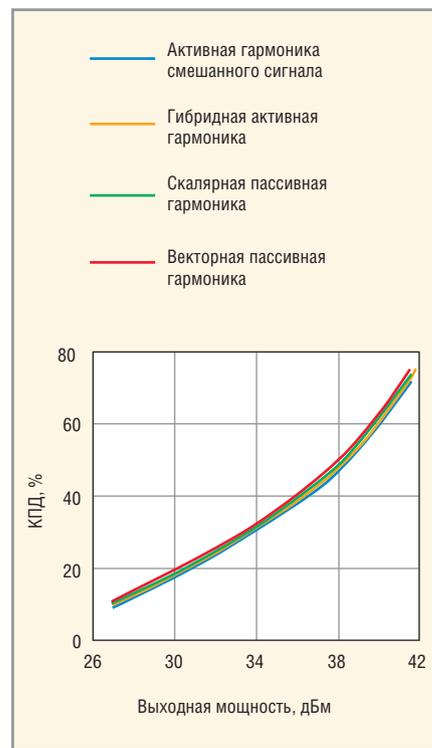


Рис. 6. Зависимость КПД от выходной мощности для различных методологий Load-Pull при идентичных импедансах

Системная калибровка для скалярных и векторных систем также будет различной. Скалярная калибровка подразумевает «калибровку по мощности», при которой мощности в нужных сечениях вычисляются с помощью процедуры де-ембеддинга данных измерителя мощности. Этот процесс занимает несколько минут. В векторных измерениях Load-Pull калибровка системы проходит в два или три этапа и включает в себя двухпортовую векторную калибровку в сечении, а также калибровку по мощности. Опциональной является калибровка для нелинейных измерений NVNA. Оба этапа вместе занимают около 5 минут, нелинейная калибровка – до 7 минут.

Время, затрачиваемое на согласование, неодинаково для пассивной и активной методик. Скалярный пассивный Load-Pull предполагает перестановку нескольких элементов согласования и достаточно низкую усреднённую скорость сбора данных измерений ваттметра. Пассивные векторные измерения, также как и скалярные, предполагают механическое движение согласующих элементов, но непосредственно измерения проходят быстрее, так как вместо ваттметра используются векторные приёмники анализатора цепей. Активный Load-Pull с открытым контуром инъекции может

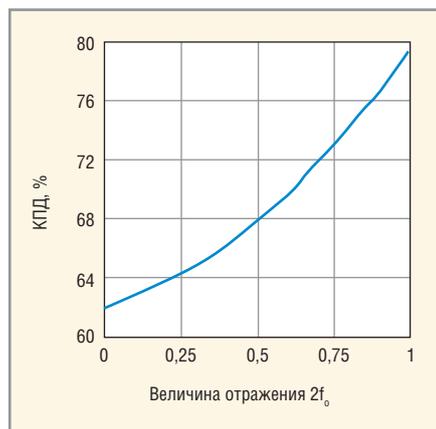


Рис. 7. КПД в зависимости от амплитуды отражения на $2f_0$ при постоянной фазе

быть быстрее или медленнее пассивного тюнера, в зависимости от желаемой точности согласования и результирующего количества итераций, требуемого для сходимости импеданса (измерения с точностью в ~30 дБ будут быстрее, чем измерения с точностью ~50 дБ). Поскольку в методике Load-Pull со смешанным сигналом используется подход «Time-Slotting» с широкополосной генерацией и анализом, то возможно практически одновременно представлять ТУ множество импедансов, что влечёт за собой гораздо более быстрое согласование, а на измерения тратится меньше времени.

В таблице приведено время, соответствующее установке тюнера (в случае его наличия), время калибровки системы, время согласования на основной частоте при фиксированной второй гармонике и время согласования импеданса на второй гармонике. Для этого сравнения были использованы коммерческие измерительные системы Load-Pull от Maury Microwave. В состав систем входили гармонические импедансные тюнеры MT982ML01 LXI™, векторный анализатор цепей Keysight Technologies серии PNA-X N5242A, цепь активного согласования реали-

зовывалась на основе второго источника СВЧ-сигнала PNA-X совместно с внешним усилителем мощности, а для управления измерениями использовался программный пакет измерений и моделирования Maury серии MT930 IVCAD. В свою очередь, измерения Load-Pull со смешанными сигналами реализованы системой Maury Microwave MT2000 [14].

Выводы и рекомендации

Перед тем как начать сложный и длительный процесс проектирования, необходимо понять и определить цели и ограничения проектирования. В случае усилителей мощности важно определить, что это будет за усилитель, будет ли это слабо-сигнальный линейный усилитель, или узкополосный высокоэффективный усилитель, или же широкополосный усилитель, а также определить, какие транзисторы будут использоваться в его разработке: несогласованные, предсогласованные или полностью согласованные. После определения основных целей проектирования следует понять, будет ли в данном случае полезно согласование на гармонических частотах. Если в процессе проектирования потребуются гармоническое согласование, то следует оценить, какая из методик, представленных в статье, удовлетворит требованиям по амплитуде отражения. В завершение необходимо определить оборудование для осуществления измерений Load-Pull с учётом времени на процесс тестирования и измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pozar D.M. Microwave Engineering. Wiley & Sons Inc. New York. 2005.
2. White J.F. High Frequency Techniques: An Introduction to RF and Microwave Engineering. Wiley & Sons Inc. 2004.
3. Colantonio P., Giannini F., Giofre R. and Piazzon L. High-Efficiency Ultra-Wideband

Power Amplifier in GaN technology. Electron Letters. 2008. Vol. 44. N 2. Pp. 130–131.

4. Andersson C.M., Moon J., Fager C., Kim B. and Rorsman N. Decade Bandwidth High Efficiency GaN HEMT Power Amplifier Designed with Resistive Harmonic Loading. IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest. 2012. June.
5. Maier T., Carrubba V., Quay R., Raay F. and Ambacher O. Active Harmonic Source-/Load-Pull Measurements of AlGaN/GaN HEMTs at X-Band Frequencies. 83rd ARFTG Microwave Measurement Conference. 2014. Pp. 1–4.
6. Barbieri T.A., Noori B. Improvements in High Power LDMOS Amplifier Efficiency Realized Through the Application of Mixed-Signal Active Loadpull. 82nd ARFTG Microwave Measurement Conference. 2013.
7. Thirvikraman T. and Hoffman J. Design of an Ultra-High Efficiency GaN High-Power Amplifier for SAR Remote Sensing. IEEE Aerospace Conference. 2013. Pp. 1–6.
8. Moon J., Lee J., Pengelly R., Baker R. and Kim B. Highly Efficient Saturated Power Amplifier. IEEE Microwave Magazine. 2012. February. Vol. 13. N 1. Pp. 125–131.
9. Stancliff B. and Poulin D.P. Harmonic Load-Pull. MTT-S International Microwave Symposium Digest. 1979. Pp. 185–187.
10. Larose R., Ghannouchi F. and Bosio R. A New Multi-harmonic Load-Pull Method for Nonlinear Device Characterization and Modeling. IEEE International Microwave Symposium. 1990. Pp. 443–446.
11. Maury Microwave. Application Note 5C-053. A Comparison of Harmonic Tuning Methods for Load Pull Systems.
12. Maury Microwave. Application Note 5C-081. Cascading Tuners for High VSWR and Harmonic Load Pull.
13. Squillante M., Marchetti M., Spirito M. and de Vreede, L.C.N. A Mixed-signal Approach for High-Speed Fully Controlled Multidimensional Load-Pull Parameters Sweep. 73rd ARFTG Microwave Measurement Conference. 2009.
14. www.maurymw.com/MW_RF/.

Сравнение времён измерения (минуты, если не указано обратное)

Конфигурация	Калибровка тюнера	Системная калибровка	Шаг 1	Шаг 2	Шаг 3
			f_0 Load-Pull, фиксированная частота $2f_0$ при 50 Ом (35 нагрузок, 16 мощностей)	$2f_0$ Load-Pull, фиксированная частота f_0 при оптимальных параметрах (20 нагрузок, 16 мощностей)	f_0 Load-Pull, фиксированная частота $2f_0$ при оптимальных параметрах (35 нагрузок, 16 мощностей)
Скалярная гармоника (2 настраиваемых элемента)	22	3	11,1	6,4	11,1
Гармоника «вектор-ресивер» (2 настраиваемых элемента)	22	5	5,3	3,1	5,3
Гибридная гармоника (1 настраиваемый элемент)	11	5	4,2	7,3	7,5
Активная, со смешанным сигналом (0 настраиваемых элементов)	Нет тюнера	5	15 секунд	35 секунд	50 секунд

Лидер в области разработки
и производства высоковольтных
реле и контакторов



Реклама



Вакуумные реле



Газонаполненные реле



Герконовые реле



Контакторы

SimOne – отечественный симулятор электронных схем

Александр Прикота (Санкт-Петербург), Сергей Сорокин (Москва)

В статье описаны возможности современного пакета моделирования электронных схем SimOne. Отмечены особенности алгоритмов моделирования, показана эффективность алгоритмов на примере моделирования схем большой размерности.

В настоящее время моделирование электронных схем стало неотъемлемой частью процесса разработки радиоэлектронной аппаратуры. Программы-симуляторы входят в состав всех современных систем схемотехнического проектирования и являются незаменимыми помощниками инженеров-электронщиков.

Основные системы моделирования электронных схем и их возможности

Сейчас в мире существует несколько десятков компаний, занимающихся разработкой систем моделирования электронных схем (см. табл. 1). Лидерами на рынке являются американские компании – Synopsys, Cadence, Mentor Graphics.

Их программные решения позволяют производить моделирование аналоговых, цифровых и аналого-цифровых схем.

Все эти программы, исключение составляют симуляторы схем ВЧ/СВЧ,

берут своё начало от первого и наиболее известного симулятора электронных схем SPICE. SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) был разработан в исследовательской лаборатории Калифорнийского университета (Беркли, США) в начале 70-х годов. Этот симулятор, обладая высокой точностью и достоверностью моделирования, позволял проводить расчёт широкого класса аналоговых, цифровых и цифроаналоговых электрических схем. Заложенные в нём функциональные возможности стали стандартом де-факто в моделировании электронных схем. Это относится, в частности, к таким аспектам, как:

- модели электронных компонентов (транзисторы, диоды, конденсаторы, резисторы, функциональные источники и т.п.);
- типы анализа схем:
 - расчёт по постоянному току;
 - малосигнальный анализ;
 - расчёт переходных процессов;
 - расчёт нелинейных искажений;

- численные алгоритмы:
 - методы численного интегрирования систем дифференциальных уравнений: трапеций, Гира и Эйлера;
 - метод Ньютона-Рафсона для решения систем нелинейных алгебраических уравнений;
 - LU-разложение матрицы при решении системы линейных алгебраических уравнений;
 - алгоритмы управления точностью вычислений (RELTOL, ABSTOL, VNTOL, PIVREL, PIVTOL и прочие).

Все современные симуляторы электронных схем поддерживают стандарты классического SPICE, дополняя и развивая их для соответствия нуждам современной радиоэлектронной промышленности.

Возможности отечественного пакета моделирования электронных схем

Компанией «ЭРЕМЕКС» с 2008 года разрабатывается и совершенствуется собственная программа моделирования электронных схем – SimOne.

SimOne – это современный высокоэффективный SPICE-совместимый пакет схемотехнического моделирования. Он поддерживает SPICE-модели электронных компонентов, предоставляет основные типы анализа схем, применяемых в SPICE, а также использует как классические алгоритмы SPICE-моделирования, так и оригинальные численные методы.

Пакет SimOne включает в себя (см. рис.):

- библиотеку моделей схемных компонентов;
- иерархический схемотехнический редактор;
- текстовый редактор-транслятор схем, представленных в виде SPICE-описания;
- графический модуль визуализации результатов моделирования;
- постпроцессор.

Библиотека моделей компонентов содержит в себе как встроенные SPICE-модели компонентов (SPICE-примитивы), так и обширную (более

Таблица 1. Наиболее известные системы моделирования различных типов электронных схем

Фирма	Продукты
<i>Моделирование интегральных схем</i>	
Synopsys (США)	HSPICE, CustomSim, FineSim
Cadence Design Systems, Inc (США)	Virtuoso Spectre
Mentor Graphics (США)	ELDO, AFS-Platform
Silvaco (США)	SmartSPICE
<i>Моделирование электронных схем общего назначения</i>	
Synopsys (США)	HSPICE
Cadence Design Systems, Inc (США)	PSPICE AD
Mentor Graphics (США)	HyperLynx Analog
National Instruments (США)	MultiSim
Spectrum Software (США)	MicroCap
Linear Technology (США)	LTSPICE (бесплатно)
Texas Instruments (США)	Tina-Ti (бесплатно)
<i>Моделирование схем ВЧ/СВЧ</i>	
Keysight EEsof (США)	ADS
National Instruments (США)	Microwave Office
CST (Германия)	CST MICROWAVE STUDIO

30 000 шт.) базу готовых моделей реальных схемных компонентов. Реализована возможность удобной работы с тестовыми SPICE-библиотеками (*.lib-файлы) и графическими макро-моделями.

SPICE-примитивы, поддерживаемые SimOne, это модели: резистора, конденсатора, индуктивности и взаимоиנדукции, трансформатора, линии передачи, независимых и управляемых источников тока и напряжения, управляемых переключателей, диода, биполярных транзисторов, полевых транзисторов, арсенид-галлиевых полевых и МОП-транзисторов.

Ведётся работа по включению современных компактных моделей транзисторов, таких как BSIM3- BSIM6, EKV, Mextram.

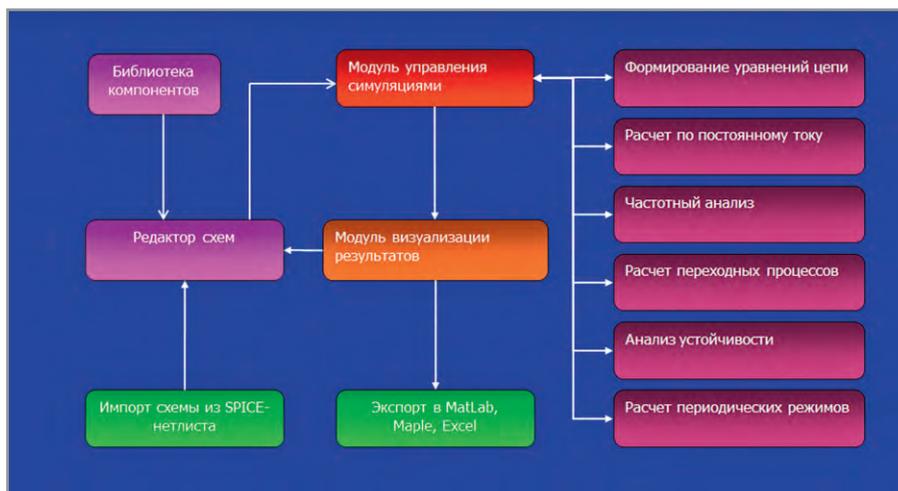
Схемный графический редактор SimOne представляет собой современное многодокументное Windows-приложение и позволяет:

- размещать элементы принципиальной электрической схемы;
- редактировать параметры моделей элементов;
- изменять положение элементов на схеме (сдвиг, поворот) с сохранением целостности цепей;
- прокладывать и именовать цепи;
- создавать и использовать в собственных библиотеках графические и тестовые подсхемы;
- управлять параметрами моделирования;
- отображать на схеме результаты моделирования;
- импортировать и экспортировать схемы, заданные в SPICE-формате;
- управлять библиотекой компонентов – добавление/удаление компонентов, изменение параметров моделей.

Текстовый редактор SPICE-формата позволяет открывать, создавать, редактировать, сохранять и проводить моделирование схем, заданных в виде текстового SPICE-описания.

Графический модуль визуализации результатов моделирования и постпроцессорной обработки позволяет пользователю:

- строить графики интересующих переменных и функций от них;
- использовать функции курсоров для оценки параметров кривых;
- производить измерения и их пересчёт при последующих запусках моделирования характеристик построенных кривых;



Структура пакета SimOne

Таблица 2. Анализ схемы по постоянному току

Вид анализа	Linear Technology LTSPICE IV	Cadence OrCad 16.5 PSPICE AD	Spectrum Software Micro-Cap 11	National Instruments MultiSim 13	Altium Designer 15	SimOne 2.3
Рабочая точка	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Статические характеристики	Ограниченно	Есть	Есть	Ограниченно	Ограниченно	Есть
Функции передачи	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	I квартал 2016 года
Чувствительность	Нет	Есть	Есть	Есть	Нет	Есть

Таблица 3. Малосигнальный анализ схемы

Вид анализа	Linear Technology LTSPICE IV	Cadence OrCad 16.5 PSPICE AD	Spectrum Software Micro-Cap 11	National Instruments MultiSim 13	Altium Designer 15	SimOne 2.3
Анализ гармонического режима	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть
Частотные характеристики	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Анализ шумов	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	I квартал 2016 года
Расчёт нулей и полюсов передаточных функций	Нет	Нет	Нет	Есть	Нет	I квартал 2016 года

Таблица 4. Временной анализ схемы

Вид анализа	Linear Technology LTSPICE IV	Cadence OrCad 16.5 PSPICE AD	Spectrum Software Micro-Cap 11	National Instruments MultiSim 13	Altium Designer 15	SimOne 2.3
Расчёт переходных процессов	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Анализ Фурье	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Анализ нелинейных искажений	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	I квартал 2016 года

- получать спектральные характеристики кривых на основе быстрого преобразования Фурье.

В SimOne реализована возможность экспорта в Matlab, Maple и Excel уравнений цепи в численном и символьном видах, а также результатов моделирования.

Функциональные возможности SimOne и их сравнение с наиболее

популярными в нашей стране программами моделирования приведены в таблицах 2–6.

Высокая скорость и точность моделирования электронных схем

SimOne, как современная программа моделирования, обладает существенными преимуществами в сравнении

с классическими SPICE-программами. Они заключаются в следующих аспектах.

Высокая скорость моделирования обусловлена оригинальными алгоритмами декомпозиции матриц:

- модификация стандартного алгоритма SPICE Sparse1.3;
- модификация современных блочных алгоритмов BBDF и KLU;
- ускоренная работа с декомпозируемыми матрицами;
- использование технологий параллельных вычислений при декомпозиции матрицы.

Повышенная точность вычислений. В отличие от классических SPICE-симуляторов SimOne контролирует выполнение законов Кирхгофа для

каждой точки вычислений, что позволяет получать точные решения, избегая ложной сходимости методов. При этом выполняется улучшенный контроль локальной погрешности интегрирования.

Высокая производительность достигается 64-битной версией программы. Эффективное использование памяти позволяет моделировать схемы больших размерностей. Различные виды анализа схемы могут проводиться одновременно за счёт использования технологии многопоточности.

Быстрый и производительный парсер SPICE-формата. Поддерживаются следующие SPICE-форматы: SPICE2G, SPICE3, PSPICE, LTSPICE, NGSPICE и HSPICE.

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

SimOne позволяет осуществлять быстрое и точное моделирование электронных схем. Высокая скорость моделирования достигается за счёт применения оригинальных программных технологий, современных численных алгоритмов и технологии параллельных вычислений.

Основное время в процессе моделирования тратится на решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Для ускорения процесса моделирования больших схем программа SimOne использует блочные методы проведения матричных операций. Одним из наиболее эффективных методов является метод приведения исходной матрицы системы к блочно-окаймлённому виду (1) с последующим применением к матрице принципа дополнения Шура [2]. Использование матрицы в блочно-окаймлённом виде позволяет существенно снизить количество операций, необходимых для решения СЛАУ. Это достигается за счёт независимого решения малых систем с матрицами, являющимися диагональными блоками матрицы исходной системы.

$$\begin{bmatrix} A_1 & O & \dots & O & B_1 \\ O & A_2 & \dots & O & B_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ O & O & \dots & A_m & B_m \\ C_1 & C_2 & \dots & C_m & Q \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \\ x_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \\ b_q \end{bmatrix} \quad (1)$$

Процесс решения системы (1) с блочно-окаймлённой матрицей легко распараллеливается. Использование технологий параллельных вычислений также позволяет существенно увеличить скорость решения СЛАУ на компьютерах с многоядерной архитектурой процессора.

Алгоритм приведения исходной несимметричной разреженной матрицы к блочно-окаймлённому виду предложен в работе Antonio Sangiovanni-Vincentelli [5].

В таблице 7 приведены результаты сравнений решения нескольких СЛАУ из коллекции разреженных матриц [5] прямым методом LU-разложения (П) и с помощью приведения к блочно-окаймлённому виду (Б). Как видно из результатов, использование алгоритма позволяет на порядок ускорить процесс получения решения СЛАУ.

Таблица 5. Многовариантный анализ схемы

Вид анализа	Linear Technology LTSPICE IV	Cadence OrCad 16.5 PSPICE AD	Spectrum Software Micro-Cap 11	National Instruments MultiSim 13	Altium Designer 15	SimOne 2.3
Температурный анализ	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Параметрический анализ	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Статический анализ	Ограниченно	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Анализ наихудшего случая	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть

Таблица 6. Дополнительные виды анализа схемы

Вид анализа	Linear Technology LTSPICE IV	Cadence OrCad 16.5 PSPICE AD	Spectrum Software Micro-Cap 11	National Instruments MultiSim 13	Altium Designer 15	SimOne 2.3
Оптимизация	Нет	Есть	Есть	Нет	Нет	Есть
Графики измерений	Нет	Есть	Есть	Нет	Нет	Есть
Периодические режимы	Нет	Нет	Есть	Нет	Нет	Есть
Устойчивость	Нет	Нет	Ограниченно	Нет	Нет	Есть

Таблица 7. Результаты решения СЛАУ

Матрица	Размерность	Заполнение, %	Время решения, с		Ускорение, раз
			П	Б	
bcsstk34	588	6,36	0,372	0,070	5,1
mcs01050	1050	2,74	3,965	0,113	35,2
bcsstm13	2003	0,59	0,551	0,202	2,72
c-18	2169	0,37	0,813	0,072	11,3
bcsstk24	3562	1,29	98,198	1,755	55,9
c-37	8204	0,12	29,038	3,571	8,13
sit100	10262	0,06	238,605	3,732	63,9
tuma2	12992	0,03	51,138	1,168	43,7
ncvxpq9	16554	0,02	62,203	4,176	14,9
rail_20209	20209	0,04	129,676	4,455	29,1
Dtoc	24993	0,01	7,817	1,506	5,2
ncvxbqp1	50000	0,02	8494,010	385,000	22,0

Таблица 8. Время моделирования тестовых схем (в секундах)

Схема	Linear Technology LTSPICE IV	Cadence OrCad 16.5, PSPICE AD	Spectrum Software Micro-Cap 11	Altium Designer 15	SimOne 2.5	Synopsys HSPICE
lbmpg1	3671,93	75,47	91,60	43	6,1	8,27
lbmpg1t	4931,77	540,05	384,6	Отказ	104,2	52,76
lbmpg2	11090,27	Ошибка чтения	1488,6	2450,18	87,2	66,02

Следует отметить, что специфика задач моделирования такова, что для получения искомого решения необходимо многократно решать системы уравнений. При получении решения от шага к шагу матрицы сохраняют одинаковую структуру, отличаясь друг от друга только численными значениями и часто – весьма существенно. Этот факт учитывает оригинальная программная технология SimOne – кодовый матричный процессор.

Кодовый матричный процессор представляет собой эффективную программную реализацию основных матричных операций, необходимых для проведения типовых расчётов, учитывающий характерную структуру матриц, способ их включения в расчётные формулы, изменимость элементов при пересчёте и прочее. Применение этой технологии позволило существенно ускорить моделирование схем в сравнении с обычными SPICE-программами.

В таблице 8 приведено время, затраченное разными программами на моделирование тестовых схем большой размерности. Данные схемы входят в набор тестовых схем компании IBM (IBM Power Grid Benchmarks) и использовались в докладе на международной конференции DAC в 2008 г. [6].

Тестирование проводилось на персональном компьютере IBM PC с процессором Intel Core i3 550 с частотой 3,20 ГГц, ОЗУ объёмом 16 Гбайт и 64-разрядной Windows 7.

Результаты, приведённые в таблице 8, демонстрируют преимущество SimOne в скорости моделирования по отношению к другим популярным программам моделирования. Исключение составляет симулятор HSPICE компании Synopsys.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПАКЕТА SIMONE

SimOne является динамически развивающимся программным продуктом. Основные направления развития:

- схемы ВЧ/СВЧ;
- связанные линии передач с потерями;
- пассивные многополосники в формате Touchstone;
- расчёт S-параметров схемы;
- метод гармонического баланса для расчёта периодических режимов;
- интегральные схемы: компактные модели транзисторов BSIM3-BSIM6, EKV, Mextram и модели, задаваемые описанием на языке Verilog-A;

- анализ целостности сигналов – предтопологический и постопологический анализы.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЭРЕМЕКС. Инновационный подход к проектированию электроники. <http://eda.eremex.ru/downloads/>.
2. Najm F.M. Circuit Simulation. John Wiley & Sons. Inc. 2010.
3. Прикота А.В., Ерёмин А.С., Морозов А.В., Перов А.С. Аспекты схемотехнического моделирования с применением графиче-

ских ускорителей. CAD/CAM/PDM-2012. М. 2012. С. 258–262.

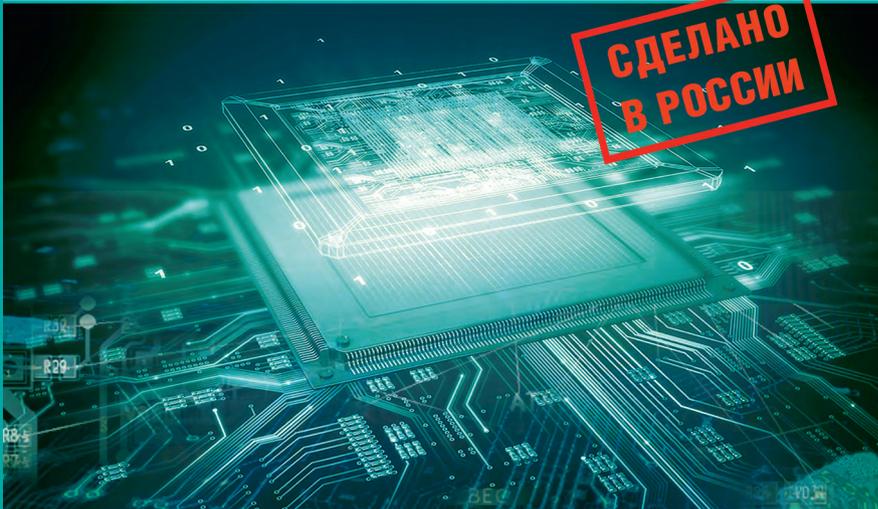
4. Sangiovanni-Vincentelli A., Chen L.-K., Chua L.O. An Efficient Heuristic Cluster Algorithm for Tearing Large Scale Networks. IEEE Transactions on Circuits and Systems. 1977. Vol. CAS24. No. 12. P. 709–717.
5. Tim Davis. The University of Florida Sparse Matrix Collection. <http://www.cise.ufl.edu/research/sparse/matrices/index.html>.
6. Power Grid Analysis Benchmarks ASP-DAC 2008. <http://dropzone.tamu.edu/~pli/PGBench/>.





Иновационный подход к проектированию электроники

САПР электроники



СДЕЛАНО В РОССИИ



DELTA DESIGN — 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

WWW.DD.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ EREMEX



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



Взаимодействие Solid Edge и САПР печатных плат в приборостроении

Евгений Самойлов (Москва)

Статья посвящена описанию организации эффективного взаимодействия САПР-механики и САПР-электроники, которое позволяет значительно ускорить 3D-компоновку и оптимизацию конструкции электронного устройства. Используемая для этого система трёхмерного моделирования Solid Edge® имеет полный набор средств для разработчиков электронной аппаратуры и с помощью дополнительного модуля Solid Edge IDF Modeler позволяет осуществлять двусторонний обмен данными со всеми популярными САПР печатных плат.

Взаимодействие инженера MCAD (механический САПР) с инженером ECAD (электронный САПР) должно строиться на понятной программной платформе с помощью проверенного временем интерфейса. Важно, чтобы происходил двусторонний обмен данными MCAD–ECAD, и все изменения проходили без потерь и ошибок. В этом случае обеспечивается точность модели устройства и документации, что даёт возможность в кратчайшие сроки и с минимальными издержками вывести новый продукт на рынок. Компания Siemens PLM Software является производителем и поставщиком на российский рынок одной из самых мощных и производительных механических САПР Solid Edge. Благодаря своей запатентованной синхронной технологии создания 3D-моделей Solid Edge позволяет решать самый широкий круг задач в приборостроении и других отраслях промышленности. В данной статье речь пойдёт о том, как построено эффективное взаимодействие Solid Edge с САПР печатных плат.

Параллельное проектирование электрической и механической частей изделия позволяет значительно ускорить этап разработки и передачу готовых данных на производство. На сегодняшний день существует несколько основных форматов передачи данных между системами ECAD и MCAD. Прежде всего, это, де-факто, отраслевой стандарт IDF (Intermediate Data Format), который появился в далёком 1992 году и предназначен специально для обмена данными между ECAD и MCAD. Для передачи данных между Solid Edge и ECAD используется IDF-формат версий 2.0 и 3.0. Для работы с этим форматом на компьютер необходимо также устано-

вить дополнительный модуль Solid Edge IDF Modeler от австралийской компании Desktop EDA. Данный модуль интегрируется в основное меню программы и становится доступным во вкладке Компоненты.

Другим популярным форматом обмена данных ECAD–MCAD является STEP. Формат STEP является международным стандартом, который обеспечивает нейтральный формат файла для описания геометрии, топологии и вспомогательной информации. Solid Edge поддерживает стандарты AP203, AP214 и AP242 формата STEP. В большинстве ECAD-систем можно создать трёхмерную компоновку печатных плат с применением моделей ЭРИ и механических деталей в STEP-формате, а затем передать готовую 3D-модель в MCAD. Но у данного подхода есть очевидные минусы:

- 3D-сборка на выходе из ECAD получается слишком объёмной и долго загружается в MCAD;
- после импорта 3D-модели ЭРИ в ECAD конструктор платы тратит много времени на их корректное размещение в библиотеке посадочных мест;
- в ECAD отсутствуют инструменты для моделирования соединительных кабелей и жгутов;
- в ECAD нет возможности «подгонять» плату непосредственно в сборке электронного блока с несколькими платами.

В 2006 году консорциум ProSTEP iViP начинает разработку нового формата обмена данными между ECAD и MCAD. Результатом этой работы становится формат IDX (Incremental Design Exchange Format), который основан на известном протоколе XML. Основой

формата послужил уже зарекомендовавший себя IDF. Несмотря на то, что схема данных в IDX и IDF 3.0 одинакова, в технологии обмена данными посредством IDX есть целый ряд преимуществ:

- создаётся базовый файл, а затем передаются только изменения;
- у инженера MCAD/ECAD есть возможность оставлять комментарии к изменениям;
- можно принимать или отклонять изменения;
- можно делать предварительный просмотр изменений;
- ведётся история изменений с указанием даты, пользователя и причины этих изменений.

В САПР высокого уровня Siemens NX данный стандарт включён в число поддерживаемых. Однако стоит отметить, что, несмотря на очевидные плюсы, IDX пока не получил столь же широкого применения, как традиционный IDF-формат.

Как уже отмечалось, Solid Edge поддерживает двусторонний обмен данными с ECAD-системами посредством IDF 3.0 при помощи модуля Solid Edge IDF Modeler. Данный модуль работает только в обычной среде, которая подразумевает эскизное построение модели. Типовой маршрут создания электро-механического изделия выглядит следующим образом:

1. MCAD-инженер создаёт электронный блок, состоящий из печатных плат и деталей корпуса. В этом случае для каждой печатной платы механик определяет следующие элементы конструкции:
 - контур с начальными габаритными размерами;
 - крепёжные отверстия и вырезы;
 - разрешённые и запрещённые зоны для размещения компонентов, трассировки, установки экранов и других элементов конструкции по обеим сторонам платы;
 - размещение 3D-моделей, критически важных для конструкции блока компонентов, устанавливаемых по краям платы – разъёмов, выключателей, элементов регулировки.
2. Выполняется экспорт модели платы в формат IDF 3.0.

По многочисленным просьбам
заказчиков акция
«Простая математика»
ПРОДЛЕНА

ПРОСТАЯ МАТЕМАТИКА

Задача:
переход на современное 3D-проектирование

Решение:



Solid Edge®
Foundation

NORMACS
НормаАудит

nanoCAD
Механика

Обучение

Техническая
поддержка

= 135 000 руб.

Инженеры-конструкторы и руководители проектов сегодня решают актуальные вопросы:

- Как наладить производство конкурентоспособной отечественной продукции?
- Как эффективно применить в разработке международный опыт?
- Как сократить процент брака и обеспечить высокую надежность продукции?
- Как быстро освоить передовые методы проектирования?
- Как использовать российские нормативы и стандарты?
- Как уложиться в сроки и выделенный бюджет?

Пакет «Простая математика» предназначен для эффективного перехода на современное 3D-проектирование и быстрого запуска производства новых изделий.

Узнайте подробнее о пакетах «Простая математика», скачайте пробную версию Solid Edge или запишитесь на тест-драйв на сайте cadpromo.ru

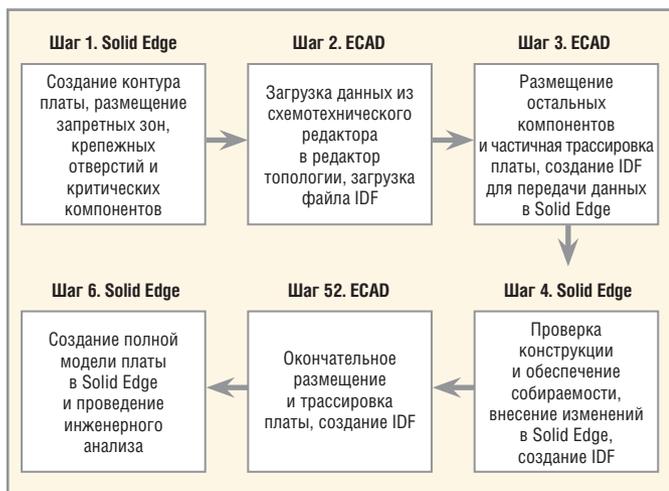


Рис. 1. Схема совместной работы Solid Edge – ECAD

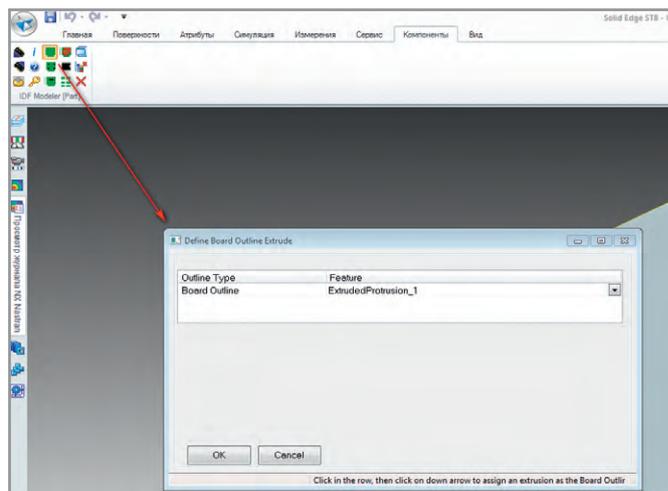


Рис. 2. Окно задания контура платы с помощью панели IDF Modeler

3. ECAD-инженер загружает список цепей и компонентов (нетлист) из схемотехнического редактора в редактор топологии.
4. ECAD-инженер загружает IDF-файл с готовым контуром и запрещёнными / разрешёнными зонами, которые размещаются на соответствующих слоях в ECAD-системе. Критически важные для механической сборки компоненты также размещаются автоматически.
5. Редактируется стек слоёв платы, назначаются электрические, пространственные, физические и технологические ограничения, размещаются оставшиеся компоненты, для отдельных регионов платы по возможности делается трассировка.
6. Файл платы экспортируется в IDF 3.0 и импортируется в Solid Edge. На этом этапе MCAD-инженер заменяет упрощённые 3D-модели компонентов на более детальные там, где это необходимо, и проводит окончательную доработку механики платы в рамках общей сборки: меняет точки крепления, размещение некоторых компонентов и так далее. На этом этапе оценивается собираемость всей конструкции, проводятся необходимые расчёты и анализ.
7. Плата через IDF 3.0 возвращается конструктору платы для доработки размещений и окончательной трассировки.
8. Через несколько итераций MCAD-инженер получает готовую 3D-модель платы для проведения инженерного анализа и выпуска конструкторской документации на изделие.

Процесс совместной работы Solid Edge и ECAD можно кратко описать

с помощью схемы, приведённой на рисунке 1.

После установки IDF Modeler в ленту команд добавляется специальная панель инструментов, предназначенная для работы над конструкцией платы. Состав команд данной панели меняется в зависимости от текущего режима – Деталь или Сборка. Важно отметить, что данная панель работает только в обычной среде проектирования (не синхронной). Создание контура начинается с помощью команды Выдавливание. Далее необходимо выбрать команду Assign PCB Outline с панели инструментов IDF Modeler и выбрать в появившемся списке базовый контур платы (см. рис. 2).

Наименование контура после этого изменится на Board Outline, цвет помечается на зелёный, а на поверхности нижней стороны платы образуется дополнительная плоскость с названием PCB Bottom.

Вырезы в плате и крепежные отверстия выполняются с помощью инструмента Вырез. Эти элементы должны располагаться на верхней стороне платы. Для крепежных отверстий создаётся отдельный эскиз. Команда Assign Cut-Out Features позволяет задать вырезы в плате. Команда Assign Hole Feature позволяет задать крепежные отверстия из соответствующих круглых вырезов. Для задания монтажных металлизированных отверстий используется команда Plated Mounting Holes.

Далее на плате размещаются дополнительные контуры запрещённых (Keepout) и разрешённых (Outline) зон для проводников, переходных отверстий и прочих элементов на верхней и нижней сторонах платы. Эти контуры выполняются в виде выступов с при-

своением атрибутов по команде Assign Outline / KeepoutFeatures (см. рис. 3).

Для размещения критических компонентов необходимо перейти в режим создания сборки платы. В этом режиме по команде Place Top Part необходимо выбрать из локальной библиотеки 3D-модели ЭРИ и разместить их на плате согласно конструкции корпуса. Заметим, что модели должны иметь расширение Par, то есть родной формат деталей Solid Edge. Не допускается использование моделей в формате STEP. Для пакетного преобразования STEP-моделей в формат PAR необходимо воспользоваться встроенным транслятором Batch.exe (см. рис. 4), который расположен в папке C:\Program Files\Solid Edge ST8\Custom\Batch\Bin.

После подготовки базового варианта конструкции платы инженер-механик выполняет экспорт платы в ECAD-систему. Для этого выбирается кнопка IDF Export. В окне экспорта выбираются следующие параметры:

- Save Path – путь и имя файла платы;
- Board Name – наименование платы, которое будет указано в разделе заголовка файла платы;
- IDF Version/Units – версия и единица измерения IDF-файла;
- Precision – число знаков после запятой (точность данных).

Через параметр ECAD System можно указать формат практически любой известной САПР печатных плат. Solid Edge одинаково хорошо взаимодействует с Altium Designer, Cadence OrCAD/Allegro, Mentor Xpedition/PADS и другими известными системами (см. рис. 5).

Инженер-конструктор топологии загружает IDF-файл и получает готовый шаблон печатной платы, где остаётся только указать стек слоёв. Далее

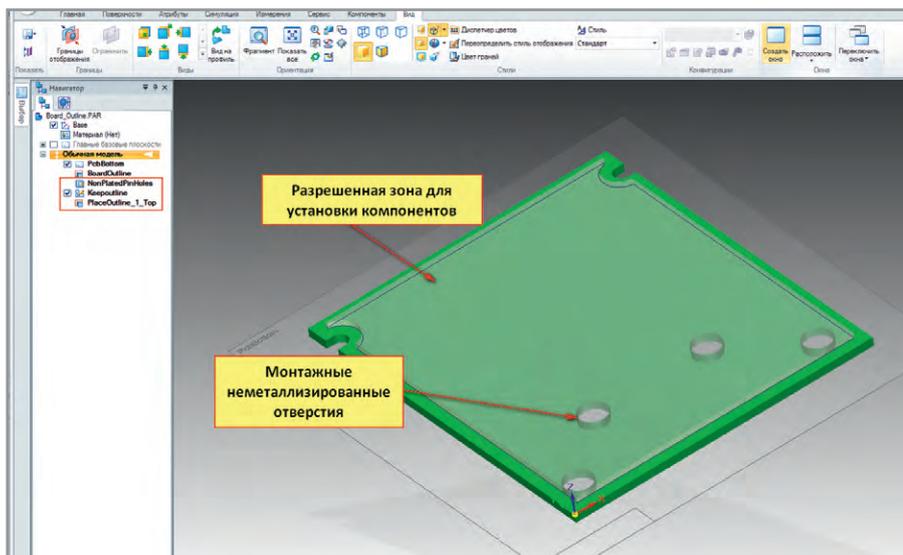


Рис. 3. Готовый контур платы с вырезами, крепёжными отверстиями и разрешённой зоной установки компонентов

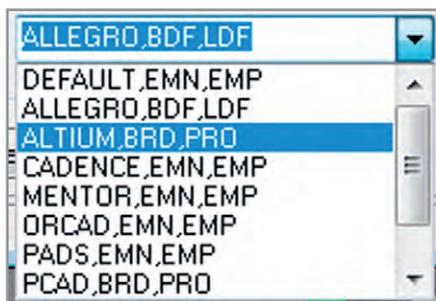


Рис. 5. Окно экспорта данных из Solid Edge в САПР печатных плат

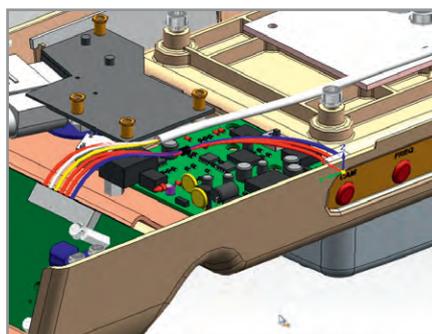


Рис. 6. Печатная плата в общей сборке изделия

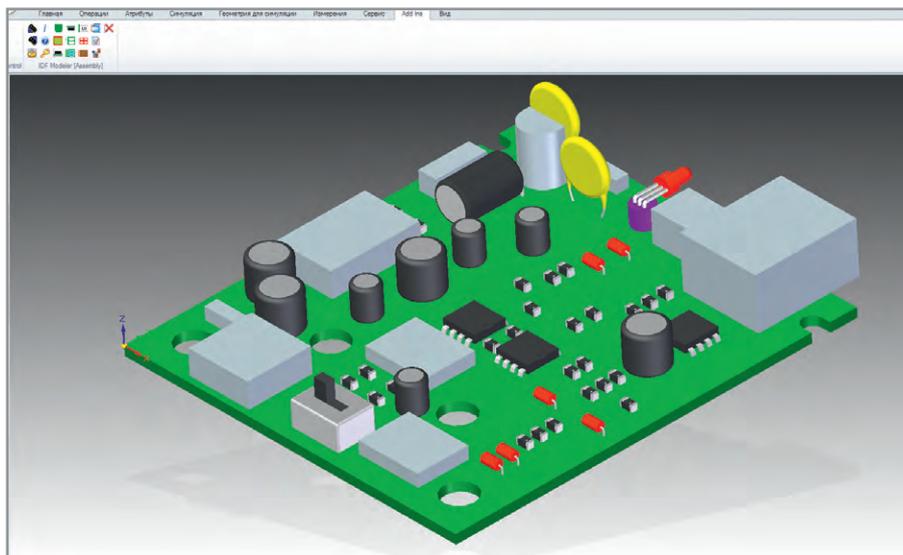


Рис. 7. Готовая сборка платы в Solid Edge

производится загрузка списка цепей на плату с последующим размещением компонентов и трассировкой. На разных этапах работы над топологией плата может передаваться в Solid Edge для проверки собираемости прибора, в том числе с учётом прокладки проводов, кабелей и жгутов (см. рис. 6).

Импорт сборки печатной платы происходит при нажатии кнопки IDF

Import. В окне импорта на вкладке Settings можно указать путь к библиотекам 3D-моделей компонентов и установить опции Use Library Parts и Search Sub-Folders. На вкладке Options указываются опции для загрузки отверстий, контуров запрещённых (Keepouts) и разрешённых (Outlines) зон. Параметр Part Association позволяет выбрать критерий подключения 3D-моделей

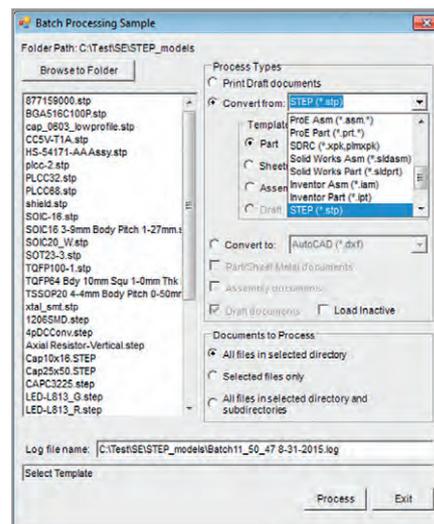


Рис. 4. Встроенный модуль Solid Edge для пакетного преобразования моделей и сборок из других форматов данных

компонентов на плату – по названию корпуса (Package Name) или по номеру (Part Number). На вкладке Select Parts можно выбрать компоненты для загрузки (остальные в сборку не войдут). Запуск создания сборки происходит при нажатии кнопки Create Board Outline Part на вкладке Import. При наличии сборки, созданной на предыдущих этапах, появится кнопка Update для загрузки изменений. Готовая сборка платы в Solid Edge изображена на рисунке 7.

Благодаря Solid Edge значительно ускоряется процесс работы над электромеханическими изделиями. Здесь в полной мере реализуется концепция параллельной разработки, когда механическая и электрическая части легко интегрируются друг с другом на любом этапе проектирования. На начальном этапе в Solid Edge можно сформировать контур платы с разрешёнными и запрещёнными зонами, установить критические компоненты, сделать крепёжные отверстия и вырезы, а затем передать все данные в любую популярную САПР печатных плат посредством формата IDF. После импорта данных обратно в Solid Edge формируется полная 3D-сборка платы с точными 3D-моделями компонентов. Инженеры в кратчайшие сроки могут создавать подробную реалистичную модель электромеханического устройства с электропроводкой и качественную документацию по ГОСТ ЕСКД. Благодаря Solid Edge процесс разработки становится максимально комфортным, значительно сокращаются сроки выхода новых изделий на рынок.

DFM-анализ и выпуск документации в новых приложениях OrCAD

Анатолий Сергеев (Москва)

В 2015 г. компания Cadence Design Systems Inc. представила новую линейку приложений OrCAD. Программы OrCAD Documentation Editor, OrCAD Panel Editor и OrCAD DFM Checker дают разработчику все необходимые инструменты для проведения DFM-анализа и подготовки полного пакета документации. Эти программы созданы в активном сотрудничестве с компанией Downstream Technologies LCC., известной многим инженерам благодаря таким решениям, как CAM350 и Blueprint-PCB.

OrCAD DFM CHECKER

При разработке печатных плат нужно учитывать технологические ограничения того производства, куда будет отправлен проект. Игнорирование или неполный учёт этих правил может привести к выпуску брака, потерям времени и средств. Стандартная проверка на наличие ошибок в проекте через встроенную систему DRC в большинстве случаев не способна свести к минимуму вероятность появления ошибок на производстве. С другой стороны, необоснованно жёсткие допуски, заложенные конструктором, удорожают проект.

Оптимизировать проект, максимально точно соблюдая технологические

нормы изготовителя платы и обеспечить при этом все электрические и механические допуски конструкции, помогает концепция «проектирования для производства» (DFM). Она реализована в новой программе OrCAD DFM Checker, которая тесно интегрируется с OrCAD PCB Editor и имеет удобный интуитивный интерфейс (см. рис. 1).

Программа OrCAD DFM Checker находится в проекте «скрытые» критические ошибки, которые остались после проверки стандартной системой DRC. Это может быть слишком малое расстояние между объектами топологии (контактными площадками, трассами, полигонами, переходными и крепёжными

отверстиями), недопустимый гарантийный поясик у кольцевых контактных площадок, места с высокой вероятностью возникновения «кислотных ловушек», узкие места с возможностью образования перемычек припоя, изолированные и истощённые теплопроводящие площадки, образование «антенн» из недоведённых проводников, слишком малый размер маски, отсутствие пасты, отсутствие маски, наложение отверстий, недопустимый диаметр, разметка фрезеровки с нарушениями и другие.

OrCAD DOCUMENTATION EDITOR

Далеко не все САПР печатных плат имеют хорошую подсистему подготовки документации на печатные платы. В основном документация готовится в MCAD-системе. Но постоянная передача данных между ECAD и MCAD при отсутствии прямой интеллектуальной связи между чертежами и топологией генерирует большое количество промежуточных файлов, отнимает у разработчика время и создаёт потенциал для возникновения ошибок и неточностей в чертежах, которые могут привести к ошибкам на производстве.

Новая программа OrCAD Documentation Editor (см. рис. 2) помогает избежать ошибок и упростить выпуск документации на печатные платы. Теперь все изменения конструкции и топологии автоматически транслируются в уже созданные чертежи и сопутствующие документы. Программа запускается из меню OrCAD PCB Editor или Allegro PCB Editor. Данные из PCB Editor передаются напрямую без необходимости дополнительной обработки транзитного файла. При помощи шаблона разработчик задаёт стиль оформления чертежей, которые выводятся на экран мгновенно со всеми видами, таблицами и техническими требованиями. Все эти и другие элементы чертежей можно хранить в отдельной библиотеке.

В MCAD-системах изображения на чертежах, виды, схемы и таблицы формируются из созданной инженером полной 3D-модели детали или сбор-

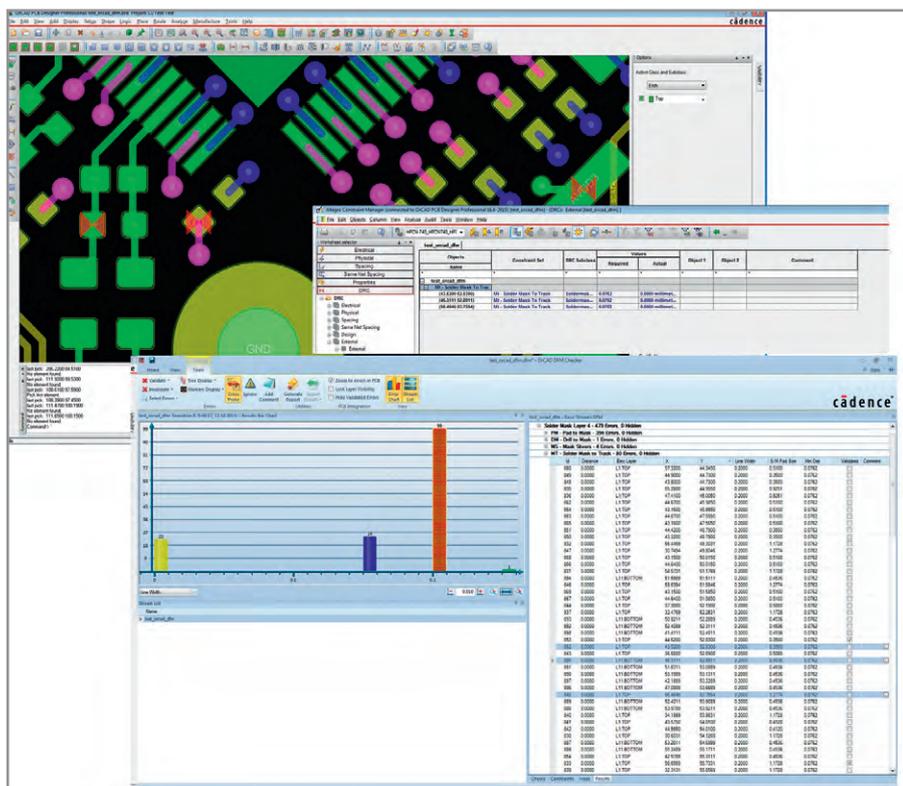


Рис. 1. Интеграция OrCAD DFM Checker и OrCAD PCB Editor

ки с использованием библиотеки стандартных элементов. В OrCAD DE такой 3D-моделью является файл топологии, созданный в OrCAD/Allegro PCB Editor. Все виды, изображения слоёв, таблица сверловки и так далее формируются на основе данного файла автоматически. Нет никаких ограничений на количество размещаемых на чертеже элементов.

OrCAD DE использует данные OrCAD/Allegro PCB Editor напрямую, что позволяет автоматически вносить изменения во все виды, таблицы и перечень элементов на чертежах при изменении топологии. Программа позволяет сформировать полноценный электронный пакет документации, контролировать версии пакетов, хранить дополнительные внешние данные: например, аудио- и видеофайлы, фотографии. Оформление документации настраивается, в том числе, с учётом требований ГОСТ ЕСКД. Для просмотра пакета в электронном виде со всеми опциями (гиперссылки, подсветка объектов, масштабирование и пр.) используется бесплатная программа OrCAD Documentation Viewer, которая

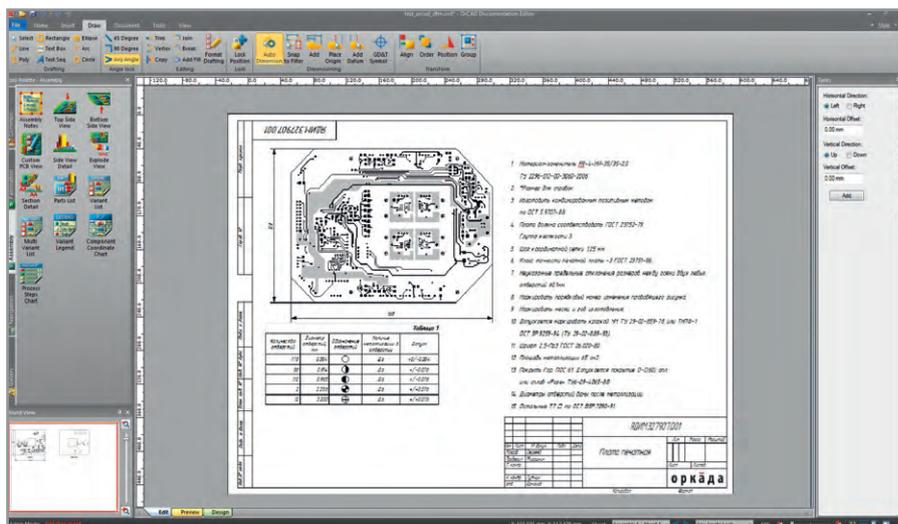


Рис. 2. Обновлённый интерфейс OrCAD Documentation Editor

может быть установлена отдельно от OrCAD Documentation Editor и не требует отдельной лицензии.

OrCAD PANEL EDITOR

Как правило, при производстве печатные платы объединяются в одну панель с несколькими заготовками. В конструкции панели должны учитываться многие технологические

особенности, связанные с положением и размером крепёжных отверстий возле мест разделения заготовок, высотой или выносом элементов монтажа за края плат и другие. Кроме того, для разделения заготовок нужно добавить скрайбирование, перфорацию («мышинные укусы») и фрезеровку.

Некоторые ECAD-системы поддерживают панелизацию плат, но без



OrCAD™
CADENCE PCB SOLUTIONS

30 лет успеха

Юбилейное предложение для конструкторов печатных плат:
новая версия OrCAD PCB Designer - от 99 000* рублей
 (экономия от 40 000 до 100 000 рублей)

Передовые технологии
 Поддержка российских стандартов
 Трансляция из P-CAD
 Новые уникальные модули OrCAD Capture Marketplace

*Цена указана без учета НДС и действует до 31 декабря 2015 года



Техническая поддержка Обучение Дизайн-проекты

Тел.: +7 (495) 943-50-32, www.orkada.ru

оркада

CADENCE CHANNEL PARTNER

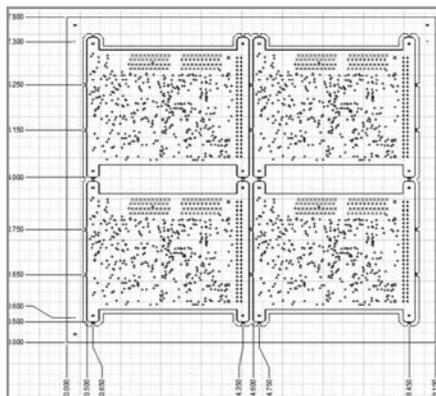


Рис. 3. Чертёж панели в OrCAD Panel Editor

возможности учёта всех технологических особенностей. Решить задачу поможет OrCAD Panel Editor – новая программа для подготовки документации на монтажные панели печатных плат. Программа содержит во многом уникальные инструменты для автоматизации создания чертежа панели печатной платы. Создание документации происходит буквально «на лету» путём загрузки базы проекта напрямую из OrCAD/Allegro PCB Editor. Все элементы чертежа интеллектуально связаны между собой, но главное – это их прямая связь с данными PCB Editor. К ним относятся виды панели, детали, технические требования, таблица сверловки, перечень элементов, спецификация и другие важные элементы документации. Результатом работы программы является электронный пакет документации для производства, монтажа и тестирова-

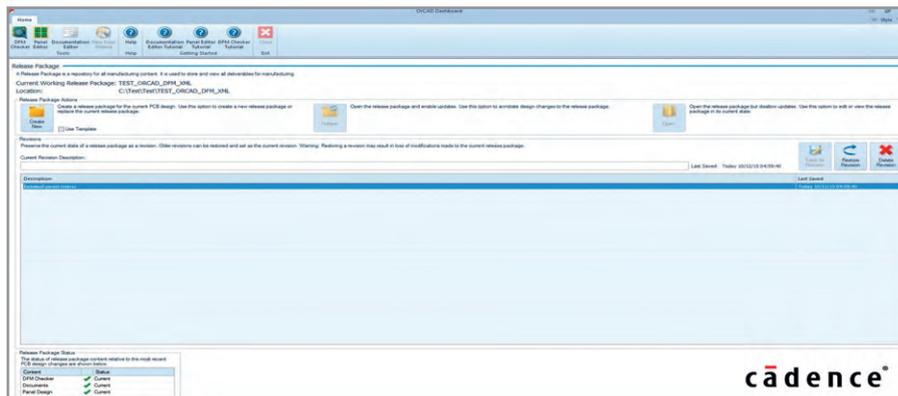


Рис. 4. Окно программы OrCAD Dashboard

ния, в котором есть вся необходимая информация (см. рис. 3).

OrCAD DASHBOARD

Для запуска всех трёх приложений: OrCAD DFM Checker, OrCAD Documentation Editor и OrCAD Panel Editor, открывается специальная панель OrCAD Dashboard. Она предназначена для формирования пакетов документации и DFM-анализа и отслеживания изменений. Пользователь может оставлять краткий комментарий к каждому пакету, использовать шаблоны для формирования новых пакетов. Панель Dashboard отслеживает наличие изменений конструкции и предлагает пользователю внести изменения в соответствующий анализ и документацию для синхронизации данных (см. рис. 4).

Новые приложения от Cadence существенно облегчают подготовку данных

для производства печатных плат. Все три приложения OrCAD DFM Checker, Documentation Editor, Panel Editor работают с базой проекта PCB Editor напрямую. Благодаря этому значительно сокращается время на внесение изменений в документацию. Не требуется передавать данные в MCAD-систему для создания чертежей. Новые приложения стали логичным продолжением политики Cadence по обновлению и модернизации OrCAD.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев А.В. Автоматизированная подготовка документации в OrCAD Documentation Editor. Современная электроника. 2015. № 3.
2. Сергеев А.В. Новые приложения OrCAD 2015. Современная электроника. 2015. № 7.
3. www.orcad.com.
4. www.orcada.ru.
5. www.cadence.com.



Новости мира News of the World Новости мира

Altera ведёт разработку самой защищённой ПЛИС FPGA старшего класса

Altera Corporation и Intrinsic-ID, ведущий разработчик технологии физически неклонированной функции (Physically Unclonable Function – PUF), заключили партнёрское соглашение в области интеграции передовых систем безопасности в ПЛИС FPGA и системы-на-кристалле семейства Stratix® 10. Хранение ключей на основе PUF-технологии является новым требованием для большинства военных и инфраструктурных приложений, предъявляемым сегодня с целью обеспечить защиту и привязку программного обеспечения к аппаратным функциям и предотвратить клонирование систем. Реализация технологии физически неклонированной функции в ПЛИС FPGA

и системах-на-кристалле Stratix® 10 значительно увеличит защищённость устройств, что в полной мере отвечает всё более возрастающим требованиям безопасности системных компонентов.

Современные ПЛИС и СМК представляют собой сложные, многофункциональные компоненты, которые требуют применения новейших средств аппаратной защиты в условиях возрастающих угроз. Решения безопасности на основе PUF-технологии Intrinsic-ID обеспечивают надёжную защиту от несанкционированного доступа к системам на базе ПЛИС FPGA Stratix® 10, привязывая оригинальную и уязвимую системную информацию к уникальным физическим свойствам каждого конкретного устройства. Привязка аппаратной архитектуры и программного обеспечения к физически некло-



нируемым функциям позволяет реализовать чрезвычайно надёжный механизм аутентификации устройств и предотвратить их подделку и фальсификацию. Использование PUF-технологии и защищённого менедже-

Новости мира News of the World Новости мира

ра устройства (SDM) делает ПЛИС FPGA и системы-на-кристалле семейства Stratix[®] 10 идеальным выбором для применения в военной электронике, системах безопасности облачных сервисов и инфраструктуре Интернета вещей и везде, где многоуровневая безопасность и раздельная защита IP-блоков играют ключевую роль.

Сотрудничество между Altera и Intrinsic-ID позволит разработчикам систем на базе устройств Stratix[®] 10 лицензировать технологию физически неклонированных функций для применения в широком спектре защищённых приложений. Разработчики смогут воспользоваться всесторонней технической поддержкой со стороны компании Intrinsic-ID.

«Intrinsic-ID является ведущим разработчиком PUF-технологии, и сотрудничество с этой компанией позволит нам встроить в наши высокопроизводительные ПЛИС и СнК функции безопасности и защиты, не имеющие себе равных в отрасли, – заявил вице-президент подразделения встраиваемых систем компании Altera Ден МакНамара. – Наши совместно разрабатываемые решения не только увеличат защиту конфигурационного файла программируемой логической матрицы, но и позволят реализовать функции аутентификации устройства для критически важных приложений, исполняемых на ПЛИС FPGA».

«Компания Intrinsic-ID проделала долгий и нелёгкий путь развития PUF-технологии, и в результате нашей совместной работы мы ожидаем, что клиенты Altera получат существенные преимущества при разработке критически важных с точки зрения безопасности приложений в области военной электроники, телекоммуникаций, оборудования дата-центров, защищённых облачных сервисов и ряда других, – говорит исполни-

тельный директор компании Intrinsic-ID Пим Тьюлс. – ПЛИС и системы-на-кристалле Stratix[®] 10 с технологией физически неклонированной функции обеспечат непревзойдённый уровень защиты от несанкционированного доступа и фальсификации, и мы чрезвычайно рады работать вместе с Altera с целью вывести передовые решения безопасности на рынок FPGA».

ПЛИС FPGA и системы-на-кристалле SoC FPGA семейства Stratix[®] 10 отличаются высочайшей производительностью и наивысшим уровнем интеграции. Все представители семейства оснащены защищённым менеджером устройства (Secure Device Manager – SDM), выполняющего роль центрального узла управления всей ПЛИС, контролирующего ключевые функции, такие как процесс конфигурации, системную безопасность, реакцию на одиночные сбои (Single Event Upset – SEU) и управление питанием. Secure Device Manager формирует единую, защищённую систему управления всего устройства, включая программируемую логическую матрицу, аппаратно реализованную процессорную систему (HPS), аппаратные IP-блоки функций и блоки ввода/вывода.

www.catalog.gaw.ru

Чипмейкеры Texas Instruments и Maxim Integrated могут объединиться

Крупнейший производитель аналоговых микросхем Texas Instruments (TI) намерен приобрести конкурента Maxim Integrated. Компании ведут переговоры, сообщает Bloomberg со ссылкой на осведомлённые источники.

По их данным, руководство Maxim может отказаться от продажи компании, если предлагаемая за неё сумма не будет



содержать «очень высокую надбавку» относительно рыночной цены. Собеседники агентства уточняют, что TI и Maxim Integrated всё ещё обсуждают возможную сделку, и 100-процентной уверенности в её заключении пока нет.

На фоне слухов о продаже Maxim Integrated акции компании 28 октября выросли в цене на 9,3% (до \$42,01) к закрытию биржи в Нью-Йорке. В результате рыночная капитализация чипмейкера, специализирующегося на разработке полупроводниковых решений для промышленного и автомобильного оборудования, возросла до \$11,9 млрд.

С начала 2015 г. в полупроводниковой отрасли были заключены сделки по слияниям и поглощениям на общую сумму более \$110 млрд, что является абсолютным рекордом для рынка. Как отмечают источники издания, Maxim может не захотеть продаваться, поскольку компания не нуждается в расширении бизнеса настолько, насколько это было необходимо её более мелким коллегам по отрасли (Atmel, PMC-Sierra и другим), которые согласились на поглощения в этом году.

Ранее в октябре в СМИ прошла информация о том, что Maxim Integrated может объединиться с компанией Analog Devices и нанять специалистов одного из банков для проведения стратегического исследования потенциальной сделки.

www.3dnews.ru

Atmel[®] Wi-Fi и Bluetooth решения Atmel[®]

Компания Rainbow предлагает со склада и под заказ новейшие Wi-Fi и BLE (Bluetooth Low Energy) микросхемы и модули Atmel[®]

Wi-Fi модули стандарта 802.11b/g/n со встроенным стекom TCP/IP

- **WINC1500** – подключение хост-контроллера по SPI или UART
- **SAM W25** – встроенный хост-контроллер Cortex-M0+ (256 кБ FLASH, 32 кБ ОЗУ, USB 2.0 Host/Device)



Bluetooth[®] SMART (BLE 4.1) микросхемы и модули со встроенным стекom и ультранизким энергопотреблением

- **BTLC1000** – подключение хост-контроллера по SPI или UART
- **SAM B11** – встроенное ядро Cortex-M0+ (256 кБ FLASH, 128 кБ ОЗУ)

RAINBOW
www.rtcs.ru

Москва
(495) 665-0201
info@rtcs.ru

Екатеринбург
(343) 272-0020
eburg@rainbow.ur.ru

Санкт-Петербург
(812) 324-0902
spb@rtcs.ru

Новосибирск
(383) 211-9087
nsk@rtcs.ru

Киев
(+38 044) 520-0478
chip@rainbow.com.ua

Минск
(+375 17) 220-7692
chip@rainbow.by

Новости мира News of the World Новости мира

Индустрия разработки ПО в РФ не страдает от кризиса

На подавляющее большинство российских компаний-разработчиков ПО внешние факторы, такие как экономический кризис и антироссийские санкции, не оказали какого-либо влияния, или оно было незначительным. Однако в среднем это влияние оценивается респондентами всё-таки более негативно, чем позитивно, выяснили эксперты «Руссофт».

Исследование показало, что в самой отрасли кризиса нет, поскольку совокупная выручка предприятий растёт даже в долларовом выражении. Внешние факторы приводят лишь к тому, что сокращаются темпы роста.

Общее влияние факторов, таких как экономический кризис, западные санкции против России, встречные антисанкции и девальвация рубля по отношению к доллару и евро, примерно одинаковое для компаний с разным местоположением и с разной моделью бизнеса (разработчиков программных продуктов и заказного ПО). Существенные отличия проявля-

ются при разделении опрошенных компаний по размеру и по доле экспортной выручки. Выяснилось, что на компаниях с оборотом более \$5 млн санкции и экономический кризис отразились более негативно, чем на компаниях меньшего размера. Влияние девальвации для всех почти одинаковое.

Доля экспорта оказалась особенно важной при оценке респондентами влияния девальвации и экономического кризиса на деятельность в России (отчасти эти два фактора взаимосвязаны). От девальвации национальной валюты получили выгоду 55,3% компаний, у которых экспорт обеспечивает не менее 50% совокупной выручки. Это естественно, поскольку затраты у них в рублях, а основные доходы – в долларах и евро. 15,9% таких компаний всё же почувствовали негативное влияние девальвации рубля, но ни для одной из них оно не является слишком негативным.

Для 53,6% компаний, которые в большей степени ориентированы на российский рынок, девальвация оказалась фак-

тором, негативно повлиявшим на бизнес. Однако значительно она отразилась только на 13,1% таких компаний. При этом 21,4% респондентов, ориентированных в большей степени на внутренний рынок, почувствовали позитивное влияние девальвации рубля (7,3% – очень позитивное). Вероятно, их выигрыш от экспортных направлений был (или будет в ближайшем будущем) больше, чем потери, которые возникли при работе на внутреннем рынке, если они вообще имелись, поскольку не все сегменты российского программного рынка сжались даже в долларовом выражении.

Самое малое воздействие на бизнес компаний разработчиков ПО произвели санкции и антисанкции. Они никак не повлияли на 52,1% опрошенных компаний. 37,2% компаний всё-таки почувствовали какое-то (значительное или незначительное) влияние санкций. Положительно они отразились только на 10,7% компаний.

Больше всего пострадали респонденты от экономического кризиса – 56%. Девальвация не оказала никакого вли-

swissbit®
INDUSTRIAL MEMORY SOLUTIONS



Серия S-40: карты памяти SD и microSD для эффективных промышленных применений

- 4–32 Гбайт (MLC NAND Flash)
- SD 3.0 (2.0), SDHC, Class 6
- Передача данных до 24 Мбайт/с
- Автономная система управления данными
- Защита от пропадания напряжения
- Долгое время хранения данных при экстремальных температурах
- Резервирование встроенного программного обеспечения
- Сложный механизм распределения нагрузки и управления сбойными блоками
- Обновление параметров и встроенного программного обеспечения
- Контроль изменений в комплектации
- Инструменты для диагностики

Надежные, прочные, экономичные

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SWISSBIT

PROSOFT®

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

яния на 22,3% опрошенных компаний, а остальные поделились примерно поровну: на тех, кто ощутил её негативное влияние, и на тех, кто почувствовал позитивные сдвиги.

www.astera.ru

На базе «Созвездия» появится научно-производственная рота

АО «Концерн «Созвездие» (входит в состав АО «Объединённая приборостроительная корпорация» Госкорпорации Ростех) стало участником государственной программы по созданию научно-производственных рот. Новая рота появится по итогам осеннего призыва 2015 г. на базе тамбовского предприятия концерна АО «ТЗ «Ревтруд» и станет одной из первых научно-производственных, или технических, подразделений в России.

Участниками программы станут молодые люди с высшим и средним специальным образованием – не более 36 человек. Они будут иметь статус военнослужащих-срочников, но проходить службу

в форме производственной деятельности на предприятии, а военную подготовку – на территории воинской части 61460, где и будут жить. Отметим, что на базе в/ч 61460, где расположен Тамбовский межвидовой учебный центр специалистов РЭБ, этой осенью сформирована также научная рота, которая будет заниматься решением научно-прикладных задач в сфере радиоэлектронной борьбы. В отличие от научной роты, в новом техническом подразделении акцент будет сделан на воплощение инновационных идей на конкретном предприятии оборонного сегмента.

«Молодые люди будут участвовать в создании и ремонте образцов вооружения, военной и специальной техники. Набор призывников производился на наиболее востребованные специальности, такие как фрезеровщик, токарь, оператор-наладчик станков с ЧПУ, монтажник, регулировщик, инженер-технолог, инженер-конструктор. Рабочие места полностью оборудованы, завод готов встречать призывников», – подчёркивает гене-

ральный директор АО «ТЗ «Ревтруд» Л.В. Гребенюк.

Список востребованных заводом специальностей был утверждён Минобороны и Минпромторгом. Затем комиссия из представителей воинской части, Военного комиссариата Тамбовской области и АО «ТЗ «Ревтруд» провела отбор по квалификационным требованиям. В частности, у кандидата в техническую роту должен быть опыт работы или практика по специальности на предприятиях ОПК. Завершающий этап в комплектовании новой роты – медицинская комиссия с обязательным психологическим тестированием, которая пройдёт в воинской части.

О формировании в России воинских подразделений, состоящих из наиболее востребованных в ОПК молодых специалистов, президент РФ Владимир Путин объявил 16 мая 2015 г. Целью проекта является создание кадрового потенциала для предприятий оборонно-промышленного комплекса.

www.sozvezdie.su

Уменьшение объёма,

сокращение затрат и повышение эффективности

с применением новейших технологий

в создании **DC/DC-преобразователей**



DC/DC-преобразователи средней и повышенной мощности



Серия ICN 50–150 Вт

- Диапазоны входных напряжений: стандартный (2:1) и широкий (4:1)
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 24 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×57,9×12,7 мм



Серия IFN 200 Вт

- Диапазон входных напряжений стандартный (2:1)
- КПД до 90%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 2,5 до 48 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×116,8×13,2 мм



Серия QSB 75–350 Вт

- Диапазоны входных напряжений: стандартный (2:1) и широкий (4:1)
- КПД до 92,5%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность

- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 3,3 до 28 В
- Габариты (Ш×Г×В): 36,8×57,9×12,7 мм; 61×57,9×13,2 мм (QSB150-350)



Серия QSB600 600 Вт

- Диапазон входных напряжений стандартный (2:1)
- КПД до 92%
- Диапазон рабочих температур –40...+100°C
- Высокая удельная мощность

- Отвод тепла через основание корпуса
- Одноканальные модели с выходными напряжениями от 12 до 32 В
- Габариты (Ш×Г×В): 61×116,8×12,7 мм (формат Full Brick Package)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER



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



Реклама

Курс на «Импортозамещение»

Первые итоги выполнения задач, поставленных Президентом Российской Федерации Владимиром Путиным в Обращении к Федеральному собранию относительно программы импортозамещения (4 декабря 2014 г.), на правительственном уровне были подведены на Международной специализированной выставке «Импортозамещение», которая прошла в МВЦ «Крокус Экспо» 15–17 сентября 2015 г.

Более 300 компаний из 35 регионов России продемонстрировали возможности предприятий в создании отечественных производственных мощностей на Международной специализированной выставке «Импортозамещение». Экспозиция выставки охватила практически все отрасли экономики: машиностроение, транспортный сектор, медицину, строительство, промышленность, аграрный сектор, товары народного потребления, компьютерные разработки, высокотехнологичные решения в нефтегазовом и топливно-энергетическом комплексах и другие. Среди участников выставки: Госкорпорация «Ростех», научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод», ФГУП «Научно-производственный центр автоматизации и приборостроения им. академика Н.А. Пилюгина», ЗАО «Строительные технологии и машины», научно-технический центр «Модуль» и многие другие. Проекты в области импортозамещения были представлены на стендах Липецкой, Самарской, Ульяновской, Тульской, Калужской, Волгоградской областей, Ставропольского края, республик Чувашия и Ингушетия, а также других регионов РФ.

Растущий спрос на отечественную продукцию со стороны не только российских, но и зарубежных производи-

телей послужил стимулом к участию в выставке зарубежных партнёров, в частности представителей Словении, Туниса, Белоруссии и других стран.

На торжественной церемонии открытия выставки «Импортозамещение» присутствовали: заместитель Председателя Правительства РФ Аркадий Дворкович, заместитель председателя комитета Государственной Думы РФ по экономической политике Николай Арефьев, губернатор Ульяновской области Сергей Морозов, губернатор Ставропольского края Владимир Владимиров, представитель Русской Православной Церкви протоиерей Лев Семёнов и президент Crocus Group Арас Агаларов.

Одними из первых посетителей, которые оценили возможности российской экономики по производству конкурентоспособных товаров и услуг и осмотрели разностороннюю экспозицию выставки, стали Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев, заместитель Председателя Правительства РФ Аркадий Дворкович, министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров.

Тематика проекта чрезвычайно актуальна в настоящее время, когда вопрос развития отечественного производства стоит как никогда остро. Выставочная экспозиция была сформирована

при активной поддержке Министерства промышленности и торговли РФ. Отечественные предприятия наглядно демонстрировали научно-технический и производственный потенциал российской промышленности: продукцию, новейшие технологии и услуги, перспективные разработки и инвестиционные проекты.

Кроме того, на стенде Минпромторга России была открыта выездная приёмная, где руководители структурных подразделений ведомства проводили консультации в режиме реального времени по актуальным вопросам организации импортозамещения.

Возможности отечественного автомобилестроения выразительно продемонстрировала Группа компаний ГАЗ.

Инжиниринговая компания Dero Computers показала высокотехнологичные отечественные компьютерные разработки: планшетный компьютер ДЕПО в защищённом исполнении для эксплуатации в любых погодных и производственных условиях.

На стенде города Красногорска были представлены ведущие отрасли экономики Московской области.

Проект «Импортозамещение» объединил не только демонстрацию достижений и потенциала регионов, но и дискуссионную площадку для диалога представителей органов государственной власти с предпринимателями.

В рамках выставки «Импортозамещение» был и настоящий прорыв, который войдёт в историю отечественного тракторостроения, – новое поколение моделей семейства «Кировец»,



созданных при поддержке Минпромторга России.

Свой вклад в программу импортозамещения, безусловно, вносит малый бизнес. Среди представителей социальных предприятий-участников выставки – Фонд региональных социальных программ «Наше Будущее» с отечественными проектами: инновационными протезами, созданными при помощи 3D-принтера от компании «Моторика», высокотехнологичными средствами реабилитации инвалидов, выпускаемыми предприятиями «Обсервер» и «Катаржина», а также современными спортивными комплексами для уличных тренировок (для воркаута) от компании «КЕНГУРУ.ПРО».

ОАО «Подольский машиностроительный завод», специализирующийся на проектировании и изготовлении котлов-утилизаторов с различным числом контуров давлений для ПГУ, а также водогрейных котлов-утилизаторов ЗиО, продемонстрировал свой вклад в развитие поставок энергетического оборудования, что ещё совсем недавно полностью зависело от зарубежных партнёров. Продукция предприятия, выполненная по российским стандартам и полностью из российских материалов, – веское доказательство потенциала отечественных разработок и готовность к отказу от иностранных дорогостоящих аналогов.

В рамках конгрессной программы выставки состоялись пленарные заседания и 8 круглых столов, на которых было заслушано и обсуждено более 170 докладов по широкому кругу вопросов развития механизмов экономики в различных отраслях. Участниками конгрессной программы стали предста-

вители Минпромторга РФ, Минпромсвязи РФ, Минстроя РФ, Минтранса РФ, Минсельхоза РФ, Минфина РФ, Академии наук, федеральных и региональных властей, а также представители крупных коммерческих структур.

Среди тем, которые обсуждались на пленарных заседаниях:

- «Импортозамещение в промышленности» (доклад статс-секретаря, заместителя министра промышленности и торговли РФ Виктора Евтухова);
- «Импортозамещение как основа повышения конкурентоспособности территорий» (доклад министра РФ по делам Северного Кавказа Льва Кузнецова);
- «Вопросы государственной политики в агропромышленном комплексе РФ с учётом действующего эмбарго» (доклад члена комитета Государственной Думы по аграрной политике Кирилла Черкасова).

Выступления руководителей российских регионов затрагивали вопросы региональной промышленной политики и потенциала развития импортозамещения в отдельно взятых областях, содействия органов власти политике импортозамещения.

Итоги выставки «Импортозамещение» показали, что высококачественная продукция отечественного производства способна в полной мере заменить импортные аналоги, а проект может стать точкой отсчёта развития российского производства во всех сферах хозяйственной деятельности. Мероприятие получило широкое освещение в средствах массовой информации, большой интерес был проявлен и со стороны крупных бизнес-структур.

Выставка позволила компаниям ознакомиться с продукцией предприятий



смежных отраслей, установить новые деловые связи, способствующие дальнейшему налаживанию производства и сбыту продукции. Большинство экспонентов оставили положительные отзывы об уровне организации, а также отметили продуктивность своего участия. Более того, многие из них выразили желание присоединиться к активно ведущейся работе по формированию экспозиции выставки «Импортозамещение-2016», которая состоится в сентябре 2016 г.



От общего к частному

На прошедшем в Москве 23 сентября 2015 г. форуме «РазВИТие» консорциум компаний-разработчиков инженерного ПО – АСКОН, ТЕСИС, ЭРЕМЕКС, АДЕМ и НТЦ «АПМ» – впервые представил российским предприятиям сквозное PLM-решение, полностью построенное на отечественных технологиях.

Форум «РазВИТие. Российские технологии для инженеров», который прошёл при поддержке коллегии Военно-промышленной комиссии РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, Союза машиностроителей России, объединил более 400 руководителей, инженеров и ИТ-специалистов предприятий машиностроения, приборостроения и ОПК.

Вместе с участниками эксперты обсудили, как обрести цифровой суверенитет, какой вред несёт принудительное импортозамещение, в чём преимущества и перспективы развития российского инженерного софта.

Одни участники впервые познакомились с предложениями российских разработчиков, другие смогли по-новому взглянуть на программные продукты, за развитием которых давно перестали следить, а некоторые даже поделились собственным опытом внедрения и применения ключевых инженерных технологий российского производства.

С аналитическим обзором рынка инженерного ПО в России выступила исполнительный директор Ассоциации разработчиков программных продуктов «Отечественный софт» Евге-

ния Василенко: «К сожалению, закупка иностранного софта, особенно на крупных российских предприятиях, – это сегодня стандартная ситуация. Зачастую заказчик даже не рассматривает отечественные решения и, не задумываясь, отдаёт предпочтение дорогим импортным продуктам, – отметила она. – С одной стороны, успех иностранных производителей во многом обусловлен исторической привычкой заказчиков и готовностью иностранных компаний тратить огромные средства на продвижение своей продукции. С другой стороны, успехи зарубежных вендоров в сегменте PLM связаны с тем, что они предлагают комплексные решения, способные реализовать все задачи заказчика, тогда как российские компании зачастую предлагают качественные, но узкоспециализированные решения. Текущая геополитическая обстановка, экономическая ситуация и санкции в отношении России стимулируют государство и заказчиков смотреть в сторону отечественных производителей. А наши разработчики ПО, в свою очередь, ждут диалога, готовы к новым решениям, к развитию своих продуктов».



В основу деловой повестки мероприятия легли различные аспекты импортозамещения. При этом участникам была предложена не привычная для освещения вопросов импортозамещения риторика, а реальные методические рекомендации по поэтапному переходу на отечественный инженерный софт. Собственный опыт этого перехода и практику созда-



ния и внедрения «цифрового производства» представило одно из самых передовых предприятий России – ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» ГК «Росатом».

Организаторы форума, компании АСКОН, ТЕСИС, ЭРЕМЕКС, АДЕМ и НТЦ «АПМ», рассказали о своём видении того, какие задачи будут актуальны для промышленности в ближайшие годы и как российские вендоры смогут ответить на эти запросы, объединив те самые «специализированные» решения.

«Предприятия сегодня боятся принуждения к импортозамещению, и это неудивительно: в минувшие годы были инвестированы огромные деньги и в зарубежное ПО, и в выстраивание бизнес-процессов на его основе, и в обучение специалистов, – говорит председатель Совета директоров АСКОН Александр Голиков. – Тем не менее, если мы не хотим, чтобы и через 5–10 лет промышленность сталкивались с теми же самыми проблемами, нужно действовать. Импортозамещение – это сложная многолетняя работа, и какого-то чудесного рецепта, который позволит за несколько лет «перекрыть» западных разработчиков ПО по масштабам и функционалу, не существует. Растянутая на годы разработка сквозного PLM-решения с нуля ведёт к высоким рискам и уже на старте не даёт внятного представления о том, как этот продукт будет жить. Наш консорциум разработчиков инженерного ПО делает ставку на ускоренное эволюционное развитие, на лидеров ИТ-рынка в своих сегментах, на тиражные, коммерчески успешные, рыночные продукты, которые уже используются на тысячах предприятий и, главное, обладают огромным потенциалом».

Со сквозным PLM-решением на базе передовых отечественных продуктов, которое разработчики могут предложить уже сегодня, участники имели возможность познакомиться прямо во время форума. Коллаборация ведущих российских разработок в CAD/CAE/CAM/PLM/MRP-сфере была отражена в видеоролике, который удивил и заинтересовал аудиторию.

Более подробно узнать о компонентах сквозного PLM-решения участники могли на профильных секциях и технологической выставке, где российские вендоры представляли возможности своих продуктов и делились планами по их развитию.



Генеральный директор ТЕСИС Сергей Курсаков:

«На мой взгляд, мероприятие получилось довольно уникальным. Дело в том, что оно организовано коллективом успешных рыночных компаний, которые стараются интегрироваться между собой. Однако наша цель не просто собраться вместе, пообщаться с потенциальными и существующими заказчиками, услышать их мнение, но и выработать план действий по дальнейшей интеграции наших решений – маркетинг должен строиться на конкретных делах. Общение с гостями форума показало, что им нравится идея о едином, мультивендорном российском PLM-решении, им интересно знать, что мы, разработчики, думаем об импортозамещении и что готовы предложить. На мой взгляд, проблемы импортонезависимости в области САПР и PLM тяжелы и многообразны, и чиновники не торопятся принять на себя ответственность за их решение. Мы же с коллегами предпочитаем действовать, а не ждать».



Генеральный директор НТЦ «АПМ» Владимир Шелофаст:

«Сквозное PLM-решение, которое представлено на форуме «РазвИТИе», – это лучшее, что сегодня могут предложить российские компании в сфере инженерного ПО. Форум же должен помочь промышленности обратить внимание на российские программные продукты, повернуть аудиторию к реальному рынку лицом. Честно говоря, для нас «импортозамещение» началось не сегодня: НТЦ «АПМ» сотрудничает более чем с 1500 предприятиями, которые давно не пользуются зарубежным софтом. В основном это частные, небольшие компании, очень рационально относящиеся к расходованию средств – у них нет миллионов, которые можно бездумно вкалывать в зарубежный софт, им просто нужен результат. И, пожалуй, сейчас настало время принимать более мудрые и дальновидные решения и крупному бизнесу. Такие решения придётся принимать и государству. Но тут важно подчеркнуть один немаловажный аспект. Форум ясно показал тот вектор, в направлении которого будут развиваться компании-организаторы форума. И этот вектор будет сохраняться вне зависимости от наличия или отсутствия госфинансирования. Но с помощью государства реализовать задуманное мы сможем, конечно, гораздо быстрее».



Заместитель генерального директора НТЦ «АПМ» Елена Стайнова:

«На форуме впервые в России была продемонстрирована связанная PLM-цепочка: от проектирования до выпуска изделия. На наш взгляд, сейчас вряд ли найдётся другой пул компаний, которые бы могли предложить сквозное решение подобного уровня, к тому же готовое к использованию, состоящее из высококлассных программных продуктов».



Генеральный директор ЭРЕМЕКС Сергей Сорокин:

«Форум стал для нас всех – и организаторов, и участников – хорошей возможностью сверить часы и наметить направления совместной работы по созданию, развитию и использованию сквозной PLM-системы. Независимо от того, получим мы поддержку государства или нет, мы продолжим действовать в интересах потребителя. А потребитель сегодня заинтересован в эффективном решении, которое покрывало бы максимально возможное число задач, возникающих при проектировании современных, сложных, высокотехнологичных изделий и систем. Мы находимся на этапе обмена идеями, технологиями и подходами с целью не только достичь высокой степени интеграции продуктов наших компаний, но и для того, чтобы избежать неэффективной траты ресурсов на «изобретение велосипеда». И в этом синергетическом эффекте я вижу главную перспективу нашей совместной работы. Форум нам нужен как площадка, где ведущие разработчики могут представить пользователям новые технологии, свои достижения, планы развития и показать, как их продукты могут работать в связке с другими передовыми отечественными решениями».



Председатель Совета директоров АДЕМ Андрей Быков:

«Каждая компания, представившая на форуме свой софт, в какой-то степени достигла вершины и предлагает сегодня зрелые, конкурентоспособные продукты. Теперь нужно думать, в какую сторону будут развиваться эти продукты, как и за счёт чего они будут объединены и интегрированы в рамках цельного отечественного PLM-решения. Интерес к импортозамещению у предприятий есть. Возможно, именно он, а также ощущение некоторого противоречия, и привлекли на форум такое количество людей. Участники доносят до нас очень интересную информацию: на этом предприятии выделено столько-то миллионов под закупку импортного софта, на другом, третьем – то же самое. Кажется, что предприятия действуют по принципу «покупать зарубежное, пока есть возможность». О том, что такой подход не принесёт выгоды в долгосрочной перспективе, мы и хотели поговорить».



Генеральный директор АСКОН Максим Богданов:

«Общее впечатление – форум удалось провести так, как мы его и задумывали. Вопросы сквозного применения существующих отечественных решений, их интеграции, создания на их основе нового поколения отечественных PLM-комплексов действительно в фокусе интересов отечественной промышленности. И в том числе остро стоят они перед предприятиями, находящимися сейчас под санкциями, что подтверждается большим числом участников. Но сказав «А», надо говорить и «Б», надо продолжать двигаться дальше. Уже сформированы новые рыночные условия, создавшие предпосылки для продолжения согласованного развития, интеграции решений организаторов форума. Будет ли реализовано государственное финансирование проектов импортозамещения в области создания инженерного ПО или не будет – курс взят. Измениться может лишь время в пути».

V Международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС»

В октябре в Москве состоялся V Международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС». Среди тем, которые обсуждались на конгрессе, – «Импортозамещение в области микроэлектроники», «Развитие рынка беспилотных транспортных средств», «Развитие сервисов на основе инфраструктуры системы ЭРА-ГЛОНАСС», «Новая стратегия развития НП ГЛОНАСС» и многие другие.

V Международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС», который состоялся 1 октября в Москве, собрал более 700 ведущих участников рынка применения навигационно-информационных технологий на транспорте из 10 стран мира (в прошлом году в конгрессе приняли участие более 500 делегатов). В их числе руководители российских и зарубежных автоконцернов, таких как BMW, Mercedes Benz, Volvo, АВТОВАЗ, КАМАЗ, ГАЗ, операторы мобильной связи («МТС», «Билайн», «МегаФон»), производители компонентной базы и автомобильной электроники, а также представители российских и европейских специалистов в области технического регулирования. Организатором мероприятия выступило Некоммерческое партнёрство «ГЛОНАСС», федеральный сетевой оператор в сфере навигационной деятельности, единственный исполнитель работ по созданию и внедрению государственной автоматизированной системы экстренного реагирования при авариях ЭРА-ГЛОНАСС. В конгрессе приняли участие делегаты из России, стран ЕАЭС, БРИКС и Европейского союза.

Работу Международного конгресса «ЭРА-ГЛОНАСС» открыл заместитель председателя Правительства Российской Федерации Дмитрий Rogozin.

Он отметил, что «ЭРА-ГЛОНАСС – это первый в мире государственный проект, в котором спутниковая навигация и возможности других современных технологий (микроэлектроники, сотовой связи и информационных сервисов) используются в интересах безопасности людей на автомобильном транспорте. Следующим шагом развития и внедрения навигационных технологий в России должен стать поэтапный переход к рынку беспилотных автомобилей».

Отдельно Дмитрий Rogozin отметил важность импортозамещения и использования отечественных продуктов и услуг в навигационной сфере. «Задача перехода российской промышленности на отечественную компонентную базу, в том числе микроэлектронную, является одной из приоритетных. Президент России провёл совещание по микроэлектронике и поручил Правительству Российской Федерации до конца года сформировать план действий и интегрированный государственный заказ на производство микро- и радиоэлектроники на территории страны. ЭРА-ГЛОНАСС – один из двенадцати проектов, которые были выделены как приоритетные для развития применения российской микроэлектроники», – добавил он.

Вице-премьер вручил двум российским компаниям ОАО «АВТОВАЗ» и ООО «Форт-Телеком» первые сертификаты соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности колёсных транспортных средств». Система ЭРА-ГЛОНАСС, устанавливаемая серийно в автомобили Лада Веста, и устройство вызова экстренных оперативных служб от «Форт-Телеком» первыми успешно прошли все необходимые испытания. В очереди на сертификацию – ещё 11 моделей различных марок. В частности, Ford Transit. Также начато сотрудничество с компанией Hyundai и ведётся работа с «Группой ГАЗ» по всему модельному ряду выпускаемой техники. Если Лада Веста стала первым серийным легковым автомобилем, подключённым к системе ЭРА-ГЛОНАСС в России, то Ford Transit будет первым в сегменте коммерческих автомобилей, имеющим на борту терминал экстренного реагирования.

Помощник Президента Российской Федерации Игорь Левитин зачитал приветственное слово руководителя администрации Президента Российской Федерации Сергея Иванова. В своём выступлении Игорь Левитин подчеркнул, что за последние несколько лет российский автопарк качественно изменился, улучшились автодороги, но количество аварий и их тяжесть при этом не снизились. Использование технологических возможностей ЭРА-ГЛОНАСС и развитие этого инновационного направления будут способствовать профилактике аварийности, повышению уровня безопасности на транспорте, в первую очередь, при перевозке детей и других пассажиров.

Также Игорь Левитин добавил, что в целом расширение использования навигационных, информационных и телекоммуникационных технологий на автомобильном транспорте, а также развитие технологий беспилотных транспортных средств ведут к революционным изменениям всего транспортного комплекса. «Это потребует от государства серьёзного совершенствования законодательства и технического регулирования, разработки и внедрения новых стандартов строительства и эксплуатации автомобильных дорог и всей транс-



портной инфраструктуры. Мы должны быть к этому готовы, должны и здесь быть первыми в мире, как и в создании таких высокотехнологичных систем, как ЭРА-ГЛОНАСС», – сказал он.

Заместитель министра транспорта Российской Федерации Алексей Цыденов отметил, что спектр сервисов, которые могут быть реализованы с использованием инфраструктуры ЭРА-ГЛОНАСС, очень широк. «С учётом многомиллионного числа автомобилей, которые уже в ближайшие два-три года будут оснащены устройствами ЭРА-ГЛОНАСС, бизнесу следует уже сейчас выстраивать отношения с оператором системы – АО «ГЛОНАСС».

В рамках пленарной сессии перед делегатами конгресса выступили директор Департамента информационных технологий и связи Министерства здравоохранения Российской Федерации Елена Бойко, начальник Управления информационных технологий и связи МЧС России Сергей Власов, генеральный директор АО «ГЛОНАСС» Андрей Недосеков, президент Некоммерческого партнёрства «ГЛОНАСС» Александр Гурко.

Александр Гурко отметил: «Мы видим новую миссию Партнёрства – стать эффективной площадкой для развития и внедрения навигационно-информационных технологий на транспорте за счёт объединения усилий и ресурсов российских участников рынка и государства. Основные направления нашей работы: формирование нормативной базы и технической политики на национальном и межгосударственном уровне, взаимодействие с институтами развития, организация пилотных проектов, поддержка экспорта технологий ГЛОНАСС. В сфере наших интересов – сервисы для водителей, пассажиров, поддержка сервис- и контент-провайде-

Система ЭРА-ГЛОНАСС запущена в промышленную эксплуатацию с 1 января 2015 г. Инфраструктура системы охватывает 83 субъекта Российской Федерации.

Основная цель создания системы ЭРА-ГЛОНАСС – сокращение времени доставки информации о месте и времени аварии до экстренных оперативных служб, что обеспечит сохранение жизни и здоровья водителей и пассажиров автотранспортных средств, попавших в ДТП или иную нештатную ситуацию на дороге.

Государственным заказчиком работ по созданию системы ЭРА-ГЛОНАСС является Министерство транспорта Российской Федерации. Федеральный сетевой оператор Некоммерческое партнёрство «ГЛОНАСС» определён единственным исполнителем работ по проекту внедрения и обеспечения промышленной эксплуатации государственной автоматизированной системы экстренного реагирования при авариях ЭРА-ГЛОНАСС в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации.

ров, дизайн-центры оборудования, развитие в России технологий V2X и беспилотного транспорта. В этих целях отраслевое представительство в Партнёрстве будет расширяться. К операторам связи и навигационным компаниям добавятся автопроизводители, российские компании, развивающие технологии беспилотного транспорта, навигационные компании из стран ЕАЭС и БРИКС».

Представитель Альянса участников телематической индустрии Китая (ТИАА) Кевин Ли отметил, что рынок телематики в Китае развивается быстрыми темпами. Ведущие китайские автопроизводители занимаются развитием онлайн-сервисов для водителей и пассажиров. В 2014 г. 8% проданных автомобилей в КНР были подключены к интернету, а к 2018 г. таких автомобилей будет уже 30%. Он также рассказал о том, что Россия и Китай активно сотрудничают в сфере развития навигационных технологий на транспорте, в частности, создания и развития систем экстренного реагирования при авариях. ТИАА и НП «ГЛОНАСС» подписали соглашение о сотрудничестве, в рамках которого вместе работают над разработкой стандартов для автомобильных устройств вызова экстренных опе-

ративных служб на базе технологий ГЛОНАСС/BeiDou и концепцией китайской системы реагирования при авариях, аналогичной ЭРА-ГЛОНАСС.

Исполнительный директор Российского союза автостраховщиков Евгений Уфимцев подробно остановился на том, как может использоваться система ЭРА-ГЛОНАСС в рамках оформления аварий по Европротоколу. Для этого уже созданы специальные приложения, которые доступны для скачивания в Google Play и Apple Store. В этом случае данные становятся юридически значимыми, и их обязаны учитывать как страховые компании, так и суды.

В рамках конгресса также активно обсуждались направления развития системы ЭРА-ГЛОНАСС и возможности использования её инфраструктуры в интересах операторов навигационно-информационных систем, сервис-провайдеров, автопроизводителей и страховых компаний. Среди важных вопросов – международное сотрудничество и кооперация в сфере создания и внедрения навигационно-информационных систем, перспективы использования навигационных, информационных и телекоммуникационных технологий на автомобильном транспорте. ©



Обмен опытом с пользователями ПО ANSYS

В Москве 14–16 октября 2015 г. прошла 12-я Международная конференция пользователей ANSYS/CADFEM.

Ежегодно конференция пользователей ANSYS/CADFEM собирает большое количество инженеров, руководителей отделов и IT-специалистов из широкого круга производственных предприятий, коммерческих организаций и высших учебных заведений, заинтересованных в использовании систем инженерного анализа и инструментов для численного моделирования в своей профессиональной деятельности.

Организаторами прошедшей конференции выступили компании ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс», ведущий авторизованный дистрибьютор и центр компетенции ANSYS в России и странах СНГ, и ANSYS, Inc., мировой лидер в разработке систем инженерного анализа и инструментов для численного моделирования.

Пленарное заседание 14 октября открыл генеральный директор компании ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс» В.Д. Локтев. Доклад прошёл под девизом «Потребность в ускорении» и затронул концепцию успешного внедрения на предприятии систем инженерного анализа и инструментов для численного моделирования, а также глобальные планы по развитию компании и расширению портфолио оказываемых услуг. Представители ANSYS, Inc. Адриан Бус (Adrian Booth) и Вишал Шарма (Vishal Sharma), в свою очередь, продемонстрировали передовые методы использования программных продуктов ANSYS и представили новый продукт ANSYS AIM, предназначенный для проведения многодисциплинарных расчётов. Специалистами КАДФЕМ были рассмотрены основные обновления программных

продуктов ANSYS версии 16.2, а представителями АО «ОКБМ им. И.И. Африкантова» и ИБРАЭ РАН были представлены доклады об успехах внедрения системы управления инженерными данными ANSYS EKM. Представитель генерального спонсора конференции, компании HUAWEI, В.А. Свиженко в своём докладе рассказал об инновациях компании HUAWEI для высокопроизводительных вычислений. Представитель компании NVIDIA A.P. Джораев выступил с актуальным докладом о виртуализации рабочих мест инженеров при помощи технологии NVIDIA GRID.

15 октября на конференции одновременно работали четыре секции: «Вычислительная гидродинамика», «Механика деформируемого твёрдого тела», «Электромагнитный анализ и радиоэлектроника», знакомые участникам по прошлым мероприятиям, и концептуально новая секция – «Автоматизация», посвящённая организации рабочей среды, разработке расчётных методик и автоматизированных рабочих мест. В первых трёх секциях было представлено большое количество пользовательских докладов, в том числе представителей вузов. Авторам лучших пользовательских докладов были вручены ценные призы от компании КАДФЕМ.

Лучшими пользовательскими докладами стали:

- Секция «Вычислительная гидродинамика»: «Об использовании программного комплекса ANSYS Fluent для определения коэффициентов вращательных производных гидродинамических сил и моментов», А.Л. Сухоуков, АО ЦКБ МТ «Рубин».

- Секция «Механика деформируемого твёрдого тела»: «Проектирование демфера сухого трения кольцевого типа для высоконагруженных авиационных конических зубчатых передач», Е.В. Кожаринов, ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова».
- Секция «Электромагнитный анализ и радиоэлектроника»: «Моделирование образования жидкой фазы внутри титановой заготовки в электромагнитном поле», М.Ю. Хацаюк, ООО «НПЦ Магнитной гидродинамики», ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет».

Третий день конференции, 16 октября, по традиции завершился серией мастер-классов от специалистов КАДФЕМ, посвящённых живой демонстрации возможностей программных продуктов ANSYS для решения производственных задач. Мастер-классы проходили в формате двухсторонней коммуникации слушателей и докладчиков, что позволило максимально полно раскрыть тему и рассказать о преимуществах демонстрируемых возможностей.

На протяжении всех трёх дней конференции работала демо-зона, в которой участники могли пообщаться со специалистами КАДФЕМ и задать интересующие их вопросы о применении программных продуктов ANSYS, а также выставочная зона партнёров конференции. В рамках выставочной зоны компания IT Business Solutions представила систему Lenovo Flex System, сконфигурированную для осуществления высокопроизводительных вычислений и оснащённую графическими картами NVIDIA.

Организаторы благодарят всех участников конференции и надеются, что полученная информация окажется полезной и поможет профессиональной деятельности.



ВЫСТАВКА СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ НК



ОТРАСЛЕВЫЕ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

2 – 4 МАРТА 2016, МОСКВА

ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

Организатор	Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД)
Место проведения	Москва, «Экспоцентр» на Красной Пресне Павильон №3
Деловая программа	Серия научно-практических семинаров по актуальным вопросам применения НК в промышленности
Участники	Более 130 компаний Разработчики и поставщики оборудования Сервисные компании Учебные и сертификационные центры Специализированные издания Национальные общества НК
Посетители	Более 3000 экспертов и специалистов авиационной, атомной, химической и нефтехимической, нефтяной, газовой, металлургической и многих других отраслей
On-line бронирование выставочной площади	www.expo.ronktd.ru



на правах рекламы

2 – 4 МАРТА 2016, «ЭКСПОЦЕНТР» НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

www.expo.ronktd.ru

info@ronktd.ru

СТАТЬЯ	№ журнала
РЫНОК	
Новости российского рынка	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Рынок САПР электронных устройств: от разрозненности к целостному подходу	1
Инновации в индустрии – солидарная ответственность изобретателей и промышленников	2
ВЗРД «Монолит»: ставка на качество и модернизацию	3
Входной контроль ЭКБ: «алмазное» качество	4
Магнитотерапевтические установки и аппараты отечественного производства <i>Сергей Шишкин</i>	4
РОБОТОТЕХНИКА	
Робототехника и встраиваемые системы <i>Андрей Антонов</i>	1
Теория и практика автоматического управления в робототехнике <i>Андрей Антонов</i>	4
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Тенденции развития аэрокосмических энергетических систем с лазерными каналами передачи энергии. Часть 1 <i>Александр Сигов, Владимир Матюхин</i>	1
Преимущества FPGA с технологией Tri-Gate <i>Райан Кенни, Джефф Ватт</i>	1
Доступная зарядка <i>Александр Хлынов</i>	1
Какое автоматизированное решение лучше? <i>Ви Шенг Йонг</i>	1
Электроконденсационный метод синтеза кремния, углерода и карбида кремния <i>Арсений Брыкин, Арсений Артёмов, Дарья Арсеньева</i>	2
Технологии изготовления плат для высокомоощных силовых полупроводниковых устройств. Часть 2 <i>Иван Красный, Юрий Непочатов, Александр Беркин, Светлана Кумачёва, Юлия Швецова</i>	3
Инновационные электронные системы для автомобиля	3
Центр аттестации технологического оборудования – необходимое звено в цепи микронэлектронного производства <i>Виктор Быков, Александр Гудков, Валерий Киреев</i>	4
Развитие технологии нитрида галлия и перспективы его применения в СВЧ-электронике <i>Александр Балакирев, Андрей Туркин</i>	4
Солнечные батареи и модули как источники питания <i>Андрей Кашкаров</i>	5
Использование бесплатной программы JTAG Live Buzz в качестве тестового пробника <i>Алексей Иванов</i>	5
Моделирование новой бета-вольтаики на монокристаллах LPE i-GaAs <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Думаневич</i>	6
Тенденции развития аэрокосмических энергетических систем с лазерными каналами передачи энергии. Часть 2 <i>Александр Сигов, Владимир Матюхин, Владимир Лукин</i>	6
Оптимизация производства отечественного сапфира <i>Сергей Малюков, Юлия Клунникова</i>	6
Фотонная и релятивистская энергетика на основе LPE i-GaAs-монокристаллов <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Звонарёв</i>	7
Новый метод монтажа изделий на керамической подложке <i>Тамара Борисова, Надежда Оленина, Александр Серёгин</i>	7
Тестирование программно-аппаратных интерфейсов ARINC 818 с использованием инструментов компании Great River Technology <i>Пол Грюнвальд</i>	8
Комплексный подход к освоению интерфейсов ARINC-429 и МКМО <i>Владимир Ануфриев, Андрей Власов, Николай Ермошин</i>	8
Снижение стоимости ПП: технический аспект <i>Лоик Паско</i>	8
Радиационные высокотемпературные LPE i-GaAs-датчики для контроля ядерных технологий <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев, Анатолий Звонарёв</i>	9
Актуализация отечественных стандартов в области сборки и монтажа электронных модулей специального и ответственного применения <i>Сергей Алексеев</i>	9
Испытательные лаборатории Европейского космического агентства <i>Максим Смолин</i>	9
ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	
Видеоизмерительные системы iNEXIV VMA-4540 – эталон качества метрологической инспекции <i>Нина Мелехова, Андрей Ивахин</i>	8
Зондовые станции компании Super Solutions & Services <i>Дмитрий Явич</i>	9
ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ	
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: последовательный интерфейс I ² C <i>Олег Вальпа</i>	1
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: цифроаналоговый преобразователь <i>Олег Вальпа</i>	2

СТАТЬЯ	№ журнала
Аппаратное ядро DDR3 ПЛИС Achronix и его применение <i>Владимир Викулин</i>	3
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: аналого-цифровой преобразователь <i>Олег Вальпа</i>	3
Микросхема преобразователя угол-код для индуктивных датчиков <i>Владимир Ануфриев, Александр Лужбинин, Сергей Шумилин</i>	3
Современное решение для коммутации индуктивной нагрузки <i>Сергей Поглавный</i>	3
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: прямой доступ к памяти <i>Олег Вальпа</i>	4
Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Часть 1 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	4
Новые продукты в линейке светодиодов компании SemiLEDs <i>Андрей Туркин</i>	4
Обзор современных дисплеев AUO с дополнительными функциями <i>Игорь Матешев, Андрей Туркин</i>	5
Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Часть 2 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	5
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: сторожевые таймеры <i>Олег Вальпа</i>	5
Джойстик на эффекте Холла, оптический энкодер с мультитачпадом и другие инновации от Grayhill <i>Ольга Романовская</i>	5
Создание низкотемпературных аналоговых ИС для обработки импульсных сигналов датчиков. Часть 3 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	6
Современные МЭМС-продукты компании Analog Devices. Часть 1 <i>Юрий Петропавловский</i>	6
Новые продукты в линейке компании Philips Lumileds: сверхъяркие светодиоды <i>Андрей Туркин</i>	6
Обеспечение радиационной стойкости МОП-транзисторов: влияние одиночных эффектов <i>Алексей Соколов</i>	6
Современные МЭМС-продукты компании Analog Devices. Часть 2 <i>Юрий Петропавловский</i>	7
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: система прерываний <i>Олег Вальпа</i>	7
Двухканальная аналоговая ИС с программируемыми параметрами <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	7
Унифицированные полосовые LC-фильтры, выполненные по интегральной технологии <i>Денис Борейко, Татьяна Хроленко, Андрей Яковлев</i>	7
Ethernet-решения от компании Миландр <i>Станислав Гусев, Александр Лужбинин, Александр Смородинов, Руслан Хамизов, Сергей Шумилин</i>	8
Защиты твердотельных реле <i>Александр Котов</i>	8
Wolfspeed – новое имя на рынке СВЧ-компонентов хорошо знакомой компании Cree <i>Александр Балакирев, Андрей Туркин</i>	9
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: управление питанием <i>Олег Вальпа</i>	9
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ	
Сверхширокополосные направленные ответвители для диапазона СВЧ <i>Филипп Михеев, Сергей Павлов, Владимир Семибратов, Вадим Щуров</i>	1
Многофункциональные бюджетные осциллографы АК ИП 4126 с полосой частот от 70 до 300 МГц <i>Владимир Дьяконов</i>	2
Отечественный синтезатор частот с высоким быстродействием и низким уровнем фазовых шумов <i>Пётр Бобкович, Андрей Кузменков</i>	2
Методы формирования и анализа сверхширокополосных сигналов на базе оборудования Keysight Technologies. Часть 1 <i>Александр Чумадин</i>	2
Методы формирования и анализа сверхширокополосных сигналов на базе оборудования Keysight Technologies. Часть 2 <i>Александр Чумадин</i>	3
Эффективная верификация анализаторов цепей <i>Владимир Губа, Олеся Быкова, Ольга Плотникова, Александр Савин</i>	3
Измерительные системы Maury Microwave для анализа и проектирования СВЧ-устройств <i>Елена Кириленко</i>	3
Резервированный изолированный источник электропитания радиоэлектронной аппаратуры со сверхшироким диапазоном входного напряжения <i>Олег Негреба, Татьяна Садовникова</i>	3
Современные продукты для встраиваемых систем компании Avnet <i>Юрий Петропавловский</i>	3
Методы формирования и анализа сверхширокополосных сигналов на базе оборудования Keysight Technologies. Часть 3 <i>Александр Чумадин</i>	4
Рекуперация электроэнергии при проведении испытаний: решения и оборудование <i>Александр Жуков, Михаил Попов</i>	5
Выбираем осциллограф. Часть 1 <i>Андрей Антонов</i>	5
Матричные системы электропитания – новый этап развития технологий АФАР <i>Александр Гончаров</i>	6

СТАТЬЯ	№ журнала
Российские DC/DC-преобразователи от НПП «Арбелос» для ответственных применений <i>Михаил Никитин</i>	6
Перспективы создания ВОИИС для определения параметров движения крупногабаритных стенов <i>Татьяна Мурашкина, Елена Бадеева, Кирилл Серебряков, Александр Удалов, Анна Федотова</i>	6
Методы расширения полосы пропускания осциллографов реального времени	7
Архитектура систем тестирования микросхем компании AVI <i>Ян Флетчер</i>	7
Контрольные испытания датчиков угловой скорости и кажущегося ускорения <i>Дмитрий Гаманюк</i>	7
Вопросы высокой надёжности для отечественных профессиональных пользователей <i>Александр Ковалёв, Олег Холодный</i>	8
Обеспечение качества энергоснабжения импульсных нагрузок. Практические решения <i>Олег Негреба</i>	8
Универсальные СВЧ USB-генераторы как замена настольным гигантам <i>Андрей Горевой</i>	8
Применение быстродействующих широкополосных приборов для наблюдения и анализа импульсных и непериодических сигналов <i>Ричард Овердорф</i>	8
Быстрое тестирование УМ ВЧ с помощью нового ускорителя измерений Keysight <i>Александр Чумадин</i>	9
Защищённые мониторы Boser для жёстких условий эксплуатации <i>Игорь Матешев</i>	9
ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Контроллер электронного замка с датчиком отпечатков пальцев <i>Павел Редькин</i>	1
Кодовый замок с нагрузкой эталонного кода по RS-485 <i>Сергей Шишкин</i>	2
Бесконтактные контроллеры для ключей-меток <i>Андрей Кашкаров</i>	2
Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 1 <i>Алексей Кузьминов</i>	4
Экспериментальное устройство анализа и распознавания цвета <i>Павел Редькин</i>	5
Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 2 <i>Алексей Кузьминов</i>	5
Импульсный ИП со стабилизированным выходом и низким уровнем пульсаций. Часть 3 <i>Алексей Кузьминов</i>	6
Цели стабилизации для однотактных преобразователей напряжения <i>Владимир Грошев</i>	7
Электрическая схема с коммутирующими IGBT-транзисторами для газоразрядных ламп <i>Юрий Мандрыко</i>	7
«Умный дом»: точка зрения Zipato <i>Сергей Шишкин</i>	8
Цифровой измеритель-сигнализатор уровня освещённости <i>Павел Редькин</i>	9
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	
Формализация задачи повышения скорости передачи информации по каналам радиосвязи автоматизированных систем <i>Владимир Филатов, Виктор Сивов</i>	1
Эффективность проектирования заказных схем в синтезаторе LeonardoSpectrum <i>Николай Авдеев, Пётр Бибило</i>	1
Новый метод расчёта параметров цифровых фильтров нижних частот <i>Николай Захаров</i>	1
Моделирование зеркальной антенны с помощью HFSS ANSYS <i>Александр Курушин, Евгений Лаврецкий, Семён Дергачёв</i>	2
Методика аппаратно-программного моделирования и тестирования проектируемых систем <i>Владимир Вычужанин</i>	2
Создание высокоточной модели электродвигателя для проектирования системы управления и верификации <i>Брэд Хип, Юрий Орлов</i>	3
Расчёт помехоустойчивости радиоканала с кодовым разделением ортогонального и неортогонального типа <i>Владимир Филатов</i>	3
Автоматизированная подготовка документации в OrCAD Documentation Editor <i>Анатолий Сергеев</i>	3
3D-моделирование микрополоскового фильтра высоких частот в пакете HFSS <i>Сергей Грищенко, Дмитрий Дерачиц, Наталья Кисель</i>	4
Основы измерения коэффициента шума в радиочастотном и микроволновом диапазонах. Часть 1 <i>Максим Соковишин</i>	5
Настройка системы управления в Simulink <i>Паскаль Гахинет, Аркадий Туревский</i>	5
Основы измерения коэффициента шума в радиочастотном и микроволновом диапазонах. Часть 2 <i>Максим Соковишин</i>	6
Групповая разработка проектов в OrCAD Engineering Data Management <i>Анатолий Сергеев</i>	6

СТАТЬЯ	№ журнала
Компактная модель транзистора: план действий для успешной разработки усилителя <i>Тони Гасселинг</i>	7
Как упростить проектирование усилителей класса E с использованием синтеза <i>Мэтт Озалас</i>	7
Solid Edge в приборостроении <i>Павел Демидов</i>	7
Новое в OrCAD 16.6-2015 <i>Анатолий Сергеев</i>	7
Delta Design – новое решение на отечественном рынке САПР электроники <i>Евгений Корнильев, Сергей Попов</i>	8
Моделирование широкополосного перехода с симметричной на несимметричную микрополосковую линию <i>Александр Курушин</i>	8
Экранирование радиоэлектронной аппаратуры как метод обеспечения электромагнитной совместимости <i>Александр Ивко</i>	8
Сравнение методик согласования импедансов при проектировании усилителей <i>Стив Дудкевич, Марк Шульц Тенберг, Джампьеро Эспозито, Трэвис Барбьери</i>	9
SimOne – отечественный симулятор электронных схем <i>Александр Прикота, Сергей Сорокин</i>	9
Взаимодействие Solid Edge и САПР печатных плат в приборостроении <i>Евгений Самойлов</i>	9
DFM-анализ и выпуск документации в новых приложениях OrCAD <i>Анатолий Сергеев</i>	9
СОБЫТИЯ	
Пусть будет свет! Светодиоды и энергоэффективность	1
Robotics Expo 2014 – 3 дня незабываемых впечатлений	1
Лев Данилов <i>Пётр Новыш</i>	1
Лауреаты Нобелевской премии по физике 2014 года: И. Акасаки, Х. Аmano и С. Накамура <i>Андрей Туркин, Александр Юнович</i>	2
«Силовая Электроника 2014»	2
Ежегодный семинар «Среда Keysight»	2
AR Conference: дополненная реальность в Москве	2
Настоящая электроника в марте только в Крокус Экспо	3
Итоги Международного промышленного Форума в Санкт-Петербурге	3
«РТСофт» и Intel открыли лабораторию по Интернету вещей	3
7 мая – День радио <i>Владимир Бартенев</i>	4
«NDT 2015»: неразрушающий контроль и диагностика в промышленности	4
«ЭкспоЭлектроника» – заслуженный успех!	5
Российская электроника: импортозамещение и перспективы развития	6
«Связь-Экспокомм-2015» и Первый Большой Медиа-Коммуникационный Форум	6
РобоСектор-2015: объединяя опыт и технологии	7
Intel в России празднует 50-летие закона Мура	7
Точные измерения – основа качества и безопасности 2015	7
«Комплексная безопасность-2015»	7
Форум SEMICON Russia: вся российская микроэлектроника крупным планом	7
«АРМИЯ-2015»: исключительность возможностей	8
В отделе Быховского <i>Пётр Новыш</i>	8
Курс на «Импортозамещение»	9
От общего к частному	9
V Международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС»	9
Обмен опытом с пользователями ПО ANSYS	9
КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ	
Об импортозамещении электронной САПР <i>Юрий Елшин</i>	1
Некоторые итоги программы «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» <i>Владимир Бартенев</i>	2
По мировым стандартам	4
Электроника идёт в регионы! <i>Александр Хабаров</i>	5
Чем заменить P-CAD? <i>Влад Хоменко</i>	7
Дворцовые тайны ноу-хау <i>Юлия Зорина, Геннадий Фокин</i>	8

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



UFI
Approved
Event

19-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих



15–17 марта

2016

Москва, Крокус Экспо

ВСЕ ЦВЕТ ЭЛЕКТРОНИКИ

Совместно
с выставкой



Организаторы:



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

Забронируйте стенд на сайте: expoelectronica.ru



SPANPIXEL™ — новаторские, сверхширокие, с высокой яркостью, нестандартные ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой

- ✓ Поддержка ландшафтного и портретного режимов
- ✓ Наилучший выбор для специфических промышленных применений
- ✓ Наиболее привлекательный для глаз ЖК-дисплей

Основные свойства

- Ультразирокий экран
- Безвентиляторная конструкция
- Светодиодная подсветка обеспечивает считывание изображения при солнечной засветке
- Яркость 1000 кд/м²
- Устойчивость к ударам и воздействию вибрации
- Высокий контраст
- Широкий угол обзора
- Длительный срок службы, низкая потребляемая мощность

Применения



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ LITEMAX ELECTRONICS

Настроены, поверены и готовы к работе



KEYSIGHT TECHNOLOGIES ООО «Кейсайт Технологии»
115054, Москва, Космополитическая наб., 52/3
Тел.: (495) 797-3930, факс: (495) 797-3901
e-mail: imo_russia@keysight.com, www.keysight.com

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 12901-2014 Действительно до: 31.01.2016

Средство измерений: Генератор сигналов, НАИМА

Заявитель (номер серии и наименование прибора): ИИИ

Заявитель (наименование организации, физическое или юридическое лицо): ИИИ

Методы поверки: Р1-1213-2007, 2007 г.

Поверено и соответствует с: см. на обороте

С применением датчиков: 23,5

При следующих значениях: Усети = 218,5 В, Fсети = 48,9 Гц

вдлжно: 12901-2014

Поверено и на основании результатов поверки признано пригодным к применению с ограничением по модуляции сигналов

Поверительное клеймо:

Руководитель отдела: Тищенко А.В. (подпись)

Поверитель: Давыдов П.В. (подпись)

дата оформления: _____

Ваши технические системы, критически важные для решения ответственных задач, должны обеспечивать безотказную работу в любых условиях. Именно поэтому сервисный центр Keysight получил аккредитацию на право поверки средств измерений и готов обеспечивать техническое обслуживание приборов под марками Keysight, Agilent и HP.

Оригинальные запчасти, автоматизированные тестовые системы, программное обеспечение для проведения калибровки и настройки, опытный персонал - все это позволяет выполнять весь набор тестов в соответствии с требованиями завода-изготовителя максимально качественно и в сжатые сроки. Будьте уверены в точности ваших измерений!

Подробнее: www.keysight.com/find/Poverka
Тел.: 8 800 500 9286

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Unlocking Measurement Insights