

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

7

2018

СПЕЦПРОЕКТ

РОССИЙСКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ БУДУТ РАБОТАТЬ С ОТЕЧЕСТВЕННЫМ ПО

МАНИФЕСТ КОНСОРЦИУМА «РАЗВИТИЕ»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ РЭА

МИГРАЦИЯ С P-CAD НА DELTA DESIGN

ИЗМЕРЕНИЕ ДЖИТТЕРА
ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

НОВЫЙ ЭНКОДЕР
С ТАЧСКРИНОМ ОТ GRAYHILL

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ
МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ

ЭПИТАФИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ФРАНЧАЙЗИНГА

и многое другое

РАЗВИТИЕ НАЧАЛАСЬ!



App Store



Google Play



Успех —
это сумма маленьких
достижений,
повторяющихся изо дня в день



exiton-ek.ru
ЭКСИТОН

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

В наличии более 1100 наименований продукции • поставка комплектующих в кратчайшие сроки

МОСКВА: +7(495) 229-47-95 С.ПЕТЕРБУРГ: +7(812) 309-38-24 СМОЛЕНСК: +7(481) 229-91-97
БЕЛАРУСЬ (МИНСК): +375(17) 336-00-79 БЕЛАРУСЬ (ВИТЕБСК): +375(212) 238-000

Аксессуары СВЧ-тракта

КОМПАНИИ «МИКРАН»



- Переходы
- Нагрузки
- Атенюаторы
- Кабельные сборки
- Фазовращатели
- Детекторы
- Ответвители
- Волноводные рефлектометры
- И многое другое

Точные
измерения
по доступной
цене!



Диапазон рабочих частот до **50** ГГц

Высокая износостойкость: до **5 000** циклов соединений

Низкий КСВН и малые потери

Доступная цена

Реклама



MARKET

- 4 Russian Market News**
- 10 Course on the Best Practices. Experts Came to the Conclusion that it is Time to Move from Point Implementation to a Wider Spread in the Industry**
- 16 The Automotive Industry as an Engine of Progress in Electronics. Part 3. Electronic Components and Economics**
Sergey Volkovoy

SPECIAL PROJECT 'DEVELOPMENT'

- 20 The Manifesto of the Consortium 'Development'**
- 22 Russian Industrial Enterprises will Solve Their Problems with the Help of Domestic Engineering Software**
- 26 Simulation of Thermal Modes of Electronic Equipment**
Alexander Shchelyaev
- 32 Data Migration from P-CAD to Delta Design**
Sergey Pilkin
- 36 Functional Verification Tools by Eremex**
Nikita Malyshev
- 38 Placing of the Two-Port Network under the BGA Component**
Sergey Sorokin, Oleg Sysoev
- 44 At the Forefront – the Interests of the Consumer. What for the Leaders of the IT Market Joined Forces**

MODERN TECHNOLOGIES

- 46 Jitter Measurement and its Causes in Embedded Systems**
Scott Davidson

ELEMENTS AND COMPONENTS

- 50 The Current Status and Technological Challenges for Further Development of Mass Production of Capacitors for Electronics**
Boris Belenkiy, Irina Yacuta
- 56 Microwave Transitions by Mikran Company**
Evgeniy Khoroshilov, Sergey Pavlov
- 64 Modern Discrete Semiconductor Devices by Panasonic Semiconductor Solutions. To the 100th Anniversary of Panasonic Corporation**
Yuriy Petropavlovsky
- 70 New Touch Encoder Technology Helps Make User Experience More Intuitive**
Jim O'Donnell

DESIGN AND SIMULATION

- 74 Critical Design and Test Considerations for Wireless Medical Devices**
Janet Ooi
- 76 Leveraging High-Accuracy Models to Achieve First Pass Success in Power Amplifier Design Using NI AWR Design Environment**
Ted Longshore, Larry Dunleavy
- 86 DDR SDRAM: Design Advantages and Signal Integrity Challenges**
Bogdan Filipov

MAN AND LAW

- 90 The Epitaph and the Prospects of the Domestic Franchising. Vernissage of Innovations, Franchises and Prevention of Legal Nihilism**
Gennadiy Fokin

EVENTS

- 94 RADEL and Productronica: Achievements of the Electronics World**
Valentin Lebedev

COMPETENT OPINION

- 96 Questions of Terminology and Classification of Inverters. Part 2**
Evgeniy Silkin

Журнал «Современная электроника»

Издаётся с 2004 года

Главный редактор А.А. Смирнов
Заместитель главного редактора Д.А. Карлов
Редакционная коллегия А.Е. Балакирев, В.К. Жданкин, С.А. Сорокин, А.Н. Туркин, Р.Х. Хакимов
Литературный редактор/корректор О.И. Семёнова
Верстка А.М. Бабийчук
Обложка Д.В. Юсим
Распространение И.С. Лобанова (info@soel.ru)
Реклама И.Е. Савина (advert@soel.ru)

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»

Генеральный директор К.В. Седов

Адрес учредителя и издателя:

117534, г. Москва, ул. Чертановская, д. 50, корп. 1

Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26

Тел.: (495) 232-0087 • Факс: (495) 232-1653

info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал

Выходит 9 раз в год. Тираж 10 000 экз. Цена свободная

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 г.) Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных партнёров ТПП РФ

Отпечатано: ООО «МЕДИКОЛОП».

Адрес: Москва, Сигнальный проезд, 19, бизнес-центр Вэлдан
Тел./факс: (499) 903-6952

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

© СТА-ПРЕСС, 2018

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

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

ПОДПИСКА

Концепция распространения журнала –

БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ.

Предусмотрена подписка на печатную или электронную версию журнала. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление каждый год.

ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА С ГАРАНТИРОВАННОЙ ДОСТАВКОЙ

Преимущества:

- гарантированная доставка журнала, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- подписка доступна любому желающему по всему миру.

ОФОРМЛЕНИЕ ПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ

В любом почтовом отделении России,

подписное агентство «Роспечать»:

Тел.: (495) 921-2550. Факс: (495) 785-1470

Индексы на полугодие – 46459, на год – 36280.

Подписное агентство «Урал-Пресс»:

Тел.: (499) 391-6821, 700-0507 • http://www.ural-press.ru

СОДЕРЖАНИЕ 7/2018

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

AdvanteX	49
EREMEX (Delta Design)	43
Fastwel	21
HARTING	62
IEE.	72
iCONICS.	85
JTAG	17
Keysight.	9
LUMINEQ (Powered by BENEQ)	92–93
MEN.	14
NANOSOFT	87
National Instruments.	77
ProChip	73
ProSoft	84
RDC	15
Swissbit.	101
TDK-Lambda	89
Wolfspeed.	63
XP Power	82
АРБЕЛОС	37
ДОЛОМАНТ.	25
Микран	1
Микроволновые системы	31
МОРИОН	6
ПЛАНАР	3-я стр. обл.
ПЛАТАН.	67
Роде и Шварц	4-я стр. обл.
ТАИР	55
ЭКСИТОН	2-я стр. обл.
ЭЛЕКОНД.	69

РЫНОК

- 4** Новости российского рынка
- 10** Курс – на лучшие практики. Эксперты пришли к выводу, что пора переходить от их точечного внедрения к более широкому распространению в отрасли
- 16** Автопром как двигатель прогресса в электронике. Часть 3. Электронные компоненты и экономика
Сергей Волковой

СПЕЦПРОЕКТ «РАЗВИТИЕ»

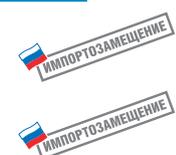
- 20** Манифест консорциума «РазВИТие»
- 22** Российские промышленные предприятия будут решать свои задачи с помощью отечественного инженерного ПО
- 26** Моделирование тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры
Александр Щеляев
- 32** Миграция данных из P-CAD в Delta Design
Сергей Пилкин
- 36** Средства функциональной верификации компании Eremex
Никита Малышев
- 38** Размещение двухполюсников под BGA-компонентом
Сергей Сорокин, Олег Сысоев
- 44** Во главе угла – интересы потребителя. Для чего лидеры ИТ-рынка объединили усилия

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 46** Измерение джиттера и причины его возникновения во встраиваемых системах
Скотт Дэвидсон

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 50** Состояние и актуальные технологические проблемы дальнейшего развития производства массовых видов конденсаторов для РЭА
Борис Беленький, Ирина Яцута
- 56** СВЧ-переходы компании «Микран»
Евгений Хорошилов, Сергей Павлов
- 64** Современные дискретные полупроводниковые приборы компании Panasonic Semiconductor Solutions. К 100-летию юбилею корпорации Panasonic
Юрий Петропавловский
- 70** Новый энкодер с тачскрином от Grayhill: интуитивно понятный пользовательский интерфейс
Джим О’Доннелл



ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 74** Важные аспекты проектирования и тестирования беспроводных медицинских приборов
Джанет Ои
- 76** Преимущества применения точных нелинейных моделей при проектировании усилителей мощности в NI AWR Design Environment
Тед Лонгшор, Ларри Данливи
- 86** DDR SDRAM: особенности проектирования и обеспечения целостности сигнала
Богдан Филипов

ЧЕЛОВЕК И ЗАКОН

- 90** Эпитафия и перспективы отечественного франчайзинга. Вернисаж инноваций, франшиз и профилактика правового нигилизма
Геннадий Фокин

СОБЫТИЯ

- 94** RADEL и Productronica: достижения мира электроники
Валентин Лебедев

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

- 96** Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 2
Евгений Силкин

Новости российского рынка

СОБЫТИЯ

2-я ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ JTAG TECHNOLOGIES

5 и 6 июня 2018 года российское представительство JTAG Technologies совместно с «Остек-Электро» провели в Москве 2-ю Всероссийскую конференцию пользователей систем периферийного сканирования.



Конференция собрала 70 человек, среди которых – пользователи станций на основе JTAG ProVision и JTAG Live Studio.

География участников мероприятия охватила Москву и Московскую область, Санкт-Петербург, Самару, Саратов, Красноярский край, Омск, Пензу, Уфу, Обнинск, Курск и Тулу. Конференция прошла в одном из залов Измайловского Кремля.

Представители компании JTAG Technologies анонсировали новую версию программного пакета JTAG ProVision CD24. Подробный доклад раскрыл новую концепцию объединённой платформы JTAG ProVision и JTAG Live Studio. Также было рассказано о новой концепции работы с моделями компонентов и других новшествах. Была продемонстрирована работа функции «мультиконтроллер», позволяющей работать одновременно с несколькими контроллерами периферийного сканирования как с одним, увеличивая количество JTAG-портов.

Представители предприятий, таких как «ТеконГруп», «КБПА», «ВНИИА им. Н.Л. Духова», рассказали об особенностях внедрения периферийного сканирования для тестирова-

ния своей продукции, создании специализированной оснастки, интеграции приложений ProVision в LabVIEW. Для тестирования одного изделия в ЗАО «ТеконГруп» используется около 80 приложений.

Разработчики отечественной линейки процессоров «Эльбрус» из АО «МЦСТ» представили доклады о поддержке их микросхемами стандартов периферийного сканирования (IEEE 1149.1, IEEE 1149.6) и особенностях применения средств JTAG Technologies в своей компании.

Также было проведено много мастер-классов по работе с JTAG ProVision, CoreCommander, JFT/LabVIEW. Для демонстрации использовались учебные платы JTAG Technologies и отладочные платы известных поставщиков компонентов.

JTAG Technologies Россия

Тел.: (812) 602-09-15

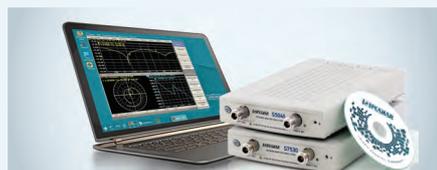
Моб.: (965) 089-10-80

www.jtagtechnologies.ru

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

«ПЛАНАР» РАЗРАБОТАЛ ПО ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ ДЛЯ СЕМЕЙСТВА ОС LINUX

Ведущий российский производитель векторных анализаторов цепей (ВАЦ) ООО «ПЛАНАР» завершил работы по созданию и тестированию программного обеспечения (ПО) своих приборов под семейство операционных систем (ОС) LINUX.



Теперь конечные пользователи ПО любых моделей ВАЦ и автоматических калибровочных модулей от «ПЛАНАР», которые по тем или иным причинам ранее не могли работать под ОС Windows, смогут это делать под ОС Linux.

ПО протестировано и работает в большинстве популярных дистрибутивов, например Ubuntu, Debian, Mint и Astra Linux. Пользователь сможет использовать свои существующие конфигурации и сценарии автоматизации без изменений.

www.planarchel.ru

Тел.: (351) 72-99-777

Новый монитор Liteмах для уличного применения

Компания Liteмах разработала новую серию дисплеев для уличного применения с высокой яркостью Durapixel 2425-ENB G01. Этот дисплей – дальнейшее развитие 24" дисплея Liteмах. В новой версии разработчики смогли увеличить яркость до 1000 кд/м². Такая яркость позволяет с успехом использовать дисплеи в решениях, когда требуется читаемость в условиях прямых солнечных лучей – например в авиатренажёрах, судах и панелях операторов тяжёлой техники. IPS-матрица, применённая в модели 2425, обеспечивает наилучшие возможные углы обзора – 178° как по горизонтали, так и по вертикали.

Компания Liteмах представляет три варианта исполнения:

- 1) версия DLF (панель + драйвер подсветки);
- 2) версия DLH (полный комплект подключения, в том числе видеоконтроллер);
- 3) версия DLD (готовое корпусированное решение).

В версии с корпусом в стандартном исполнении разъём питания и интерфейсные разъёмы выведены на боковую сторону, что может

быть очень удобно для конструкций с ограниченным доступом к задней крышке монитора.



По желанию заказчика модель можно доработать сенсорным экраном, анти-ЭМИ плёнкой, защитным стеклом или, если речь идёт о версиях с контроллером, подобрать нужный интерфейс (HDMI/VGA/DVI/DP и т.д.).

Краткие характеристики дисплея Durapixel 2425-ENB G01:

- размер по диагонали 24";
- разрешение 1920×1080;
- энергопотребление 38 Вт;
- яркость 1000 кд/м²;
- формат 16:9;
- углы обзора – 178° (по горизонтали) и 178° (по вертикали);
- подсветка дисплея LED;
- средний срок службы подсветки 100 000 ч.

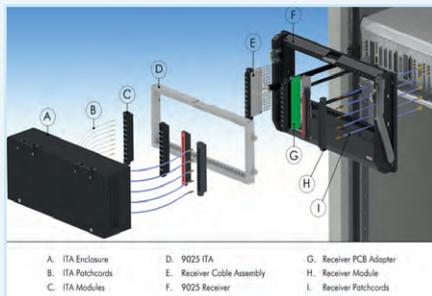
www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-25-22

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

В PROCHIP появился ещё один бренд соединителей

В линейке поставок PROCHIP появился новый бренд – американская компания VPC (Virginia Panel Corporation), которая разрабатывает, производит и продаёт интерфейсные соединительные системы для коммерческих, ответственных, телекоммуникационных, аэрокосмических, медицинских, автомобильных и других приложений.



VPC была основана в 1959 году в качестве лицензиата International Business Machines (IBM) для производства и дистрибуции программируемых патч-панелей для компьютеров. Эти патч-панели легли в основу линейки интерфейсных соединительных систем, которые используются в автоматическом тестовом оборудовании (ATE). Поскольку коннекторы являются незаменимой частью любой тестовой и измерительной системы, то в последствии в линейке VPC появилось большое число соединителей.

VPC производит и продаёт решения в области Mass InterConnect по всему миру с основными техническими центрами в США, Германии и Гонконге. VPC имеет глобальное присутствие в более чем 52 странах.

Mass Interconnect – это соединительная интерфейсная система между тестирующим и тестируемым блоками (UUT). На стороне тестера используется приёмник (Receiver), на стороне тестируемого блока – сменный адаптер (ITA). Системы VPC Mass InterConnect являются гибкими, реконфигурируемыми и модульными по дизайну, они позволяют сочленять большое число разъёмов одновременно, делая процесс тестирования проще.

Преимущества использования решений от VPC:

1. Прочность и надёжность – наработка на отказ системы до 20 000 циклов сочленений.
2. Подключение для всех типов сигналов, включая высокоскоростные сигналы до 12,5 Гбит/с.
3. Системы VPC Mass InterConnect работают со стойками и стеками PXI, PCI, VXI, LXI, VME или настраиваемыми платформами.

4. В арсенале VPC широкий спектр сигнальных, радиочастотных, волоконно-оптических, силовых, пневматических и вакуумных разъёмов для использования в модульных решениях Mass InterConnect.

5. Одна система может сопрягать от 10 до свыше 17 000 точек подключения, устраняя множество кабелей и соединений, необходимых для многих конфигураций тестовой системы

Узнать подробную информацию о VPC Вы можете у технических специалистов компании PROCHIP.

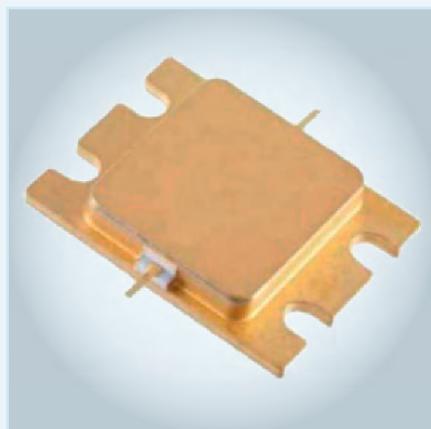
www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-25-22

ООО «НПП „Арбелос“» произвело первую опытную партию транзисторов

Научно-производственное предприятие «Арбелос» выпустило первую опытную партию транзисторов для ВЧ/СВЧ-приложений.

СВТ8597Н-50 – внутрисогласованный транзистор X-диапазона мощностью 50 Вт на основе нитрида галлия (GaN), разработанный российскими специалистами; предназначен для применения в выходных каскадах импульсных передающих устройств радиолокационных систем.



Основные технические параметры:

- диапазон рабочих частот от 8,5 до 9,7 ГГц;
 - номинальная выходная импульсная мощность 50 Вт;
 - PAE (Power Added Efficiency) около 38%;
 - входной и выходной импедансы согласованы с волновым сопротивлением 50 Ом.
- СВТ8597Н-50 производятся в металлокерамических герметичных корпусах.

Все транзисторы имеют уникальный QR-код, позволяющий получить полную информацию о партии изделия и результатах входного контроля.

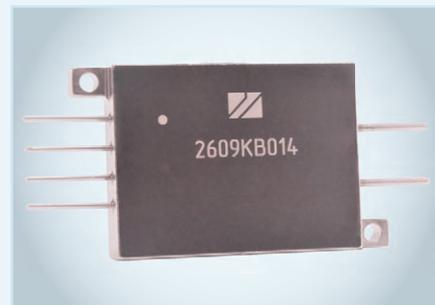
Серийный выпуск СВТ8597Н-50 запланирован на первый квартал 2019 года.

www.arbelosnpp.ru

Разработки «Протон-Импульс» по импортозамещению твердотельных реле категории «military»

ЗАО «Протон-Импульс» (г. Орёл) завершило ОКР по импортозамещению твердотельных реле категории «military»:

- микросборка 2625KB014 АЕНВ.431160.354, приёмка ВП – коммутация переменного тока 25 А / 600 В частотой 40...440 Гц – полный (функциональный) аналог RA00HQW (RA58HQW, 652-1Y) производства Teledyne Relays;
- микросборка 2626KB014 АЕНВ.431160.381, приёмка ВП – независимая коммутация 4 каналов постоянного тока по 10 А / 100 В каждый – функциональный аналог M220, M230, M400 фирмы Leach Int.



В 2018–2020 годах будут завершены ОКР по импортозамещению твердотельных реле категории «military»:

- ОКР «Бриз-4» – коммутация цепей тока любого направления 20 А / 400 В активно-индуктивной нагрузки – аналог LD00KQY Teledyne Relays;
- ОКР «Оптика» – коммутация 3 каналов переменного тока по 25 А / 600 В частотой 40...440 Гц – аналог 2305115-2T Teledyne Relays;
- ОКР «Бриз 400» – коммутация постоянного тока 10 А / 400 В с повышенной стойкостью к ТЗЧ – аналог LD00KQY Teledyne Relays;
- ОКР «Пташка» – коммутация постоянного тока 25 А / 100 В с защитой от короткого замыкания и статусным сигналом – аналог P150-A253-A331 Leach Int.

www.proton-impuls.ru

Тел.: (4862) 49-87-28

12-разрядные ΔΣ-АЦП от Texas Instruments

Компания Texas Instruments освоила серийное производство семейства недорогих 12-разрядных ΔΣ-АЦП TLA202x.

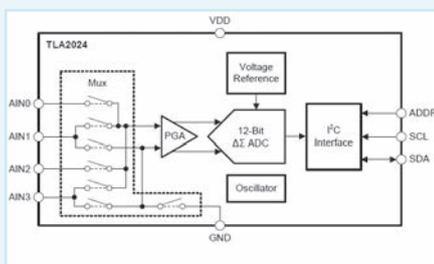
Преобразователи отличаются простотой применения, низким энергопотреблением, габаритами, стоимостью и предназначены для систем мониторинга низкоскоростных процессов.

Самый простой из семейства, TLA2021, кроме $\Delta\Sigma$ -АЦП, содержит источник опорного напряжения, генератор, интерфейс I²C.



В модели TLA2022 добавлен входной программируемый усилитель с возможностью выбора входного диапазона от ± 256 мВ до $\pm 6,144$ В, что позволяет проводить измерения сигнала.

Наиболее функциональный TLA2024, кроме указанных узлов, имеет конфигурируемый входной мультиплексор (MUX) с четырьмя обычными или двумя дифференциальными входами.



TLA202x взаимодействуют с микроконтроллером через интерфейс I²C, который может работать в режиме непрерывного или однократного преобразования. Устройства автоматически отключаются после одного преобразования в режиме однократного преобразования, что значительно снижает потребление энергии в периоды простоя.

АЦП TLA202x можно применять в портативной аппаратуре с высокими требованиями к энергосбережению, в бытовой технике, игрушках, системах безопасности и автоматике зданий.

Особенности TLA202x:

- 12-разрядные $\Delta\Sigma$ -АЦП;
- миниатюрный корпус X2QFN; 2×1,5 мм;
- низкое потребление тока 150 мкА;
- широкий диапазон питающего напряжения 2...5,5 В;
- программируемая скорость передачи данных 128...3300 KSpS;
- интерфейс I²C:
 - поддержка стандартной и высокой скорости;
 - подключение 3 устройств к одной шине;
- диапазон рабочих температур –40...+85°C.

www.exiton-ek.ru

Новый прецизионный малошумящий кварцевый генератор GK272M-TC

АО «МОРИОН» (Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты, представляет новый прецизионный малошумящий кварцевый генератор GK272M-TC.



GK272M-TC выпускается в разных модификациях и обладает уникальными характеристиками фазовых шумов и кратковременной нестабильности частоты (девиации Аллана) (см. табл.).

Характеристики кварцевого генератора GK272M-TC

GK272M-TC-10 МГц	Опции фазовых шумов		
	LN	ULN	IULN
Кратковременная нестабильность частоты (девиация Аллана) за 1 с	$<1 \times 10^{-12}$	$<5 \times 10^{-13}$	$<4 \times 10^{-13}$
Уровень фазовых шумов, дБ/Гц, SIN, при отстройке:			
1 Гц	<-112	<-115	≤ -118 ...-120
10 Гц	<-142	≤ -144	≤ -145
100 Гц	<-154	<-157	<-159
1000 Гц	<-160	<-160	<-165
10 000 Гц	<-160	<-160	<-168

Нестабильность частоты в интервале температур –40...+85°C до $\pm 1 \times 10^{-9}$. Генератор обладает пониженной G-чувствительностью ($<1 \times 10^{-9}$ (типичное значение)), выполнен в SMD-корпусе размером 41×30×16 мм. Входной сигнал – SIN, напряжение питания – 12 В. Генератор доступен в исполнении RoHS.

GK272M-TC рекомендуется для применения в измерительном оборудовании, системах сетевой синхронизации, SatCom и др.

www.morion.com.ru

Тел.: (812) 350-75-72, 350-92-43

3,5" цветной ЖК-дисплей с широкими углами обзора и высокой яркостью свечения экрана

Компания Raystar Optronics представляет новую модель цветного TFT-дисплея повышенной яркости RFJ350W-AWH-DNN с диагональю экрана 3,5" и широкими углами обзора.

Новая модель характеризуется разрешением 240×RGB×320. Встроенная микросхема контроллера HX8347-A обеспечивает поддержку 8/16/18-битного интерфейса. Яркость свечения экрана 1000 кд/м².



Дисплейный модуль обеспечивает портретный режим и создан с применением технологии IPS (In-Plane Switching), преимущество которой состоит в более широких углах обзора в горизонтальной плоскости 89°/89° и вертикальной плоскости 89°/89°. Дисплей способен работать в диапазоне температур –30...+80°C, что позволяет применять эту панель в промышленных и наружных приложениях.

Основные характеристики дисплея RFJ350-AWH-DNN:

- точечная матрица 240×RGB×320;
- габаритные размеры модуля 61,8×88,5×4,71 мм;
- рабочее поле 53,28×71,04 мм;
- портретный формат изображения;
- тип дисплея – TFT, нормально чёрный, просветный;
- углы обзора 89°/89°(горизонт./верт.);
- яркость 1000 кд/м²;
- тип системы подсветки – светодиодная, светодиоды белого свечения;
- бликоподавляющая поверхность.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-25-22

2,7" графический OLED-дисплей с разрешением 128×64 точки

Компания Raystar Optronics, Inc объявила о начале выпуска новой модели графического OLED-дисплея REX012864U с популярным разрешением 128×64 точки с диагональю экрана 2,7".

Компоновка элементов выполнена способом «кристалл-на-стекле» (Chip-on-Glass, COG) с использованием соединителя с нулевым усилением сочленения (ZIF, zero-

insertion-force): управляющая микросхема SSD1357 размещена непосредственно на подложке дисплея, что позволяет уменьшить габариты.



Микросхема контроллера обеспечивает управление контрастом, содержит дисплейное ОЗУ и генератор, а также преобразователь напряжения, что позволяет сократить число внешних компонентов и потребляемую мощность.

Контроллер обеспечивает обмен данными через параллельные 8-битные интерфейсы 6800/8080, 4-проводный SPI-интерфейс и напряжение 3 В.

Дисплейный модуль обеспечивает изображение с 16-битной шкалой серого цвета, что хорошо подходит для применения в переносных и настенных измерительных приборах, бытовых, медицинских приборах, терминалах розничной торговли, системах связи и др. Стандартный цвет свечения экрана – жёлтый, но доступны модели с белым цветом свечения.

REX012864U способен функционировать в диапазоне температур $-40...+80^{\circ}\text{C}$.

Основные технические характеристики REX012864U:

- яркость свечения экрана $60...80$ кд/м²;
- контрастность 2000:1;
- диапазон рабочих температур $-40...+80^{\circ}\text{C}$;
- коэффициент мультиплексирования строк 1/64;
- габариты дисплея $73,7 \times 41,86 \times 2,01$ мм;
- видимая область экрана $61,41 \times 30,69$ мм;
- шаг пикселя $0,48 \times 0,48$ мм;
- размер пикселя $0,45 \times 0,45$ мм.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-25-22

РАЗЪЁМЫ MINI-CLAMP ОТ 3М

Компания «ПЛАТАН» предлагает новинку российского рынка – разъёмы Mini-Clamp компании 3М. Разъёмы Mini-Clamp обеспечивают безопасное и надёжное электрическое соединение между датчиками, приводами и блоками управления, при этом их монтаж не требует применения специального инструмента, а также предварительной

подготовки провода (снятия изоляции или лужения). Лёгкость и удобство монтажа объясняется использованием IDC-технологии проколки провода.

Качество соединения также достигается наличием специальных направляющих как внутри, так и снаружи корпуса. На внутренней стороне защёлкивающейся крышки сделаны специальные пазы – направляющие, которые удерживают провод и выполняют разгрузочную роль амортизатора. Кроме того, крышка фиксатора выполнена из прозрачного пластика, что помогает проводить визуальный контроль качества соединения.

Разъёмы Mini-Clamp выпускаются с шагом 2 мм и имеют цветовую кодировку: цвет корпуса указывает на размер провода, который можно установить в данный разъём. Варианты цветов: красный, жёлтый, оранжевый, зелёный, синий и серый. Диаметр проводов – от 0,8 до 2 мм (20–26 AWG).



Разъёмы выпускаются на 3 и 4 контакта – это вилки и розетки для монтажа на кабель. Для решений «провод – плата» предлагаются розетки на плату как для SMD-монтажа, так и монтажа в отверстие. К такой розетке можно подключить сразу до четырёх кабельных вилок, что сильно экономит площадь печатной платы. Для эксплуатации разъёмов в условиях повышенной загрязнённости выпускаются также защитные крышки.

Тел.: (495) 97-000-99 доб. 1026
info@platan.ru

КОМПОНЕНТЫ СВЧ-ТРАКТА

Компания «НПК ТАИР» предлагает коаксиальные переходы серии ADP1A собственного производства с метрическими и дюймовыми соединителями N, III, 3,5 мм и IX.

Переходы являются прецизионными, относятся к измерительному классу, конструкция их соединителей обеспечивает высокую повторяемость результатов измерений при повторном подключении. Применяемая маркировка и цветовая идентификация со-

ответствуют международной системе идентификации типов соединителей. Основные характеристики переходов представлены в таблице.

Характеристики переходов серии ADP1A

Характеристика	Тракт 7,0/3,04 мм	Между трактами 7,0/3,04 мм и 3,5/1,52 мм	Тракт 3,5/1,52 мм
Диапазон рабочих частот, ГГц	0...18	0...18	0...32
Вносимые потери, не более, дБ	0,10 тип.	0,10 тип.	0,15 тип.
КСВН, не более	1,05 тип.		
Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	$-60...+110$		

Номенклатура компонентов СВЧ-тракта включает коаксиально-волноводные переходы общего применения, предназначенные для сопряжения радиотехнических устройств, выполненных в коаксиальном и волноводном трактах, работающих в диапазоне частот, ГГц:

- GWCA-35x15-SMA – 5,64...8,15;
- GWCA-28,5x12,6-SMA – 6,85...9,93;
- GWCA-23x10-SMA – 8,15...12,05;
- GWCA-16x8-SMA – 12,05...17,44;
- GWCA-11x5,5-2,92 – 17,44...25,95;
- GWCA-7,2x3,4-2,4 – 25,95...37,5.

Возможно изготовление коаксиально-волноводных переходов с нестандартными сечениями волновода.



По запросу заказчика переходы могут быть измерены на анализаторе цепей с выдачей сертификата заводской калибровки и файла описания частотных зависимостей коэффициентов передачи и отражения. Переходы отгружаются со склада готовой продукции в кратчайшие сроки.

Подробное описание переходов представлено на сайте «НПК ТАИР», а также компании «ПЛАНАР» (Челябинск) – партнёра по разработке и производству.

www.npktair.com
www.planarchel.ru

ВНИМАНИЕ!

**ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ
«ИЗОБРЕТАТЕЛЬ И РАЦИОНАЛИЗАТОР»
НА 2-Е ПОЛУГОДИЕ 2018 ГОДА!**

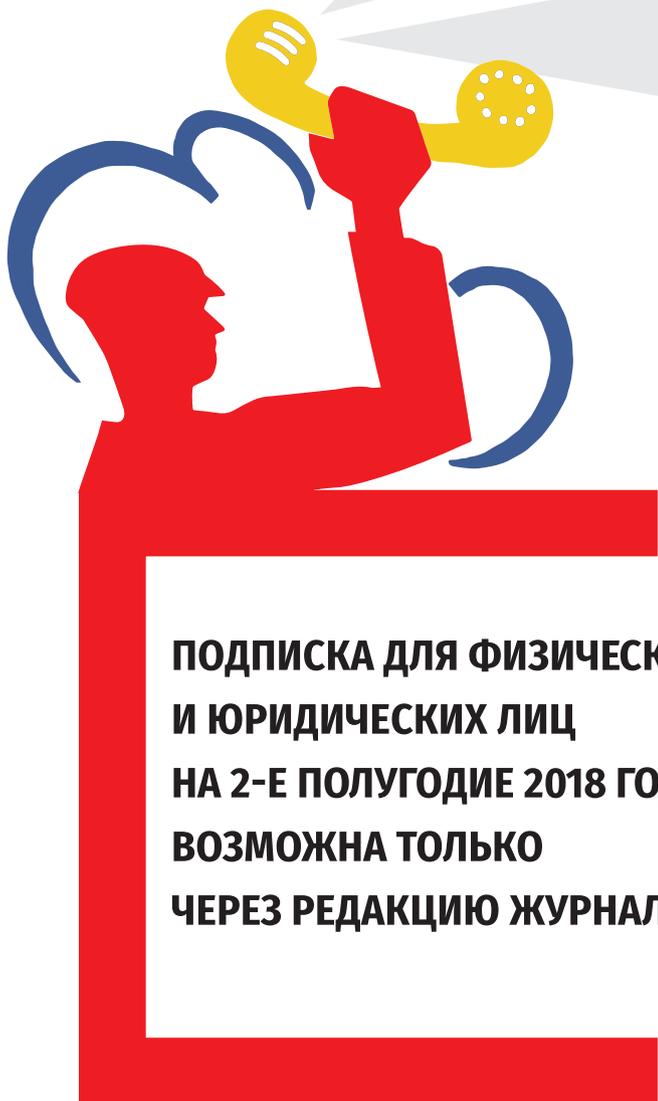
Талантов у нас – через край. Это сила!

ИР читай, патентуй в России!

Оформить подписку не трудно совсем –

Звони и требуй!

Подписку всем!



**ПОДПИСКА ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ
И ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ
НА 2-Е ПОЛУГОДИЕ 2018 ГОДА
ВОЗМОЖНА ТОЛЬКО
ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА!**

**Цена за номер
на 2-е полугодие 2018 года
Физ. лица – 295 руб.
Юр. лица – 885 руб.**

**Цена подписки
на 2-е полугодие 2018 года
(3 номера)
Физ. лица – 885 руб.
Юр. лица – 2655 руб.**

 **+7 (916) 227-5379**



PODPISKA@i-R.RU

Обеспечьте высокую эксплуатационную готовность ваших систем.



Эффективность Ваших технических систем, критически важных для решения ответственных задач, измеряется их работоспособностью – и мы знаем, как повысить эксплуатационную готовность ваших систем. Именно поэтому сервисный центр Keysight получил аккредитацию на право поверки средств измерений и готов обеспечивать техническое обслуживание приборов под марками Keysight, Agilent и HP в минимально короткие сроки.

Оригинальные запчасти, автоматизированные тестовые системы, программное обеспечение для проведения калибровки и настройки, опытный персонал – всё это позволяет выполнить 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



Unlocking Measurement Insights



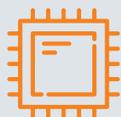
Выставка
ЭЛЕКТРОНИКА
Урал

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРОНИКА—УРАЛ 2018

27-29 НОЯБРЯ

ЕКАТЕРИНБУРГ, ЦМТЕ



Электронные компоненты
и комплектующие



Источники питания



Программное обеспечение
и услуги



Оборудование и технологии
для производства электроники

ПРОХОДИТ ОДНОВРЕМЕННО С ВЫСТАВКОЙ «ПТА-УРАЛ 2018»

WWW.PTA-EXPO.RU

ЕКАТЕРИНБУРГ

 (343) 270-23-76
 info@pta-expo.ru

ОРГАНИЗАТОР

Экспонэлектроника

МОСКВА

 (495) 234-22-10
 info@pta-expo.ru

Реклама

Курс – на лучшие практики

Эксперты пришли к выводу, что пора переходить от их точечного внедрения к более широкому распространению в отрасли

В эпоху стремительного развития технологий и возрастающей конкуренции на рынке электроники для многих компаний на первый план выходит вопрос повышения эффективности производства. В то же время профессиональное сообщество пытается разобраться, что на самом деле подразумевается под такими мировыми трендами, как Agile, Индустрия 4.0 и 8D, и применимы ли они к российской действительности. Об этом говорили участники IV ежегодной конференции производителей электроники ELM Conf 2018, которая состоялась в Москве 24 апреля 2018 года. Мероприятие организовала Ассоциация разработчиков и производителей электроники.

Риски неустойчивости возрастают

Принципиальное отличие нынешней конференции от предыдущих состоит в том, что теперь она охватывает все вопросы организации производства электроники, причём не только контрактного. Как заметил исполнительный директор АРПЭ Иван Покровский, в настоящий момент одна из главных проблем отечественных компаний заключается в том, что в малых масштабах производства невозможно под копирку внедрять подходы транснациональных корпораций. В этой связи особое значение приобретает обмен практическим опытом, тем более что производство электронной аппаратуры – процесс многогранный: сегодня речь идёт не только о разработке новых технологий, освоении и интеграции доступных техно-

логий в продукт и производственный процесс в соответствии с задачей, но и об управлении процессами производства (включая управление проектами), а также каналами и цепочками поставок. «В 1992–2008 годах доминирующими компетенциями были освоение и интеграция доступных технологий. Мне представляется, именно они позволили отечественным компаниям подняться в 90-е годы: тогда как раз открылся доступ к зарубежным технологиям и электронным компонентам мировых лидеров, появилась возможность использовать лучшие в мире линии поверхностного монтажа. Те, кто активно внедрял эти технологии, значительно преуспели. При этом управление процессами производства, каналами и цепочками поставок незаметно отошло на второй план, важнее было своевременно подхватывать технологии, параллельно осваивая новые рынки. Эффективность, конечно, имела значение, но не столь большое, – сообщил глава АРПЭ. – С течением времени фокус сместился на управление процессами производства и повышение внутренней эффективности компании. В настоящий же момент ставка делается на управление каналами и цепочками поставок».

Смена приоритетов, по мнению спикера, связана, прежде всего, с насыщением основных рынков электроники, ведь в 90-х на рынке остро ощущался дефицит и скорость развития компаний определялась их возможностями «переваривать» спрос и успевать развиваться вслед за ним. Насыщению

рынка сопутствовала стандартизация технологий и продукции, ужесточилась ценовая конкуренция. Государство, пытаясь помочь компаниям, вмешалось в процесс регулирования с благими намерениями, что привело к возрастанию рисков неустойчивости. «Как это ни парадоксально, на дефицитном рынке, когда есть, куда расти, когда объём рынка не ограничивает развитие компании, её устойчивость гораздо выше. Если же скорость падает, довольно трудно удержать равновесие – можно провести параллель с ездой на велосипеде – и у многих возникает искушение покачать рынок из стороны в сторону; поэтому риски неустойчивости на таком насыщенном рынке возрастают, – отметил Иван Покровский. – Отчасти это обусловлено тем, что рынок монополизируется и большую его часть контролируют одна-две компании, а остальные игроки попадают в зависимость от их решений».

Возвращаясь к вопросу эффективности, докладчик подчеркнул, что она складывается из нескольких параметров: себестоимости конечных изделий, сроков выпуска и качества продукции. Однако следует брать в расчёт не только эти показатели, но и неизбежные в процессе работы отклонения. «Конечно, эффективность зависит от компании-производителя, но ещё больше от заказчиков производства и в значительной степени от поставщиков комплектующих и партнёров по производственной кооперации, – заявил спикер. – Говоря о повышении эффективности, нужно отметить, что, если вы замыкаетесь на внедрении лучших практик внутри своей компании, вас всё равно будут тянуть вниз партнёры и вся инфраструктура отрасли. В лучшем случае вам удастся выйти на некий конкурентный уровень среди российских производителей. Если внедряете эти практики вместе с партнерами, то у вас есть шанс стать лидерами отечественного рынка. Если же сконцентрируетесь на внедрении и распро-



Иван Покровский

странении лучших практик в отрасли, то можно будет говорить о выходе на конкурентный мировой уровень, что повлечёт значительное расширение общего доступного рынка для российских компаний. Таким образом, нам необходимо разобраться не только в том, как внедрять лучшие практики на уровне своей компании и кооперации с партнёрами, но и в том, как распространять их в отрасли».

НЕСТАНДАРТНЫЕ РЕШЕНИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВО ИЛИ ДАНЬ МОДЕ?

Опыт создания информационной системы для управления производством поделился генеральный директор ООО «Оптимальная фабрика» Владимир Городнов. Он уточнил, что на представляемом им предприятии предпринимались попытки внедрения различных решений: и ERP, и MES – но построение общей информационной среды, которая связала бы все подразделения, – задача не из лёгких. К тому же контрактное производство подразумевает множество заказов, большую номенклатуру изделий – нередко возникали сложности с подсчётом количества продукции и узлов, определением их локализации: их слишком много и они все одинаково выглядят. Также возникали проблемы с восстановлением истории изделия и его узлов. Поиск путей повышения эффективности производства осложнялся непониманием: каков реальный КПД участков, оборудования во времени; адекватны ли нормы времени; как определить узкие места и синхронизировать производительность участков?

До создания и внедрения информационной системы возникали проблемы с управлением выпуска партий в сотни штук; производительность сборочных линий составляла 30% при режиме 24/7; технически было невозможно установить исполнителя, партии комплектующих в партиях изделий; учесть выработку для сдельной оплаты труда технически возможно было не более чем на 20 человек, занятых в двух операциях; оперативное управление сводилось к обмену информацией на совещании.

После внедрения системы компания выполнила заказ на миллион штук, не прекращая прежних контрактных обязательств; достигла показателя 80% по производительности, работая в том же режиме; выработка автоматически

рассчитывается по всем ручным монтажно-сборочным операциям на более чем сто человек. Кроме того, стал доступен полный отчёт обо всех операциях, измеренных параметрах по серийному номеру изделия. При этом доступ к аналитической информации стал круглосуточным и мобильным, поэтому функции управления перешли к начальникам подразделений.

О производстве в стиле Agile рассказал руководитель комитета контрактного производства АРПЭ Сергей Зорин. Он отметил, что столь распространённое сегодня управление по KPI (Key Performance Indicators – ключевые показатели эффективности) действительно позволяет эффективно решать текущие задачи процесса, но никак не стимулирует улучшать сам процесс. На примере компании «Эвотор» докладчик проанализировал использование в производстве методологии Agile, которая, к слову, не работала в управлении регулярными процессами, но зарекомендовала себя в управлении изменениями и проектами внедрения улучшений. Её суть состоит в том, что проект разбивается на множество небольших блоков, для которых создаются простые правила и маленькие команды, что сильно упрощает процесс и даёт большое преимущество в скорости.

По словам Зорина, внедрение данной методики потребовало не только времени, но и упорства в реализации, которого на практике не всегда хватало. Кроме того, уже в процессе выяснилось, что некоторые крупные задачи сложно декомпозировать и особенно трудно формировать для спринта задачи, объединяющие разные направления. Ко всему прочему оказалось, что Agile предполагает не командную, а параллельную работу, и этот нюанс нужно учитывать «на берегу».

Генеральный директор ООО «Микро-эм Технологии» Георгий Левин представил подробный анализ возможностей DFM-реинжиниринга (Design For Manufacturability или Design For Manufacturing – разработка для технологичности/разработка для производства). Речь идёт о комплексе технологических, инженерных и конструкторских улучшений, повышающих приспособленность проекта изделия к серийному производству. «DFM необходим, когда хорошая разработка является нетехнологичной, непригодной для массового производства, и обяза-



Владимир Городнов



Сергей Зорин



Георгий Левин

тельно проводится с учётом специфики конкретного производства и характеристик оборудования, – прокомментировал спикер. – В случае с DFM речь идёт о командной работе, объединяющей инженеров, конструкторов, специалистов из производства, маркетинга и продаж. При этом DFM может решить



Олеся Чиркова



Андрей Коржаков



Денис Лысенко



Александр Алексеев



Дарья Покровская

ряд разнообразных задач: например, устранить технические проблемы на всех производственных участках, оптимально использовать оборудование и человеческие ресурсы, позволяет спрогнозировать стоимость изготовления на ранних этапах конструирования, даже на том этапе, когда известен

лишь приблизительный дизайн изделия. В результате спроектированное изделие становится технологичнее и, соответственно, дешевле в производстве».

Напрашивается логичный вопрос: можно ли считать DFM конкурентным преимуществом или это, скорее, дань моде? Докладчик пояснил: при использовании возможностей DFM важная роль отводится принципу проектирования изделий с учётом условий производства. Принимая во внимание, что сохранение прибыльности предприятия и его конкурентоспособности на рынке является сейчас необходимым условием, способность эффективно разрабатывать и изготавливать высококачественные изделия по разумной цене – весомый плюс для компании.

Системный подход как панацея

Об особенностях применения методики 8D (включает 8 этапов, которые структурируют работу по выявлению и устранению причины проблемы) говорила инженер по качеству компании «Эвотор» Олеся Чиркова.

Интересный факт: по словам инженеров и руководителей, эта методика внедрена чуть ли не на 90% предприятий, но заказов при этом больше не становится: клиенты смотрят в сторону Китая, а производство продолжает повторять ошибки. Спикер предложила разобраться, что идёт не так и как этого избежать, на опыте компаний Renault, Valeo, «НАМИ» и «Эвотор».

Считается, что 8D – одна из самых интересных методик, которую можно использовать для решения проблем и как инструмент для постоян-

ного улучшения, ведь, как правило, на предприятии одни и те же вопросы встают на повестке дня с разной периодичностью. Среди них проблемы с качеством, персоналом, производительностью. Борьба с проблемами, а не их причинами, не позволяет подойти к решению системно. Так, во всём мире проблемы поставщика – это проблемы поставщика, и только в России они часто становятся проблемами потребителя, который должен нести потери из-за некачественных деталей своих поставщиков. «В то же время есть совершенно простая и понятная методика по решению проблем – 8D, позволяющая не только решить проблему, найдя её корневые причины, но и предотвратить их повторное появление, – подчеркнула Олеся Чиркова. – Кто-то скажет: зачем всё усложнять? Если есть брак, то можно усилить контроль или добавить дополнительную операцию по доработке деталей. Это, конечно, может дать эффект, но приведёт к дополнительным затратам на качество. У нас же цель другая: снижая брак, снизить затраты».

Докладчик уточнила, что методика 8D применяется в случаях, когда имеется проблема или дефект, причины которых непонятны, а также по требованию потребителя или производства. На различных зарубежных, совместных и российских предприятиях методика может иметь свои особенности или стандартизованные подшаги или даже шаги, но суть везде одна – срочные действия, поиск причины проблем и долговременные действия, отражение на системе, верификация решений и внедрённых действий, командная работа, удовлетворение потребителя, улучшения плюс накопленный опыт. К пре-

имуществам такой методике можно отнести то, что это мощный инструмент по решению проблем, поскольку при этом устраняются причины, а не только сами проблемы. Кроме того, методика 8D учит специалистов работать в команде.

Для применения её на практике Олеся Чиркова посоветовала придерживаться 8 шагов: собрать информацию о «симптомах», организовать команду, описать проблему как можно подробнее, внедрить сдерживающие действия, найти корневую причину, внедрить корректирующие действия, проверить их эффективность, распространить предупреждающие действия на смежных системах, консолидировать информацию и признать успех. На всё это должно уйти примерно 30 дней.

Директор по организационной эффективности «РКС» Андрей Коржаков убеждён: чтобы успевать за требованиями времени, недостаточно управлять процессами; сегодня необходимо управлять постоянными изменениями процессов, а завтра управлять изменениями подходов и принципов организации производства. Текущую ситуацию, по мнению докладчика, как нельзя лучше отражает аббревиатура VUCA – акроним английских слов volatility (нестабильность), uncertainty (неопределённость), complexity (сложность) и ambiguity (неоднозначность).

Представители компании «Джейбил» Денис Лысенко и Александр Алексеев обратились к практике глобальных кор-



пораций и поделились мнением относительно того, какие наработки можно было бы транслировать в России.

Свежий взгляд на организацию электронно-сборочного производства представили студенты кафедры РК-9 МГТУ им. Баумана Дмитрий Ольшевский и Дарья Покровская, которые в рамках дипломного проекта попытались оценить и показать возможности повышения конкурентоспособности производителей электронной техники за счёт повышения организационно-технологического уровня. Решая поставленную задачу, выпускники разработали методику оценки организационно-технологическо-

го уровня производителей электронной техники, апробировали её на примере контрактных производителей электроники – членов АРПЭ, а также создали программное обеспечение интернет-портала для представления организационных и технологических возможностей производителей электронной техники.

Дарья и Дмитрий подчеркнули, что разработанная методика позволяет оценивать и наглядно представлять профиль компетенций компаний, хотя для большей объективности не помешало бы добавить анализ процессов управления и подготовки производства. Комментируя полученные результаты, они акцентировали внимание на том, что на данный момент ряд российских производителей электроники находится по технологической зрелости на мировом уровне, при этом занимая нишу производства средне-, малосерийных и специальных изделий.

В прошедшей конференции приняли участие более 80 специалистов – руководителей компаний и производственных подразделений. В ходе открытой дискуссии они пришли к выводу, что следить за мировыми трендами, безусловно, необходимо, но, прежде чем привносить их на российский рынок, стоит заранее просчитать возможные последствия и реальный эффект.



Материал подготовила
Елена Восканян



НОВОСТИ МИРА

Штамповочный пресс включается в Индустрию 4.0

Цифровые технологии в производстве приведут к тому, что «умные» машины научатся общаться друг с другом и работать автономно.



Исследователи из института Фраунгофера продемонстрировали на выставке в Ганновере свою концепцию Maschine 4.0. На реальной демонстрации с полнофункциональным небольшим штамповочным прессом и его цифровым двойником они показали, как именно digitalization (оцифровка) может улучшить производство.

Двухметровый штамповочный пресс весом в 1,5 т с рабочим усилием 15 т нужен, чтобы пробить, вытянуть и вырезать по размеру большое количество деталей. Переход на цифровые технологии даст такому типу оборудования множество преимуществ. Например, он позволит непрерывно наблюдать за производственным процессом, самой установкой и подключённым инструментом. Это, в свою очередь, может обеспечить существенное увеличение производительности и срока службы оборудования, а также сокращение времени смены инструмента.

Датчики, установленные на штамповочном прессе, измеряют силы, траектории обработки и скорости расширения. По сути, машина контролирует сама себя. Вместо того чтобы, как обычно, анализировать их отдельно, эти данные вводятся в программный модуль Smart Stamp. Так создаётся цифровая модель штамповочного пресса, его виртуальный двойник, где данные сопоставляются и анализируются. По словам доктора Тино Лангера из института Фраунгофера, данные от разрозненных датчиков часто не дают полной картины. Но, обобщая данные, можно

получить точный ответ на многие вопросы. Различные технологии, среди которых дополненная реальность (AR) и виртуальная реальность (VR), предоставляют машине нужные данные о производственном процессе.

Тем не менее в некоторых областях пресса нельзя установить датчики, либо потому, что они труднодоступны, либо потому, что установка будет слишком сложной и дорогой. Это может привести к критическим пробелам в данных о производственном цикле или оборудовании. Но и здесь исследователи института Фраунгофера придумали решение: виртуальные датчики, в которых используются показания реальных датчиков, установленных в разных местах на машине. На основе известных данных алгоритм вычисляет показания, которые мог бы передать настоящий датчик, если бы он был установлен в соответствующем, но недоступном месте. Такой виртуальный датчик очень хорош, например, для того, чтобы просчитать степень изгиба в штампе. Как показал опыт проекта iMain, показания, рассчитанные с помощью виртуального датчика, очень близки к показателям реального датчика.

Встраиваемые решения MEN

Защищённые компьютерные платы и системы для работы в жёстких условиях эксплуатации и для ответственных применений

Always reliable. Always ahead.

- Компьютерные модули Rugged COM Express® (VITA 59) и ESMexpress®
- Платы в форматах CompactPCI®/PlusIO/Serial и VME
- Мезонинные модули PMC, XMC, M-Module™ I/O
- Защищённые коммутаторы Ethernet
- Встраиваемые и панельные компьютеры



- Высокая надёжность в соответствии с EN 50155, DO-254, E1
- Обеспечение уровней безопасности до SIL 4, DAL-A
- Высокое качество продукции в соответствии с ISO 9001/1400, AN/AS 9100, IRIS

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

Концепция Maschine 4.0 предполагает мышление в контексте производственной цепочки. Если говорить о штамповочном прессе, это значит, что сначала анализируется обрабатываемый материал, потому что его свойства, например толщина или прочность, могут различаться. Второй этап – штамповка. Наконец программное обеспечение для анализа изображений, известное как XEIDANA, которое также было разработано в институте Фраунгофера, контролирует качество готовой детали. Проверяются свойства материала, параметры формовки и другие показатели, связанные со штамповкой, а также качество продукта. Разработчики предполагают, что в будущем эта информация будет возвращаться в блок управления машины. Некоторые производители автомобилей уже используют отдельные элементы концепции Maschine 4.0. В рамках дальнейших исследований разработчики решают проблему использования сенсорных данных для продуктов, полученных в производственной цепочке, – если у готового компонента есть дефекты качества, можно будет проследить источник проблемы и быстро предпринять соответствующие действия.

www.fraunhofer.de

12-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ LED FORUM

Крупнейшая в России и СНГ бизнес-конференция о возможностях светодиодных технологий LED Forum состоится 6 и 7 ноября 2018 года в зале «Южный» ЦВК «Экспоцентр» в рамках выставки Interlight Moscow powered by Light + Building.

Специальная сессия с участием ведущих представителей Международной комиссии по освещению (CIE) в качестве спикеров будет посвящена вопросам выхода производителей на зарубежные рынки и требованиям к сертификации товара.

Сессия «Свет в учреждениях культуры: музеи, галереи, выставочные площадки» пройдет при участии ведущих музеев России. Сессию откроет Н.В. Чечель, заместитель директора Департамента музеев Министерства культуры Российской Федерации. В статусе спикеров выступят представители Государственного исторического музея, Государственной Третьяковской галереи, ГМИИ им. Пушкина, Русского музея и других крупнейших учреждений культуры.

Модератор сессии – А.В. Богданов, заместитель генерального директора Государственного Эрмитажа по эксплуатации.

В рамках сессии «Свет: наружная реклама и ритейл» представители индустрии обсудят новые возможности для рынка, которые появились благодаря удешевлению использования LED-технологий для outdoor-рекламы, активное развитие digital signage и роль светодиодных технологий в развитии торговых центров.

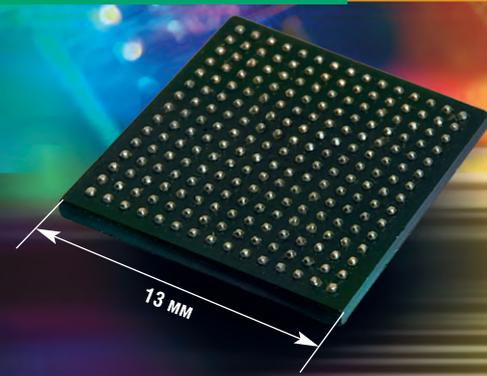
Тематика освещения теплиц, активно обсуждаемая уже несколько лет подряд на LED, в этом году получит новое развитие в рамках сессии «Свет в агропромышленном комплексе: теплицы». Сессия пройдет при поддержке ассоциации «Теплицы России». Помимо выступления ведущих агрохозяйств (результаты пилотных проектов), участники форума услышат доклад специалистов ВНИСИ на тему исследований в области тепличного освещения, который был представлен на крупнейших светотехнических конференциях Lux Pacifica (Япония) и CIE (Тайвань).

В рамках LED Forum организатор «Мессе Франкфурт РУС» продолжает успешный опыт сотрудничества с Всесоюзным научно-исследовательским светотехническим институтом им. С.И.Вавилова (ВНИСИ) и ведущей светотехнической консалтинговой компанией «Лайтинг Бизнес Консалтинг» (LBC). www.interlight-moscow.ru.messefrankfurt.com



НОВЫЙ

X86 МИКРОКОНТРОЛЛЕР RDC HB301



Основные достоинства

■ Совместимость с популярной x86 архитектурой

■ Обширные периферийные возможности

■ Низкие затраты на разработку ПО

■ Невысокая стоимость

Области применения

■ Промышленные компьютеры

■ Системы сбора данных

■ Оборудование для коммуникаций: коммутаторы пакетов, точки доступа, локальные маршрутизаторы



Доступны набор для разработчиков и полный комплект технической документации

Технические характеристики

- 300 МГц 32-бит ядро (архитектура 80486SX)
- Двухпортовый хост-контроллер USB 2.0
- Контроллер PCI rev. 2.1
- 2 контроллера Fast Ethernet MAC
- Встроенный контроллер памяти DR/DDR/DDR2

- Интегрированная периферия
 - контроллер прерываний
 - контроллер DMA
 - таймеры
- 25 портов ввода-вывода общего назначения
- Поддержка Windows, DOS, Linux и других ОС



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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



Автопром как двигатель прогресса в электронике

Часть 3. Электронные компоненты и экономика

Сергей Волковой (svolkovoy@gmail.com)

Для преодоления проблем в высокотехнологичных отраслях ещё есть возможности, но все они в той или иной степени требуют отказа от принципов рыночного фундаментализма.

В предыдущей части статьи были рассмотрены электрические и гибридные автомобили, а также некоторые аспекты их применения.

Как уже говорилось ранее, для электронных компонентов очень важен объём их выпуска. Собственно поэтому автомобильный сегмент является очень перспективным и интересным для электронной промышленности, особенно в свете перспектив роста количества транспорта с электрической тягой, в том числе легковых автомобилей.

Почему же такое внимание уделено именно автомобилям, при том что потребительский рынок (к примеру, мобильных телефонов) имеет даже бо́льшую ёмкость? Постепенно нужно учиться производить всё, однако для тех же мобильных телефонов требуется просто огромное количество разработок, поэтому на сегодняшний день многие производители смартфонов, в том числе и частично отечественный Yotaphone, используют процессоры Qualcomm и операционную систему Android. И это при огромных тиражах. Даже Samsung с его гигантским объёмом продаж и большими собственными возможностями в микроэлектронике иногда обращается к процессорам Qualcomm.

Думается, что ситуация с иностранными процессорами и ОС в мобильных устройствах будет сохраняться ещё долго, прежде всего потому, что для отладки таких систем требуются просто колоссальные средства и объём работ. Кроме того, существует инерция потребителей, которые привыкли к продукции Samsung и Apple и не будут торопиться «пересаживаться» на что-то другое, к тому же поначалу, неизбежно, проблемное.

С автомобилями, как правило, дела обстоят гораздо лучше в том отношении, что большинству пользователей решительно всё равно, какой марки

будет, например, процессор, управляющий двигателем.

В СМИ неоднократно поднимался вопрос о том, что Россия отстаёт в области электронных технологий, и многие понимают, что такое отставание в условиях конфронтации с Западом становится очень серьёзным фактором уязвимости – и экономической, и финансовой, и военной, и, конечно, имиджевой. В 80-е годы отставание в этой области также существовало, по сравнению с настоящим моментом – пренебрежимо малое, однако достаточное, чтобы в головах многих граждан тогда ещё СССР поселилась мысль о технической несостоятельности страны. В связи с этим вопрос престижа также не стоит сбрасывать со счетов.

Прежде чем детально рассматривать экономические аспекты восстановления электронной промышленности, и особенно сферы электронной компонентной базы, любопытно будет ознакомиться с докладом Chatham House от 7 мая 2015 года под названием «Русский вызов» (The Russian Challenge) [1].

Авторы документа касаются многих аспектов, в том числе и экономического. В разделе «Резюме и рекомендации», представленном также на русском языке, есть раздел «Слабость экономики», в котором говорится следующее: «Факторы, тормозящие рост российской экономики, имеют структурный, конъюнктурный и геополитический характер. В долгосрочной перспективе возможность роста будет серьёзно ограничена сокращением экономически активного населения и мерами, которые ... используются для ограничения конкуренции и частных инвестиций. Рыночные факторы и внешние конфликты создают дополнительные проблемы на неопределённую перспективу. Независимо от того, как долго эти проблемы будут оставаться нерешёнными, России будет экономически трудно поддерживать экспорт энергоносителей на теку-

щем и планируемом уровне и финансировать свою амбициозную программу перевооружения».

В результате общения с различными специалистами как в Европе, так и в России, мне удалось составить примерную картину того, как выглядят разработка и производство компонентов с экономической точки зрения.

Многие фирмы, которые разрабатывают и продают электронные компоненты, в частности микросхемы, собственных производств не имеют, поэтому их затраты на изготовление известны (исходя из сумм оплат подрядчикам).

Рассмотрим пример несложной и недорогой микросхемы. Если затраты на производство (кристалл плюс корпусирование) и доставку составляют 25 центов за шт., то минимальная цена, по которой микросхема уходит заказчику, составляет порядка 40 центов. Выходит, что на разработку и прибыль компании уходит 15 центов с одной микросхемы. С учётом того, что разработка такого изделия стоит порядка \$2–3 млн, несложно подсчитать, что для того, чтобы разработка окупилась, продать нужно порядка 20 млн изделий.

Если рассмотреть гипотетическую ситуацию разработки российской компанией, производящей электронную технику, некоего аналога иностранной микросхемы с целью импортозамещения и допустить, что упомянутая компания потребляет 1 млн изделий в год (что очень немало по российским меркам), то по самым оптимистичным расчётам и с учётом того, что в Россию иностранные компоненты поставляются примерно на 20% дороже, получится, что при условии инвестиций в подобную разработку она окупилась бы через 8, а то и 10 лет. В такой ситуации никакого экономического смысла подобные действия не имеют, особенно учитывая размер процентов по кредитам для производства, установленный в России.

Таким образом, аналитики Chatham House во многом правы: при сохранении существующих подходов к хозяйствованию ждать перемен в сфере высоких технологий не приходится.

Описанная выше ситуация имеет несколько решений. Можно, например, собрать заказы со всех крупных и не очень производителей конечной продукции и замещать иностранные компоненты, начиная с самых востребованных. Можно отвоевать внутренний рынок для собственных производителей автомобильных компонентов и не только. Возможны и другие решения, но все они требуют выхода за флажки рыночного фундаментализма, в условиях которого люди, у которых есть деньги, никогда не будут инвестировать их в сферу высоких технологий, ведь гораздо проще вложить средства в сырьевые отрасли или, наконец, в строительство.

Высокие технологии и особенно разработка компонентов всегда связаны с большим риском. Если делать что-то принципиально новое, существует риск, что разработка затянется по времени (с увеличением расходов), а доходы при этом не гарантированы. Даже если некое новшество получится достойно реализовать, нет никакой гарантии, что тираж и цены позволят окупить разработку. Даже у таких гигантов, как Texas Instruments и NXP,

не все проекты являются прибыльными – другое дело, что проектов много, и те, которые «выстреливают», окупаются и не удаются. Если же создавать что-то более привычное, то у такого продукта, скорее всего, есть или скоро появятся иностранные аналоги. Соответственно, за счёт высокой цены повысить окупаемость не получится.

Таким образом, в рыночной парадигме у России, мягко говоря, мало шансов, однако в высоких кабинетах продолжают утверждать, что отечественным высокотехнологичным производителям, для того чтобы увеличивать объёмы, нужно выходить на внешние рынки. Это, конечно, логично. И даже кое-где работает: «Росатом», например, имеет большой пакет заграничных заказов. Однако у разработчиков и поставщиков элементной базы ситуация совсем иная. Нужно раз и навсегда уяснить: на Западе российский хай-тек не имеет спроса, особенно с учётом того, что и по технологиям, и по кадрам, и по финансам возможности этих стран намного превышают российские.

У российских производителей есть шанс быть поставщиками оборудова-

ния (а в его составе и различной электроники, в т.ч. и собственных компонентов) прежде всего у себя в стране. Существуют какие-то возможности для этого в Латинской Америке, Африке, в некоторых странах Азии. Если иметь хотя бы неплохой потенциал по разработкам, можно договариваться на приемлемых условиях о партнёрстве с Китаем, имеющим хорошие возможности по производству микроэлектроники. При этом предлагать решать вопросы с ёмкостью рынка самим производителям, да ещё и в существующих условиях, по меньшей мере безответственно.

В связи со сказанным выше приобретает особую значимость смычка тем «элементная база» и «новый автотранспорт».

Когда некая новая технология становится массовой, она требует снижения цены: в процессе создания первых прототипов становятся понятны многие нюансы, и если на этапе экспериментов некие функции реализовывались на имеющихся на тот момент компонентах, решения могут быть и, как правило, являются неоптимальными в пла-

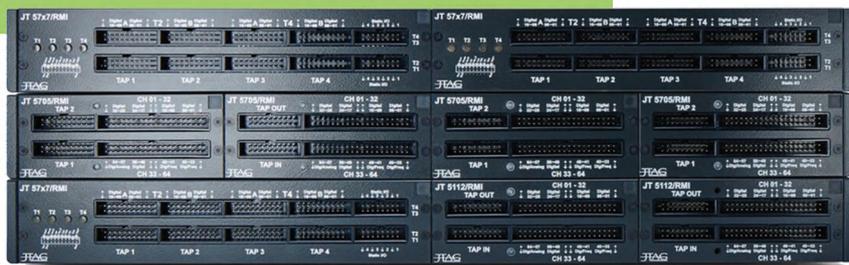
www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES



Любое количество TAP-портов (JTAG-портов)
Любое количество цифровых I/O-каналов
Любое количество аналоговых I/O-каналов

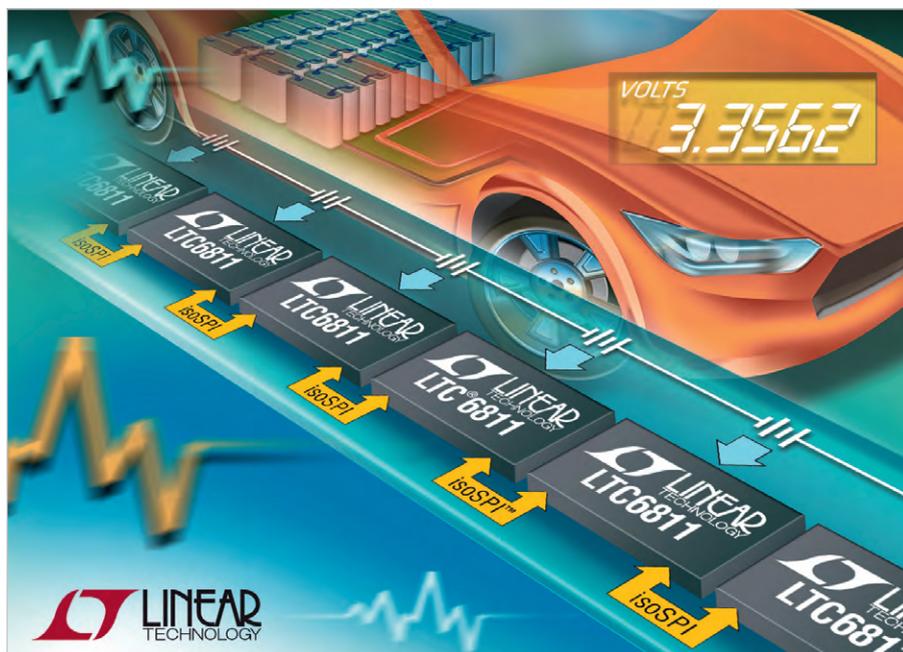
Сконфигурируйте свою собственную систему периферийного сканирования без ограничений с новыми модульными контроллерами JT 57xx/RMI



Реклама

Представительство JTAG Technologies в России
Телефон: [812] 602-0915
E-mail: russia@jtag.com

Эксклюзивный дистрибьютор: 000 «Остек-Электро»
Телефон: [495] 788-4444
E-mail: info@ostec-group.ru



Применение микросхем для мониторинга аккумуляторов

не цены. После этого разрабатываются специализированные компоненты, оптимизированные под новые задачи. В качестве примера можно рассмотреть системы, которые работают с аккумуляторными батареями.

Ранее уже говорилось о том, что в настоящее время применяются высоковольтные, на несколько сот вольт, батареи. При этом современные литиевые батареи имеют номинальное напряжение одного элемента 3...3,6 В, а в полностью заряженном состоянии и без нагрузки – около 4 В. Это значит, что для того, чтобы получить высокое напряжение, например 400 В, нужно последовательно соединить более сотни аккумуляторов (при напряжении одного элемента 3,6 В – 111 аккумуляторов), при этом напряжение каждого элемента нужно отслеживать, причём с высокой точностью. Нельзя допускать избыточной зарядки и глубокой разрядки ни одного аккумулятора, а в батарее они последовательно соединены в большом количестве. Сложности

добавляет и большая разность потенциалов между элементами.

Можно решить задачу, что называется, в лоб: подключить аналого-цифровые преобразователи к каждому аккумулятору (или группе из нескольких аккумуляторов) и осуществить гальваническую изоляцию уже по какому-то цифровому интерфейсу или использовать инструментальные усилители, позволяющие работать с высоким напряжением синфазной составляющей, однако такие решения будут стоить огромных денег.

При решении подобных задач в настоящее время используется класс микросхем для мониторинга аккумуляторов в массиве (Battery stack monitor) (см. рис.). Один такой компонент может работать на последовательности до 16 аккумуляторов, измерять напряжение каждого из них с точностью до милливольт, при этом управлять цепями балансировки (для предотвращения избыточной зарядки) и измерять ток заряда/разряда – т.е. в один компонент

интегрировано большинство функций по управлению аккумуляторами. Для аккумуляторов мягких гибридов всего одна такая микросхема может стать сердцем системы управления батареями. Для работы в батареях высокого напряжения существуют мониторы со специальным интерфейсом, который всего по двум дифференциальным парам может соединяться с такими же структурами, причём для гальванической изоляции нужны всего 4 конденсатора на секцию, а не дорогие оптические или индукционные изоляторы. Таким образом, батарею высокого напряжения можно собрать из секций, в каждую из которых может быть последовательно подключено до 16 аккумуляторов.

Нельзя не отметить, что подобных решений, снижающих стоимость серийной продукции, реализовано уже достаточно много, и надо полагать, что процесс этот будет продолжаться и далее.

Возможно, оценка сложностей реформирования российской экономики авторами [1] может показаться неубедительной, поскольку отрасль высоких технологий, при всей её значимости, это ещё не вся экономика. Проблемы при должном подходе имеют решения. Если в какой-то момент времени не хватает каких-то возможностей, эти возможности нужно наращивать.

Чтобы завершить разбор затронутой темы, необходимо осветить ещё один вопрос – рынок углеводородов, поэтому в следующей части статьи будет рассмотрена связь между модными ныне технологиями экологического транспорта, рынком энергоносителей и сырья, а также не менее интересной областью – энергетикой, в том числе и модной на Западе «зелёной» энергетикой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Giles K., Hanson P., Lyne R., Nixey J., Sherr J., Wood A. The Russian Challenge. Chatham House Report. June 2015.



НОВОСТИ МИРА

DARPA ПЛАНИРУЕТ ПОДЗАРЯЖАТЬ БЕСПИЛОТНИКИ В ВОЗДУХЕ ПРИ ПОМОЩИ ЛАЗЕРА

DARPA тестирует концепцию подзарядки батарей дрона путём обстреливания его лазером. В качестве испытательной платформы выбрана модель Silent Falcon.

Идея проста: нужно разместить солнечные батареи не только на верхней стороне крыла

машины самолётного типа, но и на нижней. В широком смысле свет лазера как источник энергии мало чем отличается от солнечного света. И если можно одним комплектом панелей поймать свет солнца, то второй станет мишенью для наземного лазера, который таким способом передаст определённое количество энергии. Главное – подобрать такие параметры излучения, которые не разрушат цель.

Предварительные расчёты инженеров DARPA показали теоретическую возможность подзарядить дрон лазером на расстоянии до 10 км. Однако стрельба по мишени в туман, снегопад или сильный ветер существенно снижает эффективность процедуры. Что ещё хуже, мощность лазера будет представлять некоторую опасность для сторонних целей, если выстрел пройдёт мимо.

www.russiandrone.ru

ChipEXPO-2018

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

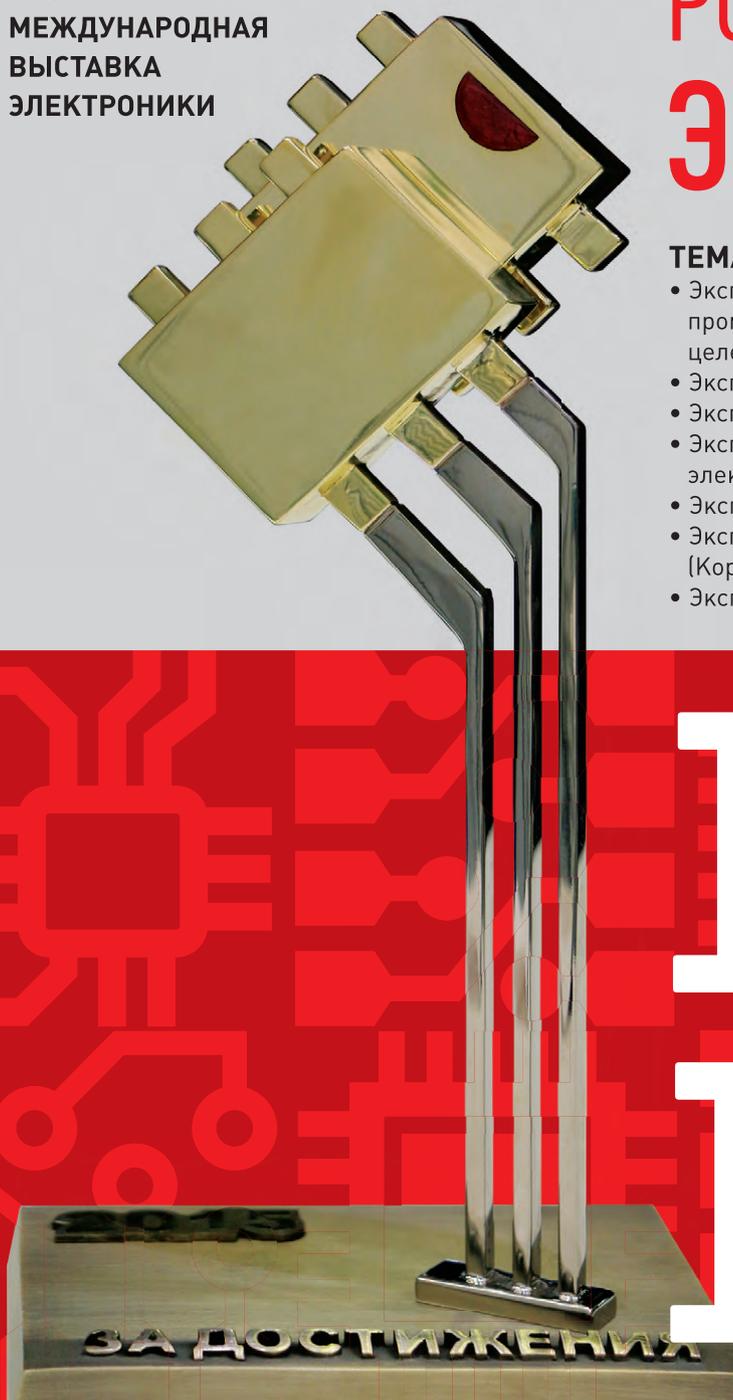
16-я
МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция предприятий радиоэлектронной промышленности России «Участники Федеральных целевых программ Минпромторга России»
- Экспозиция «Участники Конкурса «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «Другая электроника»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

17.10-
19.10



ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



Манифест консорциума «РазВИТие»

Консорциум разработчиков инженерного ПО «РазВИТие» 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.

Александр Голиков, председатель совета директоров компании «АСКОН» (входящей в консорциум «РазВИТие»), рассказывает об ИТ-решениях для цифрового проектирования и производства и разъясняет основные цели создания консорциума.

Примерно с лета 2014 года профильные министерства, Минпромторг и Минкомсвязь, начали очень активно вникать в состояние российских ИТ-решений для промышленности. Тема импортонезависимости в критически важных технологиях, среди которых было названо и инженерное ПО, стала звучать на многочисленных совещаниях, в экспертных группах, в документах для выработки каких-то дальнейших решений. И тогда (впервые за многолетнюю историю компании «АСКОН» и наших будущих партнёров по консорциуму) нас стали приглашать на такие совещания с тем, чтобы мы представили свой взгляд, взгляд разработчиков ПО, на ситуацию изнутри.

Потом, весной 2015 года, и компаниям-разработчикам, и промышленным корпорациям предложили сформулировать, как именно можно решать задачу ускоренного развития российских ИТ-решений для промышленности. Был также предложен формат для подачи таких предложений – объединения в консорциумы. Собственно, именно тогда и был сформирован консорциум «РазВИТие» в составе компаний «АСКОН», НТЦ «АПМ», «ТЕСИС», «АДЕМ» и «ЭРЕМЕКС».

Ключевая идея проекта развития нашего единого комплексного PLM-решения, которое было представлено на защиту в Минпромторг и Минкомсвязь вместе с примерно десятью другими инициативами, – поэтапное, опирающееся на заказчиков развитие уже имеющихся коммерческих версий

инженерного ПО от уже состоявшихся компаний-разработчиков, лидеров в своих сегментах. Это радикально отличало наше предложение от остальных, которые предполагали старт с нуля, создание новых структур, многолетнюю разработку новой большой и тяжёлой системы, необходимость затратить на проект десятки миллиардов рублей бюджетного финансирования и наконец представление результата в промышленности для ознакомления.

Мы же говорили про путь частногосударственного партнёрства и поэтапного усиления тех компаний, которые уже доказали свою компетенцию в создании сложного высокотехнологичного ПО, отвоевали и удержали свою долю рынка у глобальных конкурентов, показали промышленную надёжность своих ИТ-решений на тысячах предприятий и десятках тысяч рабочих мест, причём показали не на одной удачной версии ПО, а системно, постоянно, на длинном отрезке времени.

Мы говорили о регулярном контроле правильности нашего пути развития не через многотомные отчёты и красивые презентации, а через выпуск очередных версий ПО и их промышленную проверку у заказчиков в процессе реальной повседневной работы. Мы говорили о постоянной проверке рынком, потребителями и о том, что только такой режим развития ПО сохраняет его конкурентоспособность и нацеленность на задачи заказчиков. В конце концов именно удовлетворение потребностей своих заказчиков является главным



смыслом существования любой компании-разработчика.

В ходе подготовки предложений от нашего консорциума, на защите проектов, во время частых обсуждений технических и организационных вопросов мы с партнёрами постепенно всё лучше понимали точки зрения друг друга, видели удачное взаимодополнение опыта и компетенций, радовались хорошему человеческому взаимодействию на всех уровнях. Самое главное, в чём мы убедились тогда, – мы в целом одинаково ориентированы на заказчиков, нацелены на решение сложнейших инженерных задач и на интенсивное развитие и при этом следуем формуле «сказал – равно сделал».

После подачи предложений проектными консорциумами и их публичной презентации перед промышленностью и профильными министерствами не последовало каких-либо выводов и действий, но компании консорциума «РазВИТие» уже были готовы к тому, чтобы совместно действовать, не дожидаясь чьих-либо руководящих решений. Мы наметили для себя первый этап совместных работ по наиболее востребованным нашими заказчиками направлениям и начали просто делать то, о чём договорились.

За прошедшие годы мы сделали немало: создали и выпустили совместные

коммерческие продукты, исследовали новые направления развития.

Отдельно хочу отметить, что в состав сквозного комплексного PLM-решения консорциума удачно вписана промышленная EDA-система Delta Design от компании «ЭРЕМЕКС». Она позволяет проектировать и выпускать электронную аппаратуру любой необходимой заказчику сложности. Сегодня это единственная в РФ система, пробившая стопроцентную импортозависимость по EDA-системам прошлых лет, и её сквозное применение вместе с проектированием и конструированием механической части, мультифизическими расчётами, современными средствами топологической оптимизации позволяет создавать мехатронные изделия самого передового уровня.

Консорциум «РазВИТИе» организован коллективом успешных рыночных компа-



ний, которые стараются интегрироваться между собой. Консорциум объединён идеей о едином мультивендорном российском PLM-решении.

Сквозное PLM-решение, которое представляет консорциум, – это лучшее, что сегодня могут предложить российские компании в сфере инженерного ПО. ☺

Fastwel

Российская электроника для ответственных применений

Скорость и надежность современных технологий

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



CPC503



CPC508



CPC510



CPC512



PROSOFT[®]
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111
info@prosoftsystems.ru



Российские промышленные предприятия будут решать свои задачи с помощью отечественного инженерного ПО

В этом году форум «РазВИТие» будет проходить в четвёртый раз. Мы обратились к руководителям компаний, входящих в одноимённый консорциум, с вопросами о достижениях и перспективах их коллективного сотрудничества.

На вопросы блиц-интервью ответили: Александр Голиков, председатель совета директоров компании АСКОН и её основатель, Сергей Курсаков, генеральный директор ТЕСИС, Сергей Сорокин, генеральный директор ЭРЕМЕКС, Сергей Розинский, заместитель генерального директора по развитию ИТЦ «АПМ», и Андрей Быков, председатель совета директоров компании АДЕМ.

Что вам даёт участие в форуме и консорциуме «РазВИТие»?

А. Голиков: Консорциум «РазВИТие» основан в 2014 году для реализации задач импортнезависимости в области применения инженерного ПО в отечественной промышленности. В его состав вошли отечественные разработчики инженерного ПО, лидеры в своих сегментах (PDM/CAD/CAM/CAE/EDA/MDM). Наши заказчики были и остаются заинтересованными в тесной интеграции продуктов в рамках единого PLM-комплекса, сбалансированном развитии программных продуктов с учётом их взаимосвязей. В итоге развития интегрированного комплекса консорциума теперь существует возможность охвата

задач, прежде решаемых только так называемыми «тяжёлыми» комплексами.

Мы работаем над тесной увязкой проектирования, прочностных расчётов и расчётов газогидродинамики и теплообмена, а также над проектированием печатных плат и микросхем, централизованным хранением инженерных данных и управлением ими для использования во всём жизненном цикле сложной продукции.

АСКОН, как и все участники консорциума, заинтересован в постоянном и равномерном усилении PLM-комплекса, ведь более мощное совместное решение эффективнее решает задачи заказчиков.

С. Курсаков: В 2014 году пять российских компаний решили объединить свои усилия на пути поэтапного рыночного наращивания функциональных возможностей и интеграции программных продуктов. Объединение усилий на взаимовыгодной основе и интеграция ПО – это основные принципы, заложенные при создании консорциума «РазВИТие». Мы отдаём себе отчёт в том, что в современных условиях жёсткой конкуренции с зарубежными производителями ПО, учитывая современные требования промышленных предприятий по внедрению интегрированных решений на всех этапах жизненного цикла продукции, только объединившись мы можем добиться не только успеха, но и выйти на другой уро-

вень взаимодействия с рынком. Два форума (один в Москве, второй в промышленном регионе), которые консорциум «РазВИТие» проводит каждый год, – это абсолютно нормальная практика общения с рынком. Каждый год участники консорциума собирают на форумах пользователей из промышленности, на которых мы рассказываем о своих достижениях и развитии программных продуктов, а пользователи получают возможность пообщаться с разработчиками напрямую, выяснить все интересующие их вопросы и высказать свои пожелания по дальнейшему развитию ПО.

С. Розинский: Участие в форуме и консорциуме даёт силу и уверенность в том, что мы делаем правильное и большое дело, нужное нашей промышленности. Идея объединения усилий ради воплощения большой задачи не нова, так было испокон веков. Создание российского PLM-продукта – глобальная цель, достичь которой можно только объединив усилия российских производителей – ради этого сформировался и работает консорциум «РазВИТие». Форум «РазВИТие» – это площадка для прямого диалога производителя и потребителя, необходимая для демонстрации существующих возможностей и согласования ближайших перспектив.

А. Быков: Участие в форуме обусловлено членством в консорциуме, который организовывался как российская платформа для автоматизации подготовки производства и управления жизненным циклом изделия. Форум «РазВИТие» как раз позволяет обратить внимание на сообщество российских вендоров, которое уже сегодня предлагает на рынок платформу, отвечающую всем современным требованиям.

С. Сорокин: Консорциум стал для нас хорошей возможностью сверить часы и



Сергей Сорокин

наметить направления совместной работы. Внутри объединения лучших российских разработчиков инженерного ПО мы обмениваемся опытом, идеями, знаниями для того, чтобы не разрабатывать то, что уже с успехом реализовали наши партнёры. Этот синергетический эффект – основной двигатель нашего партнёрства.

Какой вклад вносит ваша компания в консорциум? Какую нишу закрывают ваши решения?

С. Курсаков: Основной компетенцией компании ТЕСИС является разработка ПО для инженерных расчётов и виртуальной отработки изделий. ТЕСИС разрабатывает программный комплекс FlowVision по вычислительной аэрогидродинамике и проведению мультидисциплинарных связанных расчётов сложной техники или физических процессов. Например, с помощью программного комплекса FlowVision инженеры могут рассчитать тепловые режимы работы РЭА и в сжатые сроки предложить оптимальные схемы её охлаждения. Кроме ПО для инженерных расчётов мы разрабатываем специализированные программы для корректного использования CAD-моделей на всём протяжении жизненного цикла изделия (трансляция, валидация, проверка качества, долговременное архивирование и т.д.). Например, с помощью программы KompasVidia конструктор может импортировать CAD-модель, сделанную в любой САПР, в КОМПАС-3D без искажений и с гарантированным качеством.

А. Голиков: Мы отвечаем за MCAD, MDM, PDM и САПР ТП. Это зоны нашей компетенции, наработанные уже даже не за годы, а за десятилетия. Соответственно, в общем PLM-комплексе работают наши КОМПАС-3D, ПОЛИНОМ:MDM, ЛОЦМАН:PLM и ВЕРТИКАЛЬ. Наши эксперты вместе с экспертами компаний-партнёров решают самые разнообразные технические интеграционные задачи, думают над дальнейшими направлениями развития. А наши маркетологи тесно сотрудничают при подготовке совместных мероприятий – форумов, семинаров, мастер-классов для заказчиков.

С. Розинский: Научно-технический центр «АПМ» вот уже более 25 лет занимается разработкой программного обеспечения для инженерных расчётов в области машиностроения и строительства. Соответственно, в общей цепочке продуктов мы предлагаем CAE-системы, которые позволят конструкторам и расчётчикам проводить всесторонний инженерный анализ проектируемого оборудования и конструкций.

А. Быков: Мы занимаем нишу автоматизированной подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Это очень масштабная отрасль, ведь всё большую долю в изготовлении любой детали занимает именно программная обработка.

С. Сорокин: Компания ЭРЕМЕКС закрывает весьма ощутимый сегмент общего PLM-решения, который называют ECAD или EDA-системами. Мы предлагаем систему автоматизированного проектирования электроники сквозного цикла, которая называется Delta Design. Эта система позволяет решать практически все основные задачи по проектированию электроники: начиная с ведения библиотеки компонентов, создания принципиальной электрической схемы и её моделирования, – до автоматической и полуавтоматической трассировки печатных плат и оформления соответствующей конструкторской и произ-



Сергей Розинский



Александр Голиков





Сергей Курсаков



Андрей Быков

водственной документации. САПР Delta Design позволяет осуществить плавный переход на неё с ряда используемых на рынке, но часто уже устаревших, САПР электроники. Нашей отличительной особенностью является открытый формат представления проектных данных, а также доступный квалифицированным пользователям программный интерфейс (API). Это позволяет клиентам настраивать САПР Delta Design под специфику процессов проектирования на их предприятиях. Совместно с компаниями-членами консорциума мы определяем, каким образом обеспечить оптимальное взаимодействие наших программных комплексов, и обеспечиваем их интеграцию в единую IT-инфраструктуру предприятия.

Поделитесь планами на ближайшие 3–5 лет в рамках консорциума?

Каким видится развитие форума?

А. Быков: В рамках консорциума в среднесрочной перспективе мы видим укрепление интеграционных связей между нашими продуктами. Наша задача – внедрить все продукты консорциума в единой связке на как можно большем количестве предприятий, чтобы они стали визитной карточкой для охвата целых отраслей и концернов уже в более долгосрочной перспективе.

С. Курсаков: В ближайшие годы усилия разработчиков нашей компании будут направлены на дальнейшую интеграцию нашего ПО с программами других участников консорциума. Уже сегодня идёт тестирование «младшего брата» FlowVision – программы KompasFlow, которая позволит выполнять аэрогидродинамические экспресс-расчёты, не выходя из интерфейса КОМПАС-3D. Первый коммерческий релиз KompasFlow будет анонсирован на Московском форуме консорциума «Развитие» в начале октября 2018 г. Также у нас обширные планы по интеграции FlowVision с программой APM WinMachine и Delta Design, исследовательские работы идут полным ходом.

Если говорить о форуме, то мы будем искать новые форматы взаимодействия с нашими пользователями и пытаться сделать его ещё более насыщенным, интересным и запоминающимся.

С. Розинский: Продукты каждого участника консорциума хороши в отдельности, но наша цель – объединить их для удобства пользователей. Поэтому мы выделяем два глобальных приоритета – интеграциям с продуктами компаний-партнёров и дальнейшее развитие собственных расчётных продуктов. Развитие форума может быть в его дальнейшем приближении к конечным пользователям. Чтобы высокие современные технологии не концентрировались только в Москве, а шагали по всей нашей стране.

С. Сорокин: В рамках консорциума в ближайших планах осуществить глубокую интеграцию САПР Delta Design

с программой ЛОЦМАН:PLM от компании АСКОН. Мы всегда ориентируемся на нужды заказчика, и сейчас рынок даёт именно такой сигнал. Также компания ЭРЕМЕКС тесно сотрудничает с компанией C3DLabs, отечественным разработчиком геометрического ядра. Мы используем это ядро, чтобы поддерживать в САПР Delta Design функции трёхмерной визуализации, в рамках нашего активно развивающегося 3D-модуля.

Что касается форума, то это событие уже можно назвать одним из центральных в отрасли. В нём принимают участие сотни специалистов ведущих предприятий страны, среди которых много руководителей инженерных и IT-подразделений. Форум будет расширяться не только в части количества участников, но и за счёт расширения круга тем, обсуждаемых на мероприятии.

А. Голиков: Результаты проделанной совместной работы полностью подтверждают нашу базовую, опорную концепцию. Мы не в теории, а на практике показали возможность поэтапного рыночного наращивания функционала PLM-комплекса, глубокой совместной модернизации платформ и ключевых продуктов за счёт постоянно растущих требований заказчиков (а иногда функционал опережает их требования).

Мы уверенно движемся в сторону «тяжёлого» PLM-комплекса за счёт развития имеющихся рыночных продуктов. Точнее даже будет сказать так – мы сможем и будем решать задачи ИТ-поддержки проектирования и производства самой сложной продукции заказчиков. И это произойдёт на достаточно близкой перспективе в несколько лет. Таким образом, наши ключевые задачи – развивать функциональность продуктов консорциума, обеспечивать работу всех систем в единой среде с тесной интеграцией данных и бизнес-процессов. Чтобы отечественные промышленные предприятия широкого круга отраслей (как ОПК, так и рыночные) могли решать все свои задачи с помощью отечественного инженерного ПО, сокращая затраты и оставляя деньги в стране.





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

- Модификация КД существующего изделия
- Разработка спецвычислителя на базе COM-модуля
- Конфигурирование модульного корпусированного изделия
- Сборка магистрально-модульной системы по спецификации заказчика
- Разработка изделия с нуля



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Контрактная сборка электроники уровней: модуль / узел / блок / шкаф / комплекс

- ОКР, технологические консультации и согласования
- Макеты, установочные партии, постановка в серию
- Полное комплектование производства импортными и отечественными компонентами и материалами
- Поддержание складов, своевременное анонсирование снятия с производства, подбор аналогов
- Серийное плановое производство
- Тестирование и испытания по методикам и ТУ
- Гарантийный и постгарантийный сервис

Моделирование тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры

Александр Щеляев (alex@flowvision.ru)

В статье описывается текущее состояние отечественных программных инструментов для проектирования радиоэлектронной аппаратуры, которые обеспечивают осуществление разработки принципиальной схемы платы на всех этапах, компоновку на ней элементов, трассировку дорожек, компоновку блока и отсека аппаратуры, а также выполнение оценки тепловых режимов работы платы. Отмечается важность наличия отраслевой базы данных по отечественным и зарубежным элементам, а также необходимость в расширении имеющегося функционала совместно с предприятиями отрасли.

Тенденции импортозамещения ставят перед разработчиками, производителями и эксплуатантами радиоэлектронных изделий задачи по совершенствованию процессов их создания, производства, послепродажного обслуживания с использованием отечественных программных разработок.

Наиболее развитые и популярные средства, инструменты компании Mentor Graphics (США) и Altium

(Австралия), обеспечивают разработку изделий электроники, начиная от принципиальных схем и завершая трёхмерными геометрическими моделями плат с элементами на ней и математическими моделями тепловых режимов и напряжённо-деформированного состояния. Оба вендора за последние два десятка лет сотрудничали с промышленностью эволюционировали от разработчиков простых

частных проектных инструментов до поставщиков интегрированных решений по проектированию, изготовлению и испытанию конечных изделий, включая выпуск комплекта рабочей документации. Все решения опираются на выпускаемую на западе элементную базу с полным описанием её характеристик.

Российским аналогом таких решений является конгломерат отечественных программных комплексов (ПК) для решения множества частных задач в рамках общего процесса разработки изделия, успешно используемых в отечественной и зарубежной промышленности:

- инструменты сквозного проектирования электронных устройств на базе печатных плат, схемотехнического моделирования и трассировки компании «ЭРЕМЕКС»;
- система геометрического моделирования «КОМПАС-3D» компании «АСКОН» для создания моделей блоков аппаратуры и трёхмерных моделей печатных плат с элементами по данным, полученным из решений компании «ЭРЕМЕКС»;
- решения, нацеленные на экспресс-анализ электромагнитных полей, компании «Тор»;
- ПК Win.Machine компании НТЦ «АПМ» для моделирования напряжённо-деформированного и теплового состояния деталей и сборок, в том числе плат и элементов;
- ПК вычислительной аэро- и гидродинамики FlowVision от компании «ТЕСИС» с оригинальной технологией построения расчётной сетки для геометрии любой сложности конструкторского представления; FlowVision используется для моделирования охлаждения нового поколения ядерных реакторов с жидкометаллическим теплоносителем (см. рис. 1а), посадки, приведения, разделения на траектории и работы системы аварийного

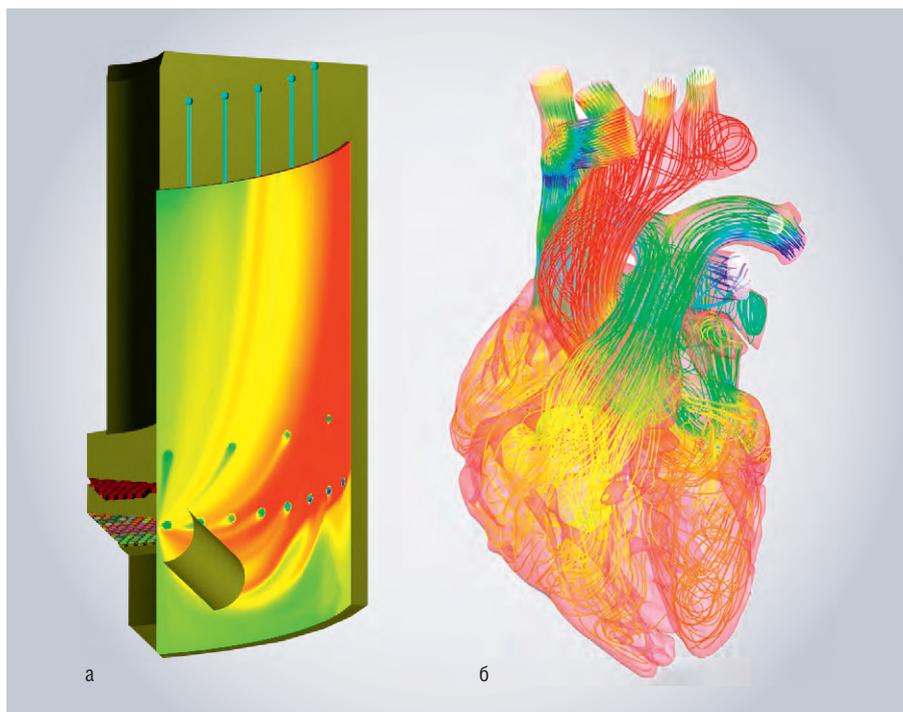


Рис. 1. Моделирование при промышленном применении ПК FlowVision:

а) течение жидкометаллического теплоносителя в ядерном реакторе; б) работа живого сердца

спасения космического корабля «Федерация», а также в международном проекте «Живое сердце» (Living Heart Project) по моделированию работы сердца человека (см. рис. 1б).

Наработанный функционал FlowVision позволил выполнить ряд проектов, целью которых было определение тепловых режимов, на которых работает микроэлектронная и электронная аппаратура (см. рис. 2).

Российские компании «АСКОН», «ТЕСИС» и «ЭРЕМЕКС» инициативно реализуют проект по созданию сквозного решения для электронной и радиоэлектронной промышленности путём объединения программных средств Delta Design, «КОМПАС-3D» и FlowVision в едином рабочем цикле, который опирается на десятилетиями отлаженный подход к разводке и размещению элементов на печатной плате по заданным принципиальным схемам. С его помощью конструктор при разработке изделия может учитывать все виды эксплуатационных факторов: внутренний нагрев, внешний естественный или принудительный обдув элементов, блока или отсека охлаждённым или нагретым воздухом, эксплуатационную технологичность (доступ при ТОиР в помещениях и на улице), изменение характеристик аппаратуры с изменением температурного режима работы, электромагнитную совместимость; характеристики прочности и усталости, отказобезопасность, надёжность и прочее (см. рис. 3).

Согласно проекту в программной среде сквозной разработки Delta Design создаётся принципиальная схема устройства. На её основе компонуются элементы на печатной плате и формируется разводка методом трассировки с учётом заданных ограничений и начальных данных. Затем создаётся информационный документ в виде многослойного двумерного параметрического документа типа чертёж со спецификацией и техническими требованиями.

Информационная модель содержит в себе полный перечень используемых элементов, типов связей между ними и описание геометрического располо-

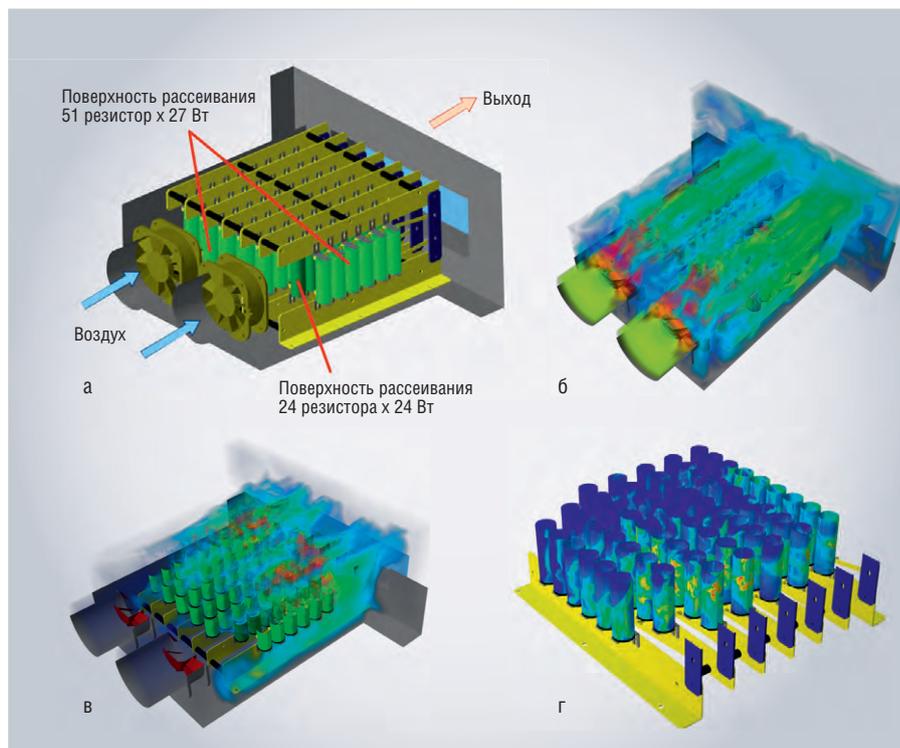


Рис. 2. Моделирование температурного режима пульта нагрузок: а) сборочная геометрическая модель; б) распределение скорости воздуха в объёме пульта; в) распределение температуры в объёме пульта; г) распределение температуры на поверхности силовых резисторов

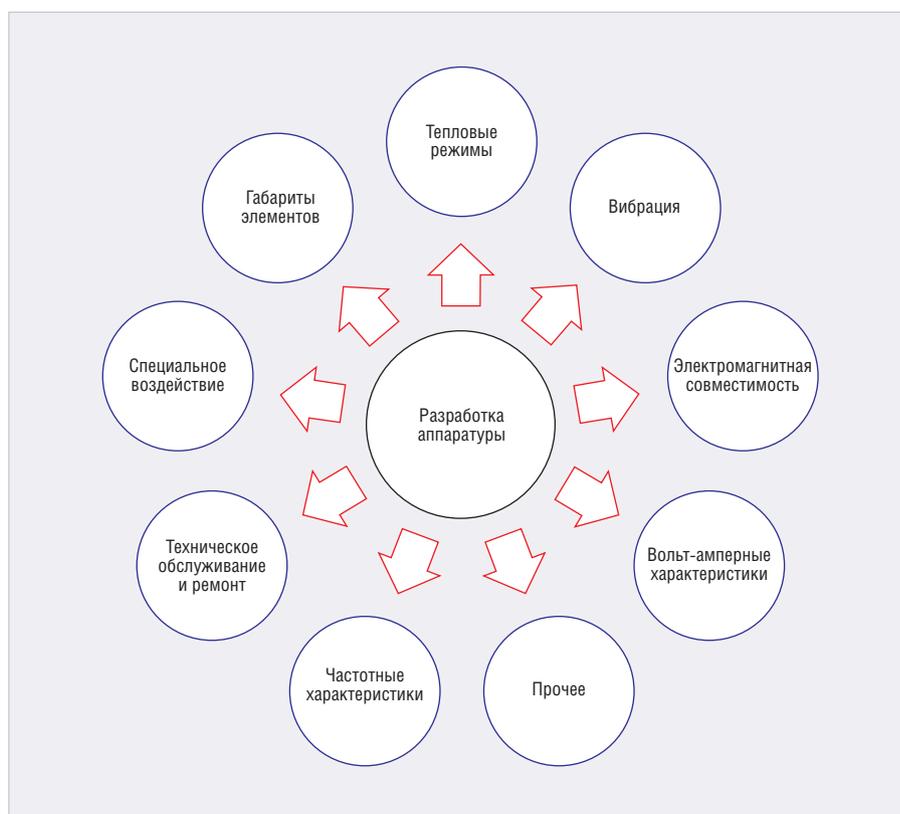


Рис. 3. Основные виды воздействия на аппаратуру, учитываемые при её разработке

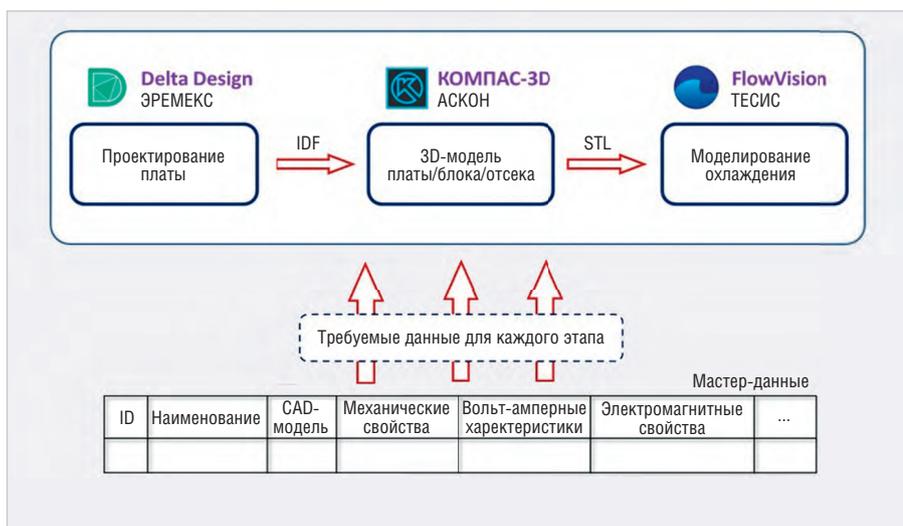


Рис. 4. Общая схема взаимодействия используемых программных средств

жения разводки на каждом слое платы. Данная информация передаётся через нейтральный формат IDF (де-факто стандарт обмена данными в отрасли) в систему геометрического моделирования «КОМПАС-3D» с помощью конвертера ECAD – «Компас». По полученным данным создаётся трёхмерная геометрическая модель печатной платы с расставленными на ней элементами для оценки компоновки блока оборудования. На выходе получается сборочный документ и установленный комплект рабочей документации. Полученная трёхмерная модель передаётся в ПК FlowVision, в котором выполняется численное моделирование заданных расчётных случаев для оценки тепловых режимов работы аппаратуры.

Работа всей цепочки основывается на наличии мастер-данных и справочнике элементов (в том числе с учётом утверждённого перечня), в котором для каждого этапа представляются сведения в нужном виде и объёме: физические, механические свойства материалов элементов; вольт-амперные, габаритные характеристики; параметры тепловыделения и прочее (см. рис. 4). В описываемом проекте ввиду отсутствия утверждённого отраслевого справочника применялся тестовый набор данных, созданный авторами и включающий в себя базу CAD-моделей используемых в проекте элементов, спецификацию элементов на плате в

формате Excel с указанием величины рассеиваемой тепловой мощности и IDF-файл.

Проект FlowVision создаётся на базе одного файла геометрической модели или на базе списка файлов – автоматического пакетного импорта файлов, что позволяет автоматизировать процесс создания расчётной геометрической модели. Геометрия имеет сеточное поверхностное представление, состоящее из треугольной сетки, построенной на основе CAD-модели, полученной из популярных геометрических форматов CATIA, UG NX, Creo, Inventor, SolidWorks, SolidEdge, STEP, IGES, WRML, STL, MESH и прочих.

При использовании геометрической сборки допускаются следующие геометрические вариации в зависимости от того, моделируется или нет теплопередача внутри элементов и платы и нужно ли менять положение элементов на плате в процессе работы:

- непосредственный контакт деталей с общей контактной поверхностью платы;
- пересечение элементов и платы;
- наличие зазора между элементами и платой.

В последнем случае используется упрощённая модель зазора, которая позволяет управлять характеристиками гидравлического и теплового сопротивлений, предоставляя возможность моделировать различные случаи

расположения элементов на плате: крепление с помощью термоклея (термопасты), размещение непосредственно на плате или с воздушным зазором. В модели используются аналитические зависимости, что позволяет разрешать зазор без помощи подробной расчётной сетки. Это значительно снижает объём расчётной сетки, время решения задачи и привлекаемые вычислительные мощности, а также позволяет гибко решать оптимизационные задачи по замене, смещению элементов на платах с продолжением текущего расчёта.

Перемещение элементов на плате возможно в ручном и автоматическом режимах с помощью написанных самим пользователем процедур или профессиональных пакетов многокритериальной параметрической оптимизации. Свойства веществ могут задаваться вручную для каждого варианта расчёта либо выбираться из базы данных, пополняемой информацией о теплофизических свойствах новых веществ, либо принимать данные из внешнего источника.

Тепловыделение задаётся мощностью объёмных (Вт/м³) и поверхностных (Вт/м²) источников. Их количество определяется постановкой задачи и может меняться в процессе расчёта. При решении нестационарных задач тепловыделение можно задавать функцией от времени или условий работы устройства (например, отключение источников при достижении критической температуры на плате).

На рисунке 5 представлена плата с отмеченными на ней тепловыделяющими компонентами: резистором, реле, конденсаторами и блоком питания, внутри которого формируется замкнутая воздушная расчётная подобласть.

В воздушной среде решаются трёхмерные уравнения Навье-Стокса с учётом гравитационной силы и уравнение энергии. При моделировании учитывается сопряжённый теплообмен между блоком питания, резистором, реле и окружающим воздухом с заданием соответствующих объёмных источников тепловыделения внутри каждого элемента и указани-

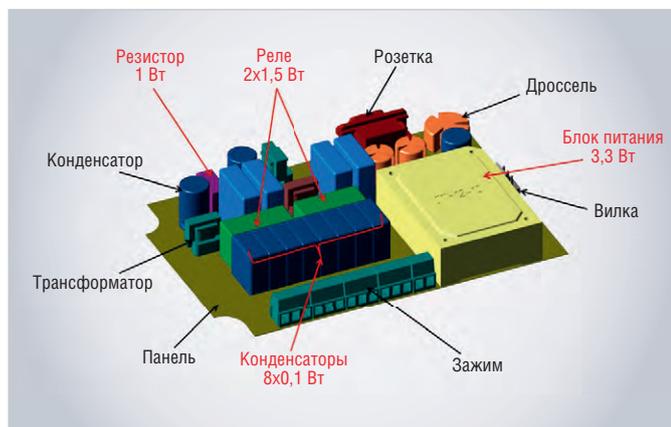


Рис. 5. Геометрическая модель платы с элементами в FlowVision и параметры тепловыделяющих элементов

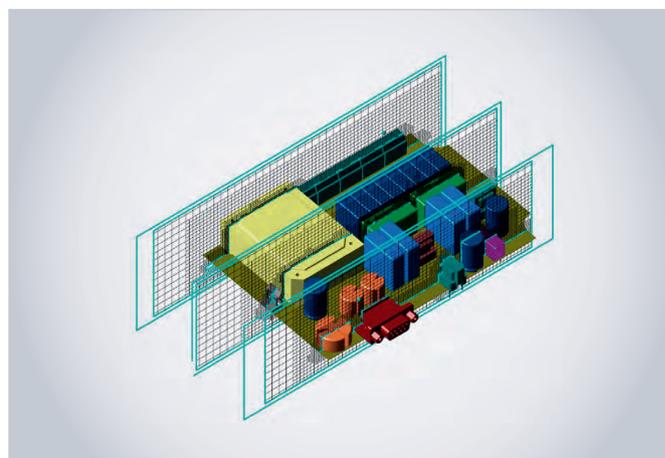


Рис. 6. Геометрическая постановка платы внутри корпуса в FlowVision

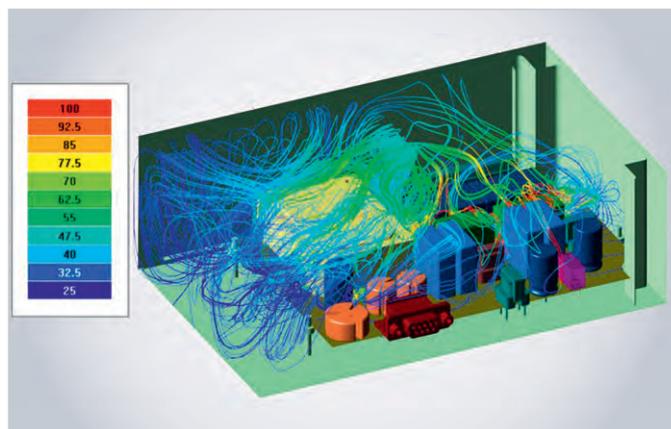


Рис. 7. Визуализация структуры течения воздуха внутри корпуса

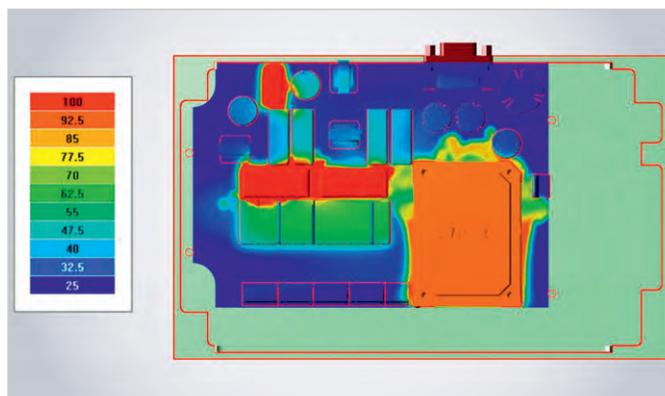


Рис. 8. Визуализация распределения температуры на плате внутри корпуса

ем теплопроводящих и теплоёмкостных свойств материалов. Тепловыделение с поверхности конденсаторов задаётся равномерным. Другие стенки корпуса принимаются как адиабатические. На них задаётся теплообмен с окружающей средой посредством указания температуры этой среды и коэффициента теплоотдачи между корпусом и средой.

При моделировании производится автоматическое построение прямоугольной, динамически адаптируемой расчётной сетки по задаваемой функции размера ячейки. Для более точной аппроксимации сложных поверхностей и разрешения высоких градиентов рассчитываемых величин вокруг всех элементов платы с помощью инструмента адаптивного локального измельчения сетки строится более подробная сетка (см. рис. 6).

На рисунках 7 и 8 отображены трёхмерное распределение линий тока потока воздуха, которые имеют разные цвета в зависимости от температуры, и температура элементов платы.

В результате очередного этапа моделирования выявились плохая рециркуляция воздуха внутри корпуса и между элементами платы, а также высокие значения температур компонентов платы и воздуха, что свидетельствовало о недостаточном охлаждении и непригодности схемы данного устройства, а также об отсутствии учёта лучистого теплообмена. Использование модели излучения на следующем этапе позволило получить более точные характеристики теплообмена и оценить вклад различных его видов в работу изделия.

Для улучшения циркуляции воздуха в корпусе устройства был создан в ПК «КОМПАС-3D» и импортирован

в FlowVision трёхмерный геометрический объект как одна сборочная 3D-модель вентиляционной щели. Модификаторы геометрий позволили продолжить предыдущий расчёт и размножить щелевые элементы. Названные ПК при решении практической задачи продемонстрировали гибкость, недоступную при натурной отработке, и дали возможность изменить конструкцию корпуса блока, чтобы усовершенствовать процесс его вентилирования.

Внесение вентиляционных отверстий в конструкцию корпуса улучшило рециркуляцию воздуха и в сумме с учётом лучистого теплообмена позволило снизить температуру всех компонентов платы до требуемого уровня. Результаты моделирования теплового расчёта с учетом лучистого теплообмена и использования нового корпуса с

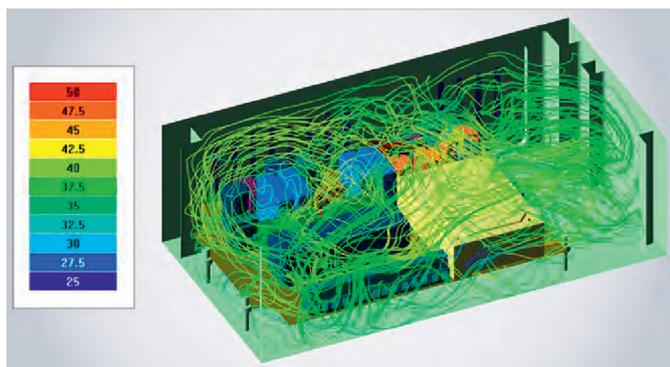


Рис. 9. Визуализация структуры течения воздуха внутри корпуса с вентиляционными отверстиями

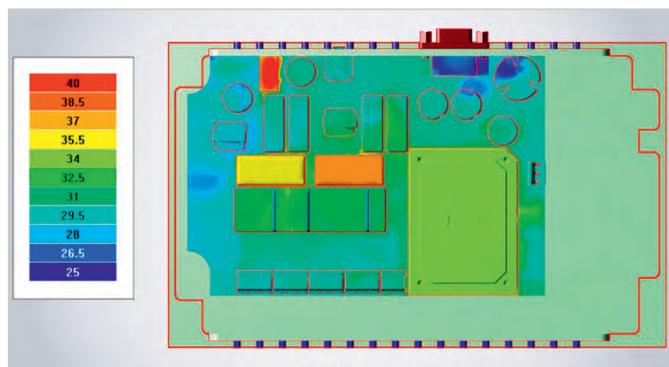


Рис. 10. Визуализация температуры платы внутри корпуса с вентиляционными отверстиями

вентиляционными отверстиями представлены на рисунках 9 и 10.

Дальнейшее совершенствование программных средств моделирования состоит в подключении прочих уравнений физических процессов, учитываемых при разработке плат и блоков аппаратуры, например электромагнитных полей для оценки электромагнитной совместимости элементов. При наличии описания всех характеристик элементов станет возможным создание

полностью связанной постановки, где на основе теплового и электромагнитного анализа будут определены реальные вольт-амперные характеристики элементов на плате и характеристики платы в целом с дальнейшим уточнением тепловых режимов. Все необходимые средства численного моделирования физических процессов для этого уже реализованы и на сегодняшний день стоит организационный вопрос о создании и поддержании в актуальном

состоянии отраслевой стандартизованной базы элементов, а также стандартных отраслевых протоколов обмена данными между описываемыми в статье ПК для функционирования отечественного интегрированного программного решения. Это позволит снять зависимость от западных вендоров, а также начать совершенствование собственных программных решений в том направлении, которое в первую очередь интересует отечественные предприятия и науку. 

НОВОСТИ МИРА

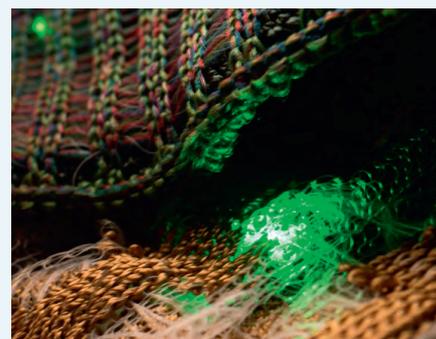
ЭЛЕКТРОНИКА СТАНЕТ МЯГКОЙ И ШЕЛКОВИСТОЙ

Идея интеграции электроники в ткани и одежду далеко не нова, но с реализацией дело обстоит гораздо сложнее. Производители научились встраивать те или иные приборы в одежду – это гарнитуры, измерители пульса, потливости и др., однако всё это делается на стадии, когда одежда уже сшита. Для создания электронного текстиля XXI века необходимо научиться выпускать нить с интегрированными полупроводниковыми приборами, чтобы ткацкий станок работал с ней, как с обычной нитью. Именно такую нить создали в лаборатории Массачусетского технологического института (MIT). Но самое главное – разработан техпроцесс массового выпуска «электронной» нити и запуск в коммерческое производство намечен уже в начале следующего года.

Адаптацию технологии для массового производства на современных ткацких станках помогли осуществить исследователи из компании AFFOA (Advanced Functional

Fabrics of America). Ткань из нити со встроенными полупроводниковыми приборами изготовили в сердце текстильной промышленности США – городе Инман Милс в Южной Калифорнии. Технология оказалась рабочей и не требует больших затрат на производство.

Традиционно оптоволокно делается из полимерной заготовки с помощью нагрева (размягчения) и вытягивания. Для производства электронной полимерной нити предложен процесс без вытягивания. К заготовке добавляют два тончайших медных провода толщиной с волос человека и напаянные на них светодиоды или фотодиоды (два варианта нитей). В процессе нагрева полимер обволакивает провода с диодами и затем застывает. Заявлено, что процесс происходит быстро и годится для массового производства. После этого из нити можно изготавливать ткань и шить одежду. Такую одежду можно стирать и гладить – полупроводники в нити от этого не повреждаются.



В качестве эксперимента ткань с фотодиодами погрузили в аквариум с водой и с помощью внешнего источника света (лампы) начали передавать на неё последовательность сигналов с закодированной музыкой. Сигналы, снятые с нити, в реальном времени воспроизводили музыкальную композицию. Из подобной ткани можно делать «умные» бандажы и напульсники и многое другое. Сообщается, что Пентагон уже заинтересовался изобретением для использования электронных нитей в униформе.

3DNews со ссылкой на MIT News

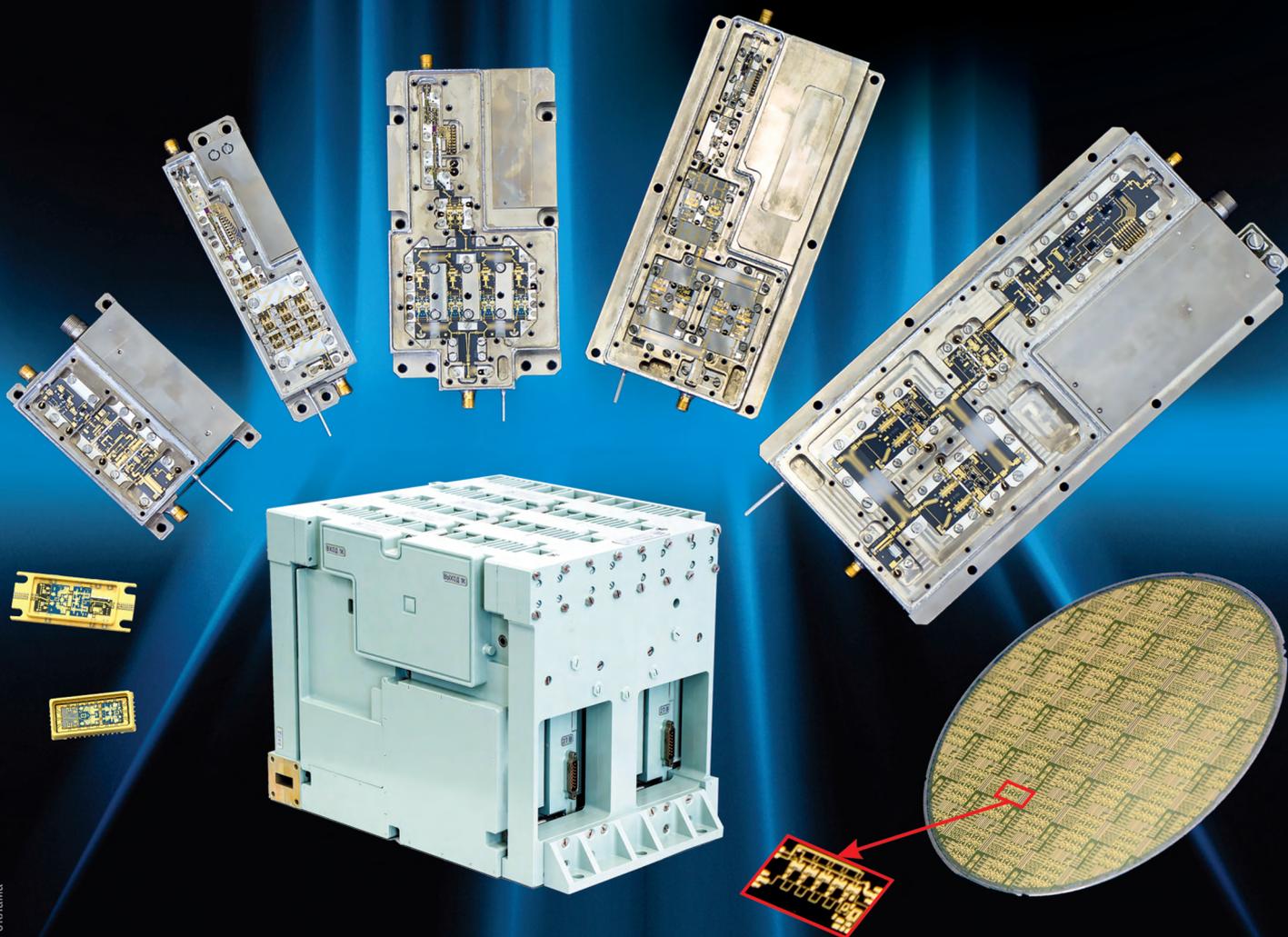


ИНТЕЛЛЕКТ. КАЧЕСТВО.

АО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»
Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, 11
Тел. (495) 917-21-03
Факс (495) 917-19-70
E-mail: mwsystems@mwsystems.ru
www.mwsystems.ru

- СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ТЕХНОЛОГИИ
- ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ЦЕНА/КАЧЕСТВО
- ПОЛНЫЙ СПЕКТР УСЛУГ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ МОНОЛИТНЫХ И ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ, ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЧ-УСТРОЙСТВ И БЛОКОВ РЭА (0,3 - 22 ГГц)

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»



Миграция данных из P-CAD в Delta Design

Сергей Пилкин (pilkin@prosoft.ru)

Несмотря на то что САПР для проектирования печатных плат P-CAD не развивается уже 12 лет, она всё ещё широко используется на многих предприятиях в нашей стране. Для всех пользователей данной системы рано или поздно встаёт вопрос о переходе на более современные САПР. В данной статье будет рассмотрен процесс перехода с P-CAD на отечественную САПР Delta Design.

За десятилетия работы с P-CAD предприятия накопили большой объём библиотек компонентов и реализованных проектов, которые представляют собой большую ценность, поэтому задача по переносу наработанных данных в новую систему является одной из важнейших. Процесс переноса данных из одной САПР в другую является очень сложным, и ни одна САПР не позволяет перенести данные со 100% точностью. Это касается даже процесса переноса данных между САПР различных версий и продуктов одного производителя – всегда существует вероятность возникновения ошибок и потери части информации.

В данной статье будет предложена методология переноса данных из P-CAD в Delta Design, которая позволяет минимизировать потерю данных. Выполнение приведённых рекомендаций позво-

ляет перенести данные практически со 100% точностью.

Процесс переноса данных состоит из ряда шагов, которые необходимо выполнять в определённом порядке. Он не является полностью автоматическим, т.е. потребуются ряд ручных операций по заданию параметров и корректировке информации. Необходимо чётко следовать приведённой далее инструкции и переходить к следующему шагу только при полном завершении предыдущего этапа – только в этом случае будет достигнуто максимальное качество процедуры миграции. Однако в ситуации, когда не стоит задача достижения наилучшего результата, ряд шагов можно опустить.

Можно выделить 3 основных этапа миграции:

1. Настройка стандартов предприятия (СТО).

2. Перенос библиотек компонентов.
3. Перенос проектов (схемы и платы).

НАСТРОЙКА СТАНДАРТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ (СТО)

Организация данных в системе Delta Design является более строгой, чем в P-CAD, поэтому на первом этапе необходимо настроить в Delta Design классификацию компонентов, которая используется на предприятии. В P-CAD для каждого компонента есть возможность задания любого префикса позиционного обозначения и любого набора атрибутов, однако для работы предприятия такой подход неприемлем: как правило, предприятие унифицирует префиксы позиционных обозначений и набор атрибутов для компонентов. В Delta Design для этого существует понятие семейства компонентов, которое определяет отдельный класс компонентов, имеющих единые префиксы позиционного обозначения и набор атрибутов. Семейства компонентов образуют иерархию с использованием наследования атрибутов. Атрибуты, присущие всем компонентам, задаются с помощью корневого уровня иерархии «Все семейства», а любые его потомки добавляют свои специфические данные в конкретные семейства (см. рис. 1). Например, для семейства конденсаторов (префикс «С») добавляются атрибуты «Номинал» (Value), «ТКЕ» (TC) – температурный коэффициент ёмкости, «Точность» (Tolerance) и «Напряжение» (Voltage). Для дальнейшей классификации конденсаторов по подтипам можно создать несколько потомков со своими специфическими атрибутами.

В Delta Design используется строгая типизация атрибутов. В P-CAD атрибуты являются строками, а в Delta Design они имеют определённый тип: строка, целое число, вещественное число и т.д. (см. рис. 2). Кроме стандартных имеются специализированные типы: сопротивление, мощность, напряжение и т.п. При задании нужного типа атрибута необходимо учитывать, что исходные

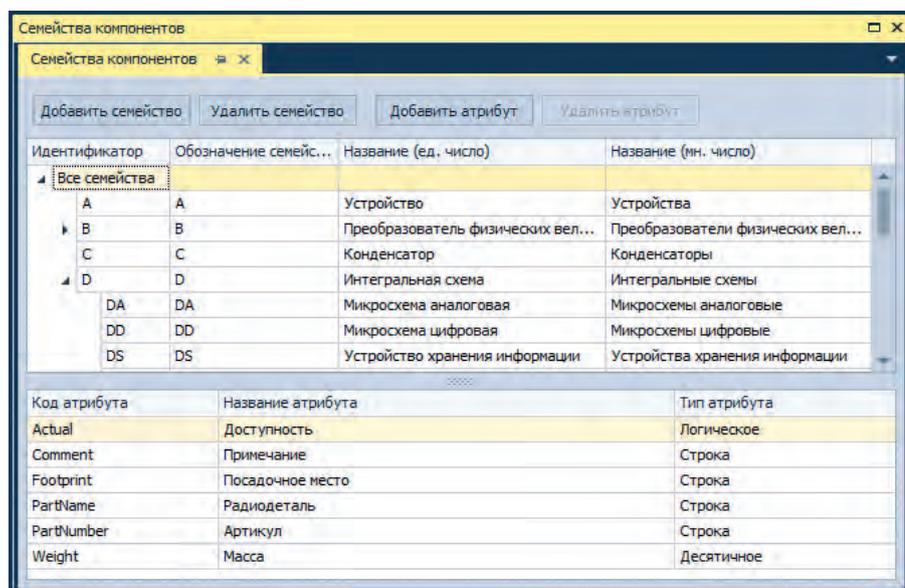


Рис. 1. Семейства компонентов в Delta Design

атрибуты компонентов в P-CAD должны иметь возможность преобразования в этот тип. Если преобразование значения атрибута в этот тип невозможно, то в процессе импорта система выдаст соответствующее предупреждение и данное значение атрибута будет пропущено, например если для поля указан числовой тип, а значение атрибута в P-CAD равно «Москва».

САПР Delta Design поддерживает интеллектуальное преобразование из строки для специализированных типов. Например, для типа «Сопротивление» исходная строка может иметь следующие варианты: «1k» (1 кОм), «10M» (10 МОм), «10m» (10 МОм), «4K7» (4,7 кОм) и т.д. Понимаются и русские, и английские буквы, а также «.» или «,» в качестве разделителя.

Следует отметить, что несколько семейств могут иметь одинаковые префиксы позиционных обозначений.

В отличие от P-CAD, каждый компонент в Delta Design всегда относится к какому-либо семейству. При построении перечня элементов происходит группировка именно по их семейству. Название этого семейства во множественном числе пишется в заголовке группы. Некоторые предприятия добавляют для компонента в P-CAD атрибут названия его семейства. В Delta Design это становится ненужным.

В P-CAD при создании посадочных мест имеется возможность добавления дополнительного слоя. В Delta Design для этой цели используется механизм классов слоёв. Поэтому, если в библиотеке используются дополнительные слои, то необходимо создать в Delta Design эти классы слоёв. Слои могут быть проводящими (сигнальными или опорными) или документационными. В отличие от P-CAD, где в каждом посадочном месте можно создать свой набор слоёв, в Delta Design классы слоёв являются унифицированными и относятся к стандартам предприятия. Это позволяет в дальнейшем избавиться от проблем несовместимости различных библиотек при проектировании печатной платы.

ПЕРЕНОС БИБЛИОТЕК КОМПОНЕНТОВ

Для импорта библиотеки компонентов необходимо вызвать пункт меню

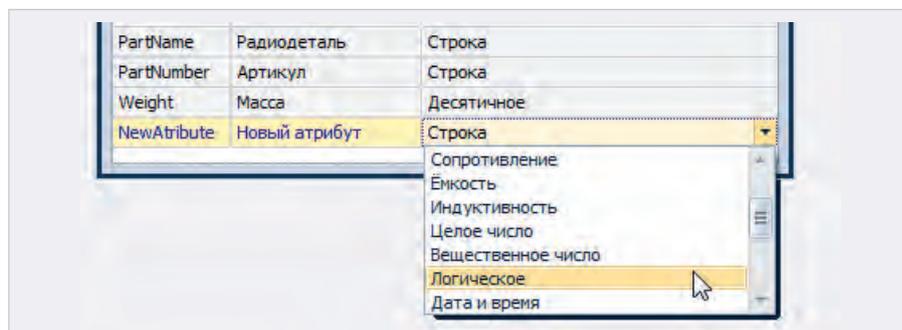


Рис. 2. Выбор типа атрибута

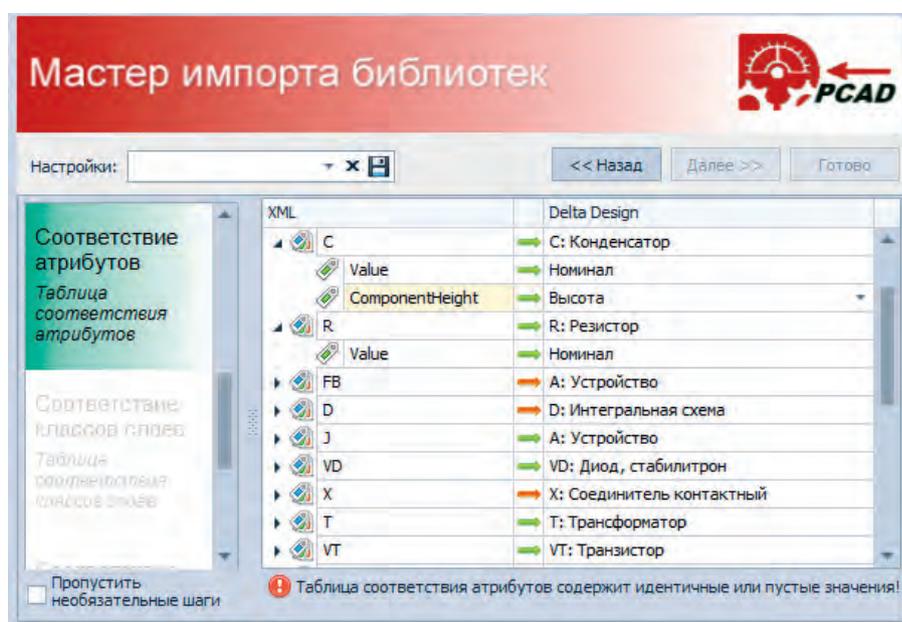


Рис. 3. Установка соответствия атрибутов

«Файл» → «Импорт» → «Библиотека P-CAD (LIA, LIB)». Delta Design определяет как ASCII-формат библиотек P-CAD (LIA), так и бинарный формат (LIB), однако для чтения последнего на данном компьютере должен быть установлен P-CAD. Также следует отметить, что импорт ASCII-формата осуществляется быстрее.

Для импорта P-CAD библиотек используется мастер импорта (см. рис. 3), работа которого состоит из нескольких шагов. Для детального управления шагами импорта необходимо снять галочку «Пропустить необязательные шаги». В рамках первого шага работы мастера импорта необходимо выбрать исходный файл библиотеки P-CAD (LIA или LIB) – система автоматически задаст имя библиотеки в Delta Design, которое можно поменять. После нажатия на кноп-

ку «Далее» Delta Design запишет библиотеку P-CAD в память. Необходимо внимательно следить за появляющимися сообщениями. На этом этапе могут возникнуть проблемы с несоответствием формата файла библиотеки, особенно если этот файл получен путём экспорта из другой системы. Для решения подобных проблем следует открыть данный файл в P-CAD и сохранить его заново.

В процессе следующего шага «Соответствие атрибутов» необходимо задать соответствие семейств компонентов Delta Design и атрибутов компонентов. По умолчанию система ищет соответствие семействам компонентов по их префиксу позиционного обозначения, поэтому, если настройка семейства компонентов в стандартах выполнена надлежащим образом, правильное соот-

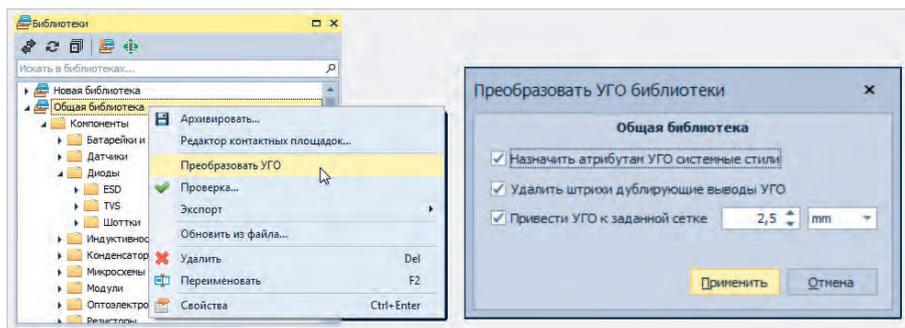


Рис. 4. Преобразование УГО

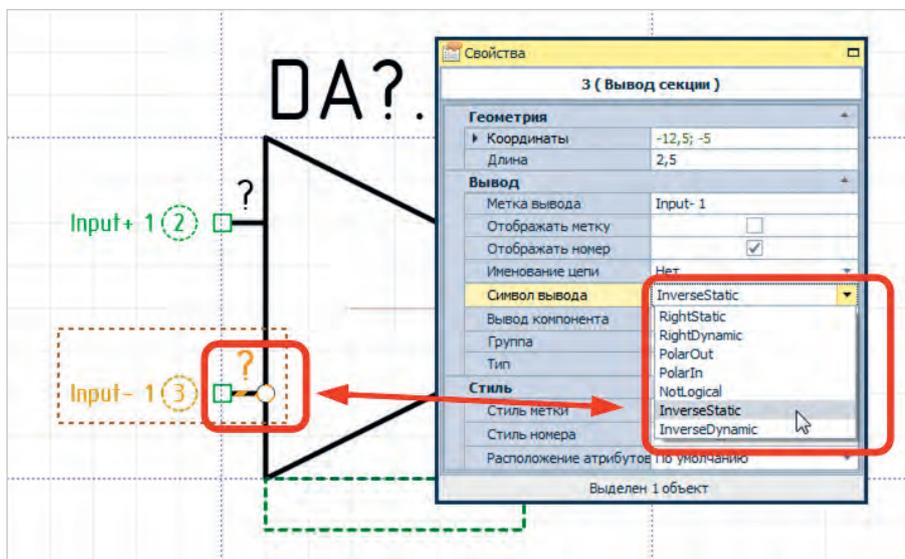


Рис. 5. Символ вывода в Delta Design

ветствие будет найдено автоматически. Для быстрого поиска семейства можно набрать на клавиатуре префикс его позиционного обозначения. Необходимо обязательно задать соответствие всем атрибутам. Если для какого-либо атрибута не задано соответствие, то он не будет импортирован. В этом случае в условно-графическом обозначении (УГО) или на посадочном месте, в котором использовался данный атрибут, будет стоять пробел. О том, что всем атрибутам задано соответствие, сигнализирует зелёная стрелочка. Если стрелочка имеет красный цвет, то для части атрибутов соответствие не установлено – они будут пропущены и, соответственно, не импортируются. Каждому атрибуту следует задать однозначное соответствие, т.е. нельзя несколько атрибутов P-CAD совместить в одном атрибуте Delta Design – система выдаст соответствующее предупреждение.

В P-CAD все компоненты имеют атрибут «Type», который автоматически импортируется в Delta Design как атрибут «Радиодеталь» (PartName). Также система автоматически определяет атрибут «RefDes», который не требует указания соответствия.

Следующий шаг – задание соответствия классов слоёв, если в исходной библиотеке использовались дополнительные нестандартные слои.

После задания всех параметров импорта нужно нажать кнопку «Импортировать» – начнётся процесс переноса данных. На данном этапе следует внимательно следить за выдаваемыми сообщениями, особенно с предупреждениями и ошибками. Можно установить фильтр и отключить информационные сообщения, чтобы сконцентрироваться на проблемах. Полученный журнал импорта можно сохранить в текстовый файл нажатием кнопки «Сохранить». Часть предупрежде-

ний на этом этапе можно проигнорировать – например, в P-CAD необязательно задавать значение номинала элементов в библиотеке, т.к. оно впоследствии задаётся на схеме. В Delta Design значение номинала радиодеталей рекомендуется задавать на этапе создания библиотеки.

После завершения процесса переноса данных запускается процедура проверки компонентов. Если какие-то компоненты не прошли проверку, то в журнале импорта появится соответствующее сообщение, а в дереве библиотек после сохранения этот компонент будет помечен восклицательным знаком.

Для сохранения результатов импорта в базе данных Delta Design нужно нажать кнопку «Готово». Если в процессе импортирования возникли какие-либо проблемы, которые необходимо исправить в исходной библиотеке P-CAD, то можно просто закрыть мастер импорта без сохранения. Следует отметить, что процесс переноса данных в общем случае является итерационным, т.е. некоторые обнаруженные проблемы гораздо проще решить в исходных данных (непосредственно в P-CAD), а затем снова повторить процесс импорта. После сохранения импортированная библиотека появится в дереве библиотек.

После этого необходимо выполнить ряд шагов, направленных на то, чтобы дальнейшее использование этой библиотеки не вызывало проблем в Delta Design. В первую очередь стоит обратить внимание на «невалидные» компоненты, которые отображаются с восклицательным знаком. Это те компоненты, при проверке которых были обнаружены проблемы. Для уточнения возникших проблем следует открыть данный компонент, запустить его проверку и исправить имеющиеся ошибки. «Невалидный» компонент нельзя использовать в проекте.

ОСОБЕННОСТИ ИМПОРТА УГО

Модель данных УГО компонента в P-CAD и Delta Design имеет много общего, но есть ряд отличий, которые необходимо учитывать для того, чтобы добиться точного преобразования. В P-CAD для указания точки привязки УГО используется Ref Point, и дан-

ная точка не влияет на систему координат. В Delta Design точка привязки всегда располагается в начале координат и её перенос влияет на координаты всех объектов в УГО, поэтому абсолютные значения координат объектов УГО в Delta Design будут отличаться от их координат в P-CAD как раз на величины координат Ref Point.

В Delta Design все выводы компонентов должны располагаться в определённой сетке, заданной в миллиметрах или милах. Ограничений на расположение других объектов нет. Следует отметить, что координатами вывода в Delta Design является точка подключения проводника, в отличие от P-CAD, где задаются координаты противоположной точки. В связи с этим в P-CAD на координаты точки подключения вывода влияет длина его «ножки». Необходимо следить за тем, чтобы длина «ножки» была кратна сетке, установленной в Delta Design.

P-CAD не позволяет задать толщину линии «ножки» вывода, поэтому общепринятой практикой стало обведение «ножки» линией. В Delta Design «ножка» вывода имеет толщину, заданную в таблице стилей («Схема» → «Линии» → «Ножка вывода»). Там же можно дополнительно задать цвет, тип линии и форму окончания. Таким образом, обведение «ножки» линией в Delta Design является избыточным и ненужным, т.е. такие линии нужно удалить. Это можно сделать в редакторе УГО (для точного выбора следует использовать «Фильтр выбора» и выбрать тип «Полилиния») или запустить специальную процедуру как для отдельного УГО, так и для библиотеки в целом. Для запуска данной процедуры в контекстном меню библиотеки или компонента в дереве библиотек необходимо выбрать пункт «Преобразовать УГО» (см. рис. 4). В открывшемся диалоге нужно установить галочку «Удалить штрихи, дублирующие выводы УГО» и нажать «Применить». Редактор УГО при выполнении этой процедуры должен быть закрыт.

В P-CAD имеется возможность задавать внешний вид отображения вывода параметрами Inside Edge, Outside Edge, Inside, Outside. В Delta Design переносит-

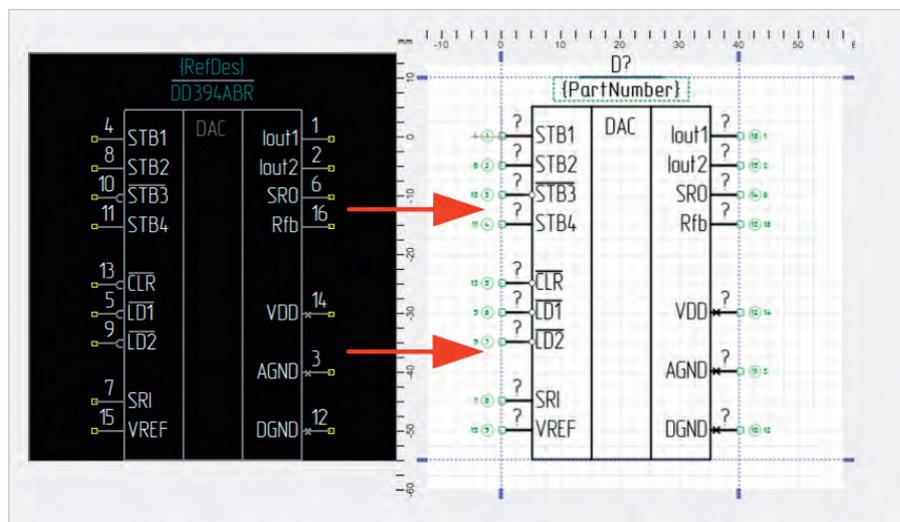


Рис. 6. УГО до и после импорта

ся только значение параметра Outside Edge, что является достаточным для отображения УГО по ГОСТ. Также в Delta Design не требуется обводка значков толстой линией, поэтому эти дополнительные линии и кружочки следует удалить в редакторе Delta Design, а для обозначения свойства вывода нужно назначить ему нужный символ (см. рис. 5).

Параметры вывода P-CAD Default Pin Name и Default Pin Des переносятся в Delta Design как «Метка вывода» и «Имя контакта» соответственно. Сохраняется расположение и стиль текста этих атрибутов, но в редакторе УГО Delta Design на месте атрибута PinDes отображается вопросительный знак «?», означающий, что в этом месте должен находиться номер контактной площадки, который зависит от выбранного посадочного места. В связи с этим конкретная информация о компоненте будет отображаться только при размещении его на схеме и может отличаться от значения в P-CAD, если для компонента выбрано посадочное место с другой нумерацией контактных площадок.

Следующим шагом является приведение в порядок сетки выводов УГО компонентов. В Delta Design сетка выводов для УГО является обязательной. Каждое УГО имеет заданную сетку выводов в миллиметрах или милах. Не следует её путать с графической сеткой, которая определяет только текущий режим

работы редактора и шаг которой может быть любым. На данном этапе необходимо задать сетку выводов компонента и нужные единицы измерения. Во избежание проблем в дальнейшем для всех компонентов в библиотеке желательно выставить единую сетку и единицы измерений и использовать эти значения при создании схемы (см. рис. 6).

Система Delta Design, в отличие от P-CAD, поддерживает отдельные повернутые и отражённые виды УГО компонентов. При импорте из P-CAD все эти виды будут построены автоматически, но рекомендуется проверить расположение атрибутов на дополнительных видах и в случае необходимости задать им желательные позиции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первые два этапа переноса данных, а именно настройка стандартов предприятия и перенос библиотек, являются самыми важными для обеспечения качественной миграции. Перед тем как переходить к импорту проектов, рекомендуется перепроверить полученный при импорте библиотек результат и исправить все обнаруженные проблемы. Импортированные библиотеки можно использовать для создания новых проектов в Delta Design.

Рекомендации по переносу проектов (схем и плат) из P-CAD в систему Delta Design будут описаны в последующих номерах журнала.



Средства функциональной верификации компании Eremex

Никита Малышев (malyshev.n@prosoft.ru)

Компания Eremex входит в консорциум разработчиков отечественных систем автоматизированного проектирования и предлагает широкий набор программных средств – от работы с компонентной базой до выдачи технологических файлов для производства. В статье рассматривается система функциональной верификации программируемых логических интегральных схем Delta Design Simtera, а также анализируются основные принципы работы с верификацией, заложенные в этой системе.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня, как показывают исследования и практика, важнейшее значение при разработке функциональности программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) приобретает верификация проекта [1], причём сложность этого процесса растёт из года в год. Согласно исследованиям, проведённым компанией Mentor Graphics, в среднем верификация занимает 48% от все-

го времени, потраченного на создание проекта.

Если говорить о растущей сложности верификации, то стоит учесть, что в среднем 59% проектов на ПЛИС содержат встраиваемый процессор, а 32% проектов задействуют 2 и более процессоров [2] – это также усложняет разработку и отладку. В итоге более половины разработок, а именно 65%, сдаются позже намеченных сроков. Причиной этого является наличие в них «непростых» ошибок.

ИНСТРУМЕНТЫ DELTA DESIGN SIMTERA

Учитывая то, что инженерный состав, занимающийся функциональной верификацией, тратит 21 и 43% времени на создание тестбенчей и отладку соответственно [3], в Delta Design Simtera основное внимание уделено таким областям деятельности разработчика ПЛИС, как ведение кода, нахождение и устранение ошибок и моделирование.

В системе реализован низкий уровень входа, что поможет как опытному, так и начинающему HDL-программисту начать разработку под программируемую логику. Simtera поддерживает спецификации популярных HDL-языков (VHDL 2008 и Verilog 2001), позволяет работать над «смешанными» проектами и пользоваться преимуществами обоих языков в составе одного проекта. Инструменты подсветки синтаксиса и поиска по коду делают разработку

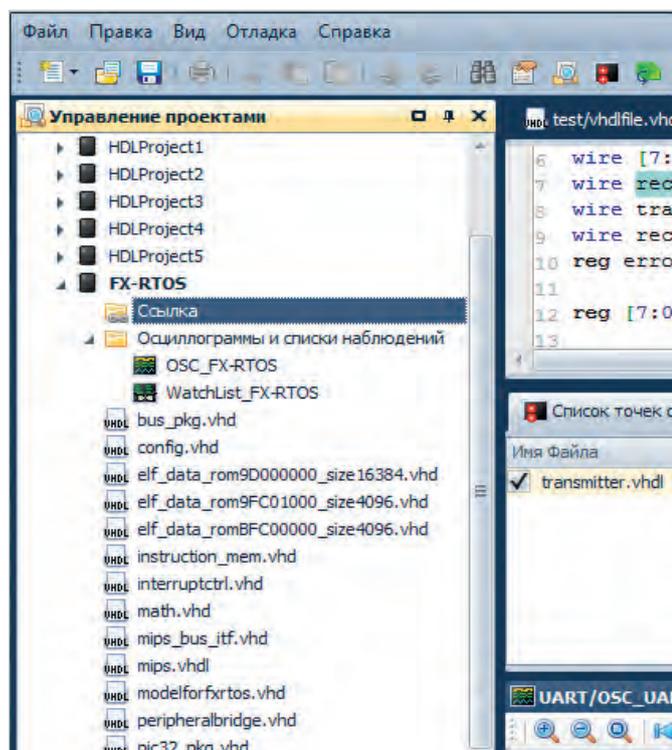


Рис. 1. Управление и структура в дереве проекта Simtera

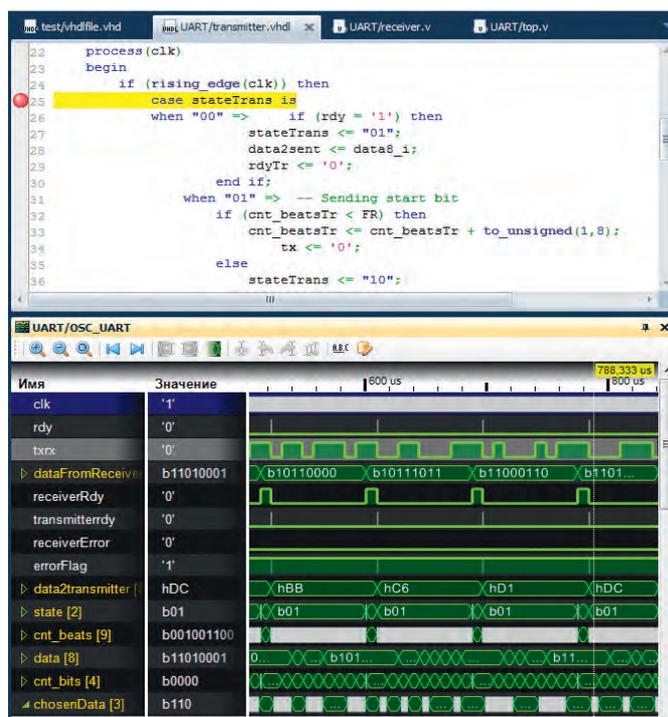


Рис. 2. Использование инструментов «Точка остановки» и «Осциллограф» в Simtera

ещё более удобной без необходимости использования сторонних текстовых редакторов.

Низкий уровень входа достигается также за счёт интуитивно понятного интерфейса пользователя. Чёткая структура проектов облегчает процесс разработки и навигации. Возможность использования ссылки на проект позволяет не дублировать большое количество одинакового кода, а ссылаться на однажды написанный код из других проектов (см. рис. 1).

Для отладки в Simtera предусмотрен пошаговый механизм с просмотром значений переменных на интересующем разработчика шаге. Пошаговую отладку можно использовать совместно с осциллографом (см. рис. 2). Среда моделирования позволяет увидеть содержимое регистров, памяти и проанализировать временные диаграммы. Также для отладки кода в системе предусмотрена верификация с помощью ассертов. Встроенная система просмотра ассертов позволяет быстро локализовать и устранить истинную причину ошибки, в несколько раз сокращая время верификации объекта по сравнению с традиционным моделированием.

Таким образом, Simtera представляет собой единую систему разработки и отладки HDL-кода в едином пользовательском интерфейсе с интегрированной средой отладки.

Режим работы с осциллографом значительно снижает визуальную нагрузку: отсутствует эффект «мерцания» при перемотке данных, при большом мас-



Рис. 3. Виды проектов в Simtera

штабе данные сворачиваются, обеспечена плавность отрисовки данных.

ПЕРЕХОД СО СТОРОННИХ СИСТЕМ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОЕКТОВ ПЛИС В SIMTERA

Ориентированность программного пакета Simtera на общепринятые стандарты языков описания аппаратуры позволяет разработчикам перенести наработанные функциональные блоки и тестбенчи. Для этого в системе предусмотрен импорт проектов. Интегрированная среда разработки для ПЛИС и микропроцессоров может стать ещё одной из причин миграции в Simtera (см. рис. 3).

В скором времени предполагается реализовать интеграцию с системой сквозного проектирования печатных плат, что позволит разработчикам HDL и печатных плат обмениваться констрейнами для более эффективного совместного проектирования ПЛИС и плат с их использованием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной набор инструментов в системе проектирования и верификации Simtera предназначен для выявления и оперативного устранения ошибок, что положительно сказывается на стоимости и сроках процесса разработки. Мощная система по работе с проектами и HDL-кодом, реализованная в Simtera, делает разработку ПЛИС-проектов более удобной и эффективной.

ЛИТЕРАТУРА

1. The 2016 Wilson Research Group Functional Verification Study. Part 2. FPGA Verification Effort Trends
2. The 2016 Wilson Research Group Functional Verification Study. Part 1. FPGA Design Trends
3. The 2016 Wilson Research Group Functional Verification Study. Part 3. FPGA Effort Verification Trends (Continued)



РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

- Разработка герметичных DC/DC-преобразователей для ответственных применений
- Разработка и производство мощных источников питания для авиационной аппаратуры
- Разработка заказных силовых и ВЧ/СВЧ-модулей
- Производство дискретных силовых компонентов в керамических корпусах
- Разработка и проведение испытаний изделий и компонентов силовой электроники

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 ▪ INFO@PROCHIP.RU ▪ WWW.PROCHIP.RU

Размещение двухполюсников под BGA-компонентом

Сергей Сорокин (sergey@prosoft.ru), Олег Сысоев (Москва)

В статье представлена методика расстановки конденсаторов развязки на печатной плате под BGA-компонентом.

Эффективность трассировки печатных плат во многом определяется качеством размещения электронных компонентов на плате.

Размещение двухполюсников под BGA-компонентом – задача хоть и локальная, но достаточно трудоёмкая.

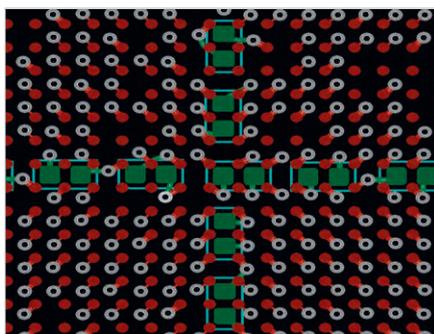


Рис. 1. Расстановка конденсаторов крестом и межслойных переходов по квадрантам от центра

Обычно бóльшая часть размещаемых под BGA-компонентом двухполюсников – это конденсаторы развязки, которые устанавливают для уменьшения импульсных помех в цепях питания. Поставить развязывающий конденсатор желательно возле каждого контакта питания [1]. Однако при использовании сквозных межслойных переходов в большинстве случаев это невозможно, потому что может привести к блокировке контактов в области BGA, и, соответственно, к невозможности обеспечить 100% трассировку, поскольку каждый установленный под BGA двухполюсник занимает определенное количество ячеек, которые можно было бы использовать для размещения межслойных переходов.

ПЛИС с архитектурой FPGA в настоящее время используют несколько источников питания. Питание ядра FPGA – наиболее важная линия питания, во многом

определяющая общее энергопотребление микросхемы. Потребление по цепям от вспомогательных источников питания обычно невелико (на уровне десятков миллиампер). Потребление от источников питания блоков ввода/вывода определяется в основном нагрузкой выходов ПЛИС. Соответственно, при дефиците свободного пространства для установки развязывающих конденсаторов следует распределить вакансии (свободные ячейки) между шинами питания и в первую очередь обеспечить развязку питания ядра. При невозможности разместить конденсатор развязки возле каждого вывода питания, конденсаторы следует распреде-

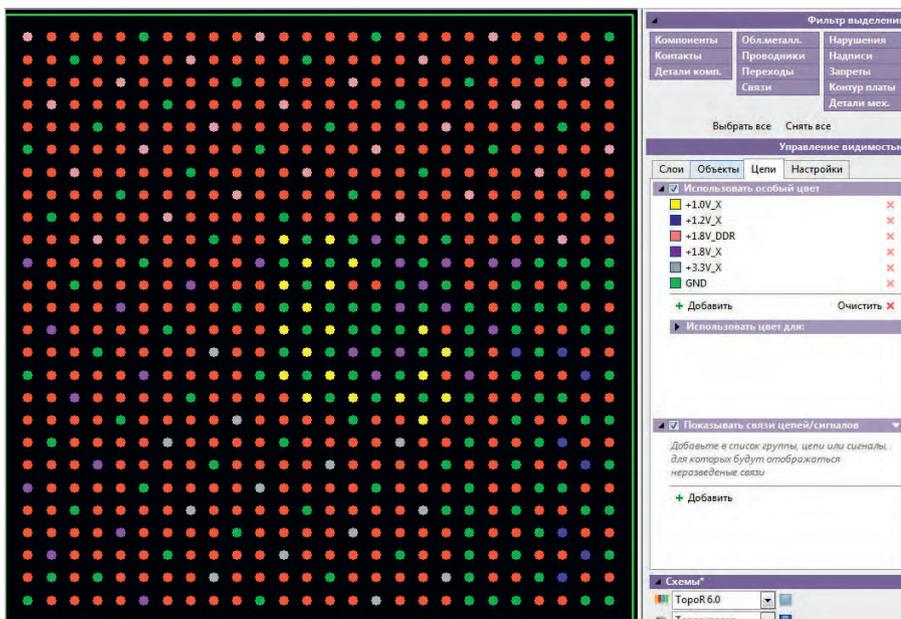


Рис. 2. Распределение контактов земли и питания ПЛИС

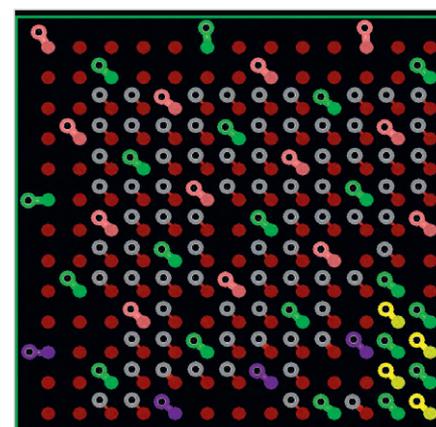


Рис. 3. Контакты левого верхнего квадранта микросхемы

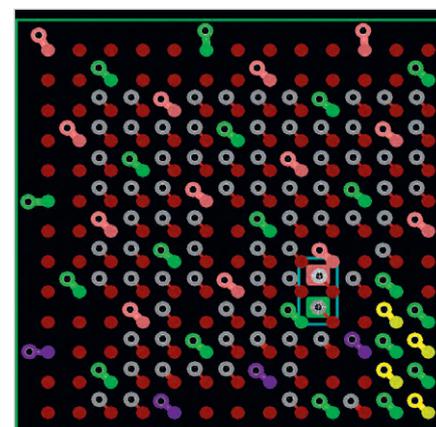


Рис. 4. Размещение конденсатора

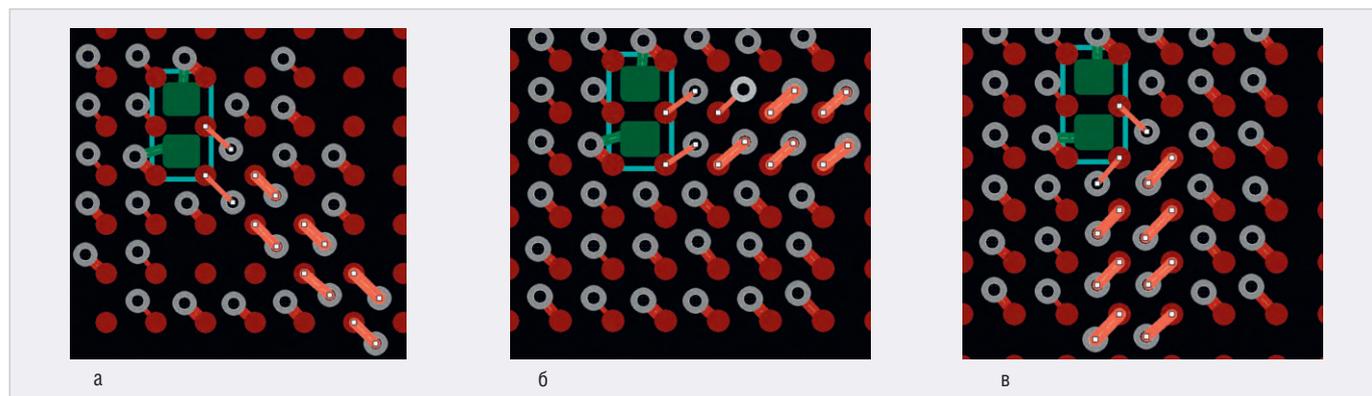


Рис. 5. Миграция переходов: а) по диагонали; б) вправо; в) вниз

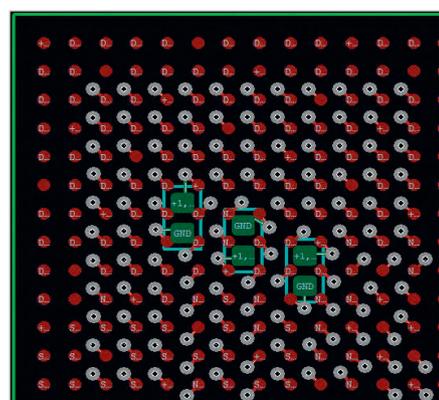


Рис. 6. Размещение трёх конденсаторов

лечь равномерно по области, содержащей выводы питания.

При ручном проектировании конденсаторы развязки зачастую устанавливают крестом (по вертикали и горизонтали) по центру микросхемы. При этом межслойные переходы расставляются от центра по квадрантам (см. рис. 1).

Такая расстановка переходов освобождает ячейки центрального креста. Чтобы размещение в них двухполюсников не приводило к блокировке контактов BGA, с каждым контактом двухполюсника должен соседствовать эквипотенциальный контакт микросхемы. Однако этого производители микросхем не гарантируют.

На рисунке 2 показано распределение контактов земли и питания (5 линий) ПЛИС XC7K160T фирмы XILINX. Контакты земли и питания подсвечены: ничего, напоминающего крест, не наблюдается.

Рассмотрим левый верхний квадрант микросхемы (см. рис. 3).

Чтобы при размещении конденсатора в выбранной позиции не было нарушений,

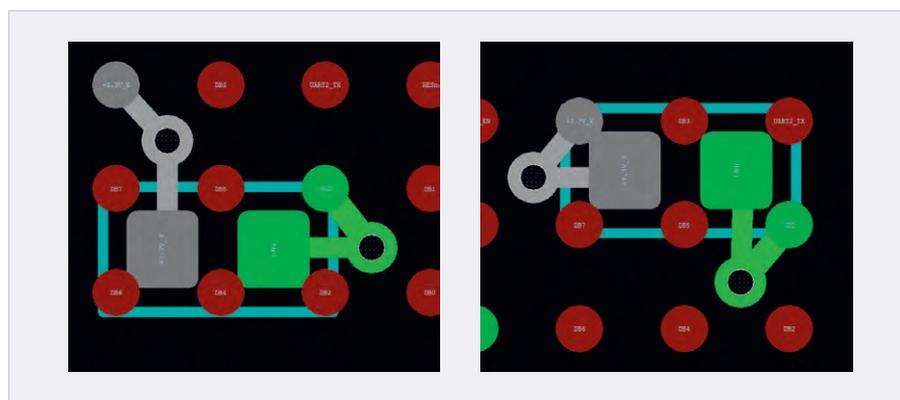


Рис. 7. Варианты размещения двухполюсника на периферии микросхемы

следует освободить от межслойных переходов ячейки над контактами конденсатора (см. рис. 4).

Свободные (не занятые переходами) ячейки могут мигрировать за счёт переориентации фанатов. Это позволяет освобождать конкретные ячейки для размещения конденсаторов в нужном месте. На рисунке 5 представлены несколько вариантов миграции ячеек за счёт переориентации переходов: по диагонали, направо или вниз.

Размещение трёх конденсаторов потребует миграции шести переходов (см. рис. 6).

Следует отметить, что миграция свободных ячеек из одного квадранта в другой невозможна, поскольку миграция остановится на свободных ячейках «центрального креста».

Проводники от контактов периферийных рядов микросхемы обычно могут быть выведены без переходных отверстий (исключение составляют контакты цепей земли и питания,

соединяемые с внутренними слоями), поэтому размещение конденсаторов в периферийных ячейках не приводит к уменьшению числа свободных ячеек. Именно поэтому в ситуации, показанной на рисунке 7, предпочтительнее левый вариант.

На рисунке 8 также показаны два варианта размещения конденсатора. Левый вариант лучше, поскольку оставляет свободу выбора одной из двух ячеек при размещении межслойного перехода.

На рисунке 9 показана расстановка развязывающих конденсаторов в верхнем левом квадранте микросхемы (контакты и проводники различных цепей питания подсвечены различными цветами).

Двухполюсник в зависимости от габаритных размеров и расположения относительно контактов BGA может блокировать различное число ячеек. Так, один и тот же конденсатор на рисунке 10а блокирует 2 ячейки, в варианте на рисунке 10б – 3, а в варианте 10в – 6.

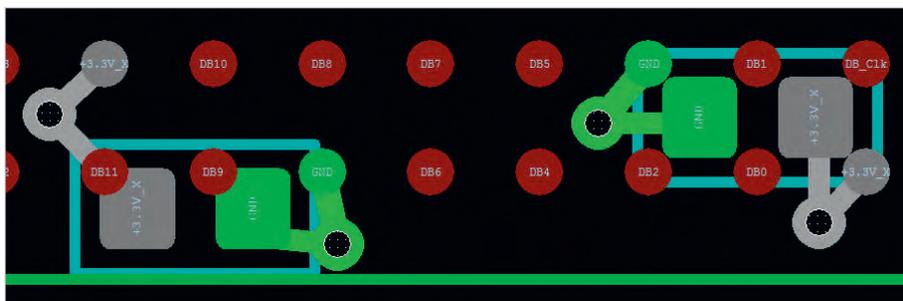


Рис. 8. Варианты размещения конденсатора на периферии микросхемы

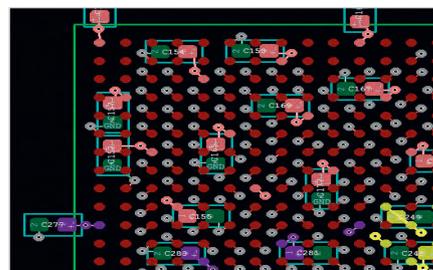


Рис. 9. Расстановка развязывающих конденсаторов

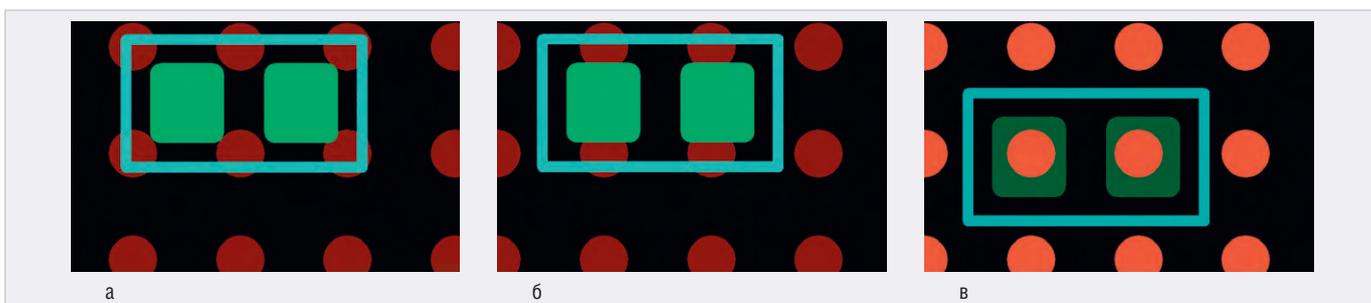


Рис. 10. Двухполюсник в зависимости от расположения может блокировать различное число ячеек: а) 2 ячейки, б) 3 ячейки, в) 6 ячеек

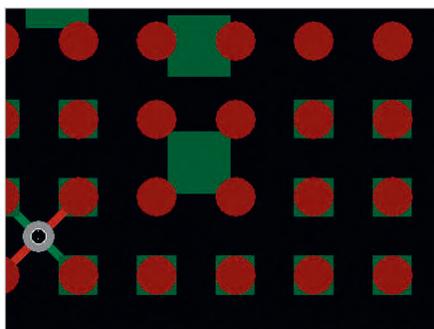


Рис. 11. Двухполюсники, установленные под контактами BGA, не мешают установке переходов

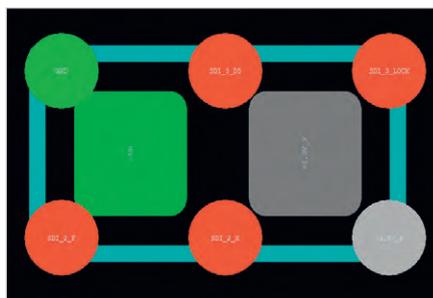


Рис. 12. Контактные площадки конденсатора, расположенные вблизи эквипотенциальных контактов BGA (могут быть назначены на один переход)

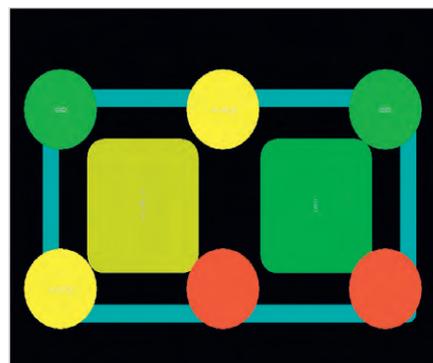


Рис. 13. Размещение двухполюсника, не создающее дефицита свободных ячеек

На рисунке 10 контакты конденсатора, расположенного под контактами BGA, блокируют 6 ячеек, но при меньших размерах конденсатора и его контактных площадок при таком же размещении он может не мешать установке переходов в ячейках (см. рис. 11).

Небрежно расставленные конденсаторы могут заблокировать больше ячеек, чем допустимо. В некоторых случаях избежать излишней блокировки ячеек поможет только аккуратный расчёт положения конденсатора.

Задача: разместить под корпусом BGA максимально возможное количество развязывающих конденсаторов (в идеаль-

ном случае по одному на каждый контакт питания), обеспечив при этом возможность установки межслойного перехода возле каждого задействованного контакта внутри области BGA.

Для каждого типа двухполюсников, претендентов на размещение в области BGA, следует определить минимальное число ячеек, блокируемых при размещении двухполюсника данного типа. Чаще всего это однотипные конденсаторы.

В простейшем случае (при размещении однотипных двухполюсников) оценка сверху для числа двухполюсников N , которые можно разместить под BGA, не заблокировав возможность трассировки

для внутренних контактов, рассчитывается по формуле:

$$N = \left[\frac{(n + m - 3 + k + l)}{h} \right],$$

где n и m – количество рядов и строк соответственно в прямоугольной регулярной BGA-микросхеме, k – число незадействованных контактов (за вычетом расположенных на периферии), l – количество кластеров, h – число ячеек, блокируемых при размещении двухполюсника данного типа (чаще всего это однотипные конденсаторы).

Это при условии назначения рядом расположенных эквипотенциальных контактов двухполюсников и контактов BGA на один переход (см. рис. 12).

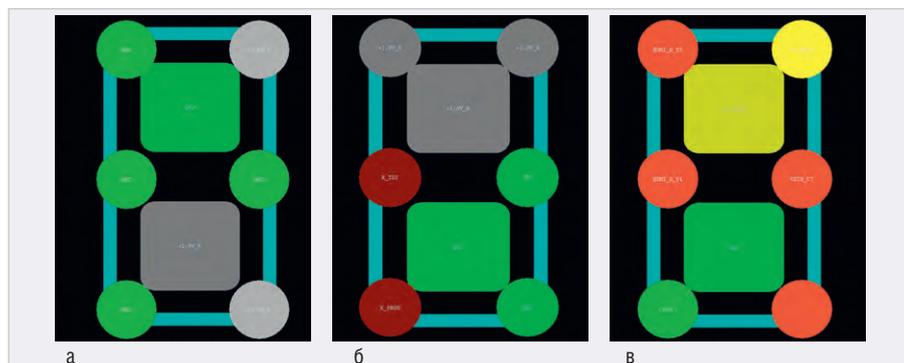


Рис. 14. Варианты размещения двухполюсников под BGA

В противном случае:

$$N = [(n + m - 3 + k + l) / 2h]$$

Будем оценивать позицию размещения двухполюсника числом требуемых дополнительно свободных ячеек (f). Так, в варианте на рисунке 12 две ячейки заблокированы контактами конденсатора, следовательно, на периферии двухполюсника должны быть две свободные ячейки, иначе на какие-то контакты не будет назначен межслойный переход, ($f=2$).

Далее представлены варианты расположения двухполюсника.

На рисунке 13: на периферии двухполюсника – эквипотенциальные контакты BGA плюс два незадействованных контакта компенсируют возможный дефицит свободных ячеек, обусловленный тем, что контакты двухполюсника занимают места размещения переходов. Блокировки контактов нет, дополнительных ячеек не требуется. Более того, возможно высвобождение одной ячейки (две ячейки заняты контактами конденсатора, но, помимо двух незадействованных контактов, три эквипотенциальных контакта (пара контактов BGA цепи +1.0V и один контакт конденсатора той же цепи) могут быть назначены на один переход), ($f=0$).

На рисунке 14а: на периферии двухполюсника эквипотенциальные контакты BGA плюс две пары контактов цепи GND, при этом каждая пара может быть назначена на один переход. Блокировки контактов нет, дополнительных ячеек не требуется. ($f=0$).

На рисунке 14б: на периферии двухполюсника по две пары эквипотенциальных контактов BGA (цепи GND и

+1.8V_X), которые могут быть назначены на один переход. Блокировки контактов нет, дополнительных ячеек не требуется. ($f=0$).

На рисунке 14в: на периферии двухполюсника эквипотенциальные контакты BGA, один незадействованный контакт. Требуется одна дополнительная свободная ячейка для перехода. ($f=1$).

При размещении двухполюсника его контакт, эквипотенциальный контакту BGA, не обязательно должен находиться в ячейке, инцидентной этому контакту BGA, как это было во всех предыдущих случаях (см. рис. 11–13). Он может располагаться и в одной из смежных ячеек (см. рис. 15). ($f=0$).

По возможности следует избегать такого размещения, при котором близкое расположение двухполюсников может привести к блокировке контактов BGA в локальной области, несмотря на наличие вакансий для переходов. Так, на рисунке 16 центральные четыре контакта не имеют свободных соседних ячеек для размещения переходов. В данном случае от блокировки спасает то, что два из четырёх контактов не задействованы, а другие два соседствуют с эквипотенциальными контактами цепей (GND и 1.2V_X), с которыми могут быть соединены непосредственно (по диагонали).

Для каждого типа корпуса двухполюсника следует определить, при каком расположении относительно проекций ближайших контактов BGA двухполюсник будет блокировать минимальное число позиций размещения сквозных межслойных переходов.

После того как определено положение двухполюсника в сетке контактов BGA,

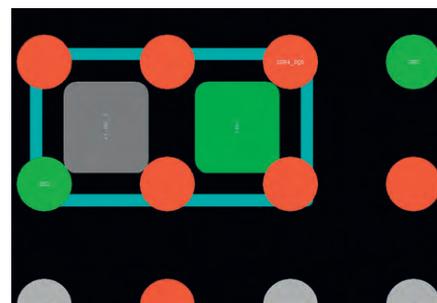


Рис. 15. Контакты BGA, эквипотенциальные контактам двухполюсника, располагаются на границе смежных ячеек

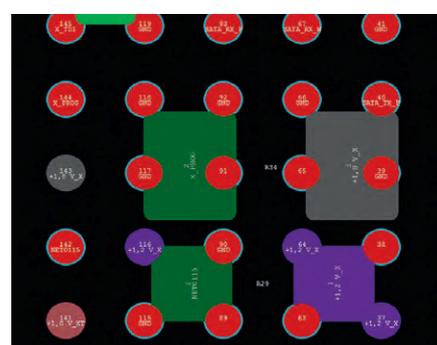


Рис. 16. Близкое расположение двухполюсников чревато блокировкой контактов BGA

следует правильно расположить двухполюсник рядом с конкретными контактами питания и земли.

Для любого контакта питания BGA существует несколько вариантов размещения двухполюсника в непосредственной близости к контакту питания BGA-компонента. Если допустить только вертикальную и горизонтальную ориентации двухполюсника, то возможны следующие восемь основных вариантов (см. рис. 17).

Если контакт двухполюсника расположен не в ячейке, ближайшей к эквипотенциальному контакту BGA, то вариантов существенно больше.

Сократить число вариантов, а также определить ориентацию конденсатора помогает учёт расположения ближайшего контакта земли: координаты пары контактов питания и земли задают минимальный прямоугольник, в который следует «вписать» конденсатор, либо расположить конденсатор в непосредственной близости от этой пары контактов BGA.

Существует по крайней мере два подхода:

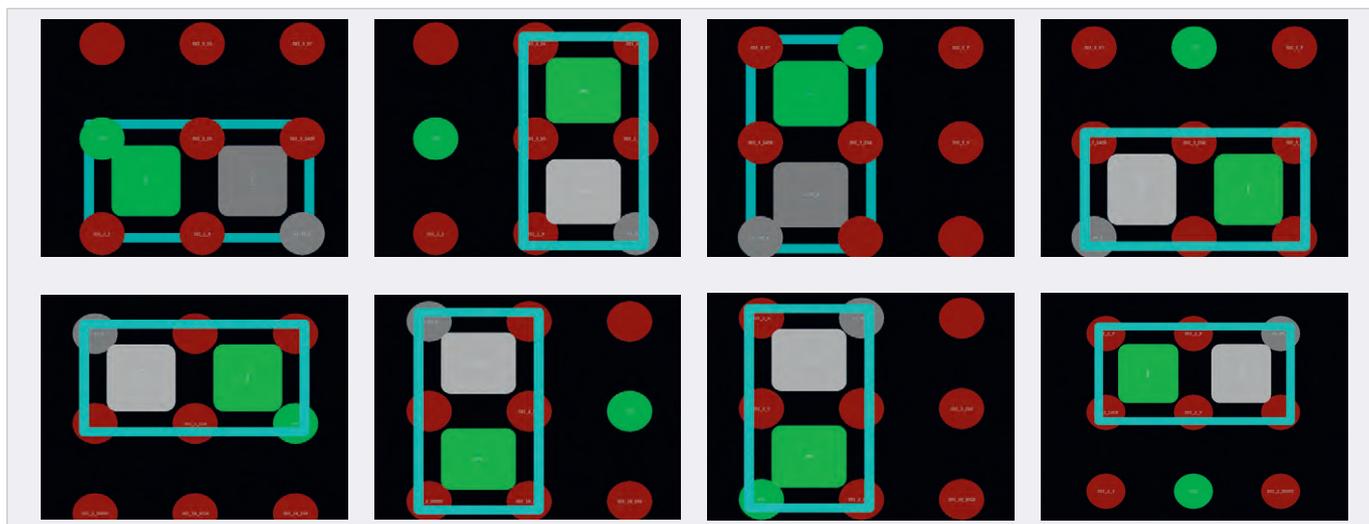


Рис. 17. Основные варианты расположения двухполюсника возле контакта питания

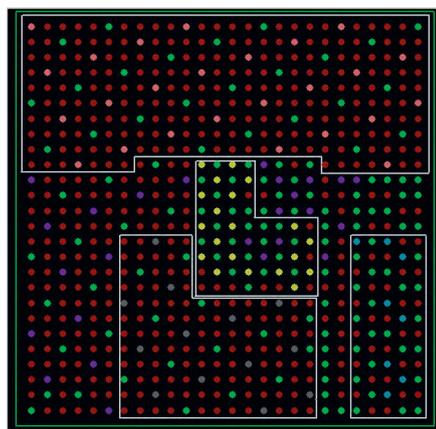


Рис. 18. Области размещения контактов различных линий питания

1. Расставить как можно больше конденсаторов.
2. Расставить заданное число конденсаторов для каждой линии питания.

И в том, и в другом случае, скорее всего, потребуются итерации с проверкой возможности расстановки фанатуов [3] и, возможно, с удалением некоторых уже размещённых двухполюсников.

В областях, содержащих в основном контакты земли и питания (как, например, в центральной области на рисунке 18), следует находить компромисс между числом размещённых конденсаторов и числом межслойных переходов, через которые конденсаторы и контакты микросхемы соединяются со слоями земли и питания.

Расставлять двухполюсники следует последовательно от периферии



Рис. 19. Расставленные двухполюсники и фанатуы

BGA к центру, продвигаясь по прямоугольной спирали, например по часовой стрелке от верхнего левого контакта BGA, подсчитывая число требуемых дополнительных ячеек и проверяя, не превысит ли оно число свободных ячеек «креста».

На рисунке 19 представлен вариант размещения двухполюсников под BGA-компонентом с расставленными после этого фанатуами.

Описанная методика расстановки двухполюсников в настоящее время реализуется в САПР ТороR и будет включена в одну из ближайших версий.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. В статье обоснована целесообразность автоматизации процесса раз-

мещения конденсаторов развязки под BGA-компонентом.

2. Предложенная методика решения задачи пригодна как для ручного проектирования, так и для автоматизации процесса расстановки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарошин Ю., Будев В. Основы построения систем питания ПЛИС. Компоненты и технологии. 2006. № 8. С. 144–151.
2. Бессонов А.В., Лузин С.Ю., Лячек Ю.Т. Определение окрестностей многополюсника. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2015. № 5. С. 14–17.
3. Сорокин С.А. Расстановка фанатуов в САПР «ТороR». Современная электроника. 2018. № 1. С. 70–72.



Свобода проектирования



САПР электроники

В состав Delta Design, обеспечивающей сквозной цикл проектирования печатных плат, входят модули:

- Менеджер библиотек
- Схемотехнический редактор
- Схемотехническое моделирование
- HDL-симулятор
- Редактор правил
- Редактор печатных плат
- Топологический редактор плат TopoR
- Коллективная работа для предприятий

Во главе угла – интересы потребителя Для чего лидеры ИТ-рынка объединили усилия

Курс государства на импортозамещение, заданный в 2014 году, отразился на деятельности многих компаний. Предприятия отрасли постепенно перешли к реальному рыночному импортозамещению, когда анализируется функциональность и эффективность решений, оценивается комплексная цена не только закупки, но и последующего владения продуктом. Учитывая кратно возросший интерес к отечественным решениям, ведущие российские разработчики инженерного программного обеспечения (АСКОН, НТЦ «АПМ», ADEM, ТЕСИС и ЭРЕМЕКС) аккумулировали усилия на площадке консорциума «РазВИТие». Их цель – объединить в сквозное решение продукты, которые уже успешно применяются на тысячах предприятий, развивать и наращивать функциональность PLM-комплекса с учётом реальных задач промышленности.

ДЕЙСТВОВАТЬ, А НЕ ЖДАТЬ

Работа консорциума началась в 2015 году и была построена вокруг создания на базе существующих разработок единого мультивендорного российского PLM-решения. PLM-комплекс, подразумевающий тесную интеграцию CAD-, EDA-, CAE-, CAM- и PDM-систем, сегодня позволяет создавать головные изделия средней сложности, узлы и агрегаты изделий высшей категории сложности, а также автоматизировать вспомогательное производство и технологическую подготовку производства. «Мы не только объединили лидеров рынка, для нас было важным наличие общих ценностей, в том числе ориентация на коммерчески успешные рыночные продукты, на инновации, которые бы превосходили потребности потребителей, – сообщил на 3-м форуме российских разработчиков инженерного программного обеспечения «РазВИТие. Российские технологии для инженеров» основатель АСКОНА и председатель совета директоров компании Александр Голиков. – На наш взгляд, наиболее оптимальным решением сегодня является поэтапная модернизация существующих рыночных систем – эта точка зрения неоднократно доносилась до Правительства РФ. Мы сделали ставку не на выпрашивание бюджетных средств на какие-то мегаисследования, а на рыночную работу с потребителями. Для нас важно (и эту

философию разделяют все члены консорциума) придерживаться принципа честного частного предпринимательства, когда компании-разработчики ставят во главу угла интересы потребителя, а заработанные деньги инвестируют в развитие продукта. Не дожидаясь инвестиций извне, ведём с партнёрами по консорциуму напряжённую работу по выпуску новых продуктов и новых версий, занимаемся тесной интеграцией наших решений, образуя единый PLM-комплекс. При этом ориентируемся на насущные задачи предприятий и реальную рыночную ситуацию».

Генеральный директор ООО «НТЦ «АПМ» Владимир Шелофаст подтвердил: сквозное PLM-решение, которое представляет консорциум «РазВИТие», – это лучшее, что сейчас могут предложить отечественные компании в сфере инженерного ПО. «Совместное развитие наших продуктов в рамках консорциума должно помочь промышленности обратить внимание на отечественные программные продукты», – подчеркнул он.

Генеральный директор ЭРЕМЕКСА Сергей Сорокин уверен: для лидеров рынка консорциум стал хорошей возможностью сверить часы и наметить направления совместной работы по созданию, развитию и использованию сквозной PLM-системы. «Мы обмениваемся идеями, технологиями и подходами не только с

целью достижения высокой степени интеграции наших компаний, но и для того чтобы избежать неэффективной траты ресурсов на «изобретение велосипеда». В этом синергетическом эффекте я вижу главную перспективу нашей совместной работы», – отметил спикер.

Председатель совета директоров ADEM Андрей Быков добавил: каждая компания, входящая в консорциум, 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.

Генеральный директор ТЕСИСА Сергей Курсаков заметил, что компании – участницы консорциума предпочитают действовать, а не ждать, поэтому одной из первоочередных задач стала выработка плана действий по дальнейшей интеграции их решений.

Кстати, в стратегии консорциума акцент сделан на необходимости поэтапной модернизации вместо глобального проекта с нуля, на приоритете собственных инвестиций вместо использования средств госбюджета, проверке на практике вместо теоретических изысканий, создании коммерческих продуктов вместо макетов и решении реальных задач заказчиков. По мнению начальника службы ИТ «Концерн „Морское подводное оружие – Гидроприбор“» Дмитрия Касиманова, приоритеты расставлены правильно, тем более что сквозная поддержка изделия доступна всем предприятиям, которые готовы менять свои бизнес-процессы и работать над качеством инженерных и производственных данных, являющихся фундаментом при создании единой информационной среды.

ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АЛЬТЕРНАТИВЕ – БЫТЬ

«Возвращаясь к тренду на импортозамещение, важно отметить, что промышленные предприятия, инвестировавшие

ранее значительные средства в западные продукты, оказались не готовы моментально перейти на отечественное ПО. В этой связи мы предложили им стратегию «встраивания», когда готовый иностранный комплекс дополняется передовыми российскими решениями. Характерный пример – авиационный холдинг «Компания Сухой»: после проведения анализа там на более чем сотне рабочих мест Autocad был заменён на КОМПАС – универсальную систему трёхмерного проектирования, ставшую стандартом для тысяч предприятий благодаря простоте освоения и широким возможностям твердотельного, поверхностного и прямого моделирования», – уточнил Александр Голиков.

С другой стороны, когда был обозначен вектор на импортозамещение, некоторые предприятия, испугавшись запрета на закупку западных решений и обновлений, начали покупать их про запас. В этой связи неудивительно, что в период с сентября 2016 по август 2017 года в открытых госзакупках преобладало западное ПО. «Для нас всегда было принципиально важным честно говорить с потребителем, и мы никогда не обещали, что, используя отечественные системы, он сможет решить абсолютно любые задачи, – продолжает эксперт. – Понятно, что для проектирования головных изделий высшей категории сложности, таких как самолёт, морское судно или автомобиль, уровень российских продуктов пока недостаточно высок. Но даже для этих отраслей мы можем предложить эффективные решения в области проектирования, производства узлов, агрегатов, не говоря уже о вспомогательных производствах, технологической подготовке производства и множестве других аспектов. Самое главное – мы можем предложить сквозное решение для головных изделий. К настоящему моменту в консорциуме налажена работа по оценке не только текущих, но и перспективных требований заказчика, но без стратегического партнёрства разработчиков инженерного ПО и промышленных заказчиков это развитие невозможно. Если мы хотим эффективных отечественных альтернатив, качества которых закрывали бы подавляющее большинство задач, в том числе очень сложных, нужно действовать сообща».



Результаты работы консорциума «Развитие» за 2015–2017 годы говорят сами за себя. К примеру, ТЕСИС и НТЦ «АПМ» совершили своего рода прорыв в области мультифизических расчётов, объединив возможности двух продуктов – САЕ-системы автоматизированного расчёта и проектирования механического оборудования и конструкций в сфере машиностроения APM WinMachine (разработана с учётом последних достижений в области вычислительной математики, численных методов и программирования, а также теоретических и экспериментальных инженерных решений) и программного комплекса FlowVision (комплексное многоцелевое решение для моделирования трёхмерных течений жидкости и газа, созданное командой разработчиков компании ТЕСИС в сотрудничестве с научно-исследовательскими организациями и промышленными предприятиями в России и за рубежом). Взаимодействуя, продукты обмениваются исходными данными и результатами расчётов.

Ещё один интересный проект ЭРЕМЕКСА и АСКОНА – интеграция системы автоматизированного проектирования электронных устройств на базе печатных плат Delta Design с системой ЛОЦМАН:PLM 2017, предназначенной для управления инженерными данными об изделии на протяжении всех стадий его жизненного цикла. Передача данных из спецификации и через 3D-модель печатной платы в ЛОЦМАН:PLM помогает при формировании электронной структуры изделия и последующем выпуске текстовых конструкторских документов и ведомостей.

ЭРЕМЕС, ТЕСИС и АСКОН сделали возможными инженерные расчёты печатных плат в корпусе в системе FlowVision. Речь идёт о расчётах тепловыделения, когда модель, полученная в КОМПАС-3D, на основании данных Delta Design передаётся в FlowVision и там уже выполняются газодинамические расчёты. Кроме того, АСКОН и ТЕСИС наладили чтение трёхмерных файлов в КОМПАС-3D из любых САД-систем с гарантированным качеством. И это лишь небольшая часть примеров, реализованных участниками консорциума проектов.

Среди проектов на перспективу можно отметить инициативу ТЕСИСА и АСКОНА по встраиванию модуля визуализации C3D Vision в FlowVision, создание единой базы данных электрорадиоизделий на основе новой системы НСИ «АСКОН» (совместный проект ЭРЕМЕКСА и АСКОНА), а также интеграцию Delta Design и ЛОЦМАН:PLM напрямую за счёт создания специальной инструментальной панели в интерфейсе Delta Design (в этом заинтересованы ЭРЕМЕКС и АСКОН).

Очевидно, сотрудничество крупнейших ИТ-компаний в рамках консорциума «Развитие» будет плодотворным, ведь лидеры рынка нацелены на предоставление заказчикам актуальных решений.



Материал подготовила Елена Восканян



Фотографии с форума «Развитие» смотрите на сайте www.soel.ru в разделе «Фотоотчёты».

Измерение джиттера и причины его возникновения во встраиваемых системах

Скотт Дэвидсон (Tektronix)

Тактовая частота – это пульс встраиваемых систем, задающий опорные временные интервалы и обеспечивающий синхронизацию между компонентами, подсистемами и целыми системами. Чрезмерный джиттер сигналов тактовой частоты может существенно ухудшить характеристики системы.

Джиттером называют любое нежелательное отклонение фронтов сигнала от того положения, в котором они должны находиться. Он неизбежно присутствует во всех встраиваемых системах и каналах связи, поэтому для обеспечения надёжной работы систем в широком диапазоне условий без тщательного измерения параметров джиттера обойтись невозможно.

Понимание всего, что нужно знать о джиттере – непростая задача. То, что об этом написано уже достаточно много, крас-

норечиво демонстрирует сложность проблем, связанных с временными погрешностями. К счастью, современные цифровые осциллографы превратили измерение временных соотношений и джиттера в почти тривиальную задачу, что хорошо видно из приведённых ниже примеров.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЖИТТЕРА ТАКОВОЙ ЧАСТОТЫ

Современные осциллографы поддерживают множество измерений, позво-

ляющих выполнить начальный анализ джиттера и убедиться, что сигнал тактовой частоты отвечает требованиям спецификаций. Применение статистических функций, например функции измерения максимальной и минимальной частоты, даёт возможность убедиться, что тактовая частота не выходит за пределы допусков, а стандартное отклонение позволяет количественно оценить стабильность частоты. Тем не менее сами по себе статистические показатели практически ничего не говорят о характере флуктуаций частоты – здесь на сцену выходят графические средства, такие как функция построения гистограмм, которые дают дополнительную информацию о различных частотных параметрах.

В примере, показанном на рисунке 1, на передних и задних фронтах каждого периода тактового сигнала частотой 40 МГц измерялись частота и погрешность интервала времени (ТІЕ). Измерения временных характеристик выполнялись относительно средней тактовой частоты. Статистические показатели, представленные в окнах справа и в результирующей таблице сверху, позволяют оценить флуктуации частоты. Статистические показатели в левой части таблицы представляют текущий захват, а показатели в правой части – сумму всех предшествующих захватов.

Две гистограммы слева отображают измерения частоты и ТІЕ на передних фронтах тактовой частоты и позволяют понять характер временных флуктуаций. В данном случае распределение очень близко к гауссовскому, что позволяет сделать вывод о преимущественно случайном характере джиттера.

В то же время две гистограммы справа представляют измерения частоты и ТІЕ на задних фронтах тактовой частоты. Форма гистограммы частоты сильно отличается от формы других гистограмм, что наводит на мысль о необходимости дополнительных исследований.

Для измерения джиттера и выявления причин его появления нужно понять, какой именно тип джиттера мог вызвать такие флуктуации фронтов. Как показано на рисунке 2, джиттер фронтов можно разложить на компоненты, которые позволяют сделать предположение о

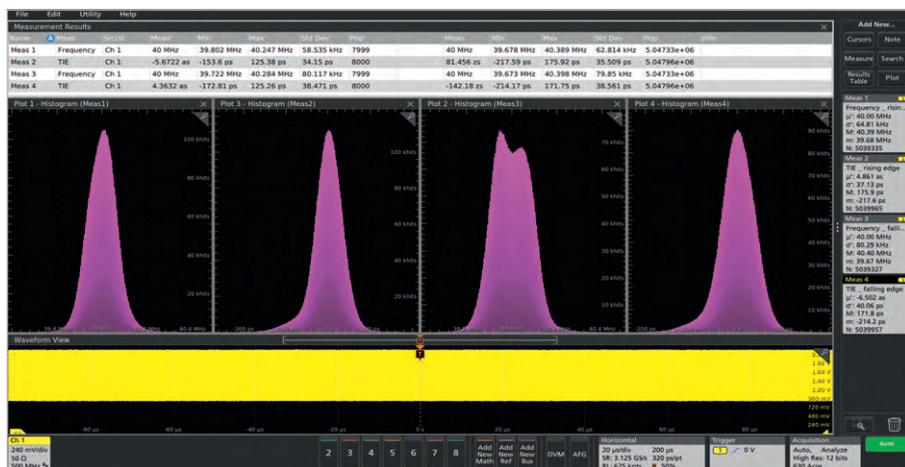
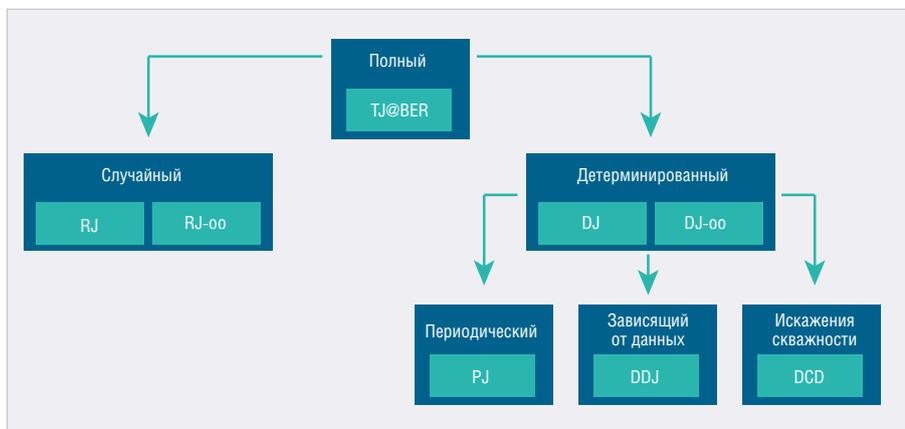


Рис. 1. Измерение частоты и ТІЕ с помощью осциллографа смешанных сигналов Tektronix серии 5 с полосой пропускания 2 ГГц



Примечание: PJ включает в себя SRJ, который состоит из (F/2, F/4, F/8).

Рис. 2. Джиттер и его компоненты

возможных причинах возникновения проблем и определить, насколько корректно ведут себя разные тактовые частоты и цепи в исследуемой системе.

На рисунке 3 приведены результаты измерения джиттера тактовой частоты 40 МГц, показанного на рисунке 1, включая глазковую диаграмму сигнала, гистограмму, спектр ТПЕ и разложение джиттера на отдельные компоненты. Открытый глазок на глазковой диаграмме говорит о том, что джиттер сигнала тактовой частоты достаточно мал – и в самом деле, полный джиттер (TJ@BER) равен примерно 554 пс, что составляет примерно 2,2% от периода тактовой частоты 40 МГц. Разложение джиттера на компоненты показывает, что случайный джиттер составляет лишь очень малую часть полного джиттера. Следовательно, доминирующей компонентой должен быть детерминированный джиттер, к тому же две вершины гистограммы ТПЕ наводят на мысль о большом уровне детерминированного джиттера (DJ). DJ, в свою очередь, можно разложить на периодический джиттер (PJ), джиттер, зависящий от данных (DDJ), и искажения скважности (DCD).

В данном случае компонента PJ равна примерно 1/4 джиттера. В спектре ТПЕ хорошо видны пики на частотах 7, 17 и 32 МГц, что позволяет сделать предположение о присутствии большого некоррелированного детерминированного джиттера, вызванного, по всей вероятности, взаимовлиянием сигналов на печатной плате или внутри ПЛИС. Поскольку этот сигнал представляет собой не данные, а тактовую частоту, то DDJ равен 0. Кроме того, DCD составляет примерно 1/5 полного джиттера, что наводит на мысль о необходимости дальнейшего анализа и оптимизации цепи, формирующей тактовую частоту.

Чтобы понять, что ещё может происходить в данной системе, необходимо исследовать другую тактовую частоту, в данном случае 1,25 МГц. Как показано на рисунке 4, этот сигнал демонстрирует несколько иные параметры джиттера. Открытый глазок глазковой диаграммы говорит о том, что джиттер тактовой частоты невелик, и это подтверждается измерением значения TJ, которое равно примерно 4,4 нс, то есть менее 0,55% от периода тактовой частоты. Разложение джиттера на компоненты показывает, что компонента RJ очень мала по сравнению с полным джиттером. Компонента PJ также сравнительно мала, и в спектре ТПЕ отсутствует явно выраженный

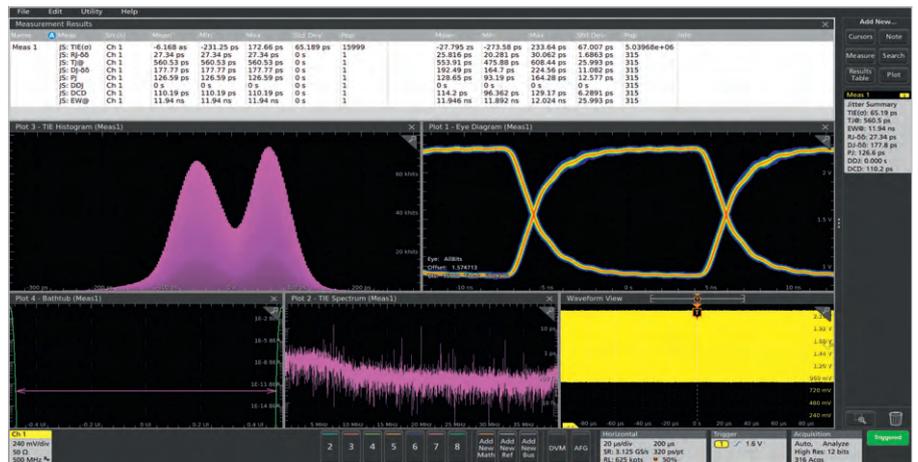


Рис. 3. Результаты измерения параметров джиттера сигнала тактовой частоты 40 МГц

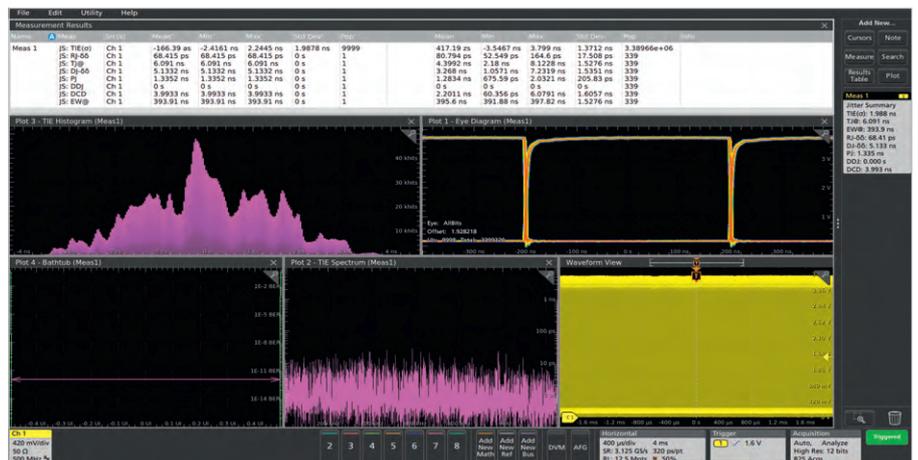


Рис. 4. Исследование джиттера сигнала тактовой частоты 1,25 МГц

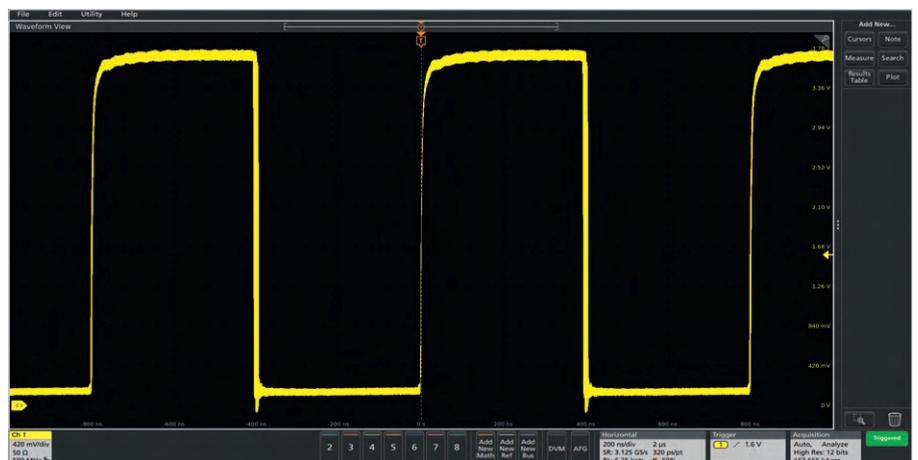


Рис. 5. Флуктуации скважности на задних фронтах тактового сигнала 1,25 МГц

пик, а это свидетельствует о том, что джиттер сигнала слабо связан с некоррелированными компонентами DJ.

На рисунке 5 показана осциллограмма сигнала тактовой частоты, широкие задние фронты которой явно демонстрируют сильно меняющуюся скважность. Если во всех частях встраиваемой системы используются только передние фронты тактовой частоты, то флуктуации скважности могут не представлять

проблемы, но если часть схемы использует передние фронты, а часть – задние, то джиттер может привести к некорректной или ненадёжной работе системы.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА ТАКОВОЙ ЧАСТОТЫ С РАСПРЕДЕЛЁННЫМ СПЕКТРОМ

В качестве следующего примера взята осциллограмма тактового сигнала частотой 98 МГц в режиме с бес-

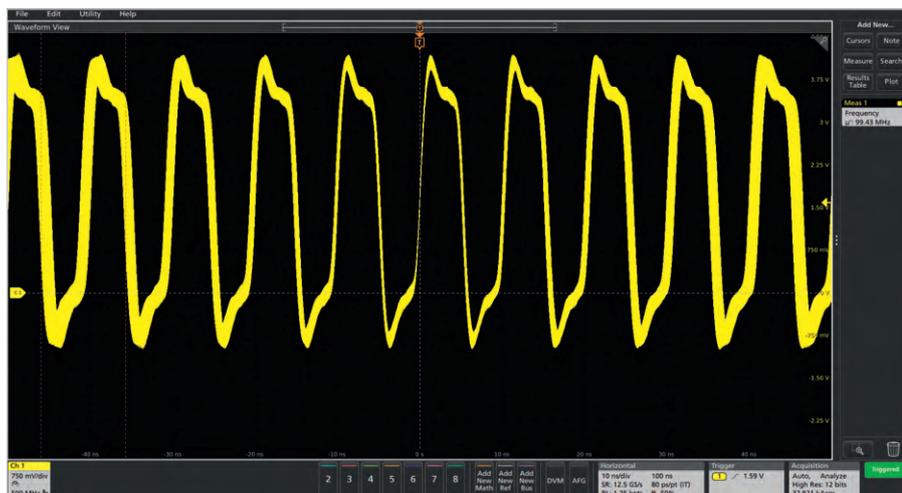


Рис. 6. Осциллограмма сигнала тактовой частоты 98 МГц с бесконечным послесвечением

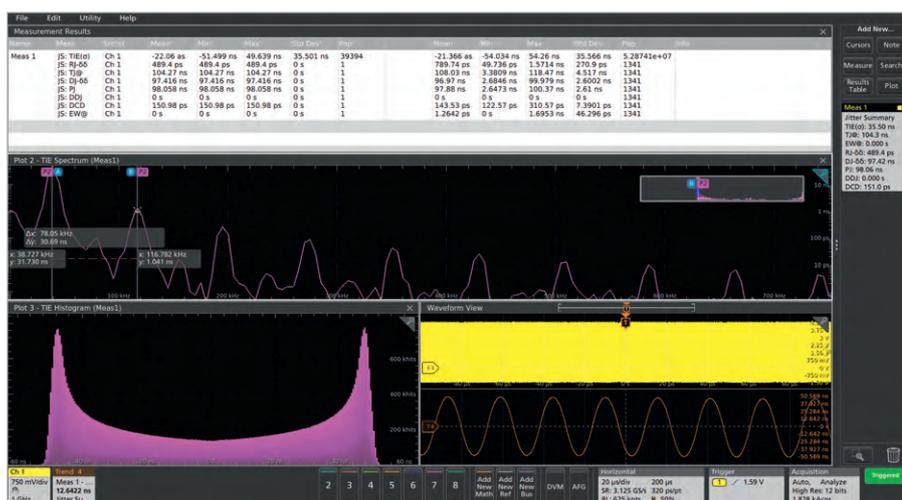


Рис. 7. Результаты измерения параметров джиттера сигнала тактовой частоты 98 МГц с распределённым спектром

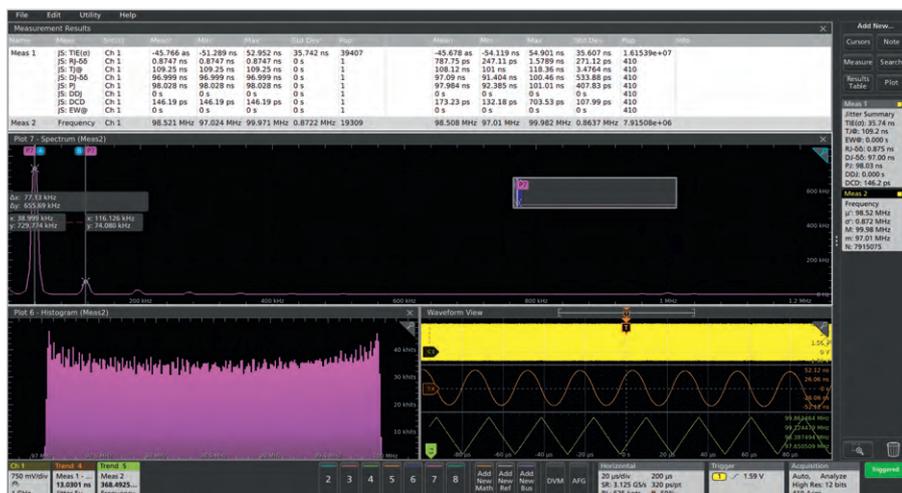


Рис. 8. Измерение частоты тактового сигнала 98 МГц с распределённым спектром

конечным послесвечением. Как показано на рисунке 6, измеренная частота меняется со временем примерно от 97 до 100 МГц. Период также изменяется, что демонстрируется горизонтальным размытием сигнала вдали от точки запуска.

Статистические измерения этого сигнала помогут численно оценить флуктуацию частоты и проверить, отвечает ли тактовая частота требованиям спецификаций, однако не дадут сведений о том, как именно она меняется. В данном случае представлен сигнал тактовой частоты

с распределённым спектром, частота которого намеренно промодулирована. Как показано на рисунке 7, в предполагаемых флуктуациях частоты преобладает компонента PJ, что подтверждается таблицей результатов в верхней части экрана и седлообразной формой гистограммы TIE. TIE, вызванную модулирующей, можно наблюдать на оранжевом графике изменения во времени в нижнем правом углу экрана.

По графику изменения во времени TIE и по измерению пиков спектра TIE в центре экрана можно сделать вывод, что частота модуляции равна примерно 39 кГц. Форма спектра с преобладанием нечётных гармоник с быстро спадающей амплитудой позволяет предположить, что модулирующий сигнал, скорее всего, имеет прямоугольную или треугольную форму. При этом TIE представляет собой интеграл от модулирующего сигнала, а значит сигнал тактовой частоты с распределённым спектром, скорее всего, промодулирован треугольным сигналом частотой 39 кГц.

Эту теорию можно проверить, взглянув на измерения частоты и построив гистограмму, спектр и график изменения во времени, как показано на рисунке 8. Выполнив измерения спектра с помощью курсоров, можно увидеть, что модулирующий сигнал действительно является треугольным сигналом частотой 39 кГц. Гистограмма, как и ожидалось, является плоской в диапазоне от 97 до 100 МГц, а график изменения во времени даёт ещё одно представление той же модуляции.

ИЗМЕРЕНИЕ ДЖИТТЕРА НИЗКОСКОРОСТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ШИНЫ

Джиттер влияет и на параметры последовательных шин, включая шины с самосинхронизацией. На рисунке 9 представлен анализ дифференциального сигнала передатчика шины CAN со скоростью передачи 500 Кбит/с. Аналогичный метод измерения можно применять к приёмникам и передатчикам других последовательных шин.

В первую очередь для выполнения анализа нужно выделить из последовательного сигнала данных сигнал тактовой частоты. В данном случае осциллограф выполняет восстановление тактовой частоты с помощью системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с узкой полосой пропускания, что позволяет сохранить синхронизацию между пакетами данных. Затем восстановлен-

ная тактовая частота используется в качестве опорной для анализа джиттера.

Разложение джиттера на компоненты показывает, что большую часть полного джиттера передатчика составляет DDJ, а случайная и зависящая от скважности компоненты очень малы. Имеется также значительная компонента RJ, которая, по всей видимости, связана с амплитудной модуляцией сигнала в начале каждого пакета данных (а не с отдельными битами данных), что видно на глазковой диаграмме и на представлении сигнала во временной области.

ИЗМЕРЕНИЕ ДЖИТТЕРА ТАКТИРУЕМЫХ ДАННЫХ

В качестве последнего примера можно рассмотреть анализ джиттера синхронной логической схемы. В отличие от предыдущих примеров, эта схема имеет отдельный сигнал тактовой частоты, поэтому измерения джиттера выполняются на голубом сигнале данных канала 2 по отношению к жёлтому сигналу тактовой частоты канала 1, как показано в нижнем правом углу рисунка 10.

Частота сигнала равна всего 1,25 ГГц, дорожки печатной платы короткие, поэтому сигналы достаточно чисты, что демонстрируется малым случайным джиттером и широко открытым глазом. Поскольку эта схема использует отдельный сигнал тактовой частоты, джиттер, как правило, от данных не зависит.

В данном случае в джиттере преобладает компонента, связанная с искажением скважности. Дальнейший анализ схемы показывает, что тактовый сигнал в ней получен из сигнала, показанного на рисунке 5, поэтому неудивительно, что значительная часть полного джиттера этой схемы порождается искажением скважности тактового сигнала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Являясь пульсом встраиваемых систем, сигналы тактовой частоты чрезвычайно важны для правильной синхронизации компонентов, подсистем и систем в целом. Как показали представленные примеры измерения немодулированной тактовой частоты, тактовой частоты с распределённым спектром, последовательной шины с самосинхронизацией и тактируемых данных, современные осциллографы предлагают широкий набор средств, позволяющих упростить процесс измерения параметров и проверки джиттера встраиваемых систем.

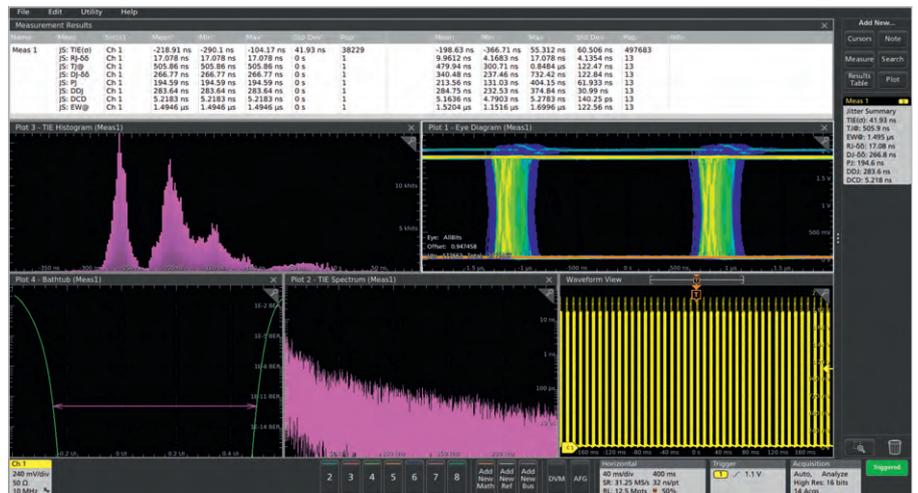


Рис. 9. Влияние джиттера передатчика на шину с самосинхронизацией



Рис. 10. Анализ джиттера синхронного логического сигнала

IF/RF & Microwave Design

СВЧ-блоки

Синтезаторы частот до 20 ГГц, -140 дБн/Гц @ 1 ГГц, при отстройке 10 кГц, умножители частот

Аттенюаторы, управляемые напряжением до 26 ГГц

Усилители до 20 ГГц, 0.5 Вт

I/Q модуляторы / демодуляторы, смесители, фильтры

Приборы

Генераторы сигналов, электронные аттенюаторы, I/Q-модуляторы

www.advantex.ru

Реклама



Состояние и актуальные технологические проблемы дальнейшего развития производства массовых видов конденсаторов для РЭА

Борис Беленький (a3@giricond.ru),
Ирина Яцута (i.v.admin@exiton-ek.ru)

Проблемы импортозамещения и развития производства в настоящее время стоят особенно остро, в том числе и для конденсаторов различного типа. АО «НИИ „Гириконд“» предлагает новые научно-технологические решения, что позволяет существенно повысить конкурентоспособность отечественных конденсаторов при производстве РЭА двойного назначения.

АО «НИИ „Гириконд“» в течение нескольких десятилетий является одним из ведущих отечественных разработчиков и производителей широкой номенклатуры конденсаторов для радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) двойного назначения. Наиболее массовыми среди ёмкостных элементов в РЭА являются керамические конденсаторы, на долю которых в штучном выражении приходится более 90%. На базе керамических конденсаторов разрабатываются и выпускаются керамические помехоподавляющие фильтры, потребность в которых в последние годы возрастает в связи с актуализацией проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС) узлов и блоков РЭА. В области конденсаторов с оксидным диэлектриком НИИ «Гириконд» специализируется на танталовых (оксидно-электролитических и оксидно-полупроводниковых) конденсаторах, из которых наиболее распространёнными являются танталовые чип-конденсаторы для поверхностного монтажа. Конденсаторы с органическим диэлектриком также являются традиционным направлением научно-технической и производственной деятельности НИИ «Гириконд». Перечисленные выше изделия представляют собой наиболее массовую часть дискретных ёмкостных элементов, технический уровень которых определяет технологическую независимость разработок и производства отечественной РЭА двойного назначения от импорта соответствующих электронных компонентов.

Прежде чем оценить конкурентоспособность сформированной предприятием номенклатуры конденса-

торов и сформулировать задачи и проблемы их дальнейшего развития, коротко остановимся на объективных факторах, определяющих направления развития электронных компонентов в соответствии с тенденциями развития РЭА.

Как известно, в мировой и отечественной практике основным доминирующим фактором, определяющим направления развития всей ЭКБ, было и остаётся требование улучшения массогабаритных характеристик электронных компонентов. Характерное для последних десятилетий интенсивное, опережающее развитие твердотельной электроники определило снижение рабочих напряжений наиболее массовых функциональных блоков РЭА до единиц вольт и меньше, что для некоторых видов конденсаторов открыло возможность дальнейшей миниатюризации за счёт снижения их номинального напряжения. Миниатюризация массовых функциональных блоков РЭА и широкое использование их автоматизированного монтажа привели к необходимости создания и организации серийного производства дискретных конденсаторов в чип-исполнении с размерами порядка десятых долей миллиметра. Расширение диапазона рабочих частот, особенно характерное для преобразовательной части систем и блоков вторичного электропитания РЭА, объективно требует повышения частотной стабильности основных параметров конденсаторов. Применение относительно низковольтных твердотельных активных компонентов в мощных оконечных выходных блоках РЭА приводит к необходимо-

сти повышения допустимых токовых нагрузок соответствующих типов конденсаторов и снижения их внутреннего сопротивления.

Приведённый далеко не полный перечень современных требований к конденсаторам для РЭА определяет направления их дальнейшего развития, а также уровень их конкурентоспособности в зависимости от характерных для конкретных видов конденсаторов областей и условий применения.

В результате проведённых в последние годы работ, как в рамках реализации ФЦП, так и в инициативном порядке, сформирована достаточно широкая отечественная номенклатура полных и функциональных аналогов ёмкостных дискретных компонентов иностранного производства. Тем не менее задача импортозамещения в области рассматриваемых электронных компонентов в полной мере ещё не решена. В первую очередь, проблемным остаётся импортозамещение самых миниатюрных дискретных конденсаторов, которые в мировой практике используются только в гражданской аппаратуре, но, в силу известных обстоятельств, нашли достаточно широкое применение в разработках отечественной РЭА для вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ). Для производства данных изделий необходимы самые современные электронные материалы и, главное, самое современное, практически прецизионное технологическое оборудование, которым отечественная электронная промышленность не оснащена. Проблемой остаётся и отсутствие отечественного производства целого ряда современных электронных материалов.

Известно, что одной из объективных причин сложившейся ситуации является принципиальное различие в путях развития мировой и отечественной ЭКБ. В мировой практике номенклатура ЭКБ военного назначения формируется путём ограниче-

ния применения высокотехнологичной, но не отвечающей требованиям военных стандартов ЭКБ для РЭА промышленного и бытового применения, а самая высокотехнологичная ЭКБ используется в массовом производстве РЭА гражданского назначения. В отечественной же практике достигнутый технологический уровень соответствует требованиям производства высоконадёжной ЭКБ для ВВСТ, которая, естественно, уступает по массогабаритным характеристикам уровню зарубежной ЭКБ гражданского применения. Потребность в отечественной конкурентоспособной пассивной ЭКБ гражданского назначения, развитие которой могло бы способствовать развитию ЭКБ для ВВСТ, практически отсутствует в связи с почти полным отсутствием отечественного производства массовой радиоэлектронной продукции гражданского назначения.

Вполне естественно, что указанные обстоятельства объективно усложняют решение проблемы импортозамещения, поскольку изделия для ВВСТ не могут в полной мере конкурировать по массогабаритным характеристикам с аналогичными изделиями гражданского назначения с существенно более слабыми требованиями к надёжности, долговечности и условиям эксплуатации. Что касается конденсаторов, то разрабатываемые и выпускаемые НИИ «Гириконд» конденсаторы для ВВСТ отнюдь не уступают зарубежным аналогам, соответствующим требованиям МП, а в ряде случаев существенно превосходят их по массогабаритным характеристикам.

Далее следует остановиться на состоянии производства и оценке конкурентоспособности выпускаемых предприятием конденсаторов и рассмотреть возможности и проблемы дальнейшего развития в данной области. При этом необходимо обратить внимание на то, что в целом ряде случаев существующие базовые конструктивно-технологические решения уже не могут обеспечить дальнейшее развитие конденсаторов в соответствии с приведёнными выше требованиями. Дальнейший прогресс в этой отрасли может быть реализован только при использовании новых электронных материалов и технологий, что, по сути, означает качественный переход в развитии рассматриваемых видов электронных компонентов.

Таблица 1. Технические характеристики многослойных керамических чип-конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Тип	Группы ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, мкФ	Размеры, мм
K10-82	H20, H90	50...630	0,001...22,0	4,5×3,2...12×10
K10-83	МПО, H30	16...500	1 пФ...4,7	1,6×0,8...5,7×5

Таблица 2. Технические характеристики низковольтных и высоковольтных многослойных керамических конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Тип	Группы ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, пФ	Допускаемый реактивный ток, А
K10-80	МПО	100...630	0,47...5100	5...9
K15-37	МПО	1600; 2500; 4000	1...1800	9...12

Решение важнейшей задачи по улучшению массогабаритных характеристик самых массовых, низковольтных многослойных керамических конденсаторов, в том числе за счёт снижения номинальных напряжений и толщины диэлектрика, потребовало совершенствования рецептуры и технологии производства используемых керамических материалов. В результате проведения ряда материаловедческих работ разработаны перспективные материалы наиболее востребованных групп температурной стабильности ёмкости (ТСЕ) с практически предельными для каждой группы значениями диэлектрической проницаемости. Введённое в эксплуатацию в 2015 году технологическое оборудование фирмы КЕКО (Словения) позволило не только значительно сократить сроки выполнения производственных заказов, но и открыло дополнительные возможности дальнейшего совершенствования технологии для улучшения массогабаритных характеристик конденсаторов. В результате проведённых в последние годы ОКР разработаны и освоены в производстве новые многослойные керамические чип-конденсаторы, основные параметры которых приведены в таблице 1.

Указанные конденсаторы по сравнению с ранее разработанными и серийно выпускаемыми отечественными конденсаторами K10-47, K10-67, K10-69, K10-79, а также конденсаторами K10-84 АО «ВЗРД „Монолит“» (Беларусь) имеют существенно лучшие массогабаритные характеристики. Это позволяет успешно использовать их в разрабатываемой и модернизируемой РЭА в качестве полных и функциональных аналогов конденсаторов, выпускаемых AVX, Kemet, Vishay (США), Eurofarad (Франция), TDK, Murata (Япония). Кроме того, конденсаторы K10-82 и K10-83 имеют увеличенную до +125°C максимальную

рабочую температуру, в то время как у K10-79 она составляет всего +85°C.

В настоящее время НИИ «Гириконд» является единственным отечественным предприятием, выпускающим низковольтные и высоковольтные многослойные керамические конденсаторы с высоким реактивным током и, соответственно, высокой реактивной мощностью, характеристики которых приведены в таблице 2.

Данные конденсаторы предназначены для использования в мощной радио- и телевизионной аппаратуре двойного назначения. В целях формирования функционально полной номенклатуры подобных изделий для обеспечения замены применяемых до последнего времени конденсаторов АТС (США) ведётся разработка широкой унифицированной серии высоковольтных конденсаторов K15-39 с диапазоном номинальных напряжений 1...10 кВ и допускаемым реактивным током до 20 А. Срок окончания разработки – 2019 год.

Оценивая технический уровень и конкурентоспособность керамических многослойных конденсаторов двойного назначения, следует отметить, что представленные высокочастотные конденсаторы с большими реактивными токами в полной мере обеспечивают решение проблемы импортозамещения. Проблемным, как уже отмечалось выше, остаётся импортозамещение самых миниатюрных низковольтных керамических многослойных конденсаторов. Так, минимальный размер выпускаемых НИИ «Гириконд» керамических чип-конденсаторов составляет 1,6×0,8 мм, в то время как актуальным для разработчиков РЭА является размер 1×0,5 мм. Кроме того, минимальная толщина диэлектрика в представленных низковольтных конденсаторах составляет 10 мкм при номинальном напряжении 10 В, в то время как для реализации требуемо-



Рис. 1. Фильтры серий Б24, Б25, Б26

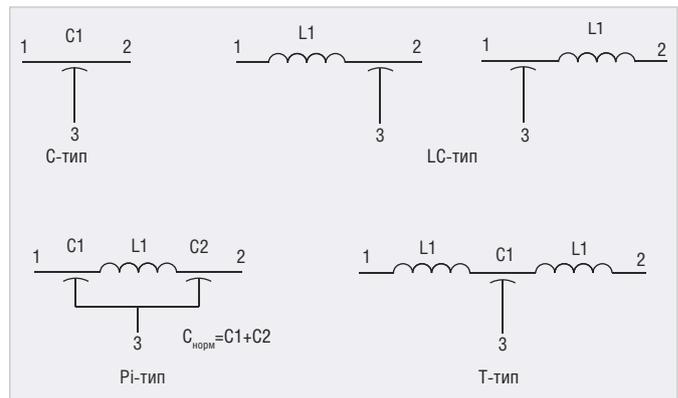


Рис. 2. Схемы реализации фильтров серий Б24, Б25, Б26

Таблица 3. Технические характеристики ёмкостных и индуктивно-ёмкостных фильтров производства НИИ «Гириконд»

Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость	Диапазон частот помехоподавления	Вносимое затухание, дБ	Номинальный проходной ток, А
32...1000	4,7 пФ...22 мкФ	10 кГц...10 ГГц	до 85	до 25



Рис. 3. Чип-фильтры

го уровня массогабаритных характеристик низковольтных конденсаторов требуется снизить толщину диэлектрика до 5–6 мкм при номинальном напряжении 6,3 В. По совокупности материаловедческих и технологических проблем создание таких конденсаторов означает качественный переход в развитии отечественных керамических конденсаторов и потребует дооснащения производства технологическим и контрольно-измерительным оборудованием. Соответствующие материаловедческие и технологические работы проводятся в НИИ «Гириконд» в инициативном порядке с планируемым выходом на серийное производство в 2021 году.

Как показывает мировой опыт, дальнейшее улучшение массогабаритных характеристик низковольтных кера-

мических конденсаторов потребует полного пересмотра используемых в отечественном производстве диэлектрических и электродных материалов и создания новой базовой технологии изготовления этих изделий.

В результате проведения целого ряда НИОКР за последние годы существенно расширена номенклатура выпускаемых НИИ «Гириконд» помехоподавляющих фильтров нижних частот, основным функциональным элементом которых является керамический конденсатор. Ёмкостные и индуктивно-ёмкостные фильтры с различными вариантами схем элементов представлены в уже известных и применяемых потребителями сериях Б24, Б25, Б26. Внешний вид фильтров и реализуемые схемы показаны на рисунках 1 и 2 соответственно. Основные технические параметры фильтров приведены в таблице 3. Указанные изделия в значительной степени решают проблему импортозамещения, поскольку успешно конкурируют с аналогичными фильтрами производства Eurofarad, CTS (Tusonix), Syfer, API Tech (Spectrum Control), AVX.

Кроме того, на предприятии освоено производство помехоподавляющего шайбового конденсатора К10-81, используемого в качестве ёмкостно-

го элемента фильтров Б25 и Б26 или как самостоятельное изделие. Однако приведённая номенклатура помехоподавляющих изделий в свете современных требований к импортозамещению ЭКБ уже не обладает функциональной полнотой в части малогабаритных и миниатюрных фильтров. В порядке подготовки к формированию функционально полной номенклатуры помехоподавляющих фильтров категории качества ВП НИИ «Гириконд» разработаны и освоены в производстве с приёмкой ОТК фильтры Б27 и Б30 (см. рис. 3), а также опорные помехоподавляющие керамические конденсаторы К10-85 (см. табл. 4).

Тем не менее в полной мере импортозамещение в области помехоподавляющих фильтров немислимо без создания миниатюрных проходных фильтров в чип-исполнении, необходимых для обеспечения электромагнитной совместимости малогабаритных функциональных блоков РЭА при повышении плотности их монтажа. Создание таких фильтров означает качественный переход в развитии рассматриваемых изделий на основе новых конструктивно-технологических решений. НИИ «Гириконд» в инициативном порядке разработаны и освоены в производстве фильтры Б33 категории качества ОТК, основные характеристики которых приведены в таблице 5.

Отечественная номенклатура серийно выпускаемых танталовых конден-

Таблица 4. Технические характеристики фильтров Б27 и Б30 и конденсаторов К10-85 производства НИИ «Гириконд»

Тип	Группа ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость	Диапазон частот помехоподавления, МГц	Вносимое затухание, дБ	Номинальный проходной ток, А	Интервал рабочих температур, °С
Б27	МПО, Н20, Н50	50; 100; 160; 250	100 пФ... 0,15 мкФ	0,01...10 000	до 70	10	-60...+125
Б30			100 пФ... 0,33 мкФ		до 80		
К10-85		250; 500; 750; 1000	4,7 пФ...0,33 мкФ		до 60	-	

саторов, в том числе производимых до последнего времени НИИ «Гириконд» (см. рис. 4 и табл. 6), базируется на едином базовом конструктивно-технологическом решении, основой которого является объёмно-пористое тело анода, формируемое прессованием из специальных танталовых порошков с различной дисперсностью и, соответственно, с различным удельным зарядом. При этом в последние десятилетия улучшение массогабаритных характеристик танталовых конденсаторов реализовывалось путём использования танталовых порошков с всё более высоким удельным зарядом. Достижимое при этом повышение удельного заряда конденсаторов, оцениваемого по ёмкости, измеряемой на частоте 50 Гц, давало всё меньший реальный эффект при использовании конденсаторов в условиях возрастающих частот переменной составляющей напряжения. Дело в том, что в соответствии с физическими свойствами конденсаторной структуры на объёмно-пористом теле при переходе от частот порядка десятков-сотен герц к частотам в сотни килогерц и больше эффективная ёмкость таких конденсаторов снижается до нескольких раз. Указанное обстоятельство практически сводит на нет конечный эффект от применения «высокозарядных» порошков, тем более что степень снижения ёмкости при повышении частоты увеличивается по мере возрастания удельного заряда мелкодисперсных порошков. Другим потребительским недостатком подобных конденсаторов является заметное повышение и без того достаточно высокого эквивалентного последовательного сопротивления в области отрицательных температур, что особенно ярко проявляется в оксидно-электролитических конденсаторах из-за снижения проводимости электролита. Таким образом, возможности для реализации указанных выше требований по повышению частотной стабильности ёмкости у существующих базовых конструктивно-технологических решений как оксидно-полупроводниковых, так и оксидно-электролитических конденсаторов практически исчерпаны.

Представляется, что дальнейший прогресс в области танталовых конденсаторов в соответствии с указанными выше тенденциями развития РЭА может быть обеспечен при каче-

Таблица 5. Технические характеристики фильтров БЗЗ производства НИИ «Гириконд»

Диапазон частот помехоподавления, ГГц	Группа ТСЕ	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Номинальная ёмкость
до 0,2	МПО	16...250	0,3...6,0	10...6800 пФ
	H20			470 пФ...1,5 мкФ
	H50			2200 пФ...2,2 мкФ



Рис. 4. Танталовые оксидно-полупроводниковые чип-конденсаторы

ственном переходе в конструкции этих изделий от объёмно-пористого к плоско-пористому аноду, формируемому на основе современных, в том числе и микроэлектронных, технологий. Проводимая НИИ «Гириконд» разработка такой технологии применительно, в первую очередь, к танталовым оксидно-полупроводниковым конденсаторам позволит в ближайшей перспективе предложить потребителям танталовые чип-конденсаторы нового поколения, отвечающие современным требованиям, в том числе миниатюрные конденсаторы для замещения соответствующих аналогов зарубежного производства.

НИИ «Гириконд» является первым отечественным разработчиком и пока единственным отечественным изготовителем нового поколения танталовых оксидно-электролитических конденсаторов К52-23. На рисунке 5 показан внешний вид конденсаторов, а в таблице 7 приведены их основные параметры.

Указанные конденсаторы, обладая повышенной частотной стабильностью ёмкости и низким эквивалентным последовательным сопротивлением (не более 0,2 Ом при -60°C), а также высокой энергоёмкостью, предназначены в первую очередь для использования в качестве эффективных накопителей энергии в импульсных модуляторах приёмо-передающих модулей АФАР. В 2018 году НИИ «Гириконд»

Таблица 7. Технические характеристики конденсаторов К52-23 производства НИИ «Гириконд»

Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, мкФ	Интервал рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$	ЗПС на частоте 100 кГц, не более
16...63	3300...22 000	$-60...+125$	при $T=+25^{\circ}\text{C}$ – 0,1 Ом при $T=-60^{\circ}\text{C}$ – 0,2 Ом

Таблица 6. Технические характеристики танталовых оксидно-полупроводниковых чип-конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Тип	Номинальное напряжение, В	Номинальная ёмкость, мкФ
K53-46; ОСМ K53-46	3,2...50	0,033...100
K53-56; ОСМ K53-56	3,2...50	0,1...100
K53-56A; ОСМ K53-56A	4...50	0,1...330
K53-67	4...50	0,1...680



Рис. 5. Конденсаторы К52-23

планирует завершить работы по существенному расширению шкалы номинальных напряжений ($U_{\text{ном}}=10...125\text{ В}$) и ёмкостей ($C_{\text{ном}}=1000...51\,000\text{ мкФ}$), в том числе за счёт использования дополнительного типоразмера. Это позволит использовать данные изделия и во многих других приложениях. Конденсаторы К52-23 могут использоваться для замены зарубежных конденсаторов ТНQА2 и ТНQ1 производства Evans (США), DSCC10011 производства Vishay (США) и др.

В последние десятилетия в связи с развитием твердотельной электроники и соответствующим снижением рабочих напряжений основной массы функциональных блоков РЭА до десятков-единиц вольт практически исчезла потребность в плёночных конденсаторах на основе органических полимерных плёнок. Особые свойства различных плёнок позволяли с помощью таких конденсато-



Таблица 8. Технические характеристики новых низковольтных конденсаторов производства НИИ «Гириконд»

Разрабатываемые конденсаторы	Тип	Основные параметры и характеристики	Примечание
Полиэтилентерефталатные конденсаторы с однонаправленными выводами с улучшенными массогабаритными характеристиками	K73-84	$U_{\text{ном}} = 63, 0 \dots 630 \text{ В}$, $C_{\text{ном}} = 0, 01 \dots 100, 0 \text{ мкФ}$, Интервал рабочих температур $-60 \dots +125^\circ\text{C}$	Замена зарубежных аналогов Ercos и Wima (Германия)
Сетевые помехоподавляющие полипропиленовые конденсаторы классов X2 и Y2 с повышенной электрической прочностью	K78-53	$U_{\text{ном}} = 300 \text{ В}$, $C_{\text{ном}} = 0, 1 \dots 2, 2 \text{ мкФ (X2)}$, $C_{\text{ном}} = 0, 001 \dots 0, 1 \text{ мкФ (Y2)}$, Интервал рабочих температур $-60 \dots +100^\circ\text{C}$	Замена зарубежных аналогов Ercos и Wima (Германия)
Полипропиленовые конденсаторы общего назначения с улучшенными массогабаритными характеристиками	K78-54	$U_{\text{ном}} = 400 \dots 1600 \text{ В}$, $C_{\text{ном}} = 0, 047 \dots 10 \text{ мкФ}$, Интервал рабочих температур $-60 \dots +100^\circ\text{C}$	Замена зарубежных аналогов Ercos (Германия)

Таблица 9. Технические характеристики конденсаторов K78-51 производства НИИ «Гириконд»

Номинальное напряжение, кВ	Номинальная ёмкость, мкФ	Интервал рабочих температур, °С
0,63...40	0,01...470	-60...+85



Рис. 6. Конденсаторы K78-51, K75-15, K75-63

ров решать широкий спектр задач в цифровых и аналоговых схемах вакуумной электроники при напряжениях в десятки-сотни вольт. И в мировой, и в отечественной практике для рассматриваемых конденсаторов на основе двух (ПЭТ и ПП) плёнок сформировалась своя достаточно устойчивая ниша применения в современной аппаратуре. Это, как правило, оконечные силовые блоки РЭА, системы помехоподавления в линиях питания, мощные преобразователи напряжения, накопители энергии и т.п.

Особенностью нынешнего этапа развития плёночных конденсаторов является то обстоятельство, что в целях качественного улучшения массогабаритных характеристик диэлектрик в них работает при напряжённости электрического поля, близких к физическому пределу прочности полимерных материалов. В современных конденсаторах с органическим диэлектриком это становится

возможным благодаря специальным видам его металлизации. Использование специальных технологий, так называемых свертонкой и сегментированной металлизацией, приводит к тому, что неизбежный при таких нагрузках локальный пробой диэлектрика не вызывает катастрофического отказа самого изделия, а заканчивается восстановлением его электрической прочности при незначительном уменьшении ёмкости. В свете изложенного указанные технологии металлизации являются критически важными для дальнейшего развития рассматриваемого вида конденсаторов двойного назначения и определяют качественный переход в их развитии с помощью новых конструктивно-технологических решений. Проведённые в НИИ «Гириконд» исследования и испытания убедительно подтвердили ещё одно важное положение, определяющее направления дальнейшего развития плёночных конденсаторов. Дело в том, что при относительно тонком слое металлизации металл-диэлектрическая структура на основе ПП-плёнки при высоких напряжённости электрического поля обеспечивает значительно более высокую работоспособность конденсаторов по сравнению с такой же структурой на основе ПЭТ-плёнки. В результате применение ПП-плёнки позволяет достичь в конденсаторах более высоких значений рабочей напряжённости электрического поля и реализовать лучшие массогабаритные характеристики, несмотря на меньшую в 1,5 раза диэлектрическую проницаемость. Указанное обстоятельство делает предпочтительным применение ПП-плёнки в современных конденсаторах номинального напряжения от сотен вольт до десятков киловольт. Применение же ПЭТ-плёнки остаётся предпочтительным в самых

низковольтных конденсаторах благодаря её меньшей технологически достижимой толщине – 1,5...2 мкм против 4 мкм у ПП-плёнки.

Приведённые выше положения определили направления научно-технической деятельности НИИ «Гириконд» в области конденсаторов с органическим диэлектриком. В таблице 8 представлены краткие характеристики новых низковольтных конденсаторов, окончание разработок и наладка производства которых планируется в 2018 году.

На основе металлизированной ПП-плёнки также реализовано новое базовое конструктивно-технологическое решение для высоковольтных конденсаторов. В 2018 году на его основе разработаны высоковольтные конденсаторы общего назначения K78-51 (см. табл. 9) категории качества ОТК с номинальным напряжением до 40 кВ и удельной запасаемой энергией до 200 Дж/дм³. Это значение в несколько раз превышает уровень удельных характеристик существующих высоковольтных конденсаторов на основе комбинированного бумажно-плёночного диэлектрика. На рисунке 6 представлен конденсатор K78-51 на фоне серийно выпускаемых высоковольтных конденсаторов той же ёмкости и того же номинального напряжения с комбинированным диэлектриком.

В ближайшие годы на основе данного решения планируется сформировать функционально полную конкурентоспособную номенклатуру нового поколения высоковольтных конденсаторов двойного назначения с удельной энергоёмкостью до 1000 Дж/дм³.

Как следует из представленных выше материалов, на современном этапе развития РЭА конкурентоспособность отечественных конденсаторов и, соответственно, импортозамещение ЭКБ в части рассматриваемых изделий могут быть реализованы при условии их перевода на новые базовые конструктивно-технологические решения, основанные на новых электронных материалах и технологиях. Именно поэтому материаловедческие и технологические НИОКР, а также мероприятия по реализации их результатов в производстве являются постоянной составляющей научно-технической и производственной деятельности НИИ «Гириконд».





**Полная номенклатура
коаксиальных переходов для
трактов 7,0/3,04 и 3,5/1,52 мм.**

**Переходы серии ADP1A
являются **презиционными**,
обладают повышенным ресурсом и
выполняют целый ряд функций.**

Заказывая продукцию НПК ТАИР, вы получаете:

**Быструю поставку
Надежность, подтверждённую испытаниями
Повторяемость и воспроизводимость результатов измерений
Многоуровневую систему контроля и измерений параметров
Техническую консультацию и сопровождение
Сервисное обслуживание в России**



СВЧ-переходы компании «Микран»

Евгений Хорошилов (horoshilov.ev@micran.ru),
Сергей Павлов (sergey.pavlov@micran.ru)

Статья посвящена обзору коаксиальных и коаксиально-волноводных переходов с диапазонами рабочих частот до 50 ГГц производства компании «Микран». В работе приводятся некоторые теоретические сведения о переходах, соединителях, а также основные электрические характеристики переходов производства АО «НПФ «Микран».

ПЕРЕХОДЫ И КОАКСИАЛЬНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ

Переходы (переходники, англ. adapters – адаптеры) предназначены для создания надёжного электро-механического соединения между линиями передачи одного типа, отличающимися геометрическими размерами проводников и/или типом соединителя (фланца), а также между линиями передачи различных типов. Кроме того, стоит упомянуть переходы, с помощью которых осуществляется соединение линий одного типа, отличающихся волновым сопротивлением, – трансформаторы импеданса (англ. Matching Pad). В связи с тем что в СВЧ-технике наибольшее распространение получили коаксиальные тракты с волновыми сопротивлениями 50 и 75 Ом, трансформаторы импеданса в основном используются для их согласования.

К основным электрическим параметрам переходов относят:

1. Волновое сопротивление.
2. Диапазон рабочих частот.
3. Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН, англ. VSWR) или его аналог, чаще использующийся за рубежом, – возвратные потери (англ. Return Loss, RL):

$$RL = -20 \lg \left(\frac{КСВН - 1}{КСВН + 1} \right). \quad (1)$$

4. Коэффициент передачи, наравне с которым используют величину вносимых потерь (англ. Insertion Loss, IL).

Одним из основных элементов конструкции перехода, определяющих его функциональное назначение, являются соединители – электро-механические элементы СВЧ-устройств (и не только СВЧ), предназначенные для соединения линий передач различных электрических цепей (модулей, блоков и комплексов), состоящие из двух и более частей, образующих разъёмное контактное соединение. Согласно ГОСТ Р 56530-2015 [1], они различаются по типу – стандартизированной конструкции, и, в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002 [2], к основным 50 Ом коаксиальным соединителям можно отнести следующие пары (отечественный – зарубежный):

- тип I (2,4 мм);
- тип III – тип N;
- тип IX вар. 3 – тип 3,5 мм;
- тип IX вар. 1 – тип SMA.

Также стоит отметить типы 2,92 мм (K), 1,85 мм (V) и 1 мм (W), не имеющие российских аналогов – их конструкции описаны в стандарте IEE 287-2007 для прецизионных коаксиальных соединителей до 110 ГГц [3].

Коаксиальные соединители бывают двух полярностей: розетка и вилка (англ. male и female соответственно, исключение составляют т.н. бесполое (англ. sexless)). Некоторые из коаксиальных соединителей совместимы между собой механически, например 3,5 мм и SMA; 3,5 и 2,9 мм; 1,85 мм и I (2,4 мм) и т.д.

Существует большое количество линий передачи, применяемых в СВЧ-устройствах, и к этим устройствам предъявляется ряд эксплуатационных требований, которые могут заметно варьироваться в зависимости от назначения конкретного устройства – этим, в том числе, объясняется существование большого количества конструкций соединителей (разъёмов, фланцев). В зависимости от требований к электрическим параметрам, стабильности и воспроизводимости, а также к надёжности соединители делятся на:

- соединители общего назначения – производятся с учётом их широкой применяемости и невысоких требований к эксплуатационным параметрам;
- соединители приборного класса, используемые в составе измерительных приборов, – к их электрическим и механическим параметрам предъявляются повышенные требования в зависимости от назначения;
- соединители лабораторного (прецизионного) класса, производимые с учётом самых высоких требований к их электрическим и механическим параметрам, – их используют, как правило, метрологические лаборатории в качестве эталонов.

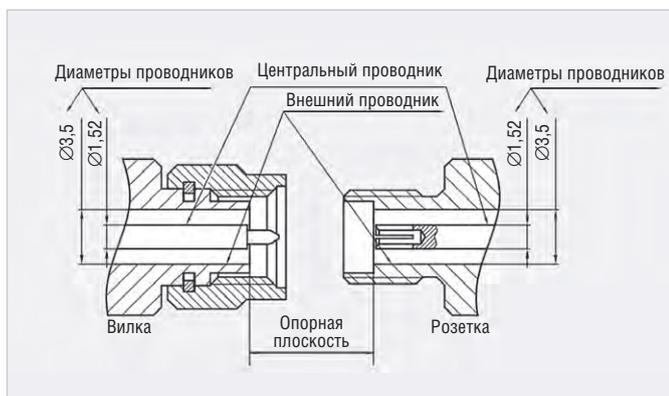


Рис. 1. Соединители (розетка и вилка) IX вар. 3 (продольное сечение)

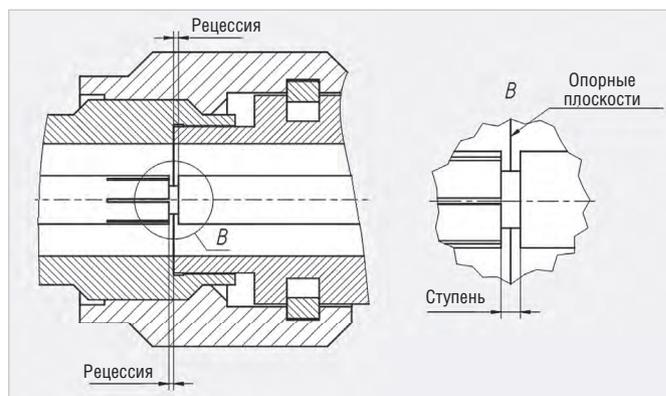


Рис. 2. Сочленённые розетка и вилка типа IX вар. 3 (продольное сечение)

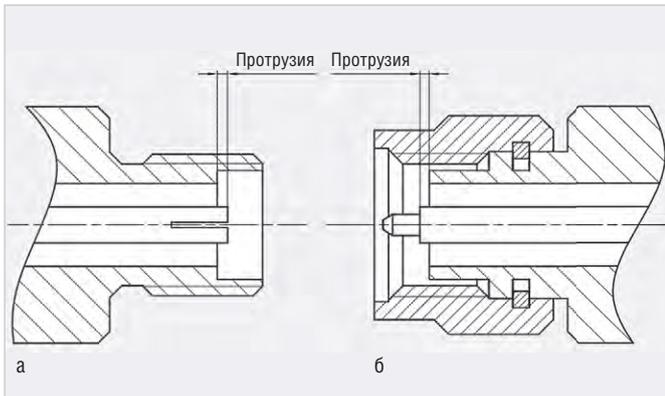


Рис. 3. Протрузия в коаксиальных соединителях (продольное сечение): а) розетка; б) вилка

На рисунке 1 представлена одна из наиболее распространённых конструкций коаксиальных соединителей, центральные проводники (ЦП) которой имеют либо гнездовой, либо штыревой контактные элементы, а внешними проводниками (ВП) являются корпуса соединителей. Торцевая поверхность внешнего проводника соединителя называется опорной плоскостью. Конструкция и размеры соединителей тесно связаны с сечением и/или видом используемой линии передачи. Сечением линии (часто употребляется профессионализм «сечение тракта») называется соотношение диаметров ЦП и ВП коаксиальной линии или внутренние размеры широкой и узкой стенок волноводной линии.

При скручивании соединителей происходит прижатие их опорных плоскостей друг к другу, тем самым обеспечивается электромеханическое соединение внешних проводников, в то время как центральные соединяются не вплотную – между их торцами образуется ступень, которая может оказывать значительное влияние на электрические характеристики соединителей и, как следствие, на характеристики соединяемых устройств СВЧ. Ступень образуется вследствие наличия небольшого утопания ЦП соединителей относительно опорной плоскости (см. рис. 2), называемого рецессией, или присоединительным размером. Наличие рецессии в соединителях исключает вероятность их повреждения при скручивании, тогда как выступание ЦП за опорную плоскость (т.н. протрузия) (см. рис. 3), а также несоосность проводников хотя бы одного из соединителей могут привести к их повреждению, что особенно нежелательно для

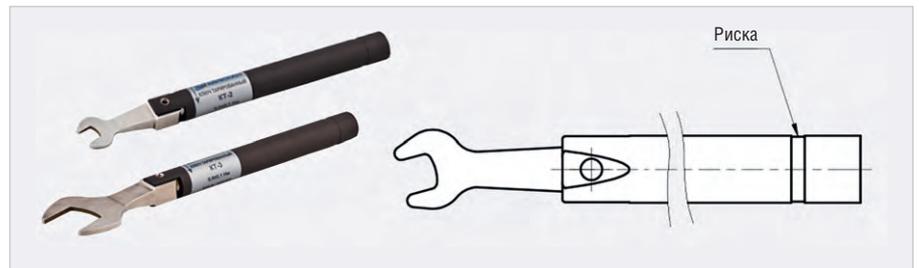


Рис. 5. Тарированные ключи производства НПФ «Микран» и расположение риски на них

входных портов измерительных приборов СВЧ.

Рецессия является результатом конечных допусков, используемых при изготовлении соединителей, а протрузия может появиться в процессе эксплуатации. Для разных классов соединителей требования к значению рецессии разные: для соединителя общего применения этот параметр, как правило, ограничен 100 мкм, для соединителя приборного класса – 50 мкм, а для соединителя метрологического класса – 13 мкм [4]. В связи с этим величина рецессии должна строго контролироваться при помощи специальных приборов – измерителей присоединительных размеров (англ. gauge) (см. рис. 4). Более подробно влияние рецессии на электрические характеристики соединителей описано в стандарте IEE 287-2007 для прецизионных коаксиальных соединителей до 110 ГГц [3].

Кроме того, важным является соблюдение момента затягивания резьбы соединителей, поскольку оно предотвращает их преждевременную поломку, а также обеспечивает высокую повторяемость электрических параметров при многократных соединениях-разъединениях. По этой причине применяются тарированные ключи (см. рис. 5): с их помощью коаксиальные соединители скручиваются опре-

делённым моментом силы, при достижении которого ручка ключа «переламывается», чем и ограничивается момент затягивания. Как правило, на ручке ключа имеется специальная риска, показывающая место приложения силы.

Коаксиальные переходы

Коаксиальные переходы – пассивные СВЧ-устройства, которые представляют собой участок коаксиальной линии, на концах которой имеется два соединителя, причём вариантов комбинации может быть большое количество.

В книге К.Б. Джуринского [5] одноканальными (англ. in-series adapters) называются коаксиальные переходы одного присоединительного ряда (соединители одинакового типа), межканальными (англ. between-series adapters) – разных присоединительных рядов, но в данной статье одноканальными коаксиальными переходами будут называться переходы, имеющие коаксиальные соединители с одинаковым сечением проводников, независимо от их типа, а межканальными коаксиальными переходами – переходы, имеющие коаксиальные соединители с различающимся соотношением диаметров проводников. Более подробную информацию о соединителях и переходах можно узнать в [6].



Рис. 6. Одноканальные коаксиальные переходы

Таблица 1. Электрические параметры одноканальных коаксиальных переходов производства НПФ «Микран»

Характеристика	Сечение тракта, мм							
	7/3,04		3,5/1,52		2,92/1,27		2,4/1,042	
Поддиапазон, ГГц	0–12	12–18	0–20	20–32	0–20	20–40	0–20	20–50
КСВН	1,1 (1,06)	1,15 (1,1)	1,1 (1,05)	1,15 (1,08)	1,1 (1,06)	1,15 (1,08)	1,1 (1,08)	1,2 (1,15)
Вносимые потери, дБ	0,15 (0,07)		0,15 (0,13)	0,2 (0,18)	0,2 (0,1)	0,3 (0,15)	0,2 (0,12)	0,3 (0,15)

*В скобках указано типичное значение

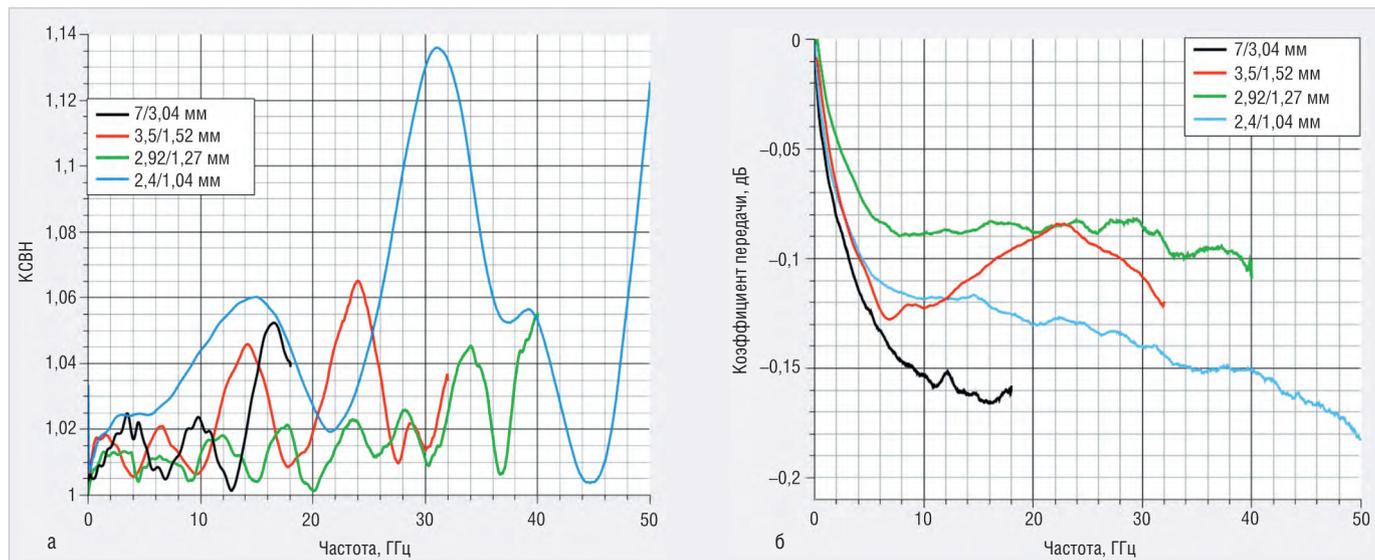


Рис. 7. Типичные частотные зависимости одноканальных переходов производства НПФ «Микран» в коаксиальных трактах различного сечения: а) коэффициент стоячей волны; б) коэффициент передачи

Одноканальные переходы (см. рис. 6) служат для соединения коаксиальных трактов одинакового сечения, оконечные соединители которых по тем или иным причинам (одинаковая полярность, различный тип) не могут быть скручены. Также их нередко используют в качестве «сейверов» (англ. saver) выходных портов СВЧ-устройств для предотвращения износа и повреждения выходных соединителей таких устройств под действием многократных соединений-разъединений в процессе настройки, калибровки и измерений.

В таблице 1 представлены электрические характеристики серийно выпускаемых одноканальных коаксиальных переходов производства АО «НПФ «Микран».

На рисунке 7 представлены типичные частотные зависимости одноканальных переходов различного сечения коаксиального тракта, произведённых компанией «Микран».

Для одноканальных коаксиальных переходов характерен невысокий КСВН в пределах 1,1 на частотах до 40 ГГц и 1,15 на частотах до 50 ГГц. Значения

коэффициента передачи также невелики – в пределах 0,2. Таким образом, при использовании переходов компании «Микран» в одном тракте не возникает больших потерь.

Межканальные переходы (см. рис. 8) представляют собой коаксиальные трансформаторы, выполненные на основе ступенчатого или же плавного изменения диаметров внешнего и/или внутреннего проводников коаксиальной линии. Межканальные коаксиальные переходы необходимы для сочленения трактов, соединители которых различаются в первую очередь сечением проводников и, как следствие, относятся к различным типам.

В таблице 2 приведены электрические характеристики серийно выпускаемых межканальных коаксиальных переходов собственного производства, а на рисунке 9 представлены их типичные частотные характеристики.

На приведённых графиках можно увидеть, что типичный КСВН для частот <40 ГГц не превышает значения 1,1; а для частот до 50 ГГц не поднимается выше отметки 1,14. Коэффициент пере-

дачи на частотах до 50 ГГц имеет значение менее –0,1 дБ. Данные показатели соответствуют лучшим образцам из США, Европы и Японии.

Переходы с усиленными соединителями (см. рис. 10), как правило, устанавливаются на порты измерительных СВЧ-устройств и, как вариант, в измерительных фазостабильных кабельных сборках, поскольку качество измерений в значительной степени зависит от механической стабильности коаксиального соединения. Соединители межканальных и одноканальных коаксиальных переходов усиленного исполнения (зарубежный аналог NMD) внешне отличаются от стандартных соединителей усиленным корпусом и увеличенным диаметром резьбы. Усиленные соединители «вилка» имеют гайки с двумя резьбами: внешнюю усиленную и внутреннюю стандартную, которую можно соединить с розеткой, имеющей стандартную резьбу. Соединитель «розетка» имеет только усиленную внутреннюю резьбу, из-за чего её невозможно соединить со стандартной вилкой.



Рис. 8. Межканальные коаксиальные переходы

Таблица 2. Электрические параметры межканальных коаксиальных переходов производства НПФ «Микран»

Характеристика	Сечение трактов, мм							
	с 7/3,04 на 3,5/1,52		с 7/3,04 на 2,4/1,042		с 3,5/1,52 на 2,4/1,042		с 2,92/1,27 на 2,4/1,042	
Поддиапазон, ГГц	0–12	12–18	0–12	12–18	0–20	20–32	0–20	20–40
КСВН	1,07 (1,05)	1,1 (1,08)	1,1 (1,05)	1,12 (1,08)	1,1 (1,08)	1,15 (1,1)	1,1 (1,05)	1,15 (1,08)
Вносимые потери, дБ	0,15 (0,1)		0,2 (0,12)		0,2 (0,1)		0,3 (0,15)	

*В скобках указано типичное значение

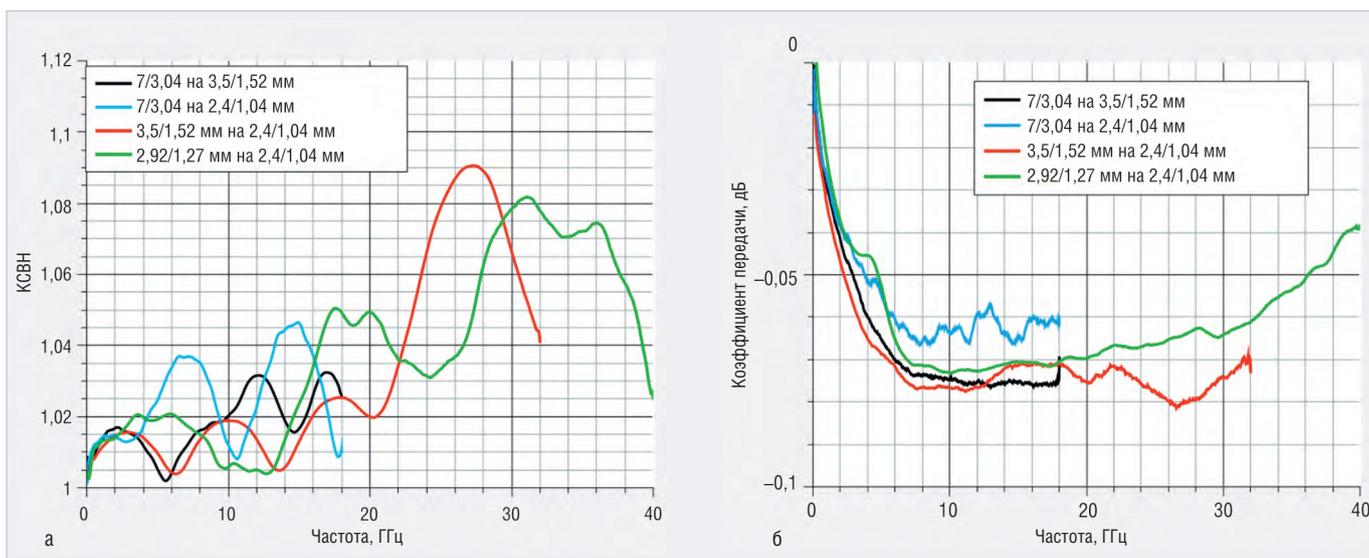


Рис. 9. Типичные частотные зависимости межканальных переходов производства НПФ «Микран»: а) коэффициент стоячей волны; б) коэффициент передачи

В таблице 3 представлены электрические характеристики серийно выпускаемых одноканальных и межканальных коаксиальных переходов усиленного исполнения производства компании «Микран».

Использование коаксиальных переходов усиленного исполнения оправданно в задачах с повышенным износом и/или наличием механической нагрузки на соединение. Для переходов такого типа характерны чуть более высокие значения КСВН и вносимых потерь, что оправдывается спецификой применения.

Коаксиально-волноводные переходы

Волноводные линии передачи, наряду с коаксиальными, получили широкое распространение в СВЧ-технике. Это связано с некоторыми преимуществами волноводных линий передачи над коаксиальными – работоспособностью на более высоких частотах, меньшими вносимыми и возвратными потерями. К их основным недостаткам можно отнести большие габариты и массу, а также ограниченный рабочий диапазон частот. Нередко в



Рис. 10. Коаксиальные переходы усиленного исполнения

Таблица 3. Электрические параметры одноканальных и межканальных коаксиальных переходов усиленного исполнения

Характеристика	Сечение трактов, мм							
	3,5/1,52 (NMD) на 7/3,04 (N или тип III)		3,5/1,52 (NMD) на 3,5/1,52 (3,5 мм или IX вар. 3; или 3,5 NMD)		2,4/1,04 (NMD) на 3,5/1,52 (3,5 мм или IX вар. 3; или 3,5 NMD)		2,4/1,04 (NMD) на 2,4/1,04 (2,4 мм или 2,4 NMD)	
Поддиапазон, ГГц	0–12	12–18	0–20	20–32	0–20	20–32	0–20	20–50
КСВН (тип)	1,1 (1,05)	1,15 (1,08)	1,1 (1,06)	1,2 (1,09)	1,1 (1,08)	1,2 (1,12)	1,2 (1,16)	1,25 (1,21)
Вносимые потери (тип), дБ	0,25 (0,1)		0,3 (0,15)		0,25 (0,12)		0,3 (0,18)	

*В скобках указано типичное значение

одном устройстве для использования преимуществ обеих линий передачи применяют отрезки как волноводной, так и коаксиальной линии, и для их соединения необходимы коаксиально-волноводные переходы.

Коаксиально-волноводные переходы (КВП) (англ. waveguide to coaxial adapter) – пассивные СВЧ-устройства,

предназначенные для создания надёжного механического и электрического соединения волноводной и коаксиальной линий передачи. В зависимости от взаимного расположения коаксиального и волноводного канала различают две основные конструкции КВП:

1. Угловая (англ. right angle adapter) – представляет собой отрезок прямо-



Рис. 11. Коаксиально-волноводные переходы производства НПФ «Микран»

Таблица 4. Сравнение электрических параметров коаксиально-волноводных переходов

Характеристика	Значения характеристики						
	35×15	28,5×12,6	23×10	16×8	11×5,5	7,2×3,4	5,2×2,6
Размеры сечения волновода, мм							
Диапазон, ГГц	5,64...8,18	6,85...9,93	8,15...12,05	11,83...17,99	17,44...25,95	25,95...37,5	37,5...50
КСВН	1,1 (1,07)	1,1 (1,07)	1,1 (1,07)	1,15 (1,12)	1,2 (1,12)	1,2 (1,17)	1,2 (1,15)
Вносимые потери, дБ	0,3 (0,15)	0,3 (0,2)	0,3 (0,18)	0,3 (0,2)	0,3 (0,18)	0,7 (0,35)	0,4 (0,3)
Типы коаксиального соединителя	N или III	N или III	N или III, 3,5 мм или IX вар. 3	N или III, 3,5 мм или IX вар. 3	3,5 мм или IX вар. 3; или 2,4 мм	3,5 или IX вар. 3; или 1,85; 2,92 и 2,4 мм	2,4 мм

*В скобках указано типичное значение

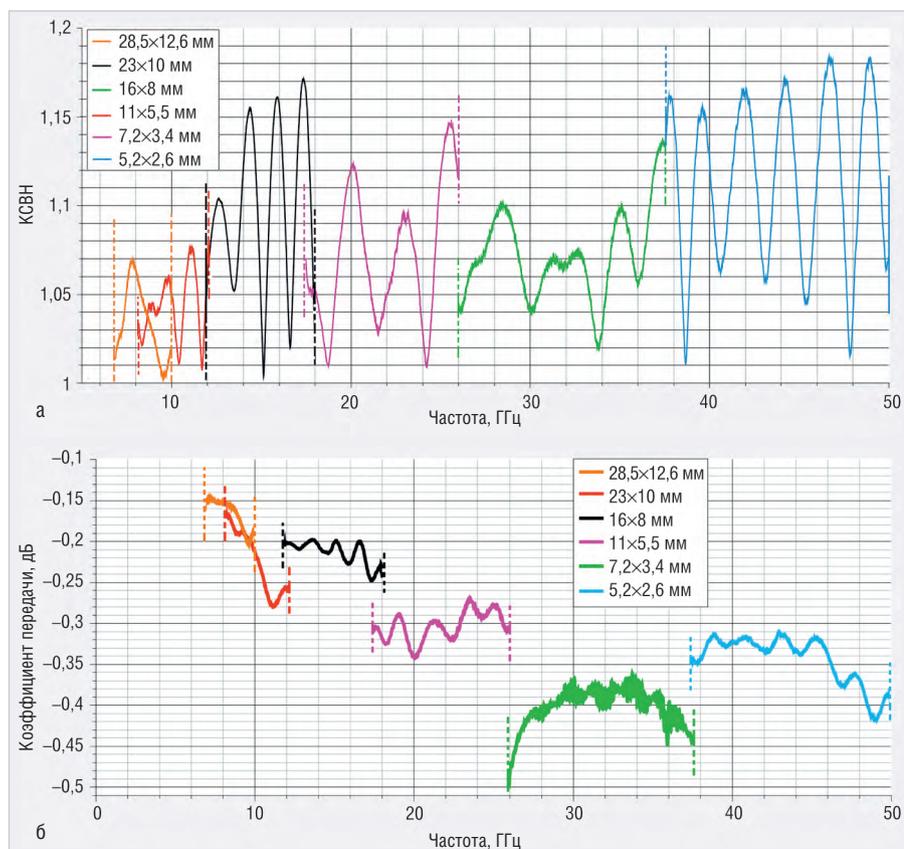


Рис. 12. Типичные частотные зависимости пары коаксиально-волноводных переходов различных сечений производства НПФ «Микран»: а) коэффициент стоячей волны; б) коэффициент передачи

угольного волновода с замкнутым торцом и коаксиальным соединителем, расположенным на одной из боковых стенок волновода перпендикулярно ей (см. рис. 11).

2. Прямая (англ. end launch adapter) – представляет собой отрезок прямоугольного волновода с коаксиальным соединителем, расположенным в торцевой стенке

волноводного канала соосно последнему.

Кроме того, в зависимости от способа возбуждения волноводного канала КВП делятся на ёмкостные и индуктивные. В КВП с ёмкостным типом возбуждения на определённом расстоянии от замкнутого торца на широкой стенке располагается подвешенный излучатель – центральный проводник коаксиального соединителя. В КВП с индуктивным типом возбуждения центральный проводник коаксиального соединителя замыкается на одну из стенок волновода.

Компания «Микран» занимается разработкой и производством коаксиально-волноводных переходов, оснащённых различными типами коаксиальных соединителей. В большинстве переходов применяется ёмкостное возбуждение и перпендикулярное расположение коаксиальной и волноводной частей (также разработаны и внедряются переходы с соосным расположением и индуктивным возбуждением). Переходы изготавливаются из высококачественных материалов и обладают малыми потерями и отражением, а также имеют высокую стабильность параметров при большом количестве циклов соединений-разъединений в диапазоне рабочих температур $-60...+85^{\circ}\text{C}$. В таблице 4 приведены электрические характеристики серийно выпускаемых коаксиально-волноводных переходов различных производителей.

На рисунке 12 представлены типичные частотные характеристики коэффициента передачи пары последовательно включённых коаксиально-волноводных переходов, произведённых компанией «Микран».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СВЧ-переходы, а также другие элементы СВЧ-тракта широко используются во многих областях современной науки и техники, поэтому их разработка, производство и модернизация на отечественных предприятиях являются очень важными задачами, необходимыми для развития радиоэлектронной промышленности.

В компании «Микран» организован полный цикл производства – от разработки до сервисного обслуживания различных СВЧ-устройств и элементов СВЧ-тракта (переходы, делители, соединители, направленные устройства, оконечные нагрузки и др.) и приспособ-

соблений, необходимых для их правильной эксплуатации (тарированные и поддерживающие ключи, измерители присоединительных размеров и др.). Все они изготавливаются из высококачественных материалов с различными типами соединителей и широко используются в отечественной промышленности.

Комплекты измерителей присоединительных размеров вместе с волновыми и коаксиальными калибровочными наборами для векторных и скалярных анализаторов, в состав которых входят переходы, различные оконечные нагрузки, поддерживающие

и тарированные ключи производства АО «НПФ «Микран», обеспечивают высокое качество калибровки и повторяемость результатов до 50 ГГц. Одновременно с этим метрологические характеристики производимых аксессуаров находятся на одном уровне с лучшими зарубежными образцами.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 56530-2015. Совместимость космической техники электромагнитная. Общие требования к бортовой кабельной сети космической техники.
2. ГОСТ РВ 51914-2002. Элементы соединения СВЧ-трактов электронных изме-

рительных приборов. Присоединительные размеры.

3. 287-2007 – IEEE Standard for Precision Coaxial Connectors (DC to 110 GHz).
4. http://www.micran.ru/sites/micran_ru/tmpl/micran_ru/p/pdf/Soedinitely_web.pdf
5. *Джурицкий К.Б.* Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. – М.: Техносфера, 2006. – 219 с.
6. *Джурицкий К.Б.* Современные радиочастотные соединители и помехоподавляющие фильтры. – СПб: Файнстрит, 2014. – 430 с.
7. <http://www.micran.ru/>



НОВОСТИ МИРА

«РОСЭЛЕКТРОНИКА» РАЗРАБОТАЛА МОБИЛЬНУЮ ЛАБОРАТОРИЮ ЭМС ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

АО «ИМЦ Концерна „Вега“», входящее в холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех», завершило разработку первого отечественного гражданского мобильного лабораторного контрольно-диагностического комплекса для испытаний технических средств по параметрам электромагнитной совместимости – КДК-М ЭМС.

Мобильная лаборатория позволяет произвести оперативную экспериментальную оценку ЭМС при совместном функционировании различных устройств и механизмов, чьи габариты или иные параметры не позволяют проводить проверку в условиях стационарной лаборатории.

Разработка призвана удовлетворить растущий спрос производителей радиоэлектронного и электротехнического оборудования на испытательные услуги.

В России не допускается эксплуатация технических средств, не прошедших проверку на соответствие требованиям по ЭМС. Сертификат выдаётся на основании протокола проведённых исследований в аккредитованной лаборатории. Мобильный КДК-М создан для проведения исследований крупногабаритных нетранспортабельных объектов, например энергетических и промышленных установок, авиационного и железнодорожного оборудования.

КДК-М разработан на базе серийного грузового автомобиля «ГАЗон Next» и по своим техническим характеристикам не уступает зарубежным аналогам. Измерительный комплекс состоит из 3 стоек с оборудованием для приёма и измерения параметров радиосигналов и электромагнитных полей. Комплекс оснащён генераторами и усилителями мощности сигналов, широкополос-

ным радиоприёмником, ПЭВМ сервера и ПЭВМ оператора, автономными источниками бесперебойного питания с двойным преобразованием и комплексами измерительных антенн.

Время развёртывания КДК-М на объекте – не более 2 часов. Одно из преимуществ комплекса – низкое потребление электроэнергии (не более 5 кВт/ч) – позволяет ему работать как от внешней сети электроснабжения, так и от собственного бензинового электрогенератора.

КДК-М оснащён универсальным программным обеспечением на платформе EMC Lab Assistant, разработанным «ИМЦ Концерна „Вега“» и предназначенным для автоматизации измерений параметров ЭМС.

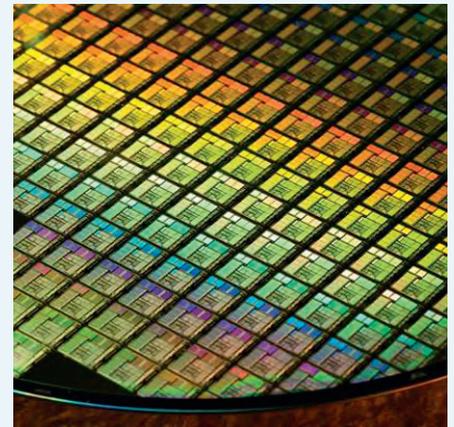
Пресс-служба «Росэлектроники»

UMC ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ГОНКИ ТЕХПРОЦЕССОВ

Третий в мире по величине контрактный производитель полупроводников – тайваньская компания UMC (United Microelectronics Corporation) – вместо разработки техпроцессов с нормами менее 12 нм задумалась о возврате инвестиций на базе развития более зрелых техпроцессов, в частности 28- и 14-нм. Техпроцесс с нормами 14 нм FinFET компания UMC ввела в строй только в прошлом году, что на год с небольшим позже компании TSMC. На очереди внедрение 12-нм техпроцесса, но с этим тоже есть трудности. Отставание от TSMC стало настолько критическим, что в UMC приняли решение вовсе отказаться от гонки техпроцессов.

Разница между выручками TSMC и UMC очень велика. Компания TSMC получила в 2017 году свыше \$32 млрд, а UMC только около \$5 млрд. С такой разницей расходы на НИОКР также будут колоссально

отличаться, что определяет выбор стратегии развития: если TSMC успешно разработала 7-нм техпроцесс, почти завершила разработку 5-нм техпроцесса, а также делает уверенные шаги в направлении 3-нм, то UMC пока остановилась на 12-нм техпроцессе и собирается делать минимальные вложения в разработку как 7-, так и 5-нм техпроцесса.



Однако главной угрозой для UMC является не TSMC, а китайский контрактный производитель полупроводников компания SMIC, которая успешно освоила 28-нм техпроцесс и планомерно внедряет 14-нм производство. На очереди внедрение 7-нм и более мелких техпроцессов. Ориентировочно через 2 года китайская SMIC будет обладать более совершенными техпроцессами и технологиями, чем компания UMC. Это определённо позволит SMIC обойти UMC и по экономическим показателям. При этом важно понимать, что обе они (как и другие лидеры рынка) стремятся расширить своё присутствие на рынке Китая. Для UMC новая стратегия выглядит проигрышной, но другой альтернативы у неё, похоже, нет.

3DNews со ссылкой на Expreview.com

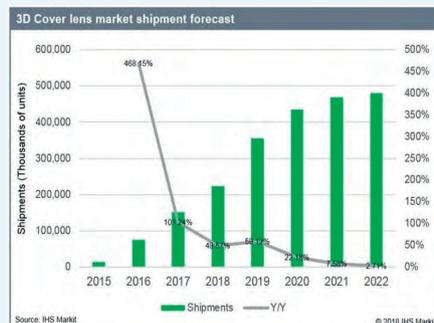
НОВОСТИ МИРА

Аналитики ожидают всплеска поставок устройств с 3D-дисплеями

Естественное желание человека видеть стереоскопическое изображение на экранах мониторов и телевизоров без каких-либо очков всё ещё невозможно удовлетворить с должным качеством. Это должны сделать автостереоскопические дисплеи, принцип работы которых сводится к эффекту той или иной барьерной отсечки картинки (пикселей) для одного глаза, чтобы она не была видна другому. Отдельным направлением таких дисплеев может считаться технология светового поля, которая предполагает управление подсветкой LCD-дисплея для создания направленных лучей подсветки в зависимости от транслируемого изображения. Например, новейший 17" автостереоскопический дисплей компании JDI имеет 69 направлений подсветки в области каждого (предположительно) пикселя.

Всё что объединяет автостереоскопические дисплеи – это массивы мельчайших стеклянных накладных линз как для тыльной части экранов, так и для фронтальной. Выпускать подобные накладные панели довольно сложно. При этом за по-

следний год в производственном оборудовании для выпуска массивов линз для 3D-экранов произошли важные изменения, и объёмы производства таких накладных панелей выросли, что приведёт к взрывному росту выхода устройств с 3D-дисплеями в 2018 году и в течение двух следующих лет. Так, в 2018 году рынок 3D-панелей с линзами обещает достичь 223,5 млн шт, что на 48,6% больше, чем годом ранее. В 2019 году объёмы поставок обещают вырасти ещё на 59,1%, а в 2020 году – ещё на 22,2%.



Проблема с производством массивов стеклянных линз для 3D-экранов кроется в том, что для размягчения стекла и придания нужной формы его поверхности требуется нагрев до +800°C. Формы и оборудование

быстро выходят из строя, что ведёт к ограничению выпуска продукции. По данным аналитиков, китайские производители постоянно испытывают дефицит 3D-массивов линз, что сильно сдерживает появление на рынке устройств с автостереоскопическими дисплеями.

В конце 2017 года производители оборудования для финишной отделки массивов 3D-линз снизили скорость литья и увеличили время на разогрев оборудования до рабочих температур. Это уменьшило производительность оборудования, но также увеличило выход продукции без брака. Как результат, на рынке появилось больше изделий и производители 3D-дисплеев смогли нарастить объёмы производства. Именно это, а также разработка новых технологий формирования массивов стеклянных линз обеспечат взрывной рост направления в ближайшие годы. К примеру, формировать массивы линз сейчас возможно с помощью вакуумного напыления и вакуумной металлизации. Существует также фрезеровальная технология с использованием станков с ЧПУ, но пока она рассматривается как малопродуктивная.

3DNews со ссылкой на IHS Markit

ЖАЖДА СКОРОСТИ

РАЗЪЁМ HAR-SPEED M12 В SLIM-КОРПУСЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ



Pushing Performance



КОМПАКТНЫЙ КОРПУС РАЗЪЁМА
ДИАМЕТР КАБЕЛЯ 4,5–8,8 ММ

ПОЛНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ,
ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ, ПЫЛИ И ВЛАГИ

IP65 IP67

Х-КОДИРОВКА В СООТВЕТСТВИИ С IEC 61076-2-109
СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДО 10 ГБИТ/С



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU



У ИТ-ОТРАСЛИ НЕТ ЧЁТКОГО ПОНИМАНИЯ, КАК ГОСУДАРСТВО БУДЕТ РЕГУЛИРОВАТЬ ЦИФРОВУЮ ЭКОНОМИКУ

У ИТ-отрасли нет пока чёткого понимания, как именно будет происходить управление цифровизацией российской экономики и социальной сферы на уровне государства.



«Отрасль всё ещё хочет увидеть целостную картину того, как государство представляет себе развитие «цифры» в России, какие экспертные и консультационные должности и направления оно хочет развивать, какие институты развития за что отвечают и где в этой картине мира место спецпредставителя», – сообщил директор Ассоциации электронных коммуникаций (РАЭК) Сергей Плуготаренко.

Ранее, 4 июля 2018 года, глава Минкомсвязи Константин Носков сообщил, что в

ключевых российских министерствах появится должность заместителя министра по цифровому развитию, а 10 июля Владимир Путин назначил Дмитрия Пескова из Агентства стратегических инициатив (АСИ) своим спецпредставителем по цифровому развитию.

Российское правительство утвердило программу по развитию цифровой экономики, рассчитанную до 2024 года, в прошлом году. На её реализацию выделено более 3 млрд рублей.

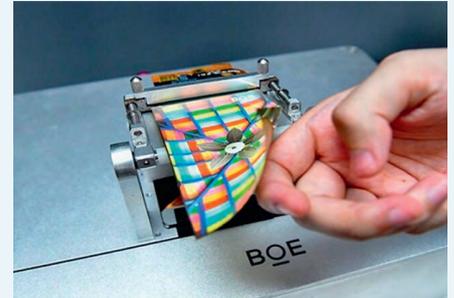
Новости Интернета вещей

В 2019 году BOE Technology готовится выпускать micro-OLED

Новое и перспективное направление для производителей дисплеев – это микродисплеи для гарнитур с погружением в дополненную и виртуальную реальность. За последние годы в направлении развития микродисплеев сделаны гигантские шаги и, как можно ожидать, интерес к данной теме китайских производителей только подстегнёт рынок микродисплеев и устройств на их основе.

Китайский производитель LCD- и OLED-панелей компания BOE Technology приня-

ла решение вскоре приступить к массовому производству micro-OLED. Выпуском микродисплеев OLED будет заниматься компания Kunming BOE Display Technology. Это совместное предприятие BOE Technology и властей города Куньмин (Kunming) – столицы провинции Юньнань на юге Китая.



Активность BOE Technology проявилась в закупке промышленного оборудования для выпуска OLED, включая установки по вакуумному осаждению, депонированию и т.п. Опытное производство micro-OLED с диагональю от 0,5” до 0,8” компания планирует начать в 1-м квартале 2019 года. Внедрять современные технологии производства micro-OLED на линиях компании будут специалисты из американской Kopin Corporation и китайской Olightek Optoelectronic.

3DNews со ссылкой на Digitimes

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>
--	--	--

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
 (495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIP.RU ■ WWW.PROCHIP.RU

Современные дискретные полупроводниковые приборы компании Panasonic Semiconductor Solutions

К 100-летию юбилею корпорации Panasonic

Юрий Петропавловский (petropavlovski@inbox.ru)

В статье рассказывается об основных вехах в истории корпорации Panasonic, описывается её деятельность в области полупроводникового производства, а также рассматриваются особенности современных дискретных полупроводниковых приборов промышленного назначения, выпускаемых компанией Panasonic Semiconductor Solutions.

История PANASONIC SEMICONDUCTOR SOLUTIONS

7 марта 1918 года бывший сотрудник энергетической компании Osaka Electric Light Company Коносуке Мацусита (Konosuke Matsushita, 1894–1989) зарегистрировал в городе Осаке компанию Matsushita Electric Houseware Manufacturing Work. В начале трое сотрудников новоиспечённой компании – сам Коносуке, его жена Мумэно и брат жены Тосио Иуэ (Toshio Iue, впоследствии основатель компании Sanyo Electric) – изготавливали штепсели для подключения электроприборов к ламповым патронам. В то время такой способ подключения к сетям освещения был распространён не только в Японии, но и в других странах. Это было связано с более низкими тарифами энергетических компаний для осветительных сетей по сравнению с сетями, предназначенными для других целей. На рисунке 1 показан сетевой штепсель – первый продукт компании, впоследствии ставшей всемирно известной корпорацией Panasonic.



Рис. 1. Первый сетевой штепсель от Panasonic

Множество подразделений, корпораций, заводов, институтов, торговых-финансовых организаций и аффилированных компаний, входящих в «большую» корпорацию Matsushita Electric Manufacturing Works (с 1929 года), возглавляемую Коносуке Мацуситой, носили в названии его фамилию. В 1933 году Коносуке разработал и представил своим сотрудникам систему автономного управления подразделениями компании, получившую название «концепция индивидуальной ответственности» (Concept of Individual Responsibility). Согласно этой концепции, каждое подразделение должно было отвечать за управление своими заводами и офисами, разработку, производство и продажу продукции, а также поддержание прибыльности операций.



Рис. 2. Подписание Коносуке Мацуситой соглашения о сотрудничестве с Philips

В начале своей деятельности Matsushita Electric занималась производством преимущественно потребительских продуктов, но уже в середине 30-х годов в корпорации были созданы подразделения для производства продуктов промышленного назначения, в частности предназначенных для автомобильной промышленности, а в 1935 году компания была переименована в корпорацию Matsushita Electric Industrial Co., Ltd (MEI), включающую девять подразделений.

После поражения во Второй мировой войне Япония лишилась суверенитета и находилась под контролем союзнических оккупационных войск во главе с генералом Макартуром. Действия оккупационной администрации в области экономики были направлены на разрушение дзайбацу – финансово-промышленных кланов Японии. Компания Коносуке Мацуситы формально не относилась к дзайбацу, однако из-за своих размеров попала под санкции американской администрации, предусматривающие, в частности, отстранение старого руковод-



Рис. 3. Номенклатура полупроводников Panasonic

ства и самого Коносуке от управления компаний.

Полноценная деятельность корпорации возобновилась после окончания оккупации страны в 1952 году, тогда же было основано совместное предприятие Matsushita и Philips (см. рис. 2), получившее название Matsushita Electronics Corporation (MEC). Основной производственной площадкой MEC стал завод Takatsuki Plant в городе Такацуки (префектура Осака), строительство которого началось в 1953 и закончилось в 1956 году. В ассортименте выпускаемой продукции нового завода были электровакуумные приборы и люминесцентные лампы.

Производство полупроводниковых приборов MEC начала в 1957 году, в последующие годы был построен целый ряд заводов (полупроводниковых фабрик) и основано несколько сборочных компаний:

- Nagaoka Plant в префектуре Киото (1968);
- Окаяма Plant в городе Бизене префектуры Окаяма (1970);
- Arai Plant в городе Миоке префектуры Ниигата (1976);
- Uozu Plant в городе Уозу префектуры Тояма (1985);
- Tonami Plant в городе Тонами префектуры Тояма (1994);
- сборочные компании в Сингапуре, Малайзии и Китае.

В 2001 году после поглощения MEC материнской корпорацией Matsushita Electric Industrial Co., Ltd была основана полупроводниковая компания Matsushita Semiconductor Company.

В 2005 году основаны полупроводниковые компании PIDDSC (совместное предприятие MEI и Toyo Dempa Co., Ltd), PIDOSC (бывшая Kagoshima

Matsushita Electronic Co., Ltd), Panasonic Industrial Device Discrete Semiconductor Co., Ltd (дискретные полупроводниковые приборы) и Panasonic Industrial Device Optical Semiconductor Co., Ltd (оптико-полупроводниковые приборы).

В 2008 году произошёл ребрендинг материнской корпорации и всех её основных компаний: в названиях фирм фамилия Matsushita была заменена на название основного бренда (Panasonic), а полупроводниковая корпорация получила название Semiconductor Company, Panasonic Corporation. Впоследствии организационная структура полупроводниковых подразделений корпорации неоднократно изменялась.

Последняя реорганизация полупроводникового бизнеса Panasonic произошла в 2014 году: была основана компания TPSCo (TowerJazz Panasonic Semiconductor Co., Ltd.) – совместное предприятие, 51% акций которой принадлежит Tower Semiconductor Ltd. (Израиль), а 49% – Panasonic Semiconductor Solutions Co., Ltd, также основанной в 2014 году. С японской стороны в СП вошли три завода (Uozu Plant, Arai Plant, Tonami Plant), зарубежные сборочные компании в Сингапуре, Индонезии и Малайзии и испытательный центр United Test and Assembly Center Ltd.

Израильская компания Tower Semiconductor Ltd начала свою деятельность с приобретения фабрики 150-мм полупроводниковых пластин у компании National Semiconductor (США) в 1993 году. В 2009 году была завершена сделка по слиянию с Jazz Semiconductor (Ньюпорт-Бич, США) и название компании изменилось на TowerJazz Semiconductor. В 2011 году

была приобретена фабрика компании Micron Technology в городе Нишываки Хёго (Япония). Уже после объединения с Panasonic в 2016 году TPSCo приобрела фабрику 8" полупроводниковых пластин компании Maxim Integrated Products Inc. в Сан-Антонио (штат Техас, США). Таким образом, в настоящее время TPSCo объединяет 2 фабрики в Израиле, 2 в США и 3 в Японии, что обеспечивает выпуск широкой номенклатуры интегральных микросхем и полупроводниковых приборов по самым современным технологиям ведущих мировых производителей – National Semiconductor, Micron, Maxim, Panasonic и др.

На протяжении многих лет значительная часть электронных компонентов и полупроводниковых приборов для продукции корпорации Panasonic производилась на собственных предприятиях в Японии и других странах. Полупроводниковые фабрики корпорации обеспечивали собственные потребности в микросхемах и полупроводниковых приборах, а также производили их по заказам сторонних производителей радиоэлектронной аппаратуры, выступая в качестве foundry-компаний (заказное производство). Номенклатура полупроводниковых приборов и микросхем Panasonic, предназначенных для открытого рынка, значительно меньше, чем вся номенклатура производимых приборов. На рисунке 3 показаны категории производимых полупроводниковых приборов компании Panasonic Semiconductor Solutions Co. Ltd, техническая информация о продуктах представлена на сайтах корпорации Panasonic и ряда входящих в неё компаний.

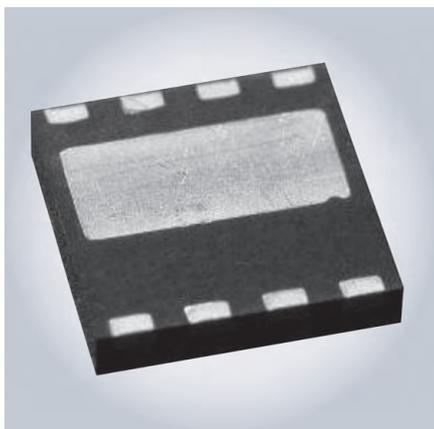


Рис. 4. GaN-транзисторы PGA26E07BA

Номенклатура выпускаемой продукции

В каталогах Panasonic 2018 года представлены следующие категории полупроводниковых продуктов промышленного назначения:

- микрокомпьютеры серий MN103, MN101 с ядром Panasonic; MN1M7, MN1M0 с ядром ARM;
- драйверы двигателей – шаговых, 3-фазных импульсных, коллекторных, для привода механизмов объективов и видеокамер;
- силовые приборы – GaN, AC/DC-преобразователи, DC/DC-преобразователи и модули, мониторы аккумуляторы;
- фотодетекторы – датчики освещённости, ИК-приёмники для систем ДУ;
- микросхемы для видео- и звуковых приложений;
- диоды – Шоттки, TVS, стабилитроны, общего назначения;
- лазерные диоды – красные и инфракрасные;
- микросхемы для систем связи ближнего поля NFC;
- MOSFET-транзисторы – для ламп освещения, коммутации нагрузок, общего назначения, для автомобильных приложений;
- датчики изображения – для мобильных приложений SmartFS®, для систем наблюдения и сетевых видеокамер, для промышленных приложений, для цифровых камер (Digital Still Camera), для вещательных приложений;
- драйверы светодиодов – для систем освещения, для автомобильных приложений;
- светодиоды – белые, для монтажа на поверхность, для полупроводниковых ламп освещения;
- ВЧ-приборы – маломощные усилители, усилители мощности для портативных устройств.

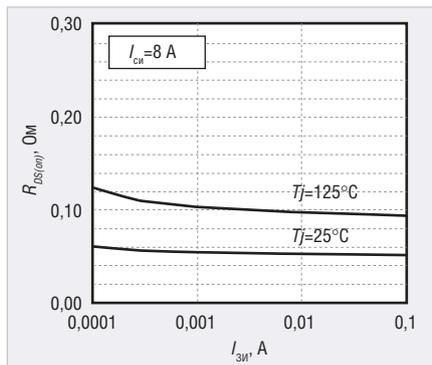


Рис. 5. Зависимости $R_{DS(on)}$ транзистора PGA26E07BA от тока затвора при температурах +25 и +125°C

Следует отметить, что номенклатура полупроводниковых приборов Panasonic на разных сайтах корпорации может различаться в зависимости от регионов предназначения и специализации сайтов.

Реализацию полупроводниковых продуктов Panasonic осуществляет в основном через глобальных дистрибьюторов электронных компонентов, таких как Arrow Electronics, Avnet, DigiKey, Farnell elements14, Future Electronics, Mauser Electronics, Rutronik24, TTI, Master Electronics, Gaideko Elektronik. Ряд дистрибьюторов представлен в России, например Arrow Electronics Russia, Avnet MEMEC Russia, «Farnell element14 Россия», «Mauser Electronics Россия». Перечень полупроводниковых приборов Panasonic представлен на русскоязычном сайте [1].

Транзисторы и транзисторные сборки

В группе дискретных полупроводниковых приборов компании Panasonic представлено более 500 типов диодов и выпрямителей, более 600 типов транзисторов, в том числе биполярных, полевых (JEFT, МОП, GaN) и ВЧ. Рассмотрим особенности некоторых современных МОП- и GaN-транзисторов, выпускаемых компанией.

PGA26E07BA (лист данных 2017 года, внешний вид представлен на рисунке 4) – n-канальный полевой транзистор на основе нитрида галлия (GaN), предназначенный для применения в качестве силового ключа. Прибор выполнен в корпусе DFN размером 8×8×1,25 мм. Нитрид галлия является полупроводником с широкой запрещённой зоной, что определяет ряд особых свойств полевых транзисторов на его основе. Благо-

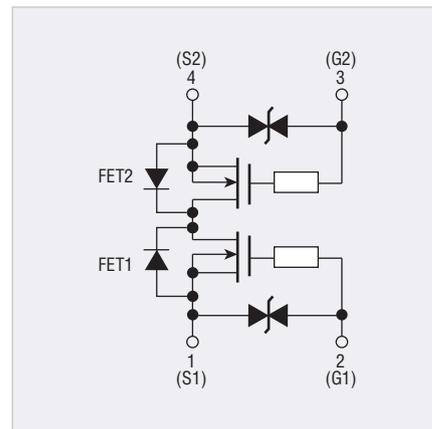


Рис. 6. Структура приборов серии FC4B2x

даря высокой подвижности носителей заряда сопротивление открытого канала GaN-транзисторов весьма мало; для рассматриваемого прибора типовое значение $R_{DS(on)}$ при токе стока 8 А составляет 55 мОм. На рисунке 5 приведены зависимости $R_{DS(on)}$ транзистора от тока «затвор – исток» прибора при различных температурах.

Критическая напряжённость электрического поля нитрида галлия очень высока, поэтому и пробивное напряжение GaN-транзисторов выше, чем у сопоставимых кремниевых; у рассматриваемого прибора допустимое напряжение «сток – исток» составляет 600 В (импульсное – 750 В). У GaN-транзисторов концентрация собственных носителей меньше, чем у кремниевых приборов – это позволяет использовать их при больших температурах, чему способствует и более высокая теплопроводность нитрида галлия. Рассматриваемый прибор может рассеивать до 96 Вт при токе стока до 61 А и температуре корпуса +25°C, а диапазон рабочих температур кристалла находится в пределах –55...+150°C. Важным достоинством приборов на основе GaN является высокая радиационная стойкость, что позволяет успешно применять их в условиях открытого космоса.

Некоторые другие параметры рассматриваемого прибора: входная/выходная ёмкости – 405/71 пФ, заряд затвора – 5 нК, время нарастания/спада выходных импульсов – 5,6/2,4 нс, время задержки включения/выключения – 3,7/5,5 нс, тепловое сопротивление кристалл/корпус – 1,3°C/Вт.

PGA26E19BA (лист данных 2017 года) – n-канальный полевой GaN-транзистор, выполненный в таком же корпусе, что и рассмотренный выше прибор, и отличающийся меньшей мощностью рассеивания ($P_{расс} = 66$ Вт,

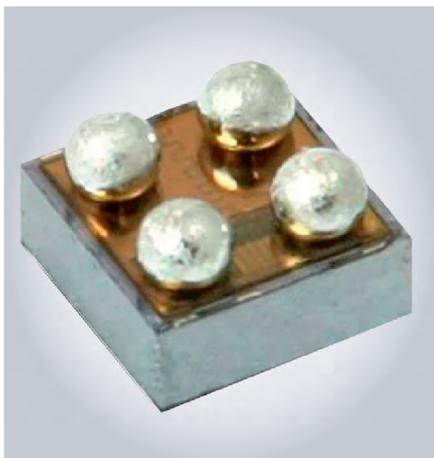


Рис. 7. Прибор серии FC4B2x

ток стока $I_{с, макс} = 13$ А). Другие отличающиеся параметры: $R_{DS(on)} = 140$ мОм, входная/выходная ёмкость – 160/28 пФ, заряд затвора – 2 нК.

Серия FC4B2x (листы данных 2015 года) – сборки из 2 n-канальных кремниевых полевых транзисторов с резисторами затворов, защитными диодами и стабилитронами. Структура приборов приведена на рисунке 6. Приборы выполнены в миниатюрных корпусах CSP различных

размеров (от 0,6×0,6×0,1 мм). Внешний вид устройств показан на рисунке 7. Основное назначение приборов – встроенные схемы защиты литий-ионных аккумуляторов.

Приборы серии отличаются сравнительно малым сопротивлением открытых каналов «исток 1 – исток 2» от 80 (FC4B21300L1) до 10 мОм (FC4B22180L1). Мощностные и токовые параметры приборов, а также их габариты определяются конкретным типом прибора и условиями отвода тепла при установке на различные подложки. Основные параметры серии FC4B22180L1:

- максимальное напряжение «исток 1 – исток 2» (выводы S1/S2) – 20 В для FC4B22180L1 и FC4B22270L, 12 В для FC4B21300L1 и FC4B21320L1;
- максимальный ток истоков – 2 (FC4B21300L1), 4 (FC4B21300L1), 8 (FC4B22270L), 10 А (FC4B22180L1) при монтаже приборов на керамическую подложку размером 70×70×1 мм; при монтаже на подложку из материала FR4 размером 25×25×1 мм максимальные токи уменьшаются до значений 1,5/2,5/4/5 А соответственно;

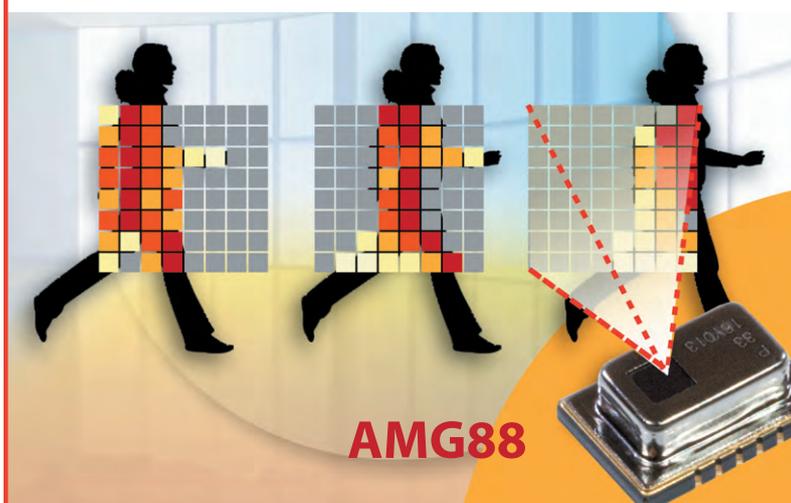
- мощность рассеяния при монтаже на керамическую подложку – 0,6/0,9/1,5/1,5 Вт соответственно;
- максимальная температура каналов транзисторов +150°C, диапазон температур хранения –55...+150°C.

Схема для измерения временных параметров прибора FC4B22180L1 и его переходные характеристики приведены на рисунке 8. Время нарастания/спада выходных импульсов схемы t_r/t_f составляет 1,6/2,4 мкс, время задержки включения/выключения – 0,9/5 мкс.

Серия FC6B2x (листы данных 2015 года) – от приборов рассмотренной выше серии FC4B2x данные сборки отличаются повышенным током истоков (до 17 А) и меньшим сопротивлением открытого канала $R_{DS(on)}$ – 4,3...4,9 мОм. Приборы выполнены в 6-выводных корпусах CSP различных размеров (см. рис. 9).

FC8V36060L (лист данных 2016 года) – микросборка из 2 n-канальных быстродействующих MOSFET-транзисторов, встроенных защитных диодов и стабилитронов. Прибор выполнен в 8-выводном пластиковом корпу-

ИК датчики температуры Panasonic



AMG88

- ✓ Детектирование объектов на расстоянии 7 метров
- ✓ Законченная система теплового зрения: передача изображения в виде матрицы 8x8
- ✓ Датчик-сборка: оптическая линза, керамическое основание, ИК матрица, ЦАП, термистор
- ✓ Точность измерения 2.5 и 3 градуса

Honeywell

TDK

BOURNS
Reliable Electronic Solutions

VISHAY

repol S.A.

3M

SICK

OSRAM

TE
connectivity

Panasonic

JAMICON

MITSUBISHI
ELECTRIC

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

Реклама

www.platan.ru
ПЛАТАН

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, info@platan.ru;
м. Электрозаводская, Семеновская наб., д. 3/1, к. 5, эт. 1, пом. III, ком. 5, (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

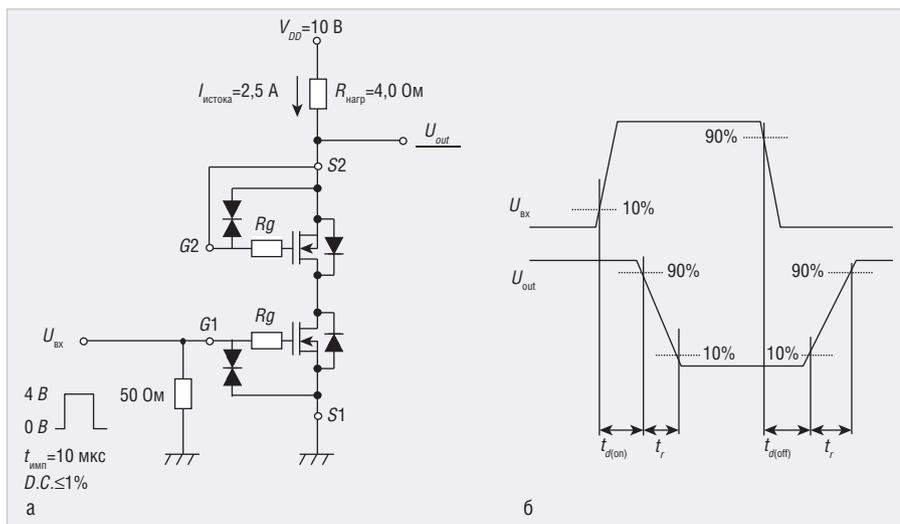


Рис. 8. Схема измерений выходных параметров приборов серии FC4B2x (а) и переходные характеристики (б)

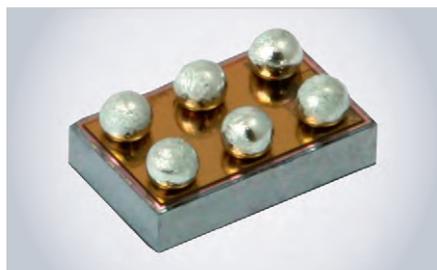


Рис. 9. Прибор серии FC6B2x



Рис. 10. Прибор серии FC8Vx

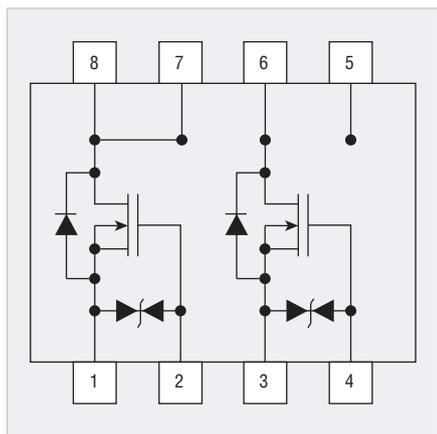


Рис. 11. Структура прибора серии FC8Vx

се SC-115 размерами 2,9×2,4×0,81 мм (см. рис. 10). Структура прибора приведена на рисунке 11. Устройство предназначено для коммутации нагрузок, а также для схем защиты литий-ионных аккумуляторов. Основные параметры прибора:

- максимальное напряжение «сток – исток» – 60 В;
- максимальный ток стока – 3 А (импульсный – 9 А);
- сопротивление открытого канала – 60 мОм при токе стока 1,5 А;
- заряд затвора – 7 нс, время нарастания/спада выходных импульсов – 7/6 нс;

- диапазон температур хранения –55...+150°С.

FCAB21350L1 (лист данных 2015 года), FCAB21490L, FCAB21520L (листы данных 2016 года) – сборки из n-канальных MOSFET-транзисторов, защитных диодов, стабилитронов и резисторов затворов (структура аналогична представленной на рисунке 7). Приборы выполнены в специализированных миниатюрных корпусах (см. рис. 12) толщиной порядка 0,1 мм с 10 или 8 полосковыми выводами. Размеры корпусов – порядка 3×1,7×0,11 мм. Приборы отличаются чрезвычайно низким значением сопротивления «исток 1 – исток 2», $R_{DS(on)}$ порядка 2 мОм при токе до 6 А. При максимально допустимом напряжении «исток 1 – исток 2» 12 В приборы допускают прямой ток до 12–16 или 27–35 А в зависимости от типов подложки (FR4 или керамика) и прибора.

Серия FJ4B01x (листы данных 2014 года) – одиночные p-канальные MOSFET-транзисторы с защитными диодами и стабилитронами. Внешний вид приборов показан на рисунке 13. Несмотря на миниатюрные размеры (от 0,6×0,6×0,1 мм до 1,2×1,2×0,1 мм), транзисторы отличаются большим током стока (1,5...6 А), что обеспечивает их применение

в качестве быстродействующих коммутаторов нагрузок (время нарастания/спада порядка 2,5...12 нс). Сопротивление открытого канала транзисторов в зависимости от конкретного типа прибора составляет 20...120 мОм при токе стока 1,5...2 А.

Серия FK4B01x (листы данных 2014 года) – одиночные n-канальные MOSFET-транзисторы, выполненные в тех же корпусах, что и приборы серии FJ4B01x (см. рис. 13). Соответствующие параметры транзисторов данных серий также близки.

В ассортименте МОП-транзисторов Panasonic, разработанных после 2010 года, представлены десятки типов приборов. Далее перечислены некоторые из них.

Серия MTM – одиночные и двояные n-канальные и p-канальные транзисторы средней мощности в различных корпусах (SOT-323, SC-113, SC-70 и др.) с защитными диодами и стабилитронами. Основное назначение приборов – схемы коммутации сигналов (MTM23x, MTM76x, MTM86x) и схемы защиты литий-ионных аккумуляторов (MTM78x).

Серии SK830x, SK840x, SK860x – одиночные n-канальные MOSFET-транзисторы средней мощности с защитными обратными диодами в корпусах HSSO8 (см. рис. 14), предназначенные для применения в DC/DC-преобразователях напряжения и силовых коммутаторах сигналов. Напряжение «сток – исток» всех приборов 30 В, ток стока в зависимости от конкретного типа прибора составляет 18–103 А при температуре корпуса +25°С. Приборы отличаются малым и очень малым сопротивлением открытого канала $R_{DS(on)}$ – от 1,8 (SK8603140L) до 24 мОм (SK830321KL) и обеспечивают работу в промышленном диапазоне рабочих температур окружающей среды –40...+85°С.

Компания Panasonic выпускает и несколько типов полевых n-канальных транзисторов с управляющим p-n-переходом серии DSKx, выполненных в миниатюрных трёхвыводных корпусах SC-85, SC-89, SC-105. Приборы предназначены для применения в малошумящих усилителях низких частот, усилителях для пирозлектрических датчиков, используемых в системах охранной сигнализации и противопожарных системах, а также для устройств преобразования импеданса в частоту.

В ассортименте полупроводниковых продуктов Panasonic представлены десятки типов биполярных транзисто-

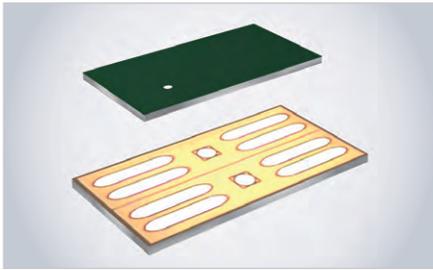


Рис. 12. Прибор серии FCB21x

ров и транзисторных сборок серий DSA (p-n-p, высокочастотные), DSC (n-p-n, высокочастотные), DME, DMG (ВЧ, комплементарные пары), DMA (p-n-p, сдвоенные), DMC (n-p-n, сдвоенные), DRA (p-n-p, с резисторами смещения), DRC (n-p-n, с резисторами смещения).

Диоды и стабилитроны

Компания также выпускает широкую номенклатуру полупроводниковых диодов. В разделе «Диоды и выпрямители Panasonic» каталога «Mouser Electronics Россия» 2018 года представлены следующие категории продуктов:

- диоды общего назначения (управление питанием, коммутация) и выпрямители – более 50 типов приборов се-

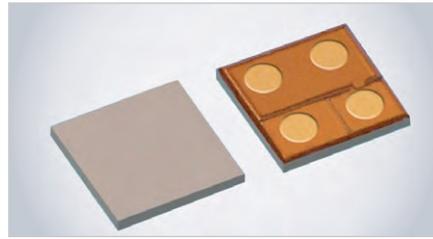


Рис. 13. Внешний вид приборов серий FJ4B01x и FK4B01x

рий DAx, DBx, BAVx, выполненных в миниатюрных 2/3/4/5/6-выводных корпусах для монтажа на поверхность (цифра в названии соответствует числу выводов – DA2, DB3, DA4, DA6);

- диоды для подавления скачков напряжения и схем защиты от статического электричества – более 15 типов приборов серий DY2x, EZA-EGx, DZx, DEx; приборы со статусом «новый продукт» – DY2M5Z0C0L1, EZA-EG1N50AC, EZA-EG2N50AX;
- диоды и выпрямители Шоттки – более 120 типов приборов серий DB2x, DB3x, DB4x, DB5x, DB6x в миниатюрных корпусах для монтажа на поверхность;
- стабилитроны – около 300 типов приборов серии DZx на самые раз-

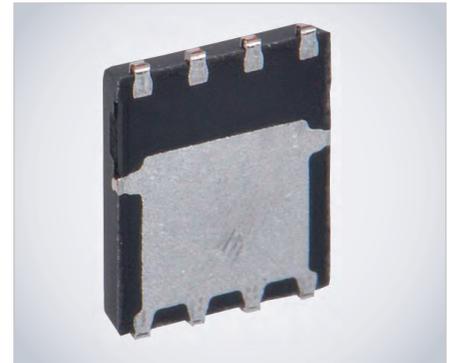


Рис. 14. Прибор серии SK8x

личные напряжения в пределах от 2,4 до 51 В в миниатюрных корпусах для монтажа на поверхность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания Panasonic выпускает широкую номенклатуру дискретных полупроводниковых приборов на фабриках, расположенных в Японии, при этом обеспечивается высокое качество и надёжность изделий для промышленных приложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://ru.mouser.com/>



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ЭЛЕКОНД

КОНДЕНСАТОРЫ

разработка и производство

оксидно-электролитические алюминиевые

K50-15, K50-17, K50-27, K50-37, K50-68, K50-74, K50-76, K50-77, K50-80, K50-81, K50-83, K50-84, K50-85, K50-86, K50-87, K50-88, K50-89, K50-90, K50-91, K50-92, K50-93, K50-94, K50-95, K50-96

объемно-пористые танталовые

K52-1, K52-1M, K52-1БМ, K52-1Б, K52-9, K52-11, K52-17, K52-18, K52-19, K52-20, K52-21, K52-24, K52-26, K52-27

оксидно-полупроводниковые танталовые

K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66, K53-68(чип), K53-71(чип), K53-72(чип), K53-74(чип), K53-77(чип), K53-78(чип)

ионисторы (суперконденсаторы)

K58-26

накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов

Россия, 427968, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Калинина, 3
 Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77
 Факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53
 e-mail: elecond-market@elcudm.ru
<http://www.elecond.ru>

Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015

Новый энкодер с тачскрином от Grayhill: интуитивно понятный пользовательский интерфейс

Джим О’Доннелл (Grayhill)

Перевод: Ольга Романовская

Компания Grayhill специализируется на создании решений в области человеко-машинного интерфейса с 1943 года. К стандартным решениям в портфолио компании относятся оптические и механические энкодеры, клавиатуры, джойстики, различные переключатели. Недавно Grayhill представила новый энкодер с тачскрином, обещающий повысить эффективность при использовании всего одного компонента вместо нескольких привычных, а также сэкономить место на панели оператора.

Промышленные дизайнеры всегда находятся в поиске решений, улучшающих человеко-машинный интерфейс (ЧМИ), используя и комбинируя привычные компоненты: энкодеры, джойстики, трекболы, сенсорные экраны. При этом стоимость компонентов должна быть экономически эффективной, а манипуляции пользователя – ассоциативно понятными. На приборной панели оператора сегодня может располагаться до 20 или более различных компонентов для регулировки, настройки и управления. Фирма

Grayhill, обладающая огромным опытом в разработке решений в области ЧМИ, учитывая тенденции миниатюризации, повышения эффективности и адаптивности интерфейса, представила новинку – энкодер со встроенным тачскрином с поддержкой множества конфигураций и языков [1, 2].

В таблице приведён краткий обзор некоторых решений в области ЧМИ, а также описаны их преимущества и недостатки.

Современные тенденции развития глобального рынка способству-

ют использованию новых технологий. Производители, продающие свои устройства по всему миру, должны осуществлять поддержку нескольких языков на платформах своих устройств или стандартизировать используемые значки и иконки (что требует последующего обучения персонала). Наконец, широкое использование планшетов и мобильных телефонов меняет представление о внешнем виде интерфейса: пользователям необходим интерфейс с сенсорным экраном даже для некоторых приложений, где люди должны выполнять операции «не глядя». Именно для таких случаев энкодер с тачскрином подходит лучше всего, поскольку позволяет довольно легко осуществлять навигацию с элементами управления без необходимости смотреть на дисплей. Преимущества использования энкодера с тачскрином состоят в том, что он даёт возможность сократить число компонентов до одного, эффективно использовать рабочее пространство оператора, уменьшить размеры приборной панели. В зависимости от того, как разработчик сконфигурирует интерфейс энкодера через приложение, устанавливаемое на планшет или телефон, будет определяться количество функций, выполняемых этим устройством. Так постепенно можно заменить до 10 компонентов одним энкодером Grayhill.

Энкодер с тачскрином Grayhill, или тач-энкодер (см. рис. 1), представля-

Основные решения в области ЧМИ

Элемент ЧМИ	Целевое назначение	Преимущества	Недостатки	Стоимость (1 – низкая, 4 – очень высокая)
Поворотный переключатель	Простое управление/переключение	Прочность, простота интерфейса	Ограниченный функционал	1
Кнопочный переключатель	Простое управление/переключение	Прочность, простота интерфейса	Ограниченный функционал	1
Трекбол	Навигация по активной области экрана/меню	Точное позиционирование, использование в любых условиях	Цена, нет защиты от загрязнения, трудно очищается	3
Джойстики на эффекте Холла	Управление, навигация	Компактность, надёжность, долгий срок службы	Ограниченный функционал	2
Дисплей с тачскрином	Навигация по активной области экрана, управление, отображение информации	Много функций, возможность кастомизации интерфейса	Цена, отсутствие функции «управление не глядя», требуется существенная доработка для применения в суровых условиях	4
Энкодер с тачскрином	Навигация по активной области экрана, управление, тачскрин	Возможность различной конфигурации, поддержка разных языков, герметичность, промышленное исполнение, поддержка опции «управление не глядя», соотношение цена/функциональность	–	2



Рис. 1. Энкодер с тачскрином Grayhill



Примечание: тач-энкодер заменил трекбол, 4 переключателя и 8 кнопок.

Рис. 2. Панель УЗИ-аппарата



Рис. 3. Использование тач-энкодера для внедорожных применений

ет собой устройство, совмещающее магнитный энкодер, переключатель и встроенный сенсорный экран. Он выполнен в промышленном дизайне с прочным корпусом, выдерживающим механические удары, вибрацию согласно ANSI EP455 5.15.2. Диапазон рабочих температур $-20...+65^{\circ}\text{C}$. Корпус устройства имеет защиту от влаги и пыли IP67 и устойчив к химическим реагентам. Бесконтактный магнитный энкодер, работающий на основе эффекта Холла, обеспечивает значительный срок службы – свыше 1 млн циклов вращения. Переключение положений является стабильным в течение всего срока службы.

Тач-энкодер имеет встроенный в верхнюю поверхность яркий цветной TFT LCD 320×300 дисплей с проекционно-ёмкостным тачскрином. Диаметр устройства – 55,88 мм, диаметр дисплея – 33,5 мм. Дисплей выполнен с применением технологии оптического бондинга и имеет антибликовое покрытие, что обеспечивает отличную видимость при солнечном свете.

Новое устройство от Grayhill может использоваться в большом количестве приложений, особенно в тех, где компактность и экономия места играют важную роль при проектировании новых изделий. Например, разработчики медицинского оборудования могут применять тач-энкодер для упрощения интерфейса в аппаратах ультразвуковой диагностики, инвалидных креслах, стерилизационном оборудовании. На рисунке 2 показан пример панели УЗИ-аппарата с использованием тач-энкодера Grayhill. Он позволяет упростить интерфейс и заменить ряд компонентов, таких как



Рис. 4. Комплект разработчика

трекбол, кнопочные и поворотные переключатели.

Во внедорожном транспорте данный энкодер может устанавливаться на приборной панели или панели-подлокотнике, где очень важны ассоциативно понятное управление «не глядя», герметичность и возможность подключения через CAN-шину (см. рис. 3).

Тач-энкодер также является лучшим выбором для цифровых аудиовидеосистем, т.к. он позволяет осуществлять быстрое управление смешанными задачами. Вместо того чтобы перемещаться между несколькими переключателями и кнопками для настройки аудио- и видеofункций, звукорежиссёры могут осуществлять управление с одного устройства, меняя виджеты на тачскрине энкодера. В подавляющем большинстве приложений разработчики используют универсальную последовательную шину (USB) или протокол CAN-bus для передачи данных между тач-энкодером и компьютером. На внедорожном транспорте, а также в промышленных и некоторых медицинских устройствах

(интервенционные устройства, рентген или КТ-сканеры) протокол CAN-bus повсеместно используется для надёжной передачи данных между устройствами через CAN-шину.

Разработанная Grayhill новая технология, способная объединить множество функций в одном устройстве, тем не менее очень проста в программировании и настройке. Для тестирования Grayhill предлагает чрезвычайно простой комплект разработчика, включающий планшет и беспроводной модуль со встроенным тач-энкодером (см. рис. 4). На сайте компании Grayhill размещена пошаговая инструкция по программной настройке устройства через приложение на планшете (см. рис. 5). Тач-энкодер имеет встроенную память 32 МБ, благодаря которой на устройстве может храниться до сотни различных проектов. Промышленные дизайнеры могут персонализировать мультитач-жесты, выбирать изображения для иконок из библиотек или создавать новые, настраивать отображение, программировать действия, производимые по касанию тачпада, самостоятельно. Отладоч-



Рис. 5. Пример настройки тач-энкодера с помощью приложения на планшете

ный комплект разработчика использует для передачи данных беспроводные технологии.

Получив комплект разработчика, дизайнеру достаточно распаковать его и ознакомиться с тем, как написать

программу, используя приложение на планшете.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объединив функциональность поворотного переключателя и сенсорного

дисплея, тач-энкодер предлагает пользователю вариант создания интуитивно понятного и адаптивного пользовательского интерфейса. Пользователи могут осуществлять навигацию и перемещаться по меню путём пролистывания и касания сенсорного дисплея, а также вращения кольца энкодера. Согласованность действий, положительный тактильный отклик соответствуют ожидаемому качеству продукта, а яркий цветной дисплей подчёркивает брендованность и создаёт положительное впечатление от знакомства с устройством.

Цель любого устройства ЧМИ – сделать опыт взаимодействия с устройством как интуитивно понятным, так и приятным. Тач-энкодер предлагает промышленным дизайнерам стильный и универсальный интерфейс в сочетании с прочным конструктивом для работы в самых суровых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.grayhill.com/assets/1/7/Touch_Encoder_White_Paper.pdf
2. http://www.grayhill.com/assets/1/7/Touch_Encoder_Datasheet.pdf



ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

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




PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама



- ✓ РЕШЕНИЯ ПО ПОДБОРУ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ
- ✓ ПОДДЕРЖКА СКЛАДА
- ✓ ТЕХНИЧЕСКАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

Важные аспекты проектирования и тестирования беспроводных медицинских приборов

Джанет Ои (Keysight Technologies)

В последнее время имели место случаи отказа беспроводных медицинских приборов с негативными последствиями для пациентов, жизнь которых зависела от этих приборов. В статье рассказывается о том, чему нужно уделять особое внимание при проектировании жизненно важной медицинской аппаратуры.

Представьте ситуацию, когда приходится отзываться установленный медицинский прибор из-за того, что его батарея проработала меньше, чем ожидалось. А теперь представьте, что этот прибор имплантирован в тело пациента и извлекать его нужно хирургическим путём. Известен случай, когда были отозваны имплантируемые кардиовертеры (ICD) и ресинхронизирующие сердечные дефибрилляторы (CRT-D) из-за преждевременного разряда батарей [1]. Такие случаи очень дорого обходятся производителям медицинского оборудования и открывают путь конкурентам. Всего этого можно избежать, если спроектировать беспроводные медицинские приборы таким образом, чтобы они работали правильно в самых суровых условиях эксплуатации. Что же должны учитывать производители, проектируя беспроводные медицинские приборы? Вот некоторые наиболее важные аспекты:

- настройка и тестирование медицинских приборов с имитаторами датчиков;
- оптимизация времени работы медицинских приборов от батареи;
- защита медицинских приборов от радиочастотных помех – главной угрозы безопасности пациента;
- тестирование радиоинтерфейса беспроводных медицинских приборов в условиях, соответствующих условиям медицинского учреждения.

Настройка и тестирование медицинских приборов с имитаторами датчиков

В настоящее время в данной отрасли чётко выраженной тенденцией является применение медицинских приборов IoT и беспроводных датчиков. То, что раньше можно было встретить лишь в больницах и клиниках, теперь применяет-

ся в домашних условиях в портативных вариантах исполнения. Основной упор делается на автономные медицинские приборы небольшого размера, не оказывающие побочных воздействий. Однако, несмотря на столь очевидный прогресс автономных портативных медицинских приборов, пользователи ожидают получить от них ещё большую функциональность и высокие характеристики.

В качестве основной рекомендации при тестировании подобных приборов можно выделить использование высокоточных датчиков для имитации различных патологий. Электроника медицинского прибора получает информацию от датчиков и использует её для своей работы, поэтому очень важно проверить, настроить и протестировать датчики на этапе их производства. Для корректной обработки данных, полученных от датчиков, интеллектуальному медицинскому прибору нужны высококачественные сигналы. В связи с этим возникает потребность в генерации сверхточных и чистых сигналов. Для имитации разного рода физиологических сигналов и их отклонений от нормы можно использовать такие приборы, как генераторы сигналов произвольной формы (AWG). С их помощью можно формировать неперiodические импульсы и искажения, используемые для имитации и измерения характеристик сложных медицинских приборов.

Оптимизация времени работы медицинских приборов от батареи

Технологический прогресс в области производства портативных беспроводных медицинских приборов делает чрезвычайно важным продление срока службы батарей, от которых они питаются. Батареи, помимо выдаю-

щихся массогабаритных характеристик, должны обладать большим сроком службы, отвечая при этом множеству различных требований, характерных для данных очень специфических приложений. В результате точное измерение профиля тока батарей становится крайне важным этапом проектирования медицинских приборов, который позволяет достичь минимального энергопотребления.

Для точного измерения профиля тока необходимо использовать приборы с достаточным измерительным диапазоном. Тестирование цепей питания медицинского прибора должно быть неотъемлемой частью процесса его проектирования. Это помогает производителям оценить предполагаемый срок службы батареи, выявить события с наибольшим энергопотреблением и найти компромиссы, позволяющие продлить срок службы батареи. Вот некоторые ключевые аспекты проектирования и тестирования, которые следует учитывать при снятии профиля потребляемого тока беспроводных медицинских приборов:

- высокая точность на малых токах – необходимо точно измерять очень малые токи покоя, поскольку медицинский прибор может находиться в таком состоянии довольно долго;
- широкий динамический диапазон измеряемого тока – нужно с высокой точностью измерять токи в широких пределах от больших до малых, вплоть до нуля;
- быстрый захват данных – необходимо отслеживать кратковременные переходные процессы, связанные с работой микропроцессора, т.е. выполнять широкополосные измерения тока;
- необходимо применять оборудование, способное эффективно отлаживать устройства вплоть до уровня отдельных участков схем или даже компонентов, и выявлять потенциально проблемные области схемы;
- большой срок службы – нужно обеспечить надёжную и безотказную работу медицинского прибора в течение продолжительного времени.

Для эффективного тестирования и проверки цепей питания беспроводных медицинских приборов можно

использовать осциллограф, анализатор питания постоянного тока с модулем источника/измерителя (SMU) или анализатор формы токовых сигналов. Выбор контрольно-измерительных приборов зависит от динамического диапазона тока и полосы пропускания тестируемого устройства.

ЗАЩИТА МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ ОТ РАДИОЧАСТОТНЫХ ПОМЕХ

Экспоненциальный рост числа устройств с радиоинтерфейсом создаёт серьёзные проблемы, поскольку беспроводные медицинские приборы вынуждены сосуществовать в эфире с множеством других устройств, работающих на близких частотах. Сотовый телефон может вызвать остановку инфузионного насоса, а работа кардиостимулятора может быть нарушена внешним посторонним излучением. Всё это создаёт потенциальные риски, угрожает безопасности пациента и мешает эффективному оказанию медицинской помощи. В связи с этим проверка радиочастотной совместимости становится важнейшим этапом, позволяющим определить способность медицинского прибора сохранять свою функциональность в присутствии других радиосигналов на собственной и соседних частотах.

В США Управление по контролю продуктов и лекарств (FDA) опубликовало новый технический отчёт (TIR) Ассоциации содействия развитию медицинской техники (AAMI). В отчёте даны рекомендации (и описан соответствующий процесс) по проверке радиочастотной совместимости беспроводных медицинских приборов в рамках общего управления рисками. Помимо этого, Американский национальный стандарт по радиочастотной совместимости ANSI C63.27 описывает процесс оценки и соответствующие методы тестирования, помогающие производителям медицинских приборов эффективно проверять способность беспроводных устройств работать совместно с другими беспроводными устройствами в реальной радиочастотной обстановке. Документ определяет четыре метода тестирования радиосовместимости:

1. Тестирование наведённых ВЧ-помех через проводное соединение.
2. Многокамерное тестирование.
3. Тестирование в безэховой камере (RAC) или в отдельной большой камере.

4. Тестирование излучений в открытой среде или в открытой лаборатории.

Все методы тестирования обладают своими достоинствами и недостатками и отличаются друг от друга воспроизводимостью, практической применимостью и временем тестирования. Все методы позволяют контролировать и документировать ВЧ-сигналы с помощью анализатора спектра, предпочтительно анализатора, выполняющего анализ в режиме реального времени.

ТЕСТИРОВАНИЕ РАДИОИНТЕРФЕЙСА БЕСПРОВОДНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ В УСЛОВИЯХ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Медицинские учреждения характеризуются очень сложной радиочастотной обстановкой. Там работают не один и не два, а буквально десятки тысяч мобильных устройств. В отличие от более предсказуемой сетевой инфраструктуры складского или производственного помещения, в медицинском учреждении всё не так просто: радиосигналы инфузионных насосов, телеметрических датчиков и приборов для контроля состояния пациента должны преодолеть отражающие преграды и достичь точки доступа. При этом существуют зоны, экранированные от ВЧ-излучений, такие как отделение радиологии, которые препятствуют прохождению радиосигналов. Производители медицинских приборов уже не могут рассчитывать на то, что конфигурация сети автоматически окажется оптимальной для обеспечения необходимых характеристик их изделий. Для того чтобы обеспечить абсолютную достоверность данных, тревожных сигналов и жизненно важных событий, поставщики сетевых услуг должны организовать надёжное взаимодействие медицинских приборов в режиме реального времени во всей сети.

Для противодействия помехам окружающего оборудования следует выполнять сквозное тестирование. Когда нескольким беспроводным устройствам – медицинским или другим – приходится бороться за ресурсы беспроводной сети (WLAN), нужно выработать стратегию ранней проверки на всех этапах – от проектирования медицинского прибора до серийного производства и внедрения. Для базового тестирования сетей, устройств и приложений нужно выполнить несколько важных проверок, а также специальные тесты, такие как тесты роуминга и операционной совме-

стимости. Генерация трафика позволяет воссоздать реалистичные условия сети и радиочастотной обстановки, а также симулировать изменение этих условий, например возрастание расстояния, роуминг и систематические помехи. Автоматическое тестирование позволяет быстро выполнять и повторять сотни тестов без вмешательства оператора. Анализ характеристик необходим для проверки соответствия параметров тестируемого медицинского прибора всем стандартным механизмам аутентификации/шифрования, включая WEP, WPA-PSK, WPA2-PSK и WPA-EAP-TLS.

Для обеспечения бесперебойной работы необходимо всесторонне протестировать и проверить параметры Wi-Fi-инфраструктуры и убедиться, что медицинский прибор и сеть, к которой он подключён, не оказывают друг на друга негативного влияния. Производители медицинских приборов и элементной базы для них должны выполнять тесты, гарантирующие бесперебойную эксплуатацию продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система здравоохранения постоянно развивается за счёт внедрения инноваций и технологических достижений. Федеральные агентства контролируют и обеспечивают безопасность здравоохранения с помощью всеобъемлющих нормативных актов, а конечные пользователи предъявляют всё более высокие требования. В связи с этим производители медицинских приборов и медицинские учреждения должны неукоснительно контролировать надёжность и качество продукции. К счастью, контрольно-измерительные решения, инфраструктура и практические методы стремительно совершенствуются, помогая обеспечивать необходимую производительность изделий и снижать риски. Затраты на оценку новых продуктов перед внедрением ничтожно малы по сравнению с затратами, которые могут возникнуть при отказе медицинского прибора.

Информация о контрольно-измерительных решениях IoT для здравоохранения от компаний Keysight и Ixia приведена в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/ListofRecalls/ucm526317.htm>
2. <https://www.keysight.com/us/en/solutions/internet-of-things-iot/health-care.html>



Преимущества применения точных нелинейных моделей при проектировании усилителей мощности в NI AWR Design Environment

Тед Лонгшор (Quasonix), Ларри Данливи (Modelithics)

В статье описываются преимущества, которые получает разработчик при использовании точных нелинейных моделей. Применение нелинейных моделей и мощных средств проектирования NI AWR Design Environment позволяет создать реально работающий усилитель мощности всего за одну итерацию.

ВВЕДЕНИЕ

Использование нелинейных моделей транзисторов позволяет одновременно проводить оптимизацию значений коэффициента усиления, выходной мощности, КПД, а также линейности модуляции в заданной рабочей полосе при определённой температуре. Несмотря на то что с применением таких моделей увеличиваются общие издержки производства, они компенсируются сокращением времени разработки устройства и повышенной производительностью работы инженеров.

В статье рассматривается применение точных нелинейных моделей транзисторов, которое позволяет смоделировать усилитель мощности (УМ) за одну итерацию [1]. В приведённом примере описывается процесс проектирования двухкаскадного усилителя для радиотелеметрической связи, выполненный в среде NI AWR Design Environment (Microwave Office) на основе библиотек моделей от компании Modelithics (Modelithics® CLR и Modelithics-Qorvo GaN) [2].

Как правило, нелинейные модели, данные load-pull и другие параметры активных устройств поставляются их производителями. Тем не менее такие модели существуют далеко не для всех устройств, а в ряде случаев существующие модели могут не отвечать требованиям точности. Таким образом, для получения высокоточной нелинейной модели потребуются дополнительные расходы, связанные либо с получением моде-

ли от производителя, либо с проведением измерений собственными силами, либо с оплатой услуг сторонних компаний – создателей моделей [3, 4].

НЕЛИНЕЙНЫЕ МОДЕЛИ

Разработка усилителя мощности – это всегда поиск компромисса между усилением и мощностью, КПД и линейностью, возвратными потерями и рабочей полосой [5, 6]. Согласование усилителя на основе данных load-pull по импедансам источника (Z_s) и нагрузки (Z_L) – задача относительно простая, если речь идёт о проектировании узкополосного однокаскадного линейного усилителя при постоянном напряжении смещения, однако она многократно усложняется при работе с многокаскадными широкополосными усилителями. При наличии нелинейных моделей используемых транзисторов платформа NI AWR Design Environment становится идеальным инструментом для моделирования, максимально упрощая разработку входных и выходных согласующих схем, позволяющих получить оптимальные значения коэффициента усиления, мощности, КПД, линейности и даже уровней мощности на частотах гармоник во всей рабочей полосе.

К сожалению, многие производители транзисторов поставляют нелинейные модели для ограниченного ряда своих продуктов, вынуждая разработчиков делать сложный выбор: создавать нелинейную модель самостоятельно, оплачивать услуги сторонних компаний – создателей моделей (например, Modelithics) или же ограничиться указанными в документации на транзистор значениями Z_L и Z_s и заниматься итерационной оптимизацией.

ПРИМЕР ПРОЕКТА УСИЛИТЕЛЯ

Техническое задание для усилителя передатчика радиотелеметрического

диапазона средней мощности содержит следующие требования:

- частотный диапазон 2200–2400 МГц;
- минимальная выходная мощность 1 Вт при температуре +85°C;
- максимальное потребление тока 300 мА при напряжении питания 12 В;
- выходная мощность 32 дБм при температуре +25°C;
- габариты не более 2,8 in² (18 см²).

Мощность выходного каскада приведена с учётом вносимых фильтром гармоник потерь [1]. Усилитель работает в режиме компрессии (используется SOQPSK-модуляция с постоянной амплитудой). Габариты заданы для передатчика в сборе; площадь, выделенная под усилитель мощности, не превышает 0,5 in² (3,23 см²).

В качестве активного элемента был выбран нитрид-галлиевый транзистор Qorvo TGF2965-SM с внутренним согласованием по входу, напряжением питания 32 В и мощностью 6 Вт. Малые размеры и наличие внутреннего согласования по входу – важные факторы, позволяющие удовлетворить строгим требованиям к габаритам устройства, а корпус типа SMD упрощает производство платы усилителя.

Благодаря небольшим размерам, высокому коэффициенту усиления и малому потреблению тока в качестве транзистора предусилителя передатчика был также выбран TGF2965-SM. Номинальная мощность транзисторов превышает предложенную в техническом задании, однако решение об их использовании было принято исходя из работоспособности схемы при пониженных напряжениях питания. Далее будет показано, что при номинальном питании можно построить более мощную 6-ваттную версию усилителя. В состав представленной в данной статье конструкции (см. рис. 1) входит полосовой пропускающий фильтр для снижения уровней шумов при передаче в диапазонах GPS L1 и L2.

СОГЛАСОВАНИЕ

Первым этапом проекта стало определение оптимальных импедансов на вхо-

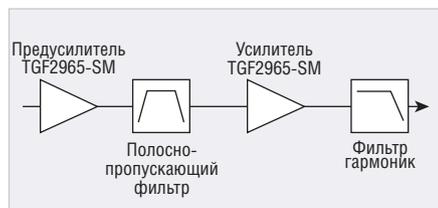


Рис. 1. Блок-схема усилителя передатчика

ОДНА ПЛАТФОРМА, БЕЗ ПРЕГРАД.

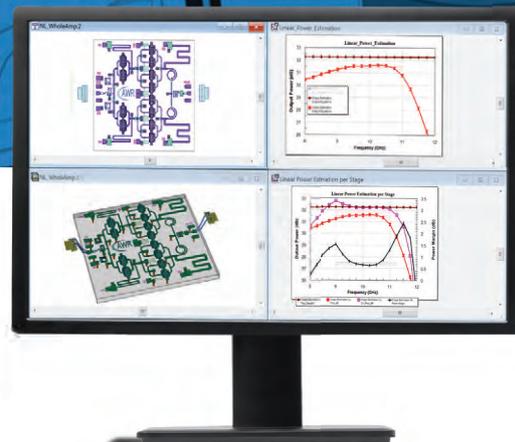
Простота гениальна

NI AWR DESIGN ENVIRONMENT

NI AWR Design Environment™ - это единая платформа, объединяющая системный, схемотехнический и электромагнитный анализ, для разработки продвинутых современных беспроводных систем: от базовых станций и мобильных телефонов до систем спутниковой связи. Интуитивно понятный пользовательский интерфейс, проверенные технологии симуляции и доступная архитектура с поддержкой сторонних решений – всё это устраняет преграды на пути к вашей успешной разработке! Проектирование стало гениально проще.



Более подробно см. на awr.com/ru



Microwave Office | Visual System Simulator | Analog Office | AXIEM | Analyst | AntSyn

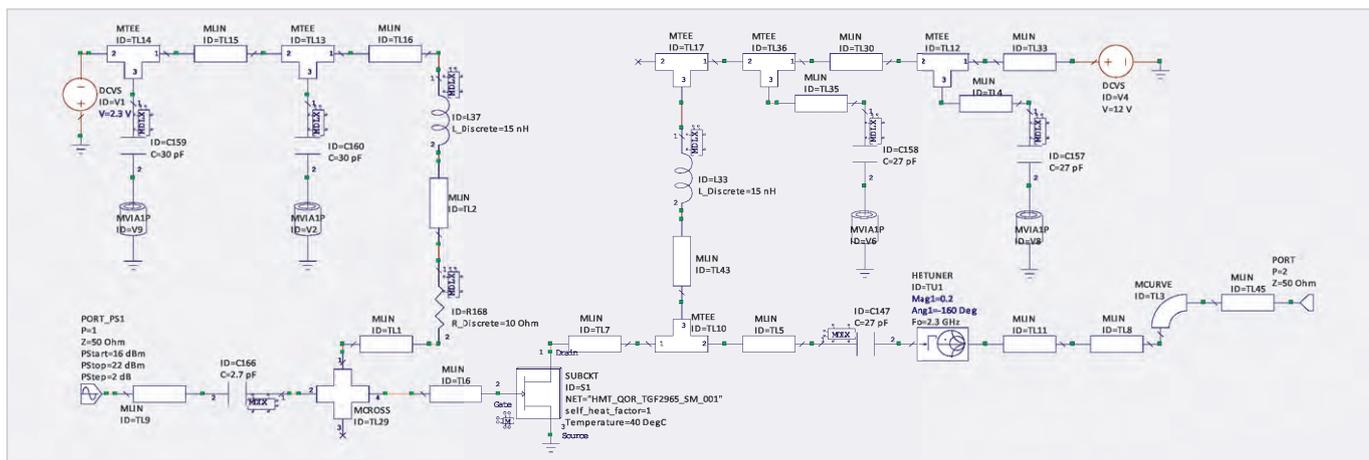


Рис. 2. Схема оконечного каскада с тюнером гармонического баланса (HBTUNER)

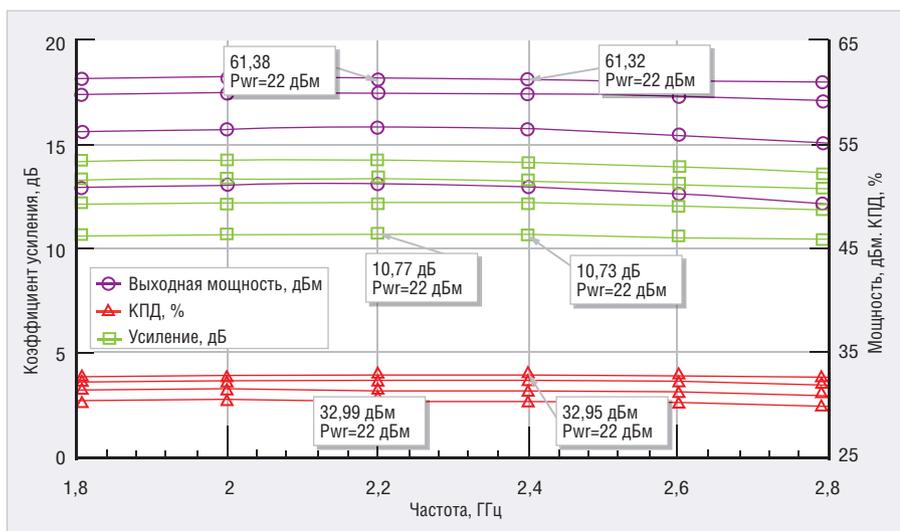


Рис. 3. Коэффициент усиления, выходная мощность и КПД оконечного каскада при напряжении питания +12 В и входной мощности +16...+22 дБм

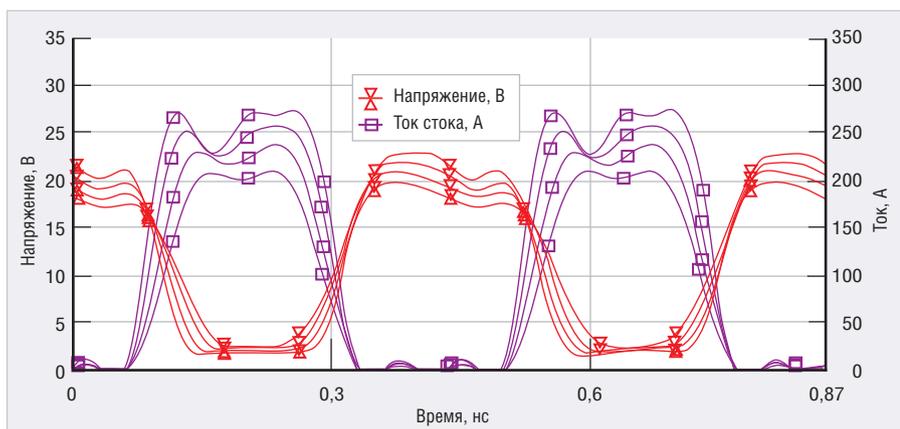


Рис. 4. Моделирование формы сигналов напряжения и тока на внутренних выводах транзистора

де и выходе, обеспечивающих требуемые коэффициент усиления, выходную мощность и КПД во всей рабочей полосе. Как правило, при отсутствии нелинейной модели согласование выполняется на основе данных проведённых load-pull-измерений или предоставленных производителем значений Z_L и Z_S . Если таких данных нет, опытные разработчики могут

получить удовлетворительные результаты на основе комбинации методов анализа нагрузочных линий и данных моделирования в режиме малого сигнала [7].

Если имеется точная нелинейная модель используемого транзистора, то становится возможным напрямую оптимизировать согласующие цепи для получения требуемых характери-

стик. С использованием предоставленной компанией Modelithics модели транзистора TGF2965-SM входная и выходная согласующие цепи выходного каскада были оптимизированы в Microwave Office (см. рис. 2) во всей рабочей полосе при помощи тюнера гармонического баланса (HBTUNER).

Для того чтобы в дальнейшем создать более мощную версию передатчика с минимальными изменениями в проекте, выходная согласующая цепь была оптимизирована для получения высокого значения КПД при уровне выходной мощности 32 дБм и уменьшенном напряжении питания (12 В). Оптимизация коэффициента усиления, выходной мощности и КПД при пониженном напряжении на стоке возможна только благодаря высокой точности нелинейной модели транзистора. Тем не менее такая оптимизация в рамках данного проекта не проводилась ввиду того, что оптимизированная при 32 В модель сохранила удовлетворительные характеристики и при 12 В на стоке.

Из рисунка 3 видно, что при уровне входной мощности в 22 дБм были получены следующие характеристики: выходная мощность 33 дБм, КПД 61% и коэффициент усиления 11 дБ в режиме компрессии. Согласно графику, при уменьшении входной мощности до 16 дБм с шагом в 2 дБм выходная мощность и КПД уменьшаются, а коэффициент усиления увеличивается. КПД можно было также увеличить путём оптимизации схемы для согласования на частотах гармоник, однако в данной работе таких попыток не предпринималось.

Оптимизированный выходной импеданс был определён на частоте 2,3 ГГц и использовался в качестве целевого при замене тюнера HBTUNER на выходную согласующую схему. Для увеличения

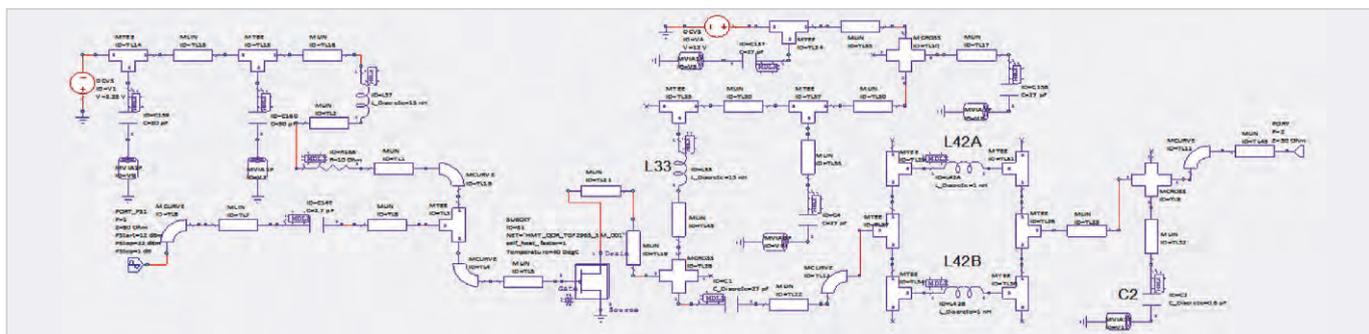


Рис. 5. Оконечный каскад усилителя (1,5 Вт)

КПД применялись методы контроля формы сигнала – минимизация перекрытия участков ненулевого тока и ненулевого напряжения. Это стало возможным благодаря тому, что модель транзистора позволяла проводить виртуальные измерения на внутренних выводах его чипа. В результате, согласно рисунку 4, были получены условия, в которых напряжение на стоке транзистора выходного каскада достигало максимума тогда, когда ток стока был минимальным, что является одним из условий высокой эффективности усилителя.

Следующими шагами стали замена тюнера HBTUNER согласующей схемой, обеспечивающей тот же оптимальный импеданс Z_L на стоке, и повторная оптимизация входного и выходного согласований в рабочей полосе (см. рис. 5). В схеме выходного согласования вместо линии передачи была использована навесная катушка индуктивности, что позволило уменьшить габариты схемы и упростить создание более мощных конструкций усилителя на основе одной и той же печатной платы. Оптимизация значений навесных конденсаторов, катушек и резисторов, входящих в состав схем смещения и стабилизации, упрощалась благодаря применению масштабируемой библиотеки компонентов Modelithics Global Microwave Models.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХКАСКАДНОГО УСИЛИТЕЛЯ

По завершении процесса синтеза согласующих цепей выходного каскада аналогичные процедуры были выполнены для каскада предусилителя и межкаскадного полосового пропускающего фильтра на сосредоточенных элементах. Импедансы каскадов оказались близки к 50 Ом только в середине частотного диапазона. С учётом того, что большинство конструкций работают в полосе порядка 10% и более, при составлении всех каскадов в единый усилитель следовало ожи-

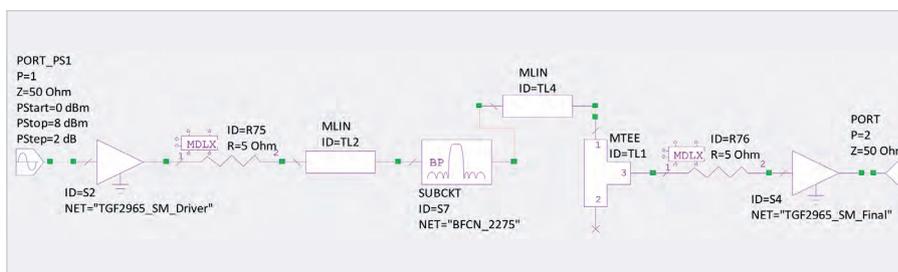


Рис. 6. Схема усилителя

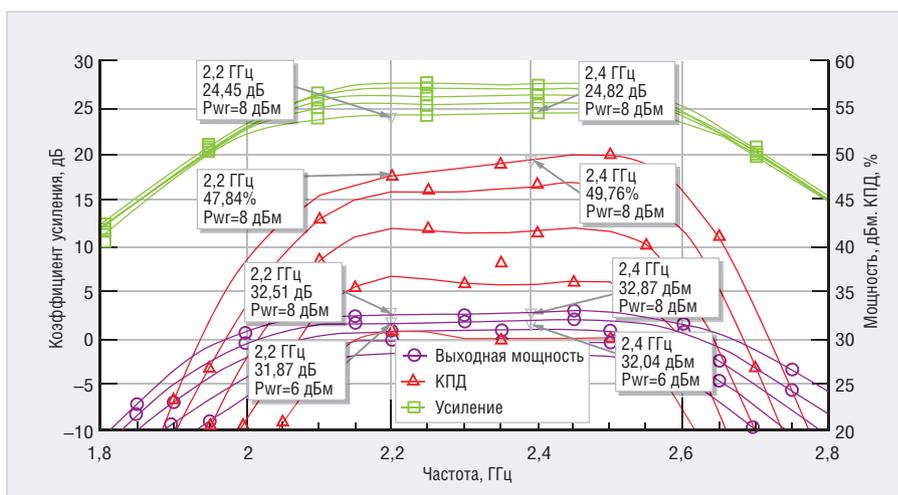


Рис. 7. Коэффициент усиления, выходная мощность и КПД после оптимизации усилителя для работы при напряжении питания +12 В

дать значительного отклонения в величинах коэффициента усиления, мощности и КПД из-за межкаскадного рассогласования. Благодаря наличию точной нелинейной модели и возможностям пакета NI AWR Design Environment стало возможным одновременно оптимизировать отличные от 50 Ом импедансы выхода предусилителя, полосовой фильтр и вход оконечного каскада (см. рис. 6).

Как показано на рисунке 7, коэффициент усиления, выходная мощность и КПД постоянны во всей рабочей полосе при увеличении входной мощности от 0 до 8 дБм при напряжении питания +12 В. Вид графиков величин определяется передаточной характеристикой полосового фильтра. При уровне входной мощности

+8 дБм коэффициент усиления составляет 24,4 дБ, выходная мощность – 32,5 дБм, КПД – 47,8%, что соответствует техническому заданию.

Одним из требований к проекту было ограничение потребления тока до 300 мА при напряжении питания +12 В и уровне выходной мощности 32 дБм. Согласно результатам моделирования при входной мощности 6 дБм (31,9 дБм выходной мощности) потребление тока составляет 54 мА (предусилитель) + 227 мА (усилитель), что в сумме даёт 281 мА (см. рис. 8). Таким образом, требование к потреблению тока выполняется. Отметим, что возможность рассчитать этот и другие параметры на ранних этапах проектирования позволяет обойтись без создания прототипа.

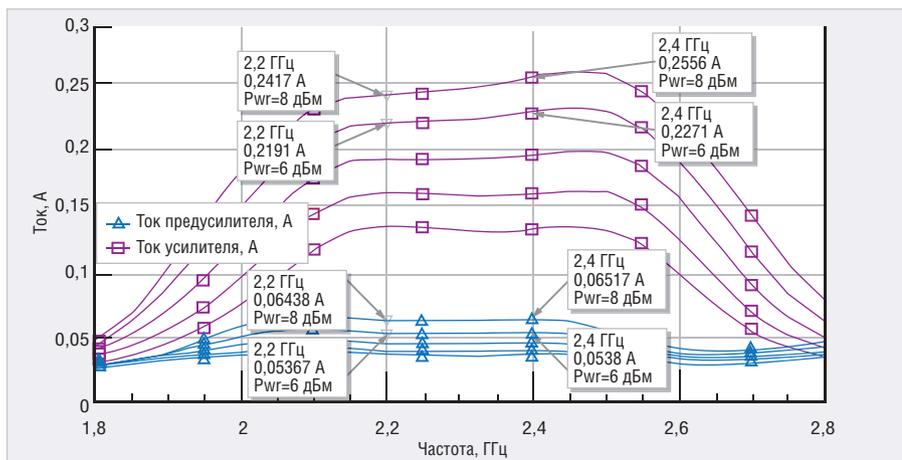


Рис. 8. Потребление тока предусилительным и оконечным каскадами

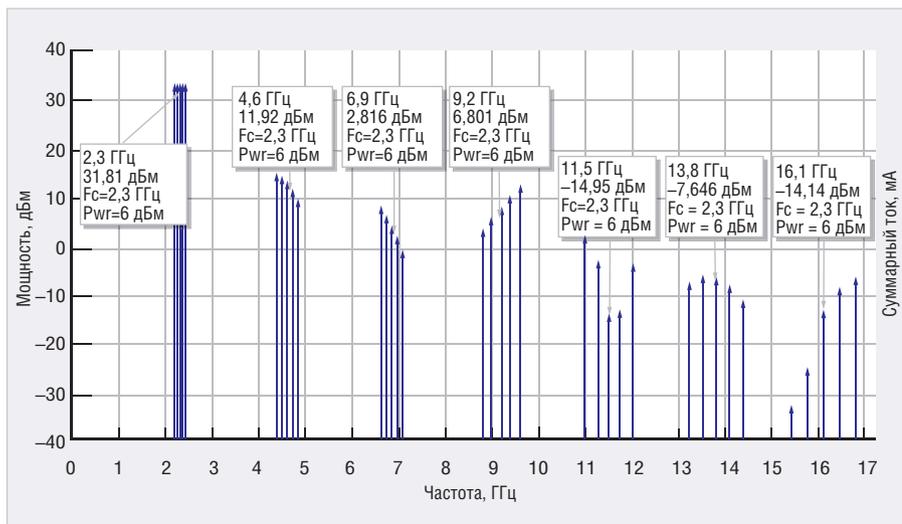


Рис. 9. Моделирование уровней гармоник перед созданием фильтра

Напряжение смещения стока и номиналы навесных компонентов для двух версий усилителя

Компонент	УМ 1,5 Вт	УМ 6 Вт
Напряжение стока транзистора, В	12	32
Катушка L33, нГн	15	8,7
Катушка L42, нГн	1,0	3,9
Конденсатор С2, пФ	0,6	0,3

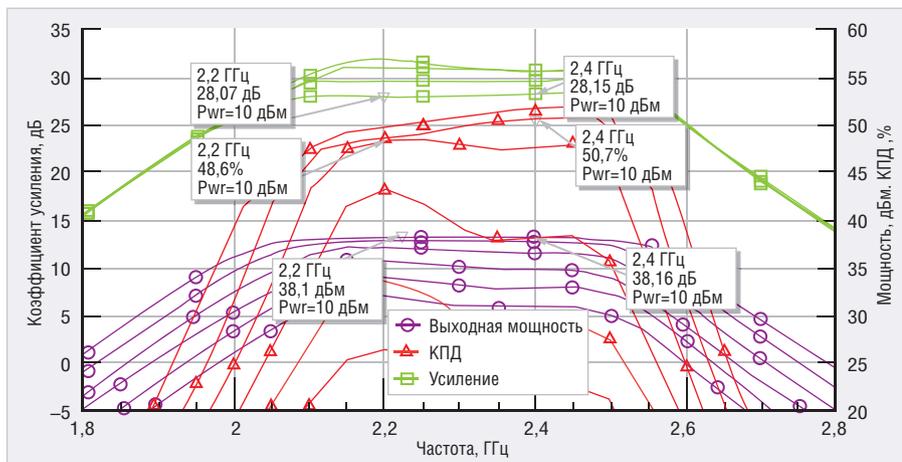


Рис. 10. Выходная мощность и КПД после оптимизации для работы при напряжении питания +32 В

Нелинейная модель позволяет оценить уровни мощности гармоник (см. рис. 9). В данном случае в схему выходного согласования были внесены изменения, для того чтобы компенсировать возвратные потери фильтра гармоник и уменьшить относительный уровень 4-й гармоники. С учётом приведённых результатов моделирования, а также максимально допустимого уровня -25 дБм 2-й и 3-й гармоник и -80 дБм для остальных гармоник были определены следующие параметры проектируемого фильтра гармоник:

- в диапазоне 4,4...7,2 ГГц отражение гармоник должно составлять:
 - $+13,5$ дБм - $(-30$ дБм) ≈ 44 дБ;
- в диапазоне 8,8...9,6 ГГц:
 - $+30,5$ дБм - 85 дБн - $11,1$ дБм ≈ 66 дБ,
- для гармоник более высоких порядков:
 - 55 дБ.

В соответствии с этими требованиями был создан комбинированный фильтр на основе сосредоточенных и распределённых элементов [1].

Добавление созданного фильтра на выходе усилителя позволило уменьшить уровни гармоник до заданных уровней. Возможность определения параметров фильтра гармоник на этапе проектирования – это ключевой фактор в получении успешного проекта за один проход, поскольку сам фильтр является неотъемлемой интегрированной частью разрабатываемого передатчика.

Версия с повышенной мощностью

С целью обеспечения большей гибкости и универсальности проекта данный усилитель был оптимизирован для работы при напряжении питания $+12$ В. Это позволило увеличить его мощность с 1,5 до 6 Вт с минимальными изменениями в значениях параметров компонентов. Например, выходная мощность может быть увеличена до 38 дБм путём увеличения напряжения стока до $+32$ В и простой замены навесных компонентов на аналогичные, имеющие другие номиналы, без замены печатной платы (см. табл.).

Согласно рисунку 10, новая версия усилителя обеспечивает выходную мощность 38 дБм при коэффициенте усиления 28 дБ и КПД 48%. Отметим, что с повышением напряжения на стоке коэффициент усиления увеличился на 2,5 дБ. Это означает, что для поддержания более высокого уровня выход-

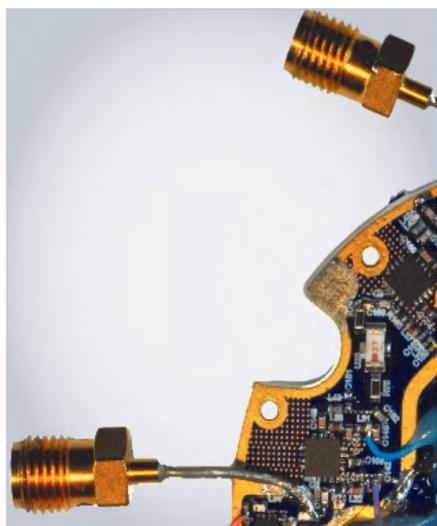


Рис. 11. Изготовленная плата передатчика с гибкими выводами

ной мощности не требуются дополнительные усилительные каскады. Таким образом, разработав один проект, можно получить два высокоэффективных усилителя мощности.

Далее разработчик может оптимизировать параметры усилителя для соответствия требованиям конкретных применений. В этом значительную поддержку ему окажут точные модели компонентов, в том числе и нелинейных, и широкие возможности пакета NI AWR Design Environment. Как было показано, достаточно просто перестроить созданную конструкцию в область более высоких или низких мощностей или в другой частотный диапазон.

Хотя это выходит за рамки данной статьи, отметим, что спроектированный усилитель можно промоделировать в условиях модулированных сигналов при помощи инструмента Visual System Simulator™ (VSS), позволяющего оценить такие параметры, как модуль вектора ошибок или помехоустойчивость по смежным каналам.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Усилитель мощности, процесс проектирования которого был описан выше, – это только одна из частей платы передатчика, в состав которой входят схемы смещения затвора, синтезатор частот, модулятор, аттенюатор, преобразователи и регуляторы питания, программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) и другие компоненты. Однако эти компоненты схожи в различ-

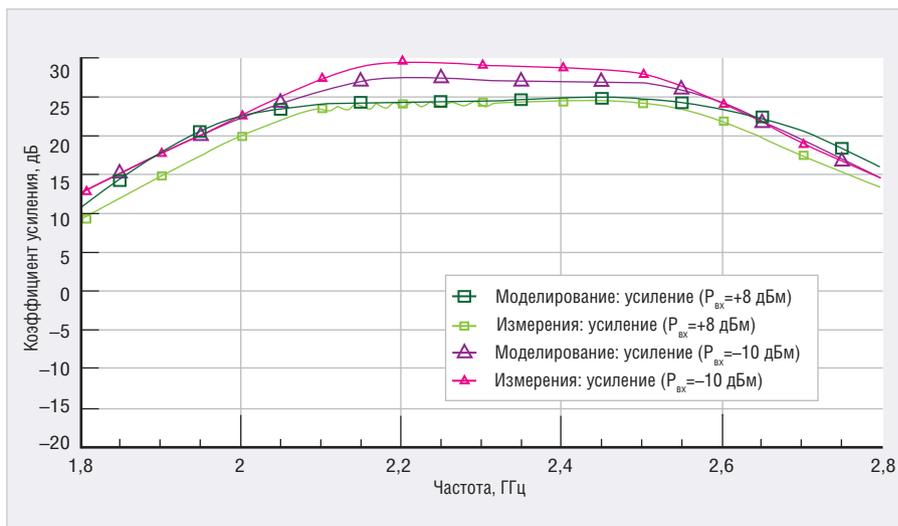


Рис. 12. Сравнение результатов моделирования и измерения для коэффициента усиления при двух уровнях мощности

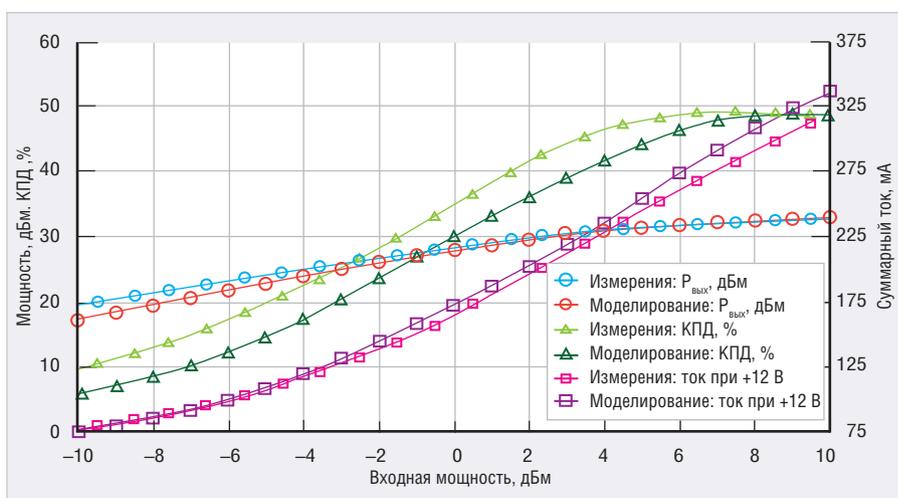


Рис. 13. Зависимость выходной мощности, КПД и потребляемого тока от уровня входной мощности

ных конструкциях передатчика, их проектирование не требует серьезных усилий и создаёт минимальные риски получения нерабочей конструкции. При разработке нового передатчика Quasonix обычно проектирует его целиком, опираясь на надёжность моделирования и точность используемых моделей, вместо того чтобы создавать прототипы его отдельных частей. Коэффициент усиления в режиме большого сигнала был измерен для усилителя в составе платы передатчика при помощи гибких выводов, подсоединённых напрямую к его входу и выходу (см. рис. 11). Транзистор оконечного каскада был смещён так, чтобы ток стока составлял 25 мА при напряжении питания 12 В, а транзистор предварительного каскада – чтобы ток стока был равен 30 мА для дополнительного усиления. Потери в гибких выводах были учтены при моделировании.

Результаты измерения S_{21} при уровнях входной мощности -10 дБм и $+8$ дБм (см. рис. 12) показывают хорошую согласованность между моделированием и измерением усиления в диапазоне $2,2...2,4$ ГГц. Более высокое измеренное значение коэффициента усиления при -10 дБм на входе объясняется чувствительностью усиления в режиме малого сигнала к значению тока смещения транзистора при работе на линейном участке, а также тем, что модель рассчитана на работу при питании $+32$ В, а не $+12$ В. Расхождение между результатами симуляции и измерений вне полосы пропускания фильтра обусловлено более резким спадом АЧХ реального фильтра по сравнению с данными файла S2P, загруженного для моделирования с сайта Mini-Circuits.

Результаты моделирования и измерений при уровне входной мощности $+8$ дБм очень хорошо совпадают во всей

полосе пропускания фильтра, особенно с учётом того, что модель транзистора TGF2965-SM рассчитана на использование при напряжении питания +32 В.

Дополнительно отметим, что зависимость выходной мощности от входной (см. рис. 13) показывает отличную согласованность результатов моделирования и измерений, включая компрессию усиления при высоких уровнях мощности. Потребление тока при питании +12 В также хорошо согласуется в области малой входной мощности, однако расхождение увеличивается при повышении уровня входного сигнала. Измеренный КПД превышает значение, полученное по результатам моделирования в области малых и средних входных мощностей, из-за увеличенного коэффициента усиления и, как следствие, выходной мощности. Приведённые данные не учитывают потери в фильтре гармоник.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Точность моделирования СВЧ-схем зависит от возможности учёта модели влияния паразитных компонен-

тов и источников нелинейности на параметры схемы. Как правило, предоставляемых производителями значений оптимальных импедансов источника и нагрузки ZS и ZL достаточно лишь для проектирования однокаскадных узкополосных усилителей. Точные нелинейные модели транзисторов позволяют одновременно оптимизировать значения коэффициента усиления, выходной мощности и КПД в требуемой рабочей полосе даже для многокаскадных усилителей. Такие модели могут значительно снизить издержки проектирования во многом благодаря существенной экономии времени, необходимого для завершения проекта. В приведённом примере проект двухкаскадного усилителя мощностью 1 Вт был получен с первой попытки и в короткий срок. Об успешности проекта свидетельствует хорошее согласование результатов моделирования и измерений изготовленного устройства. Представленный подход к проектированию усилителя мощности позволяет перестраивать конструкцию устройства под новые требова-

ния заказчика с минимальными изменениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Longshore T., Dunleavy L. Using High Accuracy Models to Achieve First Pass Success- A Transmitter Case Study: Part 2, Power Amplifier Design. High Frequency Electronics, September 2017.
2. Dunleavy L., Morales H., Suckling C., Tran K. Device and PA Circuit Level Validation of a High Power GaN Model Library. Microwave Journal, Aug. 2016.
3. Golio M., Cozzie J. Who Pays for Characterization?: The Final Dilemma for MESFET Modeling. 48th ARFTG Conference Digest, Fall 1996.
4. Dunleavy L. Modeling-The Hot Potato In the RF & Microwave Industry. Microwave Product Digest, April 2002.
5. Cripps S. RF Power Amplifiers for Wireless Communications. Artech House, 1999.
6. Giannini F., Leuzzi G. Nonlinear Microwave Circuit Design. John Wiley & Sons, 2004.
7. Cripps S.C. A Theory for the Prediction of GaAs Load-pull Power Contours. IEEE MTT-S Int'l Microwave Symposium Digest, 1983, p. 221–223.



СВЕРХТОНКЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ НА DIN-РЕЙКУ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

- Выходные мощности 30, 50 и 70 Вт
- Размер передней панели на 44% меньше, чем у аналогов
- Выходные напряжения от 5 до 48 В
- КПД до 89% (для серии DPC70)
- Полная выходная мощность обеспечивается в диапазоне входного напряжения 100–264 В
- Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт (серии DPC30 и DPC50)
- Светодиодный индикатор включения выходного напряжения
- Полный комплект защит
- Широкий диапазон регулировки выходного напряжения
- Диапазон рабочих температур от – 25 до +70°C

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111
info@prosoftsystems.ru

15-я Международная выставка
испытательного
и контрольно-измерительного
оборудования



23–25 октября 2018
Москва, Крокус Экспо



testing-control.ru

Итоги 2017 года:

12 675 посетителей | **57** регионов России | **27** стран



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
control@ite-expo.ru

Забронируйте стенд
testing-control.ru

НОВОСТИ МИРА

**Новая микроголовка
пробника InfiniiMax
компании Keysight**

Компания Keysight Technologies объявила о выпуске микроголовки пробника Keysight MX0100A InfiniiMax – самой маленькой в отрасли припаяваемой головки пробника для производительных осциллографов, оптимизированной для отладки современных высокоскоростных устройств.

Тенденция миниатюризации электронных устройств приводит к уменьшению размера контактных площадок и шага рас-

положения выводов компонентов. Кроме того, по мере роста скорости передачи данных в таких приложениях, как память DDR, обычные контактные площадки контрольных точек начинают вести себя как короткие фрагменты линии передачи, становясь источниками электромагнитных помех. В связи с этим пользователи активно интересуются решениями, учитывающими особенности монтажа высокой плотности современных электронных устройств и обеспечивающими измерения сигналов без помех.

Новая микроголовка пробника InfiniiMax компании Keysight представляет собой припаяваемую головку сверхмалого размера, предназначенную для использования с усилителями пробников InfiniiMax I/II и способную подключаться к миниатюрным компонентам. Контактные проводники можно подключить к контрольным точкам, разнесённым на расстояние до 7 мм. При использовании с 12 ГГц усилителем пробника Keysight 1169B InfiniiMax II головка MX0100A обеспечивает полосу пропускания до 12 ГГц. Благодаря минимальной в своём классе нагрузке на исследуемую схему (0,17 пФ, 50 кОм при дифференциальном подключении) MX0100A снижает влияние пробника и обеспечивает максимальную целостность сигнала при измерении характеристик высокоскоростных шин.

Новая микроголовка компании Keysight имеет вдвое меньший размер по сравнению с существующими припаяваемыми головками, предназначенными для компонентов с малым шагом выводов в условиях монтажа высокой плотности. Это первая и единственная головка такого типа на современном рынке.

Пресс-служба Keysight Technologies

**«ПРОСОФТ» и ЛЭТИ
на форуме «РАДЭЛ 2018»**

«ПРОСОФТ» и обособленное подразделение компания «ПРОЧИП» примут участие в Международном промышленном форуме «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация 2018» и продемонстрируют решения в области электронных компонентов, оборудования и устройств для систем автоматизации.

Мероприятие пройдёт 18–20 сентября 2018 года в Санкт-Петербурге (КВЦ «ЭКСПОФОРУМ», павильон F).

В деловую программу в рамках выставки «Автоматизация 2018» включён доклад на конференции «Промышленная автоматизация и информационные технологии на пути к Индустрии 4.0» на тему модульного ПЛК отечественного производства и совместного учебно-научного центра «ПРОСОФТ» на базе ведущего петербургского вуза.

Доклад ведущего инженера «ПРОСОФТ» Дмитрия Бакаева будет посвящён программируемым логическим контроллерам Fastwel I/O, заслужившим доверие заказчиков в самых разных отраслях: на железнодорожном транспорте, в обслуживании инфраструктуры аэропортов, судостроении, химической, атомной, горно-обогатительной и газовой промышленности. Fastwel I/O – полностью российская разработка, ориентированная на отечественный рынок и учитывающая его специфику как по набо-



**Программно-аппаратные комплексы
с операционной системой
реального времени**

GNX PROSOFT® ADVANTIX

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК
(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU



ру поддерживаемых типов сигналов, так и по стойкости к неблагоприятным факторам внешней среды.

Выступление продолжит доклад заместителя декана факультета электротехники и автоматики по научной работе СПбГЭТУ «ЛЭТИ» к.т.н. Екатерины Филатовой, посвященный недавно модернизированной лаборатории «Промышленные системы управления и автоматизации». Лаборатория оснащена восемью индивидуальными исследовательскими комплексами на базе ПЛК Fastwel I/O. Современное российское оборудование предоставлено вузу компанией «ПРОСОФТ» в рамках программы импортозамещения и заменило устаревшие аппаратные средства, использовавшиеся ранее. В перспективе на базе лаборатории планируется создание совместного учебно-научного центра и организация курсов по повышению квалификации и переподготовке специалистов в области управления и автоматизации.

www.prosoft.ru

Объём глобального рынка IIoT к 2022 году превысит \$176 млрд

Сразу три исследовательские компании подготовили отчёты о перспективах разви-

тия рынка промышленного Интернета вещей (IIoT).

Согласно последнему отчёту Market Research Engine, объём глобального рынка IIoT к 2022 году превысит \$176 млрд. В течение следующих четырёх лет рынок будет расти с совокупным годовым темпом роста (CAGR), превышающим 8%.



Основными факторами роста аналитики считают разработку полупроводников и электронных устройств, стандартизацию IPv6, рост облачных вычислений и поддержку со стороны правительств.

Сдерживающими факторами по-прежнему являются потребность в стандартизации и нехватка квалифицированной рабочей силы – в этом доклад вторит работам других исследователей.

В число ключевых участников глобального сектора IIoT авторы отчёта включили General Electric, Cisco, Intel, Rockwell

Automation, ARM, ABB, Siemens AG, Honeywell, Dassault Systemes, Huawei, Zebra Technologies, IBM, Bosch и другие компании.

Исследователи Zion Market Research также полагают, что IIoT будет расти с показателем CAGR чуть более 8% в течение ближайших пяти лет, но, по их расчётам, к 2023 году он достигнет \$232,15 млрд. Zion оценил стоимость IIoT в 2017 году в \$145,81 млрд, что значительно превышает данные Market Research Engine.

Число вендоров, стремящихся занять часть рынка IIoT, продолжает расти, но некоторые лидеры вышли из поля, говорится в другом исследовании. Согласно отчёту Forrester Research о программных платформах IIoT, C3 IoT, Microsoft, PTC, SAP и IBM являются лидерами отрасли, при этом самое сильное предложение делает C3 IoT, а IBM намного опережает других поставщиков по стратегии. Amazon Web Services считается только претендентом на пространство IIoT, оставшись позади сильнейших игроков, таких как GE, Oracle и Siemens. Forrester поставила Cisco на последнее, 15-е место среди компаний по ассортименту и стратегии. Вендоры оценивались по 24 критериям, включая аналитические возможности, использование технологии цифровых двойников и производственную интеграцию.

Новости Интернета вещей

GENESIS 64™



64-битовая SCADA-система

- Прекрасная визуализация на основе 2D- и 3D-графики
- Работа на любых устройствах, включая смартфоны и планшеты
- Встроенная поддержка ГИС-систем Bing, Google и ESRI
- Поддержка систем видеонаблюдения
- Возможность конфигурирования инфопанелей непосредственно с мобильных устройств
- Сбор данных по OPC DA, OPC A&E, OPC HDA, OPC UA, BACnet, SNMP



Winner
Microsoft Partner
2018 Partner of the Year
Manufacturing Award

Откройте новую страницу в АСУ ТП вместе с GENESIS64!

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



DDR SDRAM: особенности проектирования и обеспечения целостности сигнала

Богдан Филипов (filipov@nanocad.ru)

Проектирование электронных устройств с применением быстрых модулей оперативной памяти DDR SDRAM требует особого внимания к проблеме целостности сигнала. В статье рассказывается о современном инструменте моделирования для решения такого рода задач.

Сегодня практически вся современная электроника оснащается модулями памяти. Серверы, компьютеры, смартфоны, игровые консоли, GPS-навигаторы и большинство других устройств спроектированы на основе процессоров и ПЛИС. Такие устройства требуют наличия высокоскоростной памяти с большой пропускной способностью каналов или памяти с двойной частотой передачи данных (DDR). С каждым новым поколением DDR SDRAM (синхронной динамической памяти с произвольным доступом и удвоенной скоростью передачи данных) увеличивается скорость обмена данными, ёмкость, снижается энергопотребление памяти.

При проектировании печатных плат устройств с DDR-памятью может возникать ряд сложностей, одной из которых является проблема целостности сигналов. В данной статье рассматриваются вопросы обеспечения целостности сигналов в устройствах, использующих DDR-память.

Шумы и фазовое дрожание цифрового сигнала данных

При приёме/передаче тактового сигнала шины памяти от контроллера к

микросхеме могут возникать различные помехи, обусловленные собственным джиттером передатчиков и приёмников, потерями в линиях передачи, шумами и наводками. Всё это приводит к появлению джиттера и искажению формы цифрового интерфейсного сигнала.

В качестве шума можно рассматривать любую нежелательную энергию, добавляемую к идеальному сигналу. Шум может быть вызван наводками от соседних линий, плохо спроектированным каналом передачи, несогласованным импедансом и другими факторами, которые приводят к размытию фронта импульсов. При отсутствии шума фактический сигнал идентичен идеальному.

Любое отклонение от идеальной формы сигнала влияет на его целостность. Отклонения по времени (джиттер) и отклонения амплитуды/напряжения (шум) также влияют на производительность системы. Если не обеспечить целостность сигналов, то система DDR будет использовать неверную информацию, что значительно увеличит интенсивность битовых ошибок BER (Bit Error Rate). В конечном итоге

система будет работать некорректно и неэффективно.

Рассмотрим конкретный пример. Если инженер подключит передатчик к несогласованному приёмнику, находящемуся на некотором расстоянии от него, то форма сигнала будет похожа на ту, что представлена на рисунке 1а: здесь отчетливо видны «звон» на уровне 0,86 В и паразитные повышающие выбросы на уровне 1,75 В при сигнале 1,2 В. Всё это может привести к сбою в работе логики DDR4, и если печатную плату спроектировать с такой топологией, то со 100% вероятностью возникнут ошибки в потоке данных, что, в свою очередь, может привести к некорректной работе системы.

Теоретически можно решить проблемы со «звоном» и выбросами, сократив длину линии передачи, но, к сожалению, это редко работает на практике. Наиболее эффективным способом является согласование приёмника/передатчика по импедансу, в результате чего уменьшается уровень шумов и форма сигнала становится значительно лучше (см. рис. 1б). В связи с этим возникает вопрос, какой номинал согласования использовать и как его рассчитать, ведь даже небольшое изменение номинала может существенно повлиять на производительность системы. Единственный способ решить данную задачу – это симуляция, в частности с помощью интерактивных помощников настройки согласования, используемых в HyperLynx®.

Проблемы тайминга в DDRx

Поскольку параллельные шины, работающие на гигагерцовых частотах, такие как DDR3/DDR4, всё чаще и чаще используются при проектировании печатных плат, проблемы целостности сигнала стоят особо остро. DDR3 SDRAM, например, существенно отличается в плане скорости работы и показателей частоты от DDR2: максимальная тактовая частота DDR2 составляет 800 МГц, а максимальная частота DDR3 – 1600 МГц. Благодаря снижению напряжения питания ячеек создателям нового типа ОЗУ удалось снизить её энергопотребление на целых 15%, что, учитывая впечатляющие показатели DDR2, можно назвать настоящим прорывом. DDR3 использует

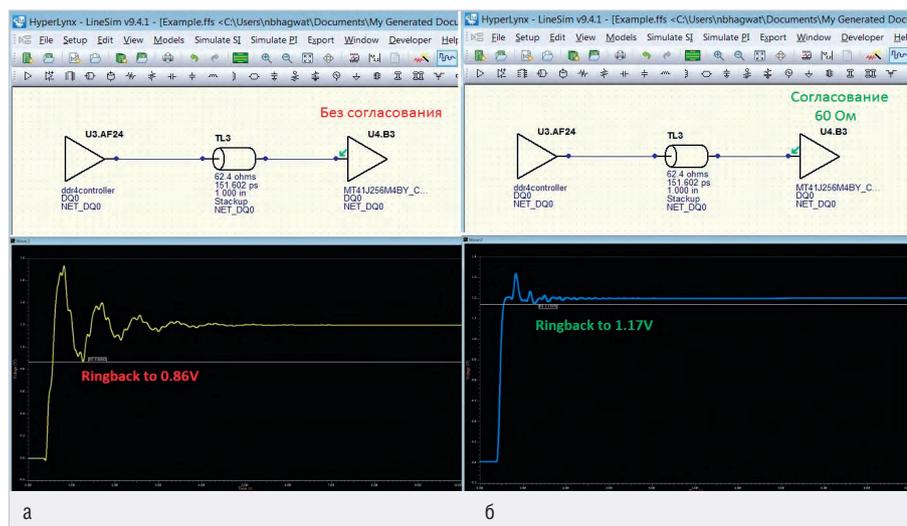


Рис. 1. Топология, имеющая проблемы с качеством сигнала: а) до согласования; б) после согласования

МОЩНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОНИКИ

Mentor®

A Siemens Business

PADS Standard Plus

PADS Standard

PADS Professional

PADS HyperLynx DRC

ОПЦИИ:

- HyperLynx DC Drop – анализ падения напряжения в цепях питания
- Rigid-Flex Design – проектирование гибко-жестких печатных плат
- RF Design – проектирование ВЧ плат
- HyperLynx DDR – анализ топологии DDRx-интерфейсов
- Multi-Trace High-speed (HSD) Routing/Tuning – быстрая трассировка/тюнинг высокоскоростных цепей и шин
- FloTHERM XT – анализ теплопередачи
- DFMA – поиск технологических ошибок до начала производства
- FPGA-PCB Co-Design – параллельная разработка ПЛИС и печатной платы

<http://www.cad-expert.ru/promo-mentor>

+7 (495) 645-8626, доб. 1138

pads@cad-expert.ru

Промокод: Padssoel2018

 **NANOSOFT**
DISTRIBUTION

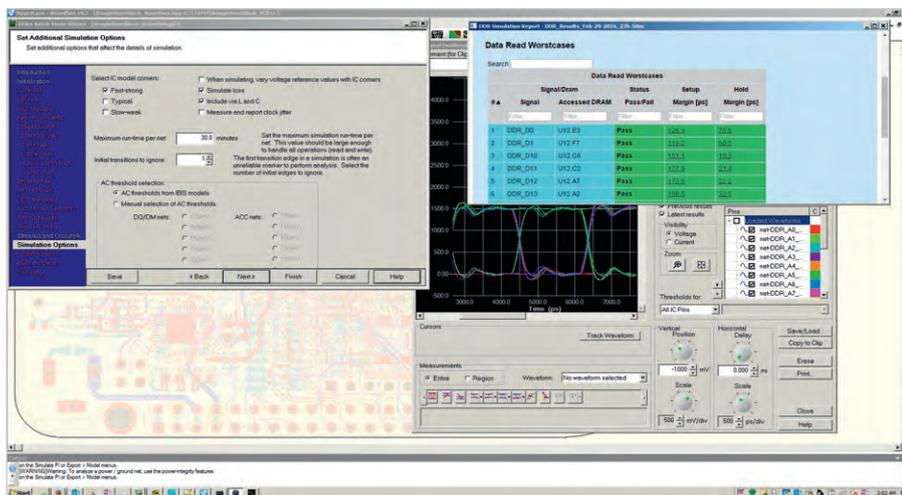


Рис. 2. Моделирование с помощью интерактивного помощника HyperLynx DDR

сетевую Fly-by-топологию командной/адресной/управляющей шины с внутри-модульным (ODT) согласованием. В то же время DDR3 создаёт новые проблемы обеспечения целостности сигнала, в частности связанные со схемами ODT, более высокими скоростями передачи данных и временными искажениями.

Несмотря на то что существуют контроллеры, которые выполняют автоматическую калибровку чтения/записи, оптимизируя временные интервалы, разработчику необходимо обеспечить правильный тайминг. Временные границы в интерфейсах DDR3 настолько малы, что эмпирического подхода к оптимизации уже недостаточно, и для того чтобы гарантировать работу интерфейса на высоких скоростях, необходим подробный анализ схемы.

Такие сложные временные соотношения достаточно трудно проанализировать без помощи дополнительных инструментов. Чтобы идентифицировать и устранить возможные проблемы в целом или рассчитать сложные временные соотношения, инженеры должны провести анализ причинно-следственных связей, что является сложной и трудозатратной задачей.

Подобные проблемы при проектировании часто приводят к задержкам в планировании проектов и, как следствие, значительно увеличивают время выхода готового продукта на рынок. Передовые мощные инструменты моделирования могут помочь инженерам быстро найти ошибки и исправить их, оптимизировав сигналы до приемлемого уровня BER.

Анализ целостности сигналов DDR SDRAM-СИСТЕМ

Комитетом инженерной стандартизации полупроводниковой продукции

JEDEC утверждён список требований, которые должны соблюдаться при разработке качественных продуктов. Очень важно, чтобы DDR SDRAM соответствовали этим требованиям для обеспечения правильной работы и предотвращения проблем с целостностью сигнала. Однако проведение всех необходимых измерений и расчётов зачастую сопряжено со многими трудностями.

Иногда этих расчётов можно вообще избежать, строго следуя инструкциям по компоновке, предоставленным поставщиком контроллера, однако такие рекомендации не всегда могут быть выполнены из-за различных ограничений в конкретных проектах, а на то, чтобы убедиться, соответствует ли проект всем рекомендациям и требованиям, часто уходит очень много времени. В таких ситуациях необходимо пользоваться инструментами для быстрой проверки проекта перед запуском его в производство.

С помощью HyperLynx® DDR (см. рис. 2) можно смоделировать весь канал DDR за одну итерацию. Для этого необходимо лишь привязать соответствующие модели устройств, которые доступны на сайтах производителей. После этого время настройки симуляции займёт всего 10 мин, что позволит в дальнейшем проводить моделирование без задержек.

Процесс настройки интуитивно прост, т.к. все параметры, необходимые для настройки имитации, запрашиваются помощником в интерактивном режиме. Пользователь просто вводит релевантную информацию, такую как выбор IBIS-моделей для контроллеров и устройств памяти, значения скорости передачи для циклов чтения/записи, ODT и др. Все созданные конфигурации могут быть сохранены для дальнейшего использования, что позволит сократить время настрой-

ки в будущих проектах. Моделирование может выполняться до или после трассировки, помогая определять требования к стеканию печатной платы.

Анализ результатов моделирования

Моделирование включает в себя анализ целостности сигналов и синхронизацию всей шины DDR. По завершении процесса симуляции создаётся отчёт, который включает в себя данные о прохождении (непрохождении) проверок в соответствии с информацией о конфигурации и данными, которые были введены в интерактивном помощнике. Результаты можно отфильтровать и должным образом организовать для внимательного изучения тайминга и проблемы целостности сигнала в циклах чтения/записи данных в адресной и командной шинах или дифференциальных цепях. Все результаты отчёта привязаны к соответствующим данным моделирования для быстрого доступа к средству просмотра графических осциллограмм сигналов.

Данные моделирования в пакетном режиме, созданные мастером DDRx, могут быть сохранены на диск, что позволяет использовать осциллограф HyperLynx для одновременной симуляции нескольких цепей и подробного изучения проблем целостности сигналов в автономном режиме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Память DDR SDRAM открывает новые возможности в разработке электронных устройств. Как и в случае с другими высокоскоростными интерфейсами, применение памяти DDR имеет ряд особенностей. Проблему целостности сигналов необходимо тщательно изучать для того, чтобы избежать лишних и дорогостоящих итераций при производстве изделий. Моделирование – отличный способ решения данной задачи, позволяющий учитывать эффекты на уровне платы, такие как изменения импеданса и задержки по времени, обеспечивая всесторонний контроль над интерфейсом памяти. Мощные инструменты анализа помогут добиться соответствия проектов рекомендациям JEDEC и получить уверенность в том, что конечный продукт будет работать с высокой производительностью и надёжностью.

HyperLynx DDR может использоваться совместно с несколькими САПР проектирования печатных плат, включая PADS® и Xpedition®



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ



- + Выходная мощность 5 кВт
- + Выходное напряжение от 10 до 600 В
- + Выходной ток от 8,5 до 500 А
- + КПД до 92% на полной нагрузке
- + Управление: LAN, USB, RS-232/485
- + Вес менее 7,5 кг, высота модуля 1U для 19" стойки

- + GSP 10 кВт, GSP 15 кВт – готовые модули с завода-изготовителя, состоящие из ведущего модуля и одного или двух ведомых
- + Полный заводской контроль качества и тестирование
- + Привлекательная цена



Эпитафия и перспективы отечественного франчайзинга

Вернисаж инноваций, франшиз и профилактика правового нигилизма



Геннадий Фокин (finas@live.ru)

Майские Всемирный форум и выставка по франчайзингу 2018 оставили двоякое впечатление. С одной стороны, это очень нужные и своевременные мероприятия: отечественному рынку инноваций необходимо развиваться в направлении конкурентных преимуществ. С другой – ни один из экспонентов выставки не смог прокомментировать суть своих франшиз: все продавали «репутацию», но не сообщали о сути и преимуществе своих инноваций. Деловая программа форума об этом также умалчивала.

Суть инновации – нововведения; обычно – как следствие результатов интеллектуальной и научно-технической деятельности. Инновации нематериальны, как и интеллектуальная собственность – результаты интеллектуальной деятельности (РИД), в отношении которых осуществляется правовая охрана. При этом интеллектуальная собственность – это коммерческая суть инноваций как следствие креативности и инструмент конкурентных преимуществ. Суть франшизы – лицензия на секреты производства продукции с товарным знаком (репутационной составляющей) бизнес-практик лицензиара, при этом товарные знаки интеллектуальной собственностью не являются и её не охраняют.

Интерес к инновациям и франшизам вызван, прежде всего, интересами конкурентных преимуществ, добавленной стоимости, роялти (лицензионных отчислений от прибыли лицензиата) и совершенствованием производства, потребительских качеств продукции. Однако этот интерес и бизнес-практики повсеместно сопровождаются правовым нигилизмом в отношении гражданского оборота интеллектуальной собственности.

Характерно, что продукция серийного производства инноваций и добавленной стоимости конкурентных преимуществ креативности, перспективности не содержит. Технологии её производства и использования регламентируются имеющейся конструкторской и эксплуатационной документацией, стандартами технических

условий на продукцию, паспортами и формулярами изделий, регламентами гарантийного сервиса и утилизации.

Жизненный цикл серийной продукции – завершающий этап эволюции любой технологии. Серийная продукция интеллектуальной собственности, как правило, уже не содержит, а если содержит или интеллектуальная собственность является основой ценовой практики реализации продукции, то необходимы постоянные инновации с созданием новой интеллектуальной собственности – увы, интеллектуальные активы, особенно в части патентного права, очень быстро «стареют» и теряют ценностные, ценовые преимущества (к любому изобретению легко добавить незначительные изменения и заявить инновацию).

Современной экономике и бизнесу наиболее интересны именно инновации как возможность создания новых продуктов и технологий для снижения издержек производства или достижения иных конкурентных преимуществ (об этом свидетельствуют различные форумы), а разработчику продуктов (изделий, методик, технологий, практик) интересны секреты производства (ноу-хау), исключительные права (монополия) и франшизы (лицензии в порядке реализации коммерческой концессии) – единственный способ коммерциализации инноваций как нематериального объекта.

Исключительное право – имущественное интеллектуальное право. Признание, подтверждение, реализация, коммерциализация и защита интеллек-

туальных прав осуществляются в отношении произведений (науки, литературы, искусства), программ для ЭВМ и баз данных, которые являются объектами авторских и смежных прав, а также в отношении технических решений (изобретений, полезных моделей), селекционных достижений, которые являются объектами патентных прав, и ноу-хау (секретов производства).

Чтобы в отношении ноу-хау (сведений о результатах интеллектуальной деятельности, используемых в режиме конфиденциальности информации и коммерческой тайны) признавалось исключительное право, сами результаты интеллектуальной деятельности должны охраняться авторским правом – патентное право не подходит, т.к. при патентовании теряются конфиденциальность информации и коммерческая тайна, а до патентования технических решений, решений внешнего вида изделий и селекционных достижений отсутствует их правовая охрана и не существует интеллектуальных прав.

Вместе с тем технологии, как сложные объекты гражданского оборота интеллектуальной собственности, могут содержать объекты авторского, смежного, патентного прав и ноу-хау в любой комплектации и конфигурации. Соответственно, для формирования и реализации исключительных прав технологии должны оформляться стандартами на методы, процессы, качество и технологическими регламентами, методиками, а стандарты и регламенты, методики должны признаваться объектами авторского права – пока это редко практикуется, т.к. требует затрат объективного признания и паспортизации интеллектуальной собственности в режиме авторского права (однако позитивные практики уже презентуются на площадке «Точка кипения» Агентства стратегических инициатив).

Исходя из условий стабильности серийного производства, требова-

ний к интеллектуальной собственности и её гражданскому обороту, научных, технологических и бизнес-практик, инновации являются продуктом исследований, разработки и подготовки производства, кустарного или опытного (именно там возникает и следует искать инновации). При этом покупателю (правопреемнику) инноваций интересен не материальный продукт, а перспективная технология для создания нового продукта или расширения «экосистемы» старого. При этом сам материальный продукт рассматривается им как промышленный образец инновации для создания технологии производства новых изделий.

Чтобы коммерциализация инновации состоялась, необходима её презентация. Наиболее перспективным способом демонстрации инноваций является презентация ноу-хау (секретов производства) по их косвенным признакам с приложением промышленного образца продукта, созданного по новой технологии, и правоподтверждающих документов независимой от продавца и покупателя стороны: спецификаций результатов интеллектуальной деятельности и ноу-хау, авторского свидетельства, сертификата признания интеллектуальной собственности и ноу-хау, паспорта интеллектуальной собственности и франшизы, используемых в Российской Федерации с 2007 года.

Как правило, необходимые документы оформляются по правилам позитивно зарекомендовавшей себя системы сертификации интеллектуальных активов СДС ОИС – государственный регистрационный № РОСС RU.Ж157.04АД00 (стандарт СТО.9003-10-2011 серии «Интеллектуальная собственность и инновации»). На подходе прогрессивная система сертификации интеллектуальной собственности и правоподтверждающих документов – СДС «Национальный консорциум ПМИС» от компании Nevsky IP Law. Главная её особенность состоит в том, что решающим является экспертное мнение профессионального сообщества.

Последующая коммерциализация ноу-хау (секретов производства) или технологии (методики, регламента, стандарта) осуществляется на условиях договора коммерческой концессии с отчуждением покупателю (пра-

вопреемнику) исключительного права или предоставления ему лицензии на ноу-хау или технологию с выплатой разового или многократного лицензионного вознаграждения или роялти (доли от прибыли, например от совместного производства, реализации и сервисного сопровождения продукции).

Характерный пример позитивного опыта – шоу-рум инноваций Международного центра научной и технической информации (МЦНТИ), задачами которого являются презентация и продвижение на международные рынки перспективных отечественных и зарубежных технологий для создания новых продуктов, а целью – международная кооперация по стимулированию креативности исследований, разработок, проектирования и снижению издержек производства в части устранения технологических недостатков.

Правила шоу-рума инноваций МЦНТИ включают требования признания, подтверждения, соблюдения интеллектуальных прав от партнёров (экспонентов шоу-рума) и оказания им помощи по объективному признанию и паспортизации интеллектуальной собственности, ноу-хау и франшиз, которые обезопасят заинтересованных лиц от исков по поводу введения в заблуждение о наличии, ценности инновации и административных, налоговых, уголовных правонарушений гражданского оборота интеллектуальной собственности.

Соответствующая помощь МЦНТИ и профилактика рисков гражданского оборота интеллектуальной собственности в составе инноваций и франшиз включает:

- оценку соответствия РИД условиям охраны авторским, смежным, патентным правом;
- объективное признание интеллектуальных прав, интеллектуальных активов и ноу-хау;
- паспортизацию интеллектуальной собственности, технологий, ноу-хау и франшиз;
- оценку стоимости исключительных прав и ущерба от их нарушений, утраты;
- юридическую проработку лицензионной политики, франшиз и договорной практики.

Для этого шоу-рум инноваций МЦНТИ интегрирован с международной программой «Интеллектуальная

собственность и инновации», суть которой – кооперация по защите инвестиций в инновации путём объективного признания, паспортизации и профессионального менеджмента интеллектуальной собственности (ПМИС) как фундамента роста бизнеса и повышения эффективности интеллектуальных активов (имущественного комплекса предприятий) в режиме технических решений и авторского права, технологий (сложных объектов гражданского оборота интеллектуальной собственности), коммерческой тайны (ноу-хау), франшиз (коммерческой концессии). Участникам программы оформляется сертификат их компетенций и практик международного и национально-консультационно-методического кластера МЦНТИ.

В концепции кластера – проведение публичных международных, национальных, корпоративных мероприятий и экспертная, консультационная, образовательная деятельность по стандартам и практикам ПМИС.

Среди указанных мероприятий следует отметить практикумы по подготовке рабочей документации для разработчиков и бизнеса с инновациями, интеллектуальной собственностью, франшизами – например, «Исключительные права на результаты научно-технической деятельности, подготовка спецификации РИД» на площадке «Точка кипения» Агентства стратегических инициатив.

Спецификация РИД – исходный документ стандартизированной формы с описанием интеллектуальной деятельности и её результатов в виде произведения (науки, литературы, искусства), технического решения, программы для ЭВМ, базы данных, монографии, диссертации, методики, сценария, презентации, регламента, стандарта, процесса, технологии, качества, ноу-хау, франшизы, предназначенный для объективного признания интеллектуальных прав (статья 1226 ГК РФ) и оформления авторского свидетельства, отчёта об оценке соответствия РИД условиям охраны авторским, смежным и/или патентным правом, сертификата признания интеллектуальной собственности и ноу-хау, паспорта интеллектуальной собственности, ноу-хау и франшизы, объекта нематериальных активов, договора об отчуждении исключительного права, лицензионного соглашения и судебного иска, сертификата менеджмента

качества интеллектуальной собственности и т.д. При этом обсуждаются её назначение, содержание, оформление, депонирование и совместно с экспертами-аудиторами ПМИС осуществляется подготовка спецификаций РИД для решения необходимых бизнес-задач: признания, паспортизации и судебной защиты интеллектуальной собственности; оценки стоимости имущественных интеллектуальных прав, имущественной ценности нематериальных активов и привлечения инвестиций; страхования рисков нарушения и утраты интеллектуальных прав; подготовки, реализации лицензионной политики и договорной практики; оформления ноу-хау для паспортизации франшиз по договору коммерческой концессии; подготовки программы инновационного развития интеллектуальных активов бизнеса; профилактики и управления рисками гражданского оборота интеллектуальной собственности (ГОИС); учёта, инвентаризации, оптимизации, использования, масштабирования, приватизации нематериальных активов и т.д.

Заинтересованным лицам предоставляется стандартизованная или адаптированная под их бизнес-задачи форма спецификации РИД на производство (науки, литературы, искусства), программу для ЭВМ и программный комплекс, базу данных (включая сайт или сетевой сервис), техническое решение, технологию, ноу-хау и рекомендации по её содержанию; методические материалы по реализации лицензионной политики и договорной практике.

Поиск инноваций в форме промышленных образцов и продукции кустарного, опытного производства целесообразно осуществлять на выставках и презентациях стартапов. Учитывая отсутствие у них необходимой компетентности в предметной области, правоподтверждающей документации и ограниченность ресурсов, помощь разработчикам инноваций целесообразно организовывать путём долевых инвестиций или краудфандинга, вовлекая в проект необходимых специалистов и заинтересованных лиц.

Обсуждение необходимых вопросов состоится за круглым столом «Интел-

лектуальная собственность – XXI век: управление рисками» форума Say Future Security.

За круглым столом специалистов ПМИС будут представлены рекомендации по следующим вопросам:

- тренды интеллектуальных активов в мировой инновационной экономике;
- техническое регулирование и менеджмент интеллектуальных активов бизнеса;
- коммерциализация интеллектуальных прав и защита инвестиций;
- стратегия управления корпоративной интеллектуальной собственностью.

Один из вопросов общей дискуссии и индивидуальных консультаций – стандарт «Профессиональный менеджмент интеллектуальной собственности. Паспорт франшизы. Назначение, оформление, использование для обеспечения сделок коммерческой концессии с оценкой имущественной ценности и передачей секретов производства (ноу-хау) правопреемнику-лицензиату в режиме коммерческой тайны. Методические указания», по которому предстоит жить ответственному бизнесу.





LUMINEO
POWERED BY 

ДИСПЛЕИ ДЛЯ
от -50°C



PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

НОВОСТИ МИРА

94% РУКОВОДИТЕЛЕЙ УВЕРЕНЫ В ПОЛЬЗЕ ИИ ДЛЯ БИЗНЕСА

Microsoft представила результаты глобального исследования «Интеллектуальная экономика: трансформация индустрий и общества под влиянием искусственного интеллекта» (Intelligent Economies: AI's Transformation of Industries and Society), целью которого было выявить отношение бизнеса к технологии ИИ.

В исследовании приняли участие более 400 руководителей высшего звена из 8 стран: Франции, Германии, Мексики, Польши, Южной Африки, Таиланда, Великобритании и США. Сферы деятельности их компаний включали финансовое обслуживание, здравоохранение и медико-биологическую отрасль, производство, розничную торговлю и государственный сектор.

Согласно результатам опроса, несмотря на существующие предубеждения, 94% руководителей считают, что эти технологии важны для решения стратегических задач их организаций, причём 37% характеризуют их как «очень важные». Топ-менеджеры уверены, что ИИ в ближайшие годы улучшит многие сферы их бизнеса. В частности, он поможет при внедрении инноваций (89%), привлечении и удержании талантливых сотрудников (85%), а также в развитии продуктов (84%). 27% опрошен-

ных организаций уже внедрили эти технологии в ключевые бизнес-процессы и сервисы, ещё 46% готовят пилотные проекты с их использованием. Также 59% руководителей уверены, что благодаря ИИ вырастет зарплата сотрудников, а 56% связывают с ним повышение уровня занятости в своей стране или отрасли.

Компании наиболее часто используют ИИ для предиктивной аналитики, управления операциями в режиме реального времени, обслуживания клиентов и риск-менеджмента. Наиболее популярные сферы применения при этом различаются в зависимости от индустрии: респонденты из розничной торговли чаще указывают обслуживание клиентов (31% по сравнению с 21% в среднем по всем индустриям), а из финансового сектора – выявление мошеннических действий (25% к 16%).

Респонденты уверены в позитивном влиянии ИИ не только на развитие их бизнеса, но и на экономику в целом в течение ближайших 5 лет. Так, по их мнению, он будет способствовать экономическому развитию (90%), повышению продуктивности (86%) и инновационности (84%), а также созданию рабочих мест (69%) в их стране и индустрии.

В оценке успешности внедрений наиболее частым критерием для руководителей явля-

ется качество работы решения (36%). Затем следуют окупаемость инвестиций (ROI, 32%) и удовлетворённость клиентов (31%). 14% компаний признают, что у них пока нет установленных показателей, позволяющих оценить успех развёрнутого решения.

Основными сдерживающими факторами при внедрении подобных технологий являются финансовые риски (42%), сложности в развёртывании, если организация не имеет необходимых ресурсов (36%), а также трудности, связанные с обучением сотрудников (35%). Тем не менее компании предпринимают конкретные шаги для разрешения данных проблем: 76% заявили, что подготовлены к рискам, связанным с ИИ, а 71% – что уже разработали политику и правила по его внедрению и контролю.

Исследование Microsoft ещё раз доказало, что важнейшую роль в цифровой трансформации каждой компании играют руководители, которые должны брать на себя ответственность за продвижение использования новых технологий и обучение сотрудников. Внедрение подобных решений должно проводиться системно и быть первоочередной стратегической задачей всей организации.

Пресс-центр компании Microsoft

ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C



**Основные свойства
электр люминесцентных дисплеев**

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

Области применения

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

LUMINEQ
POWERED BY **ВЕРНО**

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111
info@prosoftsystems.ru



Реклама

RADEL и Productronica: достижения мира электроники

Валентин Лебедев (Санкт-Петербург)

Выставка «Радиоэлектроника и приборостроение», которая уже в 18-й раз проходит в Санкт-Петербурге, впервые в России проводится совместно с международной выставочной компанией Messe München GmbH – организатором крупнейшей мировой выставки электроники, оборудования, компонентов и технологий производства электроники Productronica.

Международная выставка RADEL – специализированная выставка, в рамках которой демонстрируются самые современные достижения отечественных и зарубежных производителей электронных компонентов широкого использования, а также эксклюзивных товаров. Развитие отрасли радиоэлектроники и приборостроения трудно представить без тесного взаимодействия российских и зарубежных предприятий, инвесторов и разработчиков. Все необходимые условия для их плодотворного сотрудничества создаёт выставка RADEL, являясь базой, собирающей

вместе передовые профессиональные группы российских и международных участников.

В 2018 году выставка проводится в соответствии с новыми стандартами организации выставочных мероприятий в области электроники, позволяющими привлечь большее число профессионалов – участников и посетителей.

В этом году выставка радиоэлектроники и приборостроения впервые пройдёт в «Экспофоруме». Новейший конгрессно-выставочный центр в Санкт-Петербурге имеет универсальный функционал и обладает удобной инфраструктурой как для демонстрации про-

дукции, так и для проведения деловых мероприятий на самом высоком уровне.

Ещё одним значимым нововведением является то, что впервые в России RADEL проводится совместно с международной выставочной компанией Messe Munchen GmbH – организатором крупнейшей мировой выставки электроники, оборудования, компонентов и технологий производства электроники Productronica. Партнёрство с компанией предусматривает ряд мероприятий, позволяющих выставке выйти на качественно новый уровень. Благодаря использованию ресурсов глобальной сети Messe Munchen, имеющей более 70 зарубежных представительств и сети филиалов в Европе, Азии, Африке и Южной Америке, информация о выставке будет распространена во многих странах мира. Это значительно расширяет географический состав участников и посетителей выставки, в том числе иностранных. Экспонен-





тами выставки станут ведущие международные компании и специалисты, заинтересованные в современных технологиях и разработках российского рынка радиоэлектроники.

Впервые в России на выставке RADEL выступит гуру в области печатных плат – всемирно известный доктор Хаяо Накахара, который более 25 лет занимается консалтинговой работой во всех сферах бизнеса печатных плат. В своём выступлении он проведёт обзор мирового рынка печатных плат, расскажет о прогнозах развития. Его выступление будет также посвящено таким темам, как «Ведущие производители печатных плат» и «Самые передовые технологии: полуаддитивный процесс изготовления печатных плат. ANYLAYER – технология создания внутренних межслойных переходных отверстий между любыми слоями. Автомобильные печатные платы, 5G-требования» и др.

Компания «Протон» в рамках своего семинара осветит перспективные разработки полупроводниковых светоизлучающих диодов и индикаторов для систем, комплексов и образцов специальной техники, расскажет о новых оптоэлектронных реле и оптопарах для высоконадёжной техники, а также коснётся вопросов их применения.

В семинаре компании AWR Corporation (National Instruments) освещается тема, вызывающая большой интерес среди профессионалов отрасли, – «Последние тенденции и передовые технологии проектирования и моделирования РЧ/СВЧ-устройств». В презентации будут представлены последние разработки и достижения в области инструментов проектирования и моделирования высокочастотных систем, положенные в основу новейшей версии САПР NI AWR Design Environment V14. Презентацию проведёт Табиш Хан, директор по продажам компании AWR, National Instruments.

Компания НТЦ «Модуль» подготовила материалы на тему «Глубокие нейронные сети на основе новинок микроэлектронных компонентов разработки НТЦ „Модуль“».

Завод «Электрон» подготовил семинар «Применение электрических соединителей и кабельной продукции российского производства в объектах РЭА: перспективы сотрудничества и развития».

В этом году в состав участников входит множество компаний из России, США, Финляндии, Китая, Англии, Германии, в частности AWR Corporation, National Instruments, Nordson EFD,

Keysight Technologies, Rohde & Schwarz, Tecoo Electronics Co., Ltd., NeoDen, MORNSUN. Среди основных направлений, широко представленных участниками, следует отметить пассивные компоненты, полупроводники, встроенные системы, датчики, исполнительные устройства, печатные платы, различные CAD и Solidworks-программы, сенсорные технологии, микро- и наносистемы, светодиодные технологии LED/SSL, робототехнику, контрактное производство.

Таким образом, участникам и посетителям выставки предоставляется возможность познакомиться с последними достижениями и тенденциями производства, новейшими разработками в области радиоэлектроники и приборостроения, принять участие в актуальной деловой программе, благодаря широкой географии участников наладить коммуникацию с большим количеством ведущих компаний России, ближнего и дальнего зарубежья, а также получить уникальную базу контактов, поскольку целевой аудиторией выставки являются руководители, инженеры, проектировщики, испытатели, программисты и другие представители отраслей, принимающие решения.



Вопросы терминологии и классификация инверторов

Часть 2

Евгений Силкин (elsi-mail@ya.ru)

Важнейшим классификационным признаком для инверторов, безусловно, следует считать характер электромагнитных процессов в силовой части (фактически – принцип действия). Инверторы разделяют на три класса: инверторы напряжения, инверторы тока и согласованные инверторы. Резонансные инверторы являются частным случаем в классе согласованных инверторов.

В первой части статьи [1] приводились, в том числе, примеры и анализ неудачной терминологии, применяемых определений и понятий в области энергетической электроники, в частности из упомянутых в этом материале статей International Electrotechnical Vocabulary (IEV) и русскоязычной версии Международного электротехнического словаря (МЭС), где, кроме прочего, отмечаются неточности переводов и интерпретации некоторых терминов и определений либо даже, в отдельных случаях, и элементарная неприменимость их к реальным вещам.

Конечно, и к другим (даже многим не рассмотренным, в том числе, в [1]) понятиям из МЭС (и IEV, соответственно, также) имеются вопросы. Стандарт не должен быть сборником отличающихся высказываний, которые кем-то (и когда-то) были использованы. Советские нормативные документы, в частности, этого не допускали (например, в них можно было найти разумное ограничение: «Применение терминов-синонимов стандартизованного термина запрещается» (ГОСТ 17703-72 или ГОСТ 23414-84)). Но если к материалам IEV целесообразны лишь замечания, то

к источникам на русском языке следует уже предъявить претензии. «Гармонизация» не должна быть источником ошибок (противоречить действующим стандартам и известным представлениям) или являться средством получения из этого только «дохода» (последнее, однако, тема иной статьи).

Что же касается рассматриваемой темы – инверторной преобразовательной техники, то в настоящее время в РФ в этой области по итогам «гармонизации», можно утверждать, в некоторых вопросах наблюдается «возврат» к представлениям 2-й половины 60-х – начала 70-х годов прошлого века [2]: «По характеру протекающих в схеме электромагнитных процессов автономные инверторы подразделяются на инверторы тока и инверторы напряжения». Такая же классификация приводится и, например, в книге [3], являющейся переводом с английского, а также, с большой долей вероятности, в упомянутых выше ([1]) источниках [4, 5] на русском языке. Есть и другие примеры. Конечно, можно принять (с целью «гармонизации» с зарубежными представлениями, сегодня у нас активно внедряемой, и не выделять, например, резонансные, точнее, согласованные инверторы в самостоятельный класс) то, что было на ранних этапах развития преобразовательной техники, в частности в 70-х годах XX века [6]: «Чёткую границу между инверторами тока и резонансными инверторами провести трудно», поэтому «в литературе резонансные инверторы иногда не выделяют в отдельный класс схем, рассматривая их как частный случай инверторов тока», работающих с «прерывистыми входными токами». Такой подход, заметим, долгое время сохра-

нялся в зарубежной литературе [7], но даже там ситуация изменилась. А в отечественных источниках (кроме вышеприведённого [2]), в том числе в пособиях для вузов [8], читаем: по своим свойствам АИР (автономные резонансные инверторы) «в зависимости от соотношения параметров и схемы могут быть близки либо к инверторам тока, либо к инверторам напряжения. В первом случае источник питания обладает высоким сопротивлением для переменной составляющей входного тока (источник тока), а во втором – малым сопротивлением (источник напряжения)»; «АИР с питанием от источников тока называются инверторами с закрытым входом, а питающиеся от источников напряжения – с открытым входом»; «резонансным инверторам свойственен недостаток, заключающийся в том, что напряжения на элементах схемы могут в несколько раз превышать напряжение питания»; одним из способов «ограничения напряжения на элементах АИР является включение обратных или встречных диодов». При этом следует указать, что степень «близости АИР» к инверторам тока и напряжения (как и сама «близость» [8]) не имеет никакого отношения к тому, «обладает» ли резонансный инвертор «закрытым» или «открытым» входом (по какой схеме реализуется), и тем более к тому, от какого источника (напряжения или тока) он питается и даже какое сопротивление «для переменной составляющей входного тока» такой источник питания имеет (всё это совершенно разные и не связанные с темой вопросы, которые никак не допускают подобной путаницы).

В сети Интернет опубликованы лекции кафедры «Радиоэлектроника» ДГТУ (Ростов-на-Дону, лекция № 5, автор Н.В. Руденко) [9], в которых приводится классификация инверторов в зависимости от «способа управления или коммутации переключающими устройствами». Согласно этим лекциям, «различают два основных класса инверторов: инверторы с самовозбуждением, или автономные инверторы, и инвер-

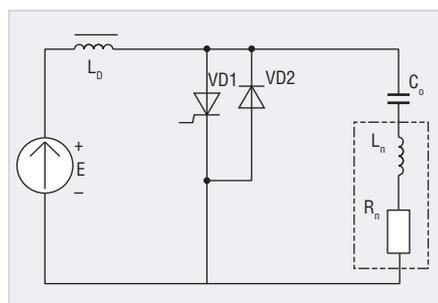


Рис. 1. Одноключевой согласованный инвертор с закрытым входом и резонансной коммутацией

торы с независимым возбуждением (ведомые сетью)». Далее со ссылкой на ГОСТ 23414-84 и, вероятно, в доказательство приводятся и определения для каждого класса: автономный инвертор – это «полупроводниковый инвертор, в котором коммутация полупроводниковых приборов осуществляется под действием напряжения, обусловленного элементами, входящими в состав полупроводникового инвертора»; ведомый инвертор – это «полупроводниковый инвертор, в котором коммутация полупроводниковых приборов осуществляется под действием напряжения, обусловленного внешними по отношению к полупроводниковому инвертору источниками электрической энергии...». Подобное, в принципе, даже не имеет смысла комментировать.

В [10] в соответствии с «современным подходом» деления автономных инверторов на инверторы тока и напряжения не только одноключевой резонансный инвертор Л.Г. Кошечева (см. рис. 1) отнесён к инверторам тока, но и все остальные приведённые в статье инверторы (кроме классического параллельного инвертора тока) неправильно отнесены к инверторам напряжения. В [10] рассматриваются на самом деле только резонансные (согласованные) инверторы и кратко упоминаются классические однофазные мостовые параллельные инверторы тока. Никаких инверторов напряжения и «инверторов тока типа чоппер» в указанной переводной статье нет, а авторы перевода своим примечанием относительно одноключевого резонансного инвертора («ячейковый» инвертор), ошибочно называемого в статье «инвертором тока», ясности не вносят.

В статье [11] даётся оценка потенциальных возможностей резонансного инвертора с удвоением частоты и встречно-параллельными диодами, а также противопоставляется ему резонансный (последовательный) инвертор, называемый почему-то «последовательным инвертором напряжения».

В работе [12] автор, ссылаясь на зарубежные статьи, классический полумостовой инвертор напряжения, известный из учебников по преобразовательной технике на русском языке на протяжении более полувека, классифицирует как «нерезонансный инвертор напряжения», а «обычный» и просто «резонансный» (или согласованный) инвертор обозначает «резонансным инвертором напря-

жения» (последнее устройство предложено Л.Г. Кошечевым [13] в 1959 г. и известно в литературе также как «схема резонансного [14] инвертора М. Депенброка»). Всё это переходит, в частности, в диссертацию [15]. Если существует (согласно [12, 15]) «резонансный (нерезонансный) инвертор напряжения», значит, может существовать и «резонансный (или нерезонансный, бirezонансный, полирезонансный, мультирезонансный и прочее аналогичное) инвертор тока»? В статьях [16, 17] инвертор тока со стабилизирующим диодом и резонансной (квазирезонансной) коммутацией (рассмотренный также в [18, 19] (см. рис. 2), реализующийся как на однооперационных, так и на полностью управляемых вентилях, предложенный в 1987 г. (авторское свидетельство СССР № 1683150), «принцип» которого был сформулирован в 1985 г., названный автором и всегда являвшийся инвертором тока) действительно классифицируется как «резонансный инвертор тока». Последнее неприемлемо в принципе и противоречит всем устоявшимся представлениям (инвертор тока не может одновременно быть резонансным [19], как и наоборот). Заметим, что ещё в 1971 г. была опубликована статья В.Ф. Дмитрикова [20], в которой анализировались коммутационные процессы в «последовательном» инверторе с обратными диодами, названном «резонансным» инвертором. В 1972 г. в работе [21] Г.В. Ивенский и А.Е. Писклов привели классификацию «резонансных инверторов». В данной статье резонансными инверторами названы преобразователи, в которых благодаря применению «последовательного резонансного LC-контура ток управляемого вентиля в течение всего интервала проводимости изменяется во времени по колебательному закону». «Обычно он (ток)», отмечают авторы, «близок по форме к полуволне синусоиды, поэтому скорости нарастания анодного тока di_A/dt небольшие». Авторы статьи также пишут, что «источник питания резонансного инвертора представляет собой генератор ЭДС или тока». В качестве генератора ЭДС используется выпрямитель с ёмкостным фильтром или аккумуляторная батарея. Инверторы, «питающиеся от генератора ЭДС, можно назвать инверторами с открытым входом, поскольку цепь источника их питания практически не обладает сопротивлением для переменной

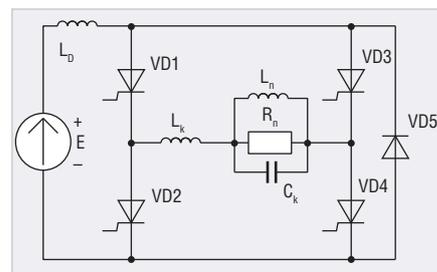


Рис. 2. Инвертор тока со стабилизирующим диодом и квазирезонансной коммутацией

составляющей тока» [21]. В качестве генератора тока используются также выпрямитель или аккумуляторная батарея, но «при этом в цепь питания инвертора должен быть включён реактор с большой индуктивностью» [21]. Инверторы, питающиеся от (такого) генератора тока, можно назвать «инверторами с закрытым входом» [23]. Далее авторы отмечают [21], что «формально» инверторы, питающиеся от генератора ЭДС, можно было бы назвать инверторами напряжения, а питающиеся от генератора тока – инверторами тока. Однако «для резонансных инверторов это нецелесообразно, так как в большинстве из них кривые напряжений и токов через вентиль имеют форму, не характерную ни для инверторов тока, ни для инверторов напряжения» [21]. Здесь заметим, что подобное описание для автономных резонансных инверторов как самостоятельного класса вентильных преобразовательных схем и сегодня кажется исчерпывающим. В заключение же в работе [21] указывается, что приведённая авторами «классификация резонансных автономных инверторов позволяет ориентироваться в многообразии схем резонансных инверторов, детально сравнивать различные схемы, а также разработать общую методiku их расчёта». Этим заключением подчёркивается значимость правильной классификации инверторных схем и применяемой терминологии.

Смешение классов инверторных схем недопустимо, в том числе с методологической точки зрения, однако подобное начиная с конца 90-х годов XX века имеет место во многих российских публикациях. Чаще всего смешивают автономные резонансные (согласованные) инверторы с инверторами напряжения. В статье [22] типичный резонансный инвертор классифицируется как «резонансный инвертор тока». Это устройство было запатентовано (авторское свидетельство СССР № 1385210) в 1988 г. под названием «инвертор» (на

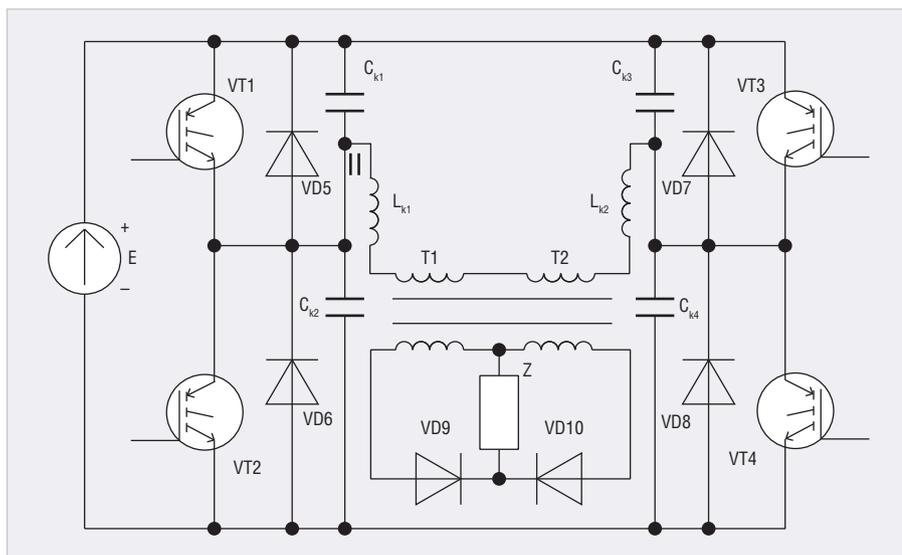


Рис. 3. Однофазный мостовой инвертор напряжения с квазирезонансной коммутацией

самом деле запатентован был, уточним, не инвертор, а преобразователь частоты с явно выраженным звеном постоянного тока на основе полностью управляемого выпрямителя и резонансного инвертора с закрытым входом). В тексте описания к свидетельству № 1385210 говорится о том, что «индуктивности полуобмоток (коммутирующего) дросселя с учётом индуктивности первичной цепи (согласующего нагрузочного) трансформатора и ёмкости (коммутирующих) конденсаторов выбраны так, что разряд носит колебательный характер с частотой собственных колебаний, равной рабочей частоте преобразователя». То есть, очевидно, в авторском свидетельстве № 1385210 речь идёт о резонансном инверторе. Почему в статье 2008 г. её авторы отходят от установившейся (правильной советской) классификации, остаётся загадкой. Ещё одна проблема обозначена, например, в [23]. Автор пишет, что им «был проведён обзор работ, в которых составлялись классификации преобразователей», «однако в ряде работ необоснованно используются различные названия для обозначения одного и того же преобразователя». По результатам обзора им «был предложен свой вариант классификационной диаграммы». Трудно не согласиться с первым тезисом в [23], однако вряд ли целесообразным в большинстве случаев будет к «различным названиям для обозначения одного и того же» добавлять ещё и «новые названия». Устройство на основе инвертора напряжения (см. рис. 3) с квазирезонансной коммутацией (однофазного мостового «параллельного») в [23] было названо «комбинированным

двухтрансформаторным преобразователем с обратным ключом и мягким включением». Продолжать далее аналогичные перечисления по теме – вероятно, неблагоприятная задача.

Обоснованным представляется, что к типу (или классу) автономных инверторов следует относить преобразователи электрической энергии, содержащие все необходимые и достаточные элементы, системы (цепи) и функции для обеспечения основного назначения – (одноступенчатого или однокаскадного, однозвенного) преобразования постоянного тока в переменный. То есть вывод, что все инверторы (кроме управляемых выпрямителей, работающих в инверторном режиме, или, иначе, инверторов, ведомых сетью) относятся к автономным устройствам, по мнению автора настоящей статьи, имеет полное право на существование – поэтому далее в тексте автономные инверторы называются просто инверторами, без дополнительного уточнения, что инвертор является автономным (кроме случаев, где такое упоминание всё-таки необходимо и при цитировании).

Важнейшим (и основным) классификационным признаком для инверторов, безусловно, следует считать характер электромагнитных процессов в силовой части (фактически – принцип действия). Нельзя согласиться с тем, что такая классификация является «условной» или «нестрогой», или, тем более, «формальной», о чём иногда необоснованно говорится в некоторых источниках. Очевидно, что правильно классифицировать (автономные) инверторы по принципу действия возможно только при учёте особенностей схемы

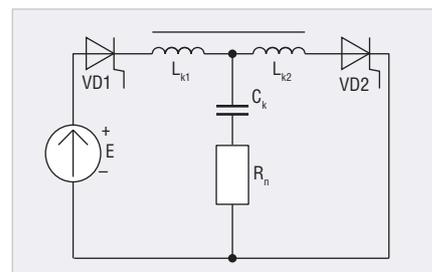


Рис. 4. Согласованный инвертор, выполненный по несимметричной схеме в силовой части

устройства, параметров элементов и режима работы. Другие классификационные признаки, в частности тип схемы компенсации реактивности нагрузки и схемы вентильного блока (схемы соединения вентиляей), число фаз, вид коммутации, место включения нагрузки, вариант подключения источника энергии, тип используемых вентиляей, вид возбуждения, способ регулирования и прочие, являются второстепенными и уточняющими. Только определение характерных особенностей электромагнитных процессов позволяет однозначно установить, с каким устройством мы имеем дело, какой оно обладает внешней характеристикой, какие имеет переходные режимы, какие у него предельные энергетические параметры, как его анализировать, как им управлять, как правильно проектировать на его основе преобразователь и где и как его можно эффективно применить.

Для инверторов при этом имеют место следующие три отличающиеся случая, которые можно выделить:

1. $Z_{и} \ll Z_{н}$ (кажущийся внутренний импеданс инвертора $Z_{и}$ намного меньше кажущегося импеданса нагрузки $Z_{н}$).
2. $Z_{и} \gg Z_{н}$ (кажущийся внутренний импеданс инвертора намного больше кажущегося импеданса нагрузки) – в этой ситуации ток (конечно, динамический) в выходной цепи устройства в основном определяется импедансом инвертора и слабо зависит или не зависит от импеданса нагрузки; для реальных устройств импедансы могут различаться приблизительно на порядок и более.
3. $Z_{и} \rightarrow Z_{н}$ ($Z_{и} = Z_{н}$ или, в общем случае, $Z_{и} = Z_{н}^*$, где $Z_{н}^*$ является комплексносопряжённым числом для $Z_{и}$, инвертор и нагрузка считаются согласованными по мощности).

В первом случае имеем «инвертор напряжения» (voltage source inverter), во втором – «инвертор тока» (current source inverter), а в третьем – «согла-

сованный (по мощности) инвертор» (matched inverter). Именно оценка соотношения импедансов может быть безальтернативным достаточным критерием отнесения инвертора к одному из трёх возможных классов устройств.

Заметим, что в [25] в соответствии с определениями «инвертор напряжения» и «инвертор тока» на русском языке поставлены иные словосочетания на английском языке, не идентичные определениям IEV, а именно voltage inverter (МЭС 551-12-11) и current inverter (МЭС 551-12-12).

«Согласование по мощности» – это то, под чем обычно и понимается согласование с нагрузкой (при равенстве или согласованности или близости импедансов) любого активного двухполюсника, каковым может быть представлен и инвертор. Справедливо, вероятно, также было бы считать (с определёнными упрощениями), исходя из характеризующих отношений импедансов инвертора и нагрузки, что инвертор напряжения – это инвертор, «согласованный по напряжению», а инвертор тока – инвертор, «согласованный по току». Однако последнее является верным (в большинстве практических случаев) именно для «переходных» отклонений или процессов (а понятия «инвертор напряжения» и «инвертор тока» являются давно известными и общепринятыми в терминологии по преобразовательной технике в РФ и за рубежом).

Что же касается «резонансных инверторов» (resonant inverter), то указанные устройства являются «классически» согласованными (по мощности, иначе – по импедансам). При проектировании практических устройств с резонансными инверторами расчёт параметров элементов ведут на так называемый «номинальный» режим, при котором выходная мощность инвертора максимальна (критерий согласования). При этом для резонансных инверторов также применяют понятие «волнового сопротивления» (или, точнее, «характеристического сопротивления») эквивалентного последовательного LC-контура коммутации, как и для характеристики, например, волновых свойств длинных линий. Резонансные инверторы представляют собой частный случай в классе согласованных инверторов, а именно устройств, согласованных по мощности. То есть резонансный

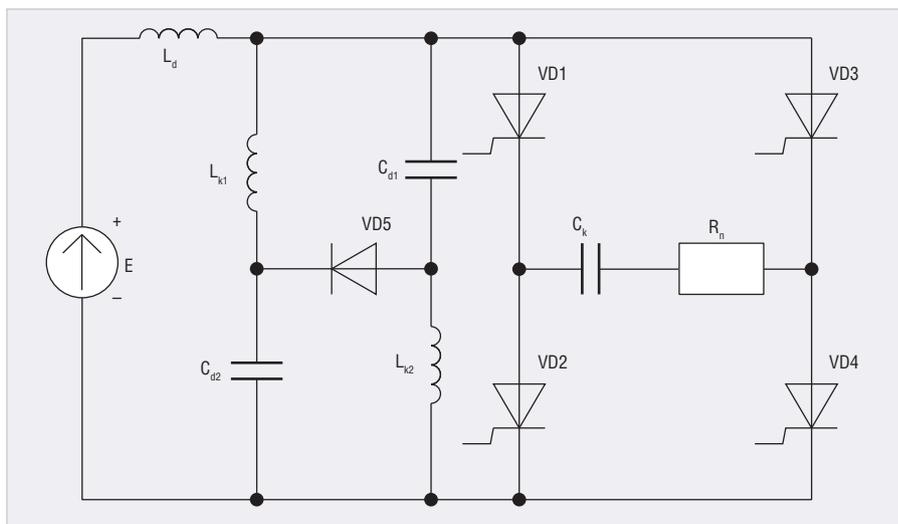


Рис. 5. Однофазный мостовой согласованный инвертор с отсекающим диодом и непрямой коммутацией (с закрытым входом)

инвертор – это согласованный инвертор (обычно, но не всегда) с резонансной коммутацией (о способах коммутации вентилей в инверторах будет сказано далее). Неудобство и, в определённом смысле, некорректность применения в некоторых случаях определения «резонансный инвертор» можно уяснить, в частности, из примера классического несимметричного (последовательного согласованного) инвертора (см. рис. 4), рассмотренного, в том числе, в [26] (и названного там «последовательным резонансным инвертором»). В [26] относительно этого инвертора сказано, что «в зависимости от соотношения собственной частоты ω_0 инвертора и рабочей частоты ω возможны три режима работы последовательного инвертора: $\omega_0 > \omega$ – режим естественного выключения тиристоров..., в этом режиме ток открытого тиристора спадает до нуля раньше, чем отпирается очередной тиристор, ток нагрузки получается прерывистым; $\omega_0 = \omega$ – граничный режим..., в этом режиме ток открытого тиристора спадает до нуля в момент отпираания очередного тиристора, ток нагрузки начально непрерывен; $\omega_0 < \omega$ – режим принудительной коммутации..., в этом режиме ток открытого тиристора в момент коммутации отличен от нуля и напряжение на нагрузке имеет форму, близкую к прямоугольной, ток нагрузки непрерывен..., наблюдается режим с перекрытием токов, входной ток инвертора непрерывен, и такой инвертор нерезонансный». Возникает закономерный вопрос: каким же он является? Незначительное изменение режима работы, очевидно, не должно приво-

дить к изменению (принципа действия) принадлежности инвертора к заданному классу или выпадению устройства из общей классификационной схемы (классификационной диаграммы). Существует, отметим, также большое число иных технических решений (и режимов работы), которые нельзя отнести к резонансным инверторам или резонансным режимам (и, тем более, к инверторам напряжения или к инверторам тока). В некоторых устройствах возможна реализация различных способов коммутации вентилей без изменения общей принадлежности инвертора к определённому классу схем. В последовательных (резонансных, точнее, согласованных) инверторах с отсекающими диодами (см. рис. 5) коммутация вентилей не является «резонансной» (и, по сути, их «нельзя было бы называть резонансными»). Но такие инверторы, как и классические резонансные инверторы, можно утверждать, «согласованы по мощности». Уточним, что оценку кажущегося внутреннего импеданса инвертора, моделируемого (в этом случае) активным двухполюсником, осуществляют для частоты первой (основной) гармоники выходного сигнала (частоты, равной частоте управления основного вентиля (вентилей), увеличенной в n раз, где $n=1, 2, 3...$ – коэффициент умножения частоты; схему замещения составляют для межкоммутационного интервала – интервала проводимости основного вентиля(ей), который считают идеальным электрическим ключом; идеальные источники напряжения закорачивают, а идеальные источники тока и нагрузочную

цепь размыкают; импедансы реактивных элементов схемы рассчитывают на частоте первой гармоники устройства [27]).

В третьей части статьи будут рассмотрены основные виды коммутации вентилей в инверторах и их применяемые на практике комбинации, а также дано определение коммутационного цикла в вентильных устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Силкин Е. Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 1. Современная электроника. 2018. № 6. С. 74–78.
2. Лукутин Б.В., Обухов С.Г. Силовые преобразователи в электроснабжении: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 144 с.
3. Рама Редди С. Основы силовой электроники. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с.
4. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632 с.
5. Розанов Ю.К., Воронин П.А., Рывкин С.Е. и др. Справочник по силовой электронике. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 472 с.
6. Розанов Ю.К. Основы силовой преобразовательной техники: учебник для техникумов. – М.: Энергия, 1979. – 392 с.
7. Энергетическая электроника: справочное пособие. Пер. с нем. под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 464 с.
8. Медведев В.А. Расчёт автономных резонансных инверторов для индукционного нагрева: учебно-методическое пособие для вузов. – Тольятти: ТГУ, 2010. – 47 с.
9. https://studopedia.ru/10_275351_1-osnovnie-ekspluatatsionnie-harakteristiki-invertorov.html
10. Лавлесс Д.Л., Кук Р.Л., Руднев В.И. Характеристики и параметры источников питания для эффективного индукционного нагрева. Силовая электроника. 2007. № 1. С. 94–98.
11. Дзиев С.В. Сравнительный анализ схем транзисторных инверторов: www.chernetsov.ru
12. Патанов Д.А. Общие проблемы снижения коммутационных потерь в инверторах напряжения. Схемотехника. 2001. № 7. С. 18–22.
13. А. с. 120586 СССР, МКИ H02 M 7/523. Последовательный инвертор/ Л.Г. Кощеев // Б.И. – 1959. – № 12.
14. Васильев А.С. Статические преобразователи частоты для индукционного нагрева. – М.: Энергия, 1974. – 176 с.
15. Афанасьев А.М. Полупроводниковый преобразователь комбинированной структуры для установок высокочастотного индукционного нагрева. – Саратов: СГТУ им. Гагарина, 2016. – 184 с.
16. Белкин А., Исхаков И., Таназлы Г. и др. Индукционная установка для разогрева крайних ниппелей кронштейнов анододержателей. Силовая электроника. 2005. № 1. С. 100–103.
17. Болотовский Ю., Таназлы Г. Опыт моделирования систем силовой электроники в среде OrCAD 9.2. Силовая электроника. 2005. № 2. С. 90–98.
18. Силкин Е.М. Управление по вычислительному прогнозу параллельным инвертором тока со стабилизирующим диодом. Тез. докл. ВНТК, посвящ. микроэлектронике в машиностроении, 14–16 ноября 1989 г. Ульяновск, 1989. С. 81–84.
19. Силкин Е. Применение нулевых схем инверторов тока с квазирезонансной коммутацией. Силовая электроника. 2005. № 3. С. 84–87.
20. Дмитриков В.Ф. Анализ процессов принудительной коммутации в резонансном инверторе с обратными диодами. Электротехническая промышленность. 1971. Вып. 20. С. 25–28.
21. Ивенский Г.В., Писков А.Е. Принципы построения схем и классификация резонансных автономных инверторов. Электротехническая промышленность. 1972. Вып. 7. С. 15–17.
22. Иванов В.А., Маркевич А.И. Резонансный инвертор тока. Труды Псковского политехнического института. 2008. № 11.3. С. 242–245.
23. Идрисов И.К. Комбинированный двухтрансформаторный преобразователь с обратным ключом и мягким включением. – Томск: ТУСУР, 2013. – 22 с.
24. Силкин Е. Элементы классификации автономных инверторов и свойства согласованного инвертора с резонансной коммутацией. Часть 1. Силовая электроника. 2017. № 4. С. 30–42.
25. Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений / под ред. Ф.И. Ковалёва и М.В. Рябчицкого. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 90 с.
26. Чиженко И.М., Андриенко П.Д., Баран А.А. и др. Справочник по преобразовательной технике. – К.: Техніка, 1978. – 447 с.
27. Силкин Е. Элементы классификации автономных инверторов и свойства согласованного инвертора с резонансной коммутацией. Часть 4. Силовая электроника. 2018. № 1. С. 56–62. 

НОВОСТИ МИРА

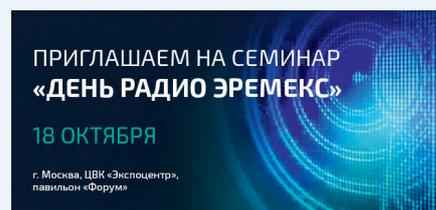
День радио «ЭРЕМЕКС»

На осеннем Дне радио в рамках выставки «ПТА-Москва» (ЦВК «Экспоцентр», павильон «Форум») 18 октября 2018 года компания «Эремекс» презентует новую версию САПР Delta Design 2.6. Команда разработчиков в максимально живом формате поделится с участниками семинара самой последней информацией о новом функционале.

Гости семинара узнают о векторе развития компании «Эремекс» и САПР Delta Design, в том числе разработчики расскажут о новом 3D-функционале. В рамках этой темы речь пойдёт о реализации автоматической коррекции взаимного положения посадочного места и 3D-модели корпуса компонента.

Специалисты «Эремекса» познакомят аудиторию с различными улучшениями в модуле подготовки к производству, в панели «Менеджер проекта» (она стала удобнее, из неё можно управлять компонентами и цепями как на схеме, так и на плате), в РСВ-редакторах и других модулях. Кроме того, речь пойдёт о готовящихся интеграциях, о тесной связке на уровне API PLM-системы «АСКОН ЛОЦМАН:PLM» и САПР электроники Delta Design. Будут рассмотрены часто задаваемые вопросы от пользователей системы.

Параллельно с презентациями будет работать демонстрационная зона, где на специально установленных компьютерах можно будет увидеть работу САПР Delta Design.



Насыщенная программа Дня радио «Эремекс» завершится викториной, розыгрышем ценных призов, а также небольшим фуршетом.

С программой семинара можно ознакомиться на сайте мероприятия (www.radioday.eremex.ru).

Участие в семинаре бесплатное. Необходимо предварительная регистрация.

Тел.: (495) 234-22-26 доб. 22410

E-mail: maksimova@expotronics.ru

Российский рынок DaaS

Объём российского рынка DaaS (Device-as-a-Service, устройство как сервис) в 2018 году достигнет 2,5 млрд руб., что на 20–25% больше итогов 2017 года. В дальнейшем рынок DaaS продолжит расти на 15–20% в год.

Эксперты Inventive Retail Group, управляющей специализированными магазинами электроники, детских и спортивных товаров, проанализировали формирующийся российский рынок DaaS. Первые проекты в РФ запустили транснациональные компании, у которых уже был опыт в Европе и Северной Америке.

Крупнейшие потребители DaaS – торговые сети федерального масштаба (40,7% от общего объёма российского рынка на август 2018 года), для которых мобильность сотрудников критически важна. Менее востребована подобная модель на производстве (19,8%), в медицине (11,8%) и ИТ (10,6%). «Облачное» владение гаджетами только начало проникать в банки (2,7%), госсектор (0,8%) и на транспорт (0,6%). Наибольшим спросом на рынке DaaS пользуются устройства топовых брендов – Apple и Samsung. Их совокупная доля превышает 80% от общего объёма российского рынка DaaS.

Крупнейшие интеграторы проектов Device-as-a-Service – компании-дистрибьюторы мобильной и компьютерной техники, специали-

зированные ритейлеры, розничные подразделения операторов связи. Лидером является управляющая сетями магазинов re:Store и Samsung компания Inventive Retail Group (20% доли по количеству проектов по итогам I квартала 2018 года). В общей сложности она сопровождает пятую часть всех проектов.

Сделки на рынке проводятся по отработанной модели лизинга, в которых финансовыми партнёрами выступают банки или специально созданные кредитные организации, такие как HP Finance Services (47,7% доля по выручке по итогам I квартала 2018 года), «Юникредит лизинг» (11,4%), «РБ Лизинг» (8,4%), «Северная Венеция» (7,8%), «Альфа-Лизинг» (4,7%). Пятёрка крупнейших игроков лизинговых услуг контролирует около 80% финансирования рынка DaaS.

Пресс-служба Inventive Retail Group

Глобальные расходы на безопасность IoT к 2023 году вырастут до \$6 млрд

Глобальные расходы на безопасность Интернета вещей (IoT) к 2023 году вырастут вчетверо по сравнению с 2018 годом – до \$6 млрд.

Согласно последнему прогнозу аналитиков Juniper Research, основными драйвера-

ми расходов являются бизнес-риски и минимальные нормативные стандарты.

Исследователи пришли к выводу, что вендоры недооценивают риски IoT, а регуляторы приняли недостаточные меры для защиты потребителей. На рынке «умного» дома расходы на IoT-безопасность в 2023 году будут занимать менее 17% рынка.



Эксперты обозначили серьёзные проблемы безопасности на рынке «умной» энергетики. В этом секторе на рост расходов оказывают влияние меры государственного регулирования, такие как GDPR. Ожидается, что через 5 лет они будут составлять \$1 млрд.

Дополнительным источником проблем безопасности станут периферийные вычисления, увеличивающие поверхность атаки.

Новости Интернета вещей

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

Надёжные, прочные, экономичные

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



emerge

НОВОСТИ МИРА

**Международный форум
«Микроэлектроника 2018»**

С 1 по 6 октября 2018 года в г. Алуште (Республика Крым) при поддержке ДРЭП Минпромторга России, госкорпорации «Ростех», холдинговой компании «Росэлектроника» и Союза машиностроителей России состоится IV Международный форум «Микроэлектроника 2018». Организаторами одного из ключевых событий года в отечественной микроэлектронной отрасли выступают АО «НИИМА „Прогресс“», АО «НИИМЭ» и НИУ МИЭТ при информационной поддержке АРПЭ и Информационно-аналитического центра современной электроники.

В этом году ключевая тема форума будет напрямую связана с тенденцией по цифровизации российской экономики, выступающей одним из приоритетов стратегии развития информационного общества в государстве. Участники мероприятия сосредоточатся на вопросе технологической готовности радиоэлектронной отрасли промышленности для успешного построения цифровой экономики страны.

За 3 года успешной работы форум стал крупнейшим отраслевым событием, демонстрируя существенный рост количества делегатов от года к году. В 2017 году в мероприятии приняли участие более 400 специалистов в области радиоэлектроники, в том числе представители Российской академии наук и ведущих вузов страны. На площадке форума удалось консолидировать более 178 системообразующих отраслевых предприятий и образовательных учреждений из 34 городов России, а также Республики Беларусь, Республики Армения, Китайской Народной Республики.

Задачи форума:

- поддержание экспертного диалога по ключевым вопросам, направленным на развитие отрасли;
- отражение основных трендов и обсуждение последних тенденций использования микроэлектронных разработок и конечных продуктов в смежных отраслях;
- конструктивный диалог специалистов различных направлений и разных поколений микроэлектронной отрасли;
- уникальная возможность встретиться «лицом к лицу» и создать более продуктивные алгоритмы взаимодействия всем участникам рынка: от разработчиков до производителей и дистрибьюторов.

Целевая аудитория: эксперты с мировым именем, молодые инженеры и разработчики, разработчики и потребители продукции ЭКБ, интеграторы, поставщики решений, представители федеральных и региональ-

ных органов государственной власти Российской Федерации, научных и образовательных учреждений, а также смежных секторов направлений науки и бизнеса.

Деловая программа форума включает доклады представителей ключевых отраслевых компаний и учебных заведений, тематические сессии, дискуссии и круглые столы, направленные на генерирование решений для развития отрасли в условиях современной экономической ситуации. Особое внимание будет уделено вопросам актуальных тенденций и проблематике в области производства готовой аппаратуры. В мероприятиях примут участие ведущие эксперты и представители лидирующих организаций в области разработки и производства радиоэлектроники, а также представители профильного научного сообщества.

Спикеры рассмотрят стоящие перед отраслью задачи, решение которых позволит отечественным предприятиям успешно конкурировать на рынке аппаратуры и электронной компонентной базы по перспективным технологическим направлениям. Внимание в этом вопросе будет уделено роли государственной политики в области создания регуляторных механизмов и преференций для отечественных игроков, а также возможных путей формирования и защиты перспективных внутренних рынков. Деловая программа затронет стратегически важный для отрасли вопрос создания условий для трансфера технологий, в том числе через развитие партнёрских отношений с ведущими мировыми разработчиками и производителями, в первую очередь с иностранными компаниями, имеющими производство радиоэлектронной аппаратуры на территории РФ и выпускающими конечную продукцию. Кроме того, эксперты обсудят необходимость принятия ряда программных решений и поделятся своим видением перспектив развития таких направлений как стандарт связи 5G и Интернет вещей, а также применения его в промышленности.

В рамках форума состоится финал «Фестиваля инноваций» – уникального конкурса, направленного на выявление и поддержку инновационных проектов в области микроэлектроники, ориентированных на выпуск передовой гражданской продукции. Цель проведения конкурса – объединение усилий инвестиционных, академических и технологических компаний для развития цифровой экономики России, а также реализации стратегии импортозамещения.

Ключевым мероприятием IV Международного форума «Микроэлектроника 2018»

станет 4-я Международная научная конференция «Микроэлектроника – ЭКБ и электронные модули». Почётным президентом конференции выступит руководитель межведомственного Совета главных конструкторов по электронной компонентной базе РФ, академик РАН доктор технических наук профессор Геннадий Яковлевич Красников.

Программа конференции включает в себя пленарное заседание, итоговый круглый стол и ряд тематических секций по основным направлениям микроэлектронного кластера. Модерировать секции будут ведущие представители отрасли.

Секция 1 – «Навигационно-связные СБИС и модули». Модераторы – к.т.н. И.Л. Корнеев (АО «НИИМА „Прогресс“»), к.т.н. В.Б. Стещенко (АО «РКС»).

Секция 2 – «Высокопроизводительные вычислительные системы». Модераторы – д.ф.-м.н. Г.Ю. Хренов (АО «Байкал Электроникс»), к.т.н. И.Н. Бычков (АО «МЦСТ»).

Секция 3 – «Информационно-управляющие системы». Модераторы – д.т.н. А.Л. Перверзев (НИУ МИЭТ), д.т.н. А.Н. Якунин (НИУ МИЭТ), П.М. Еремеев (АО «НИИ „Субмикрон“»).

Секция 4 – «Технологии и компоненты микро- и наноэлектроники». Модераторы – д.т.н. Н.А. Шелепин (АО «НИИМЭ»), д.т.н. М.Г. Путря (НИУ МИЭТ).

Секция 5 – «Изделия микро- и оптоэлектроники общего и специализированного назначения». Модераторы – д.т.н. С.Г. Бобков (ИППМ РАН) д.т.н. А.Ю. Никифоров (ИЭПЭ НИЯУ МИФИ), Ю.В. Максимов (АО «ИСС»).

Секция 6 – «Моделирование электронных компонентов и систем». Модераторы – д.т.н. С.Г. Русаков (член-корреспондент РАН), Ю.В. Завалин (АО «НИИМА „Прогресс“»).

Секция 7 – «СВЧ интегральные схемы и модули». Модераторы – д.т.н. Ю.В. Колковский (АО «НПП „Пульсар“»), д.т.н. П.В. Панасенко (АО «НИИМЭ»), к.т.н. И.И. Мухин (АО «НИИМА „Прогресс“»).

Секция 8 – «Микросистемы». Модераторы – д.т.н. С.П. Тимошенко (НИУ МИЭТ), к.ф.-м.н. Н.А. Дюжев (НТЦ НМСТ).

Секция 9 – «Технологическое и контрольно-измерительное оборудование для производства микросхем и полупроводниковых приборов». Модераторы – к.т.н. М.Г. Бирюков (ОАО «НИИТМ»), Д.Н. Тужилин (НПЦ «Лазеры и аппаратура»), Д.Л. Сапрыкин (ассоциация «Электронное машиностроение»).

Секция 10 – «Материалы микро- и наноэлектроники». Модераторы – член-корреспондент РАН д.х.н. Б.Г. Грибов (ФГУП «ГНИИ ОСЧМ»), к.х.н. В.П. Бокарев (АО «НИИМЭ»).

www.microelectronica.pro

POWER ELECTRONICS



15-я Международная выставка
компонентов и систем
силовой электроники

23–25 октября 2018
Москва, Крокус Экспо

Силовая Электроника

 **ufi**
Approved
Event

Единственная в России
специализированная
выставка компонентов
и систем силовой электроники
для различных отраслей
промышленности



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (812) 380 6003/07/00
power@primexpo.ru

Подробнее о выставке
powerelectronics.ru

12+



ПОДПИСКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

УЖЕ ОПЛАЧЕНА

РЕКЛАМОДАТЕЛЯМИ

ОФОРМИТЕ БЕСПЛАТНУЮ ПОДПИСКУ НА 2019 ГОД!



3 идентичные версии: печатная, электронная, мобильная



Мобильное приложение



App Store Google Play

СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

Мобильное приложение



App Store Google Play

WWW.CTA.RU

WWW.SOEL.RU

Подписка оформляется на сайтах журналов

Расширяем границы векторного анализа

КОМПАНИЯ ПЛАНАР

ПРЕДСТАВЛЯЕТ АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ

СЕРИИ СОМРАСТ S50180, S5065, S5085



- Векторные анализаторы цепей S50180 (100 кГц...18 ГГц), S5065 (9 кГц...6,5 ГГц) и S5085 (9 кГц...8,5 ГГц) представляют собой дальнейшее развитие линейки компактных ВАЦ с улучшенными характеристиками.

При небольших габаритах приборы сочетают высокую точность, хорошую скорость измерений и динамический диапазон более 135 дБ. Широкие функциональные возможности приборов обеспечивают эффективность и гибкость при решении широкого спектра производственных и научно-исследовательских задач.

Программное обеспечение под управлением ОС Linux предоставляется по запросу.



- Предоставляем для тестирования.

заходите: www.planarchel.ru звоните: +7 (351) 72 99 777
Более полную информацию о технических характеристиках можно получить на www.planarchel.ru

PLANAR
Сделано в России

Нет ничего невозможного!



Подробности скоро на www.rohde-schwarz.com/ru