

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

WWW.SOEL.RU

9

2018

ЖИВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ 

**РОССИЙСКИЕ
СОЕДИНИТЕЛИ:**
классика и современность

IX INDUSTRIAL:
назвался груздем –
полезай в кузов

**GENESYS –
НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ**
программируемых ИП

КАНАЛЫ SPACEWIRE:
отладка и контроль

УСТРОЙСТВА ДЛЯ 5G:
проектирование

и многое другое



App Store



Google Play

БЕСПЛАТНО
И ДЁТ!
ПОДПИСКА
2019
для специалистов

ПЛАТАН предлагает линейку встраиваемых щитовых приборов LUMEL



BOPLA - любые корпуса для любых приборов



ПЛАТАН Официальный дистрибьютор Janitza в России



www.platan.ru

ПЛАТАН

(495) 252-07-77, доб. 1562; e-mail: LDA@platan-energo.ru

Реклама

Процессоры Мультикор

1892BM14Я

СИСТЕМА НА КРИСТАЛЛЕ



1892BM206

РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЙ
МИКРОПРОЦЕССОР

САЛЮТ-ЭЛ24ПМ

ПРОЦЕССОРНЫЙ МОДУЛЬ

НА БАЗЕ РОССИЙСКОЙ
СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ



+7 (499) 995-00-52
@ market@elvees.com
www.multicore.ru

MARKET

- 4 Special-Purpose Microelectronics – Promising Markets *Dmitriy Raspopov*
6 Russian Market News

MODERN TECHNOLOGIES

- 10 Engineering Platform for Digital Enterprise *Vladimir Grechushkin*
14 Silicon and Gallium-Aluminum Arsenide Technology. Part 10.
The Concept of Building an Optical Processor *Valeriy Svede-Shvets,*
Vladislav Svede-Shvets, Maksim Zinoviev

TOOLING AND EQUIPMENT

- 20 Development of the Method of Remote Attestation of Electrodynamic
Vibration Stands *Evgeniy Nikolayev, Alexey Yazev, Tamara Tulyantseva*

ELEMENTS AND COMPONENTS

- 26 Classics and Modern: Connectors of PJSC “Atlant Plant”
Alexandr Bekmachev, Sergey Galinovich
30 ix Industrial: in for a Penny, in for a Pound *Olga Romanovskaya*
32 Fast Device Connections in Harsh Environments *Markus Lewandowski*
36 Debugging Tools for Microcontrollers STM32 from Amperka Company
Oleg Valpa

DEVICES AND SYSTEMS

- 42 GENESYS+ – New Generation of Programmable Laboratory Power
Supplies *Vasily Lisin*
46 Display Systems for Outdoor Use *Igor Mateshev*
50 Problems of Testing DDR3, DDR4 and DDR5 Memory Modules
Pavel Loginov
52 Debugging and Monitoring SpaceWire Channels *Daniel Lazari,*
Alexander Deucher, Angela Santos, Armin Horn, Matthias Beer, Volker Ohlen

ENGINEERING SOLUTIONS

- 56 Improving the Resolution of the EFM8LB12 Microcontroller ADC. Part 2
Aleksey Kuzminov
62 Control Module for Security Detector “Astra-5” *Sergey Shishkin*

DESIGN AND SIMULATION

- 66 Automation of the Formation of Footprints of Electronic Components
in the Altium Designer Environment. Part 2 *Alexey Yakubenko*
70 The Challenges of Designing Devices for the 5G Millimeter Range
Networks *Jack Browne*

PAGES OF HISTORY

- 76 100 Years of Superheterodyne Radio Receiver *Vladimir Bartenev*

EVENTS

- 84 Live Electronics of Russia – 2018
88 Mentor Graphics and “Nanosoft” Consider Modern Development Tools
for Electronic Devices

COMPETENT OPINION

- 90 Questions of Terminology and Classification of Inverters. Part 4
Evgeniy Silkin

- 92 **MAGAZINE SUBJECT INDEX 2018**

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, Р.Х. Хакимов
Литературный редактор/корректор О.И. Семёнова
Верстка А.М. Бабийчук
Обложка Д.В. Юсим
Распространение И.С. Михтифидинова (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:

117279, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108, пом/ком/эт 1/67/гех

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 9/2018

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

Elektro-Automatik	75
EREMEX (Delta Design)	61
Eurotech.	35
Grayhill	8
ICAPE Group	69
Innodisk.	12
JTAG	5
LiteMAX	6, 47
Micrometals.	83
MPS.	8
NI AWR	71
Phoenix Contact.	33
ProChip	9
ProSoft	19
Rohde & Schwarz.	4-я стр. обл.
TDK-Lambda	45
XP Power	51
АДВАНТЕХ	6, 65
АРБЕЛОС	81
ДОЛОМАНТ.	29
МОРИОН	7
ПЛАТАН-Энерго	2-я стр. обл., 7
ПРОТЕХ.	6, 13
ТЕСТПРИБОР.	вклейка, 8, 21
Фаворит-ЭК	27
ЭЛВИС	1

РЫНОК

- 4** Экстремальная микроэлектроника: перспективные рынки *Дмитрий Распопов*
- 6** Новости российского рынка

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 10** Инженерная платформа для цифрового предприятия *Владимир Гречушкин*
- 14** Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология. Часть 10. Концепция построения оптического процессора *Валерий Сведе-Швец, Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев*

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

- 20** Разработка метода дистанционной аттестации электродинамических вибростендов *Евгений Николаев, Алексей Язев, Тамара Тулянцева*

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 26** Классика и современность: соединители ПАО «Завод Атлант» *Александр Бекмачев, Сергей Галинович*
- 30** ix Industrial: назвался груздем – полезай в кузов *Ольга Романовская*
- 32** Влаagoзaщищённые соединители для быстрого подключения устройств *Маркус Левандовски*
- 36** Отладочные средства для микроконтроллеров STM32 от компании «Амперка» *Олег Вальпа*



ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 42** GENESYS+ – новое поколение программируемых лабораторных источников питания *Василий Лисин*
- 46** Системы отображения информации для уличного применения *Игорь Матешев*
- 50** Проблемы тестирования модулей памяти стандартов DDR3, DDR4 и DDR5 *Павел Логинов*
- 52** Отладка и контроль каналов SpaceWire *Даниель Лазари, Александр Дойчер, Анжела Сантос, Армин Хорн, Матиас Бир, Фолькер Олен*

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- 56** Повышение разрешающей способности АЦП микроконтроллера EFM8LB12. Часть 2 *Алексей Кузьминов*
- 62** Модуль управления для охранного извещателя «Астра-5» *Сергей Шишкин*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 66** Автоматизация формирования посадочных мест электронных компонентов в среде Altium Designer. Часть 2 *Алексей Якубенко*
- 70** Проблемы проектирования устройств для сетей 5G миллиметрового диапазона *Джек Браун*

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- 76** 100 лет супергетеродинному радиоприёмнику *Владимир Бартев*

СОБЫТИЯ

- 84** Живая электроника России – 2018
- 88** Mentor Graphics и «Нанософт» представили современные средства разработки электронных устройств

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

- 90** Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 4 *Евгений Силкин*

92 СВОДНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2018 ГОД

Экстремальная микроэлектроника: перспективные рынки

Дмитрий Распопов (dmitry.raspopov@frost.com)

Экстремальная электроника остаётся одним из перспективных сегментов мировой микроэлектронной промышленности.

Полупроводниковые компоненты с улучшенными эксплуатационными характеристиками (термо- и радиационно стойкие) широко применяются в авиа- и автомобилестроении, энергетической и нефтедобывающей отраслях, ВПК, аэрокосмической промышленности и других сферах экономики. Спрос на экстремальную электронику растёт с каждым годом. По оценкам компании Frost & Sullivan, в 2017 году объём рынка силовых полупроводниковых компонентов составил \$35–40 млрд, что соответствует 8,5–9,7% мирового рынка микроэлектроники.

В 2017 году объём мирового рынка микроэлектроники составил \$412 млрд, что на 21,6% больше, чем годом ранее. Это рекордный показатель за последние 7–8 лет. В период 2017–2018 годов рынок сохранил высокие темпы роста – во многом за счёт развития производства и внедрения микросхем памяти. По итогам 2018 года мировой рынок микроэлектроники увеличится почти на 16% и составит \$477 млрд (см. рис. 1).

РЫНОК ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Экстремальная электроника остаётся одним из перспективных сегментов мировой микроэлектронной промышленности. Данная сфера включает в себя электронные устройства, микросхемы, чипы и т.д., рассчитанные на эксплуатацию в составе энергетическо-

го оборудования повышенной мощности, а также в условиях высоких температур (выше +100°C) и сильной радиационной активности.

В 2017 году объём мирового рынка экстремальной электроники оценивался в пределах \$35–40 млрд, или 8,5–9,7% от общемирового. Лидерами в области производства высокостойких полупроводников являются страны Юго-Восточной Азии (Китай, Малайзия, Тайвань, Сингапур, Южная Корея и др.), США и европейские государства. Доля России пока составляет менее 0,4–0,5% (\$150–170 млн по итогам 2017 года) от общемировых значений.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Полупроводниковые компоненты с повышенными эксплуатационными

характеристиками широко применяются в авиа- и автомобилестроении, энергетической и нефтедобывающей отраслях, военно-промышленном комплексе (ВПК), аэрокосмической промышленности, а также в других как традиционных, так и новых сферах экономики.

Нефтяная промышленность

Использование силовых микроэлектронных элементов позволяет повысить эффективность работы многих видов технологического оборудования. Так, в нефтяной промышленности термоустойчивые полупроводниковые компоненты применяются для изготовления подземных электродвигателей, предназначенных для бурения наклонно-направленных скважин большой протяжённости (до нескольких километров). Такие двигатели способны выдерживать температуру от +150...+175°C до +200°C, что позволяет существенно снизить количество отказов оборудования и увеличить межремонтный интервал. При этом также сокращаются временные и финансовые потери операторов и, как следствие, повышается коэффициент извлечения нефти (КИН).

Автомобилестроение

Одной из наиболее перспективных сфер применения полупроводниковых компонентов сегодня является автомобильная промышленность. В 2017 году объём этого рынка составил более \$37 млрд. При этом объёмы потребления микроэлектронных компонентов продолжают расти с каждым годом, особенно со стороны стран Азиатско-Тихоокеанского региона (в частности Китая, Японии, Южной Кореи и Индии), которые производят в общей сложности около 50% всех автомобилей в мире.

Европейский регион занимает 2-е место по количеству выпускаемых автомобилей, однако страны Европы лидируют на мировом рынке производителей автомобильной микроэлектроники и полупроводниковых компонентов, суммарно занимая около 60% этого рынка.



Рис. 1. Объём мирового рынка микроэлектроники в 2010–2019 гг.

В автомобильной промышленности применение полупроводниковых элементов с повышенными эксплуатационными характеристиками обусловлено, в частности, переходом от механических и гидравлических систем к электромеханическим и мехатронным и необходимостью располагать электронные компоненты ближе к источникам тепла.

Применение экстремальной микроэлектроники в автомобилестроении позволяет существенно увеличить дальность пробега гибридных автомобилей. Также термоустойчивые микроэлектронные элементы используются для изготовления различных комплектующих автомобилей, например тормозных систем (рабочий диапазон температур +200...+300°C), двигателей и трансмиссий (+150...+200°C), выхлопной системы (до +850°C).

Аэрокосмическая (спутниковая) промышленность

Производство малогабаритных спутников (массой до 500 кг) – ещё один перспективный рынок для экстремальной микроэлектроники. Если в

2016 году во всём мире в эксплуатации находилось порядка 100 малых спутников, то, согласно прогнозам, к 2022 году их количество увеличится почти в 6 раз (до 580 единиц), а к 2027 году – более чем в 8 раз (820 единиц) (см. рис. 2).

Сегодня малые спутники всё активнее используются для развития систем связи (11% рынка), видео- и фотонаблюдения (29%), геонавигации (1%), проведения научных исследований (19%) и демонстрации технологий (12%).

Всего производством малых спутников в мире занимается 38 компаний. Большинство из них (более 90%) расположено в странах Северной Америки и Европы. Порядка 53% производителей располагают технологиями для выпуска наноспутников, и только 16% могут производить малые спутники массой 100–150 кг.

На сегодняшний день общий объём рынка микроэлектроники в аэрокосмической промышленности уже превышает \$1,2 млрд, а к 2023 году (согласно ряду оценок) он может вырасти до \$1,5 млрд. Учитывая увеличение объёмов выпуска и частоты запусков малых

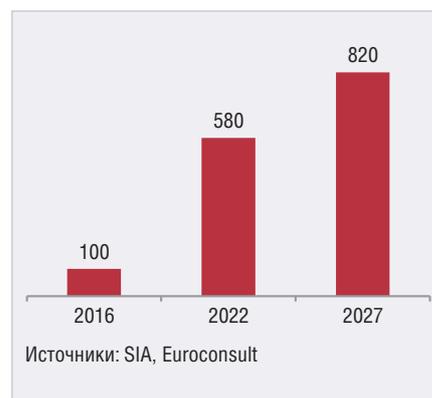


Рис. 2. Мировой рынок малых спутников в 2016–2027 гг.

спутников, можно прогнозировать высокий спрос на полупроводниковые компоненты с повышенными эксплуатационными характеристиками (в частности, радиационно-стойкие элементы) со стороны компаний-производителей. В свою очередь, рост спроса на спутниковое оборудование будет обусловлен такими факторами, как высокая надёжность, а также низкая стоимость вывода спутников на орбиту и их последующего сервисного обслуживания.



www.jtagtechnologies.ru

JTAG
TECHNOLOGIES®

ПОВРЕЖДЕНИЕ СТАТИКОЙ?
КОНТРАФАКТ?
БРАКОВАННЫЕ ИМС?

Программно-аппаратный комплекс для входного контроля цифровых ИМС DS105/USB

ID-код ИМС | Целостность разварки кристалла | Тест записи и чтения ОЗУ и ПЗУ | Можно использовать для тестирования плат

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

Реклама

Новости российского рынка

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

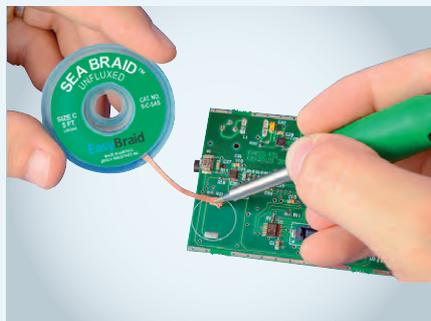
Медная оплётка для удаления припоя EASYBRAID

Компания Desco Europe, всемирно известный производитель антистатического оснащения, представила новый бренд – EasyBraid.

EasyBraid – это медная оплётка для удаления припоя с печатных плат, она незаменима при выпайке компонентов и микросхем.

Медная оплётка специально разработана для выпайки компонентов с печатной платы без удаления остатков флюса.

EasyBraid изготавливается из медной оплётки, покрытой в вакууме флюсом, не



требующим отмывки и не содержащим галогенных активаторов. Такое покрытие сохраняет эффективность даже при длительном хранении в условиях повышенной влажности.

Медная оплётка EasyBraid выпускается в трёх вариантах:

1. Безотмывная;
2. Безотмывная, бессвинцовая;
3. Без флюса.

Все варианты оплётки доступны шириной: 0,63; 1,27; 1,9; 2,41; и 2,9 мм.

За дополнительной информацией по EasyBraid обращайтесь к специалистам обособленного подразделения питерской компании ООО «ПРОТЕХ».

<https://www.protehnology.ru/>
Тел.: +7 (812) 643-2355 доб. 205
Единый номер: 8 (800) 555-2699

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Малолушмящий генератор сигналов 100 кГц – 20 ГГц

ООО «АДВАНТЕХ» (Advantex), российский разработчик и производитель СВЧ-узлов и систем, представляет синтезатор частот SGU20 в корпусе с экраном и клавиатурой.



Отличительными особенностями данного прибора являются низкий уровень фазового шума, широкий частотный диапазон и удобство эксплуатации.

Основные характеристики:

- диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц;
- шаг перестройки 0,0001 Гц;
- уровень фазового шума:
 - –140 дБн/Гц при отстройке 10 кГц @ 1 ГГц,
 - –155 дБн/Гц при отстройке 10 кГц @ 1...100 МГц;
- уровень негармонических составляющих менее –60 дБн во всей полосе, менее –70 дБн (тип.);
- время перестройки от 1 мкс (шаг < 10 МГц) до 140 мкс (во всей полосе);
- выходная мощность от –10 до +15 дБм с шагом 0,5 дБ, с опцией электронного аттенюатора (АТ) от –110 до +13 дБм;
- выход опорной частоты 10 или 100 МГц;
- частота внешнего опорного сигнала 1–250 МГц (шаг 1 МГц);

- интерфейс управления: USB, RS-232;
- формат команд: SCPI;
- габаритные размеры (высота × ширина × глубина) – 9,5×24,5×34 см.

www.advantex.ru

Тел.: (495) 721-4774

Литемах представила новые дисплеи для транспорта и Digital Signage

Компания Litemax, один из лучших производителей полосковых и сверхъярких дисплеев, представила новые модели на выставке InnoTrans 2018 (Германия).



Президент компании продолжил славную традицию игры на опережение конкурентов и представил технологию, только выходящую на рынок Digital Signage дисплеев – Intel Smart Display Module.

Фактически в Litemax одними из первых разработали дисплеи, совместимые с новым одноплатным компьютером от Intel. Их неоспоримые преимущества в скорости и удобстве обслуживания, высокой производительности и различных вариантах технологического оснащения.

Сейчас Litemax выводит на рынок три дисплея с поддержкой Intel SDM: на 32, 43 и 55 дюймов.

В сегменте дисплеев для транспорта появились 4 новых модели полоскового (ультраширокого) формата:

1. SCD3685-I – это фактически два обычных дисплея Spanpixel, совмещённые в едином корпусе. Такое решение подойдёт для транспортных терминалов, вагонов метро и информационных систем в аэропортах.
2. SCD5745-I – двусторонний дисплей Litemax с разрешением 4К. Прекрасный дисплей для отображения подробной информации о маршрутах, графике поездов/самолётов/автобусов и рекламы. Этот дисплей выбрали для использования в Нью-Йоркском метро, одном из самых информационно загруженных в мире.
3. SSD3701-Y – этот дисплей предназначен для самых солнечных мест установки. Яркость в 3000 кд/м² и специальная плёнка на поверхности – залог того, что пассажиры смогут легко прочитать маршрут и расписание даже под ярким солнцем Сочи.
4. ITRP-2845 – первый панельный компьютер в сверхшироком (16:3) формате. Прекрасно приспособлен для работы на улице: конструктив соответствует стандарту EN 50155 (европейский ЖД стандарт), степень защиты IP65 и яркость 1000 кд/м². Встроенный компьютер на процессоре Intel Skylake-U позволит справиться с большинством задач на транспорте.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-25-22

LUMEL в России: ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Анализ энергопотребления невозможен без постоянного мониторинга потоков энергии в системе электроснабжения. В системах энергоменеджмента и управления себестоимостью энергии, а также в системах контроля качества электросети не обойтись без универсальных измерительных устройств.

Компания Lumel является ведущим мировым производителем в области встраиваемого цифрового измерительного оборудования. Оборудование Lumel широко применяется в устройствах распределения энергии, системах оптимизации энергии и системах коррекции коэффициента мощности.

Практически каждый потребитель может найти для себя прибор с необходимыми функциями и по приемлемой цене.

Европейская продукция Lumel (Польша) отвечает всем требованиям европейской сертификации: ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, ISO/TS 16949:2009. Оборудование серии N43, N14 и ND20 используется для анализа расходов по электроснабжению с целью их снижения, а также оптимизации затрат на обслуживание электросетей и сокращения себестоимости продукции на производстве.

Анализатор качества электроэнергии N43 Lumel – очень компактное и мощное универсальное измерительное устройство, снабженное высокопроизводительным инновационным микропроцессором. Частота сканирования всех каналов измерения в 20 кГц позволяет проводить непрерывное измерение и сбор до 2000 (!) измеряемых значений с высокой точностью. Малая глубина монтажа позволяет осуществить интеграцию даже в тех местах, где пространство сильно ограничено, например, в распределительных шкафах. Благодаря простоте конструкции устройства и наличию большого количества интерфейсов при монтаже и подключении удаётся значительно снизить трудозатраты и сэкономить денежные средства.



Анализатор энергопотребления N14 Lumel может использоваться в сетях сбора данных или в качестве одного измерительного прибора вместо многих различных (амперметров, вольтметров, ваттметров, варметров, фазо- и частотомеров и других).

Для средних и больших проектов особенное значение имеют автоматическое считывание измеряемых параметров и управление данными, а именно:

- визуализация измеряемых значений;

- автоматическое считывание кольцевого буфера приборов;
- хранение измеряемой информации в базе данных;
- графическое представление измеряемых величин в режиме реального времени;
- настраиваемая топология со свободно выбираемыми значениями;
- настройка измерительных приборов;
- настройка, визуализация, обработка и анализ данных;
- разработка обширных автоматизированных систем управления производством и потреблением энергии;
- визуализация источников энергии при помощи топологии;
- документирование качества мощности со свободным выбором периода времени;
- анализ причин ошибок сети;
- наличие центра обработки стоимости энергии (то есть простое и точное вычисление стоимости электричества);
- стабилизация источника энергии с помощью функции сигнализации при превышении заданных пределов, например, во время перенапряжения или кратковременного прерывания питания;
- улучшение качества мощности, например, анализ гармоник для обнаружения неисправностей;
- анализ профиля нагрузки, к примеру, прогнозирование потребления для улучшения контракта с поставщиком энергии;
- все приборы внесены в ГОСРЕЕСТР.

Сертифицированным дистрибьютором компании Lumel на российском рынке является ООО «Платан-Энерго».

www.platan.ru

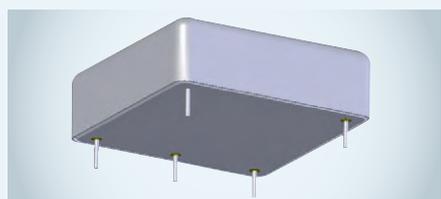
Тел.: (495) 252-0777 доб. 1562

E-mail: LDA@platan-energo.ru

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Низкопрофильный ПРЕЦИЗИОННЫЙ МАЛОШУМЯЩИЙ ГЕНЕРАТОР ГК341-ТС

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 малогабаритный прецизионный малошумящий генератор ГК341-ТС.



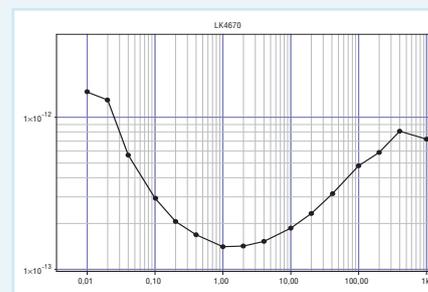
Уникальными характеристиками генератора ГК341-ТС являются кратковременная нестабильность частоты (девиация Аллана) менее $1,5 \times 10^{-13}$ на 1 секунду и фазовые шумы до -120 дБ/Гц для отстройки 1 Гц и до -168 дБ/Гц для отстройки 10 кГц. Нестабильность в интервале температур обеспечивается на уровне до 10^{-9} .

Генератор имеет электрическую перестройку частоты.

ГК341-ТС может использоваться как в измерительной технике, так и в телекоммуникационном оборудовании.

Генератор ГК341-ТС поставляется на частоту 10 МГц и доступен в исполнении RoHS.

Габаритные размеры прибора составляют 50,8×50,8×16,0 мм.



Уровень фазовых шумов (дБ/Гц, при отстройке) представлен на графике.

Дополнительная информация об этих и других новых приборах доступна на сайте АО «МОРИОН».

www.morion.com.ru

Тел.: (812) 350-75-72, (812) 350-92-43

НОВЫЕ МАЛОШУМЯЩИЕ УСИЛИТЕЛИ L3 NARDA-MITEQ

АО «ТЕСТПРИБОР» представляет новую серию малошумящих усилителей (МШУ) в частотных диапазонах от 100 МГц до 40 ГГц производства компании L3 Technologies Narda-MITEQ.



Компания L3 Narda-MITEQ является признанным лидером в отрасли СВЧ- и ВЧ-компонентов. Продукция компании широко известна своей долговечностью и надёжностью.

Новые МШУ разделены по сериям P1дБ: +10 дБм, +15 дБм, +20 дБм и +25 дБм.

В каждой серии есть возможность выбрать коэффициент усиления: 20, 30 или 40 дБ.

Все МШУ этих серий имеют максимальную входную мощность +13 дБм, рабочую температуру от -55 до +85°C и соответствуют стандарту RoHs.

АО «ТЕСТПРИБОР» является официальным партнёром L3 Narda-MITEQ на территории РФ, что гарантирует высокую скорость поставки, конкурентоспособную стоимость продукции, а также оказание оперативной технической поддержки на всех этапах.

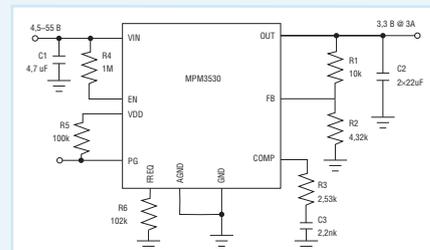
www.test-expert.ru

Тел./факс: (495) 657-87-37

НОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ MPM3530 С ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНДУКТИВНОСТЬЮ

Компания Monolithic Power Systems (MPS) анонсирует новый преобразователь MPM3530 с интегрированной индуктивностью.

MPM3530 представляет собой модуль синхронного, понижающего преобразователя со встроенным силовым МОП-ключом, индуктивностью и двумя конденсаторами. Таким образом, MPM3530 является компактным решением для питания электронных устройств с напряжением от 1 до 15 В с максимальным током до 3 А.



Входное напряжение может варьироваться от 4,5 до 55 В.

Преобразователь работает на частоте 520 кГц с возможностью программирования частоты и внешней синхронизации.

Преобразователь MPM3530 отличается высоким КПД (более 92%) и наличием вывода Power Good, сигнализирующим о том, что выходное значение находится в заданном диапазоне. Высокая степень интеграции позволяет компактно разместить на печатной плате схему преобразования напряжения.

Микросхема имеет защиту от перегрева, короткого замыкания и перегрузки по току в каждом цикле преобразования. MPM3530 сохраняет работоспособность в диапазоне температур от -40 до +85°C.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Вся суть в размере!

Компактный поворотный переключатель
77-й серии

- 25 000 циклов переключения
- Соответствует: MIL-DTL-3786, MIL-STD-20
- Высота выступающей части с задней стороны панели — 4,5 мм

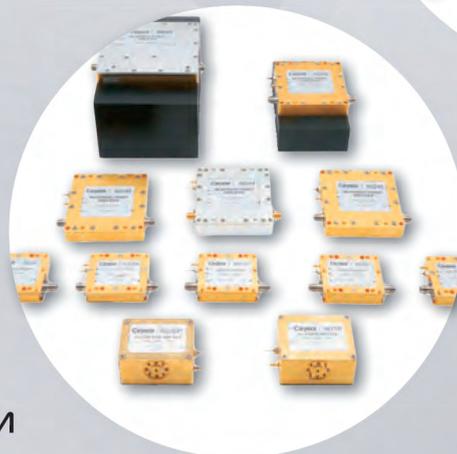


ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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



СВЧ И ВЧ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ



- УСИЛИТЕЛИ
- СМЕСИТЕЛИ И УМНОЖИТЕЛИ ЧАСТОТ
- ЧАСТОТНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ
- ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ
- ВОЛНОВОДЫ И КОАКСИАЛЬНО-ВОЛНОВОДНЫЕ ПЕРЕХОДЫ

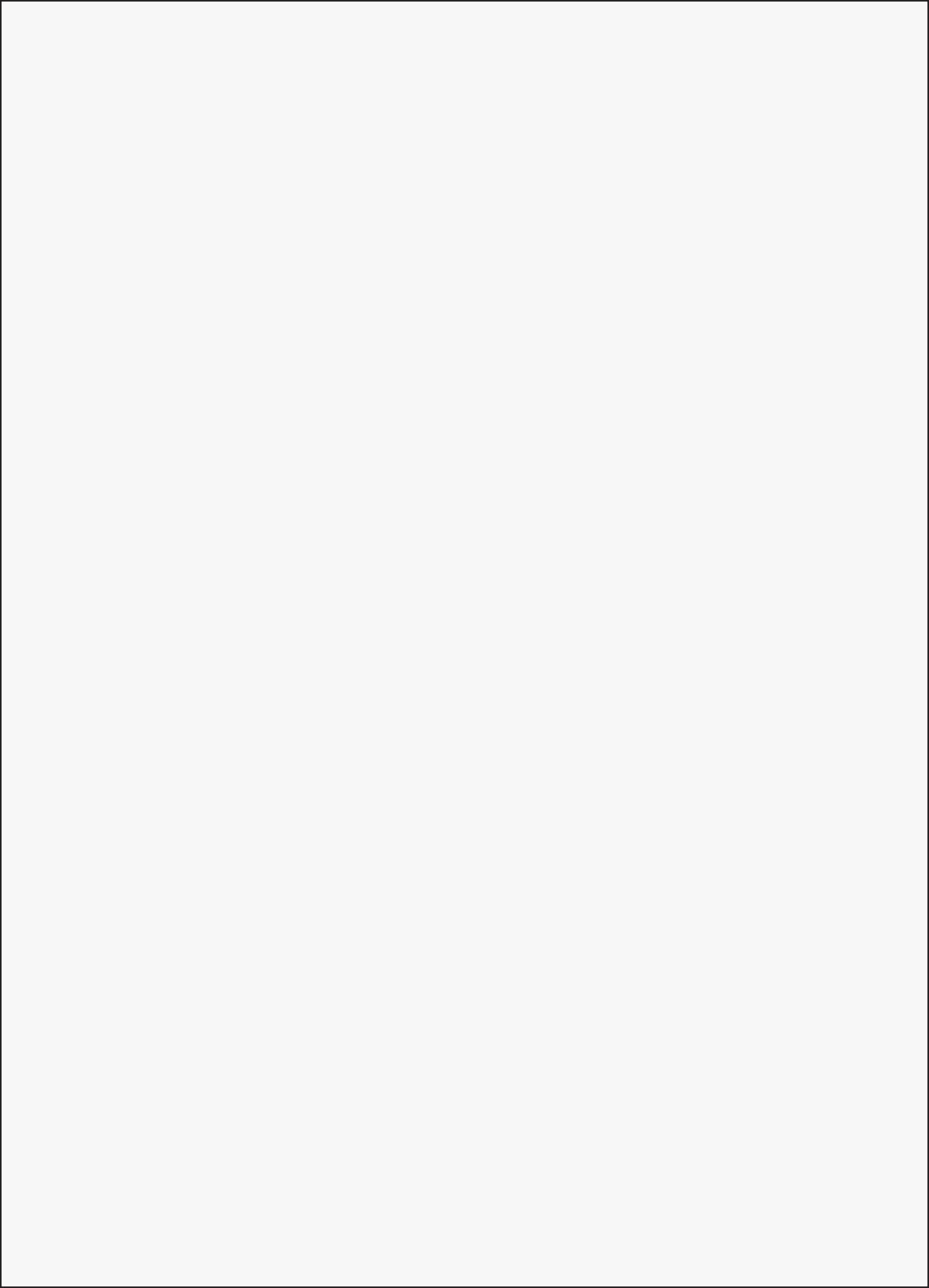
В программе поставок продукция ведущих компаний - лидеров в области СВЧ и ВЧ компонентов.

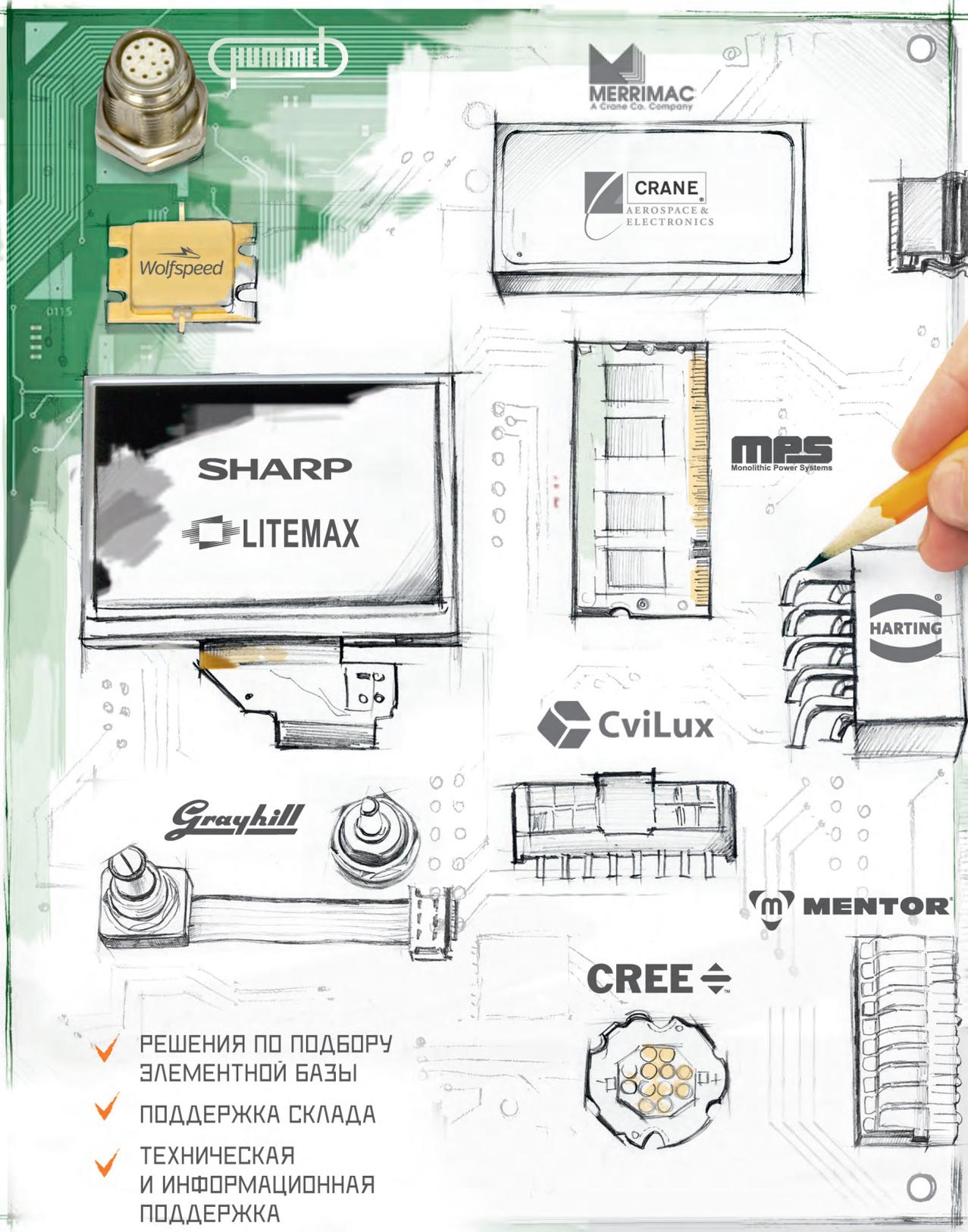
СПЕЦИАЛИСТЫ КОМПАНИИ АО «ТЕСТПРИБОР» ОКАЖУТ ПОМОЩЬ И ПОДДЕРЖКУ:

- в выборе изготовителя и подборе аналогов;
- в составлении технического задания и изготовлении продукции по индивидуальным требованиям заказчика;
- в логистике;
- в проведении тестирования и испытаниях.

ТЕСТПРИБОР

АО «ТЕСТПРИБОР»:
125480, г. Москва,
ул. Планерная, д. 7А,
тел./факс: (495) 657-87-37,
tp@test-expert.ru,
www.test-expert.ru





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

Инженерная платформа для цифрового предприятия

Владимир Гречушкин (ru.ccc@schneider-electric.com)

Последние несколько лет как в западных странах, так и в России активно обсуждается 4-я промышленная революция (Индустрия 4.0). Коротко её можно охарактеризовать как построение полностью цифрового производства, на котором оборудование, датчики и информационные системы соединены на протяжении всей цепочки производства. В цифровом пространстве происходит как вертикальная, так и горизонтальная интеграция производственных процессов. Предприятие начинает работать как единый организм, связи с контрагентами упрощаются и автоматизируются. Такая эволюция должна привести к тому, что за счёт оптимизации бизнес-процессов и внедрения новых технологий бизнес сможет одновременно снизить затраты и увеличить объём производства.

В России целенаправленно взят курс на цифровизацию промышленности, и это происходит не только на словах, но и на деле – в частности, предприятиям может быть оказана финансовая поддержка со стороны государства. В качестве примера можно привести программу «Цифровизация промышленности» Фонда развития промышленности (ФРП).

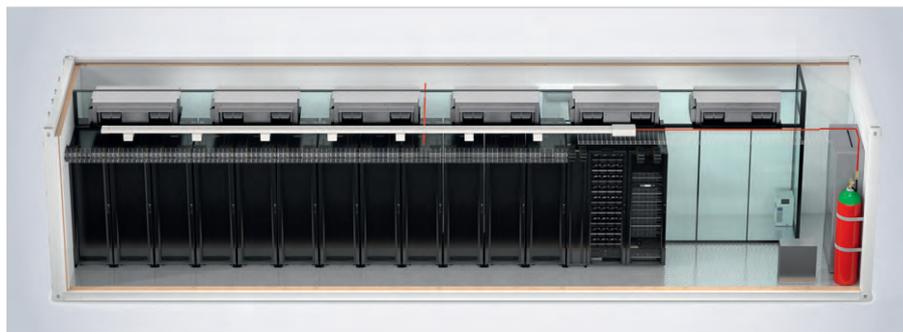
Таким образом, можно с уверенностью сказать, что цифровое производство – это не просто теоретическая концепция. Ряд крупнейших нефтегазовых, металлургических, производственных предприятий России уже активно внедряет технологии, относящиеся к Индустрии 4.0, и, по их словам, этот процесс уже стал необратимым, а те технологии, которые вчера казались делом далёкого будущего, сегодня становятся жизненно необходимыми для сохранения конкурентоспособности бизнеса.

К таким технологиям можно отнести промышленный Интернет вещей (IIoT), анализ больших данных и предиктивную аналитику, повсеместное

использование мобильных и носимых устройств сотрудниками предприятия, передовые технологии обеспечения человеко-машинного интерфейса (HMI) и другие. Однако необходимо учитывать, что применение этих технологий одновременно приводит к росту хранимых и обрабатываемых данных на предприятии, что, в свою очередь, ведёт к необходимости увеличения парка серверов, систем хранения данных, сетевого оборудования. Для размещения всего этого необходимы инженерная инфраструктура, свободное пространство в серверных помещениях, наличие свободных каналов передачи данных и электроэнергии.

Можно с уверенностью сказать, что в современной реальности больше нельзя спроектировать центр обработки данных (ЦОД) исходя из существующей нагрузки и быть уверенным, что он сможет обеспечить потребность организации в вычислительных мощностях даже на горизонте 3–5 лет. Динамичное развитие технологий требует гибких, масштабируемых решений.

Построение дата-центра в промышленности имеет свои особенности. Как правило, головная организация располагается в крупном городе, например в Москве или Санкт-Петербурге, но при этом зачастую не является собственником здания, в котором находятся серверные помещения. Использование арендованной площадки накладывает определённые ограничения как на планировку помещений, так и на предоставляемую арендодателем инфраструктуру, тем самым существенно снижая гибкость при проектировании. Иными словами, иногда компании сталкиваются с ситуацией, когда неиспользуемые решения определяют требования к инженерной инфраструктуре, а существующая инженерная инфраструктура определяет требования к программно-аппаратным решениям. При этом, как правило, у промышленных компаний есть несколько производственных площадок, расположенных в других городах и регионах. Для крупных предприятий такие производственные площадки можно сравнить с городом внутри города с собственными дорогами, зданиями, коммуникациями. В этом случае наличие пространства для размещения ЦОД не является сколь-либо существенным ограничением, поскольку, как часто оказывается, имеется несколько старых корпусов или технологических помещений, старые телекоммуникационные помещения узлов связи или аккумуляторные помещения, которые в настоящий момент уже не используются. Однако, несмотря на видимую простоту их использования для размещения ЦОД, эти помещения строились достаточно давно и те требования, которые закладывались при их проектировании, могут существенно отличаться от современных (недостаточная нагрузочная способность перекрытий, наличие окон, устаревшие системы вентиляции, отсутствие необходимых закладных, необходимость полной замены щитового оборудования и систем распределения питания, ограничения планировок как внутри здания, так и снаружи). Всё это может потребовать проведения не только косметического ремонта, но



Prefab-ЦОД Schneider Electric в разрезе

и серьёзного перестроения этих помещений.

Альтернативой является размещение здания дата-центра на территории предприятия в виде нового сооружения. Такой вариант может иметь два подхода. Первым является капитальное строительство – проектирование и возведение полноценного здания. Однако опыт показывает, что организация может столкнуться с очень длинным циклом проектирование – согласование – строительство. Процесс, как правило, растягивается на несколько лет даже до начала чистовой отделки помещений. Помимо сроков, стоимость нового сооружения может составлять существенную часть средней стоимости одного юнита (U) полезного пространства в телекоммуникационной стойке для размещения оборудования. Вторым подходом является использование модульных быстровозводимых конструкций либо контейнерных дата-центров высокой заводской готовности (prefab-ЦОД). Этот подход имеет несколько преимуществ. Опираясь на опыт, можно сказать, что по сравнению со стоимостью возведения нового здания и даже со стоимостью перестроения уже существующих помещений данный подход может требовать наименьших затрат, кроме того, он, как правило, может быть реализован в наиболее короткие сроки и совершенно точно предоставляет наибольшую гибкость при проектировании и последующей эксплуатации. Дело в том, что в случае необходимости увеличения числа стоек с оборудованием, например при объединении нескольких серверных помещений в процессе реорганизации в связи с ростом обрабатываемых данных либо внедрении новых систем, пространства в дата-центре может быть недостаточно. Альтернативой является закладывание ещё на этапе проектирования резервного пространства для возможного наращивания мощностей, что экономически неэффективно. В случае использования модульного решения есть возможность создать типовой модуль, например на 100–120 кВт мощности, включающий порядка 20 типовых монтажных шкафов и все необходимые инженерные системы: электропитания, кондиционирования, пожаротушения и т.д. При этом масштабируемость может быть как внутренней (можно использовать модульные ИБП, масштабируемую конфигурацию внутрирядных кондици-

онеров), так и внешняя: при полном заполнении одного модуля около него с минимальными временными и финансовыми затратами может быть размещён дополнительный, который был заранее спроектирован. Тем самым обеспечивается наиболее близкая к линейной зависимость затрат от мощности, а инвестиции осуществляются по мере необходимости. Таким образом, если при проектировании вычислительной системы была допущена ошибка (как в меньшую, так и в большую сторону) либо потребность в процессе эксплуатации существенно изменилась, такой подход позволит минимизировать негативный эффект.

Альтернативой модульной быстровозводимой конструкции является использование контейнерных prefab-ЦОД. Несмотря на то что данный вариант имеет несколько известных успешных реализаций, в том числе в России, он накладывает также ряд ограничений, которые необходимо учитывать. Зачастую, когда организация рассматривает контейнерный ЦОД, одним из требований выступает его мобильность, т.е. возможность перенести дата-центр на новую площадку с минимальными затратами. Однако при этом не учитывается тот факт, что такое перемещение может потребовать полного демонтажа серверного оборудования, инженерной инфраструктуры и т.д. – иными словами, развёртывание ЦОД на новой площадке может быть сопоставимо по срокам и сложности с его первичной установкой. Полностью на монтаж и настройку могут уйти дни и даже недели, в зависимости от сложности проекта.

Ещё одним ограничением является то, что стандартный контейнер имеет достаточно небольшую ширину для серверного помещения. Это может существенно усложнить процесс эксплуатации и обслуживания установленного оборудования из-за ограниченного сервисного пространства. С другой стороны, если сделать контейнер шире, то теряется возможность его беспрепятственного перемещения по автомобильным дорогам – тем не менее это хорошее решение для небольшого количества стоек либо специализированного оборудования.

При проектировании ЦОД рекомендуется сразу продумать вопрос отказоустойчивости. Промышленные компании, как правило, имеют несколько площадок, на двух из которых могут

быть спроектированы основной и резервный дата-центры. Можно предусмотреть полностью симметричную конфигурацию, при которой основной ЦОД будет иметь удалённую резервную площадку, обеспечивающую работу всех ИТ-систем в случае чрезвычайного происшествия на основной, либо асимметричную конфигурацию, при которой «зеркало» на удалённой площадке имеют только наиболее критичные для бизнеса системы. Однако при выборе места для размещения резервного дата-центра необходимо учитывать расстояние между площадками и задержку в канале. Для определённых систем, например сети хранения данных (СХД), в случае использования синхронной репликации между площадками этот параметр может существенно сказываться на производительности, а асинхронная репликация может допускать пропажу данных. Также этот параметр может быть критичен для работы других приложений, например баз данных и распределённых виртуальных сред. Для большинства случаев имеется возможность заранее просчитать все параметры и продумать список систем, которые будут расположены на основной и резервной площадках, и правильно подобрать инженерную инфраструктуру.

Отдельно стоит отметить, что даже в случае использования асинхронной конфигурации на обеих площадках лучше использовать однотипное оборудование для упрощения его эксплуатации и обслуживания.

Кроме этого, ИТ-инфраструктура распределённого предприятия имеет ряд серверных комнат на остальных производственных площадках. Для крупных организаций их количество может быть достаточно большим, а общий счёт телекоммуникационных стоек в распределённой инфраструктуре может идти на десятки и сотни. В этом случае рекомендуется рассмотреть построение распределённой инфраструктуры по принципу периферийных вычислений (Edge-вычислений). При таком подходе данные, которые создаются на удалённых площадках, например в результате сбора информации с датчиков, могут проходить предварительную локальную обработку, прежде чем будут переданы в центральный ЦОД. Это позволит увеличить скорость принятия решений, снизить нагрузку на канал, повысить отказоустойчивость. Однако что-

бы получить такой эффект, необходимо рассматривать эти удалённые площадки как часть общей распределённой ИТ-инфраструктуры. Они должны соответствовать общим требованиям с точки зрения надёжности и отказоустойчивости.

Для повышения скорости внедрения, а также в целях упрощения развития такой сети и управления ей ещё на этапе предпроектных и проектных мероприятий необходимо разработать набор типовых решений, которые будут учитывать все необходимые параметры. Необходимо определить, какие данные будут обрабатываться локально, какие – передаваться в ЦОД без обработки; составить конфигурацию серверного и сетевого оборудования, требуемого для обработки данных; предусмотреть системы мониторинга параметров среды, состояния оборудования и системы безопасности; провести аудит площадок, выбрать помещения, где данное оборудование может быть размещено; составить перечень требований к инженерной инфраструктуре, а затем провести классификацию узлов и выработать типовые решения.

Процесс внедрения цифровых технологий и модернизации ИТ-инфраструктуры должен опираться на надёжный и продуманный фундамент инженерных систем, а наличие распределённого парка оборудования при правильном планировании инфраструктуры и внедрении стратегии повторяемых модулей не усложняет, а наоборот – упрощает эксплуатацию и развитие предприятия. Также необходимо отметить, что применение моновендорных решений как в области сетевых и вычислительных систем, так и в области инженерной инфраструктуры даёт преимущества предприятию на этапе проектирования за счёт понятной совместимости компонентов, на этапе эксплуатации за счёт единого сервисного контракта и на этапе модернизации за счёт поддержки производителя комплексного решения, а не отдельных устройств. Помимо экономических аспектов внедрения моновендорного решения, важно и время, потраченное на создание инфраструктуры. Внедрение современных технологий старыми методами может свести на нет

всю выгоду, поскольку за время, необходимое для этого, сама суть технологической может измениться.

Schneider Electric уделяет комплексным решениям для инженерной инфраструктуры ИТ-объектов не меньшее внимание, чем отдельным компонентам. Компания уже более 15 лет фокусируется на создании инженерной платформы от одного производителя. В 2003 году была представлена архитектура InfraStruxure, ставшая первой на рынке комплексной инженерной инфраструктурой для серверных помещений. Она включала в себя основные подсистемы: монтажные шкафы, ИБП, распределение питания, кондиционирование и систему мониторинга. С тех пор это моновендорное решение охватывает всё большее количество инженерных систем, и сегодня Schneider Electric предлагает заказчику до 80% инженерной инфраструктуры ЦОД от одного производителя как в формате классического дата-центра в капитальном здании, так и в формате модульных быстровозводимых конструкций или же prefab-ЦОД высокой заводской готовности.



innodisk

Industrial
SATADOM-MV
3SE-S Series

ДЕЙСТВУЙ НА ОПЕРЕЖЕНИЕ

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

ProSOFT[®] ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР (495) 234-0636 INFO@PROSOFT.RU WWW.PROSOFT.RU

Дымоуловители Duet FE 300-2

DUET FE 300-2 – многоступенчатая система, для очистки воздуха при ручной пайке до состояния почти медицинской стерильности.

Duet FE 300-2 блок – портативная система легко устанавливается и в любое время может быть перенесена в связи с производственными нуждами.

- Гранулированный угольный фильтр;
- Фильтр HEPA-13 (эффективность 99.97%), класс F7;
- Увеличенный размер выпускных патрубков 75 мм;
- Высокая производительность 320 м³/час;
- Воздушный поток 11.3 м/с (2x75 мм) при давлении 30 мБар;
- Низкий уровень шума <52 дБ;
- Материал корпуса – сталь с порошковым покрытием;
- Для двух рабочих мест.

Блок Duet FE 300-2 поставляется в комплекте с комбинированным и предварительным фильтрами.



Характеристики комбинированного фильтра

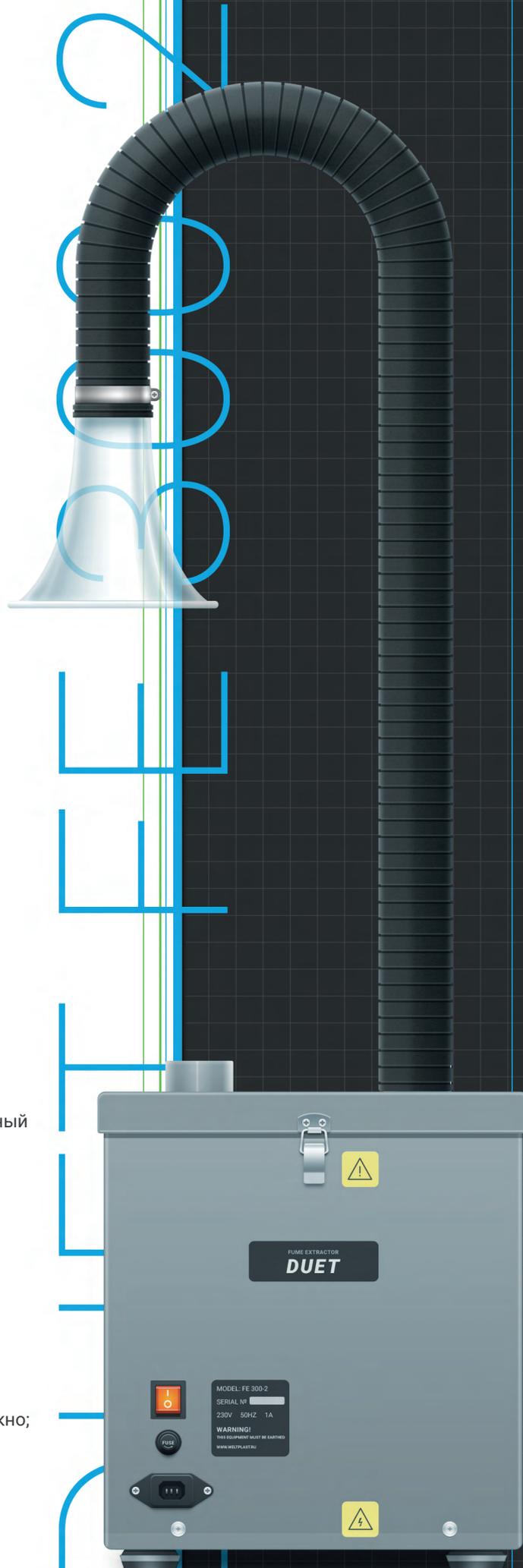
- Фильтр HEPA-13 (эффективность 99.97%);
- Газовый фильтр – гранулированный активированный уголь;
- Корпус фильтра – сталь, окрашенная в любой цвет по желанию заказчика, на цену это не влияет.



Характеристики предварительного фильтра

- Материал фильтра – стекловолокно;
- Эффективность – класс F7 (96% до частицы до 2 микрон).

Реклама



Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология

Часть 10. Концепция построения оптического процессора

Валерий Сведе-Швец (soooves@mail.ru), Владислав Сведе-Швец, Максим Зиновьев (Москва)

Десятая часть статьи продолжает рассказ о возможных способах построения оптических процессоров, реализующих структуру векторно-матричных умножителей, и процессоров с мультиклеточной структурой. В статье показана концепция построения многопроцессорной аналоговой и цифровой векторно-матричной вычислительной архитектуры с наращиваемой 3D-платформой вычислительных ядер и оптоэлектронными многоканальными коммутаторами стандарта SpaceWire на основе электронной базы 3D М ФЭФ М (3D многоканальный фотон-электрон-фотонный модуль).

Кремниевая технология, применяемая сегодня для создания процессоров, приближается к своему пределу, и ей на смену приходит оптическая технология, разрабатываются оптические фотонные процессоры.

Оптическая технология, созданная на основе лазеров, фотодетекторов и оптических волокон, позволяет передавать информацию целыми массивами, многоканально или даже изображениями, используя разные сре-

ды передачи, хранения и обработки информации. Обработка передаваемой информации во время её передачи через оптическую систему возможна практически мгновенно. На передачу информации оптическим путём тратится минимальная энергия, и при этом обеспечивается скрытность информации, поскольку оптический сигнал является однонаправленным и ничего не излучает в окружающую среду.

Все эти преимущества достигаются благодаря тому, что в качестве носителей информации используются фотоны, а не электроны.

Преимуществами оптических вычислителей являются:

- малое время срабатывания переключателей;
- высокий параллелизм;
- распространение сигнала со скоростью света;
- возможность прохождения большого количества световых сигналов по одной и той же области пространства без влияния друг на друга;
- практически полное отсутствие излучений во внешнюю среду.

СТРУКТУРА ОПТИЧЕСКОГО ВЕКТОРНО-МАТРИЧНОГО УМНОЖИТЕЛЯ

Векторно-матричный умножитель – это простейший по своей природе оптический процессор, имеющий средства для выполнения параллельного умножения матриц, которые требуются для работы большинства искусственных нейронных сетей. Параллельная природа вычислений в таком случае сохраняется и может быть описана математически в виде последовательных умножений вектора на матрицу – одна операция умножения в каждом слое. Таким образом, входной вектор умножается на матрицу весовых коэффициентов, образуя вектор *NET*. Затем к нему прикладывается функция активации *F*, образуя вектор *OUT*, являющийся выходом слоя:

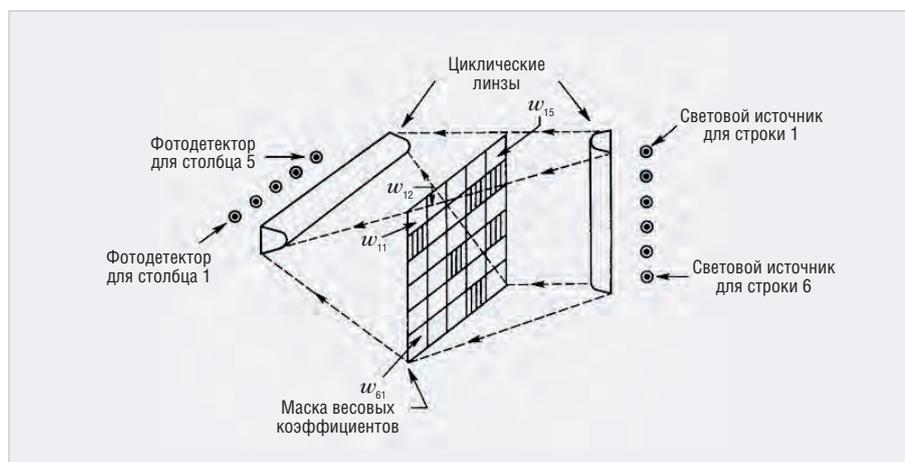


Рис. 76. Электронно-оптический векторно-матричный умножитель

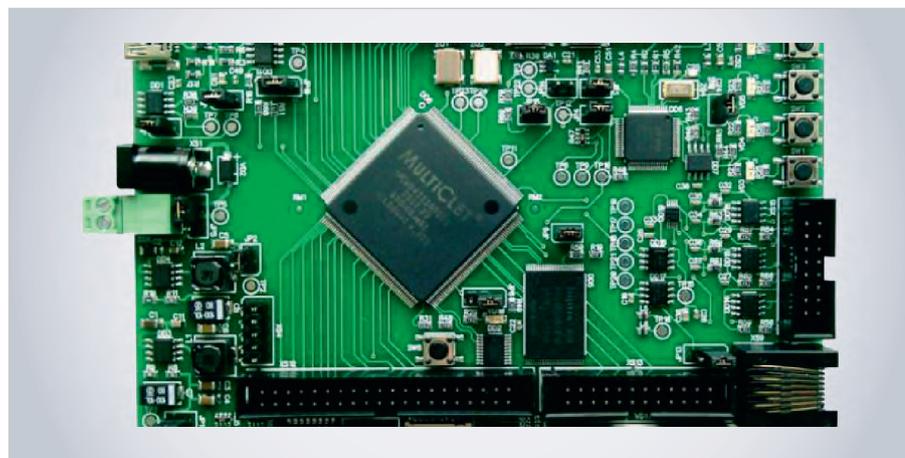


Рис. 77. Процессор Multiclet R1

$$NET = X \times W$$

$$OUT = F(NET),$$

где – *NET* вектор в виде строки, сформированный взвешенными суммами входов; *OUT* – выходной вектор; *X* – входной вектор; *W* – матрица весовых коэффициентов.

Существующие электронно-оптические нейронные сети работают со скоростью, ограниченной только доступными электронно-оптическими компонентами; время вычислений потенциально располагается в субнаносекундном диапазоне.

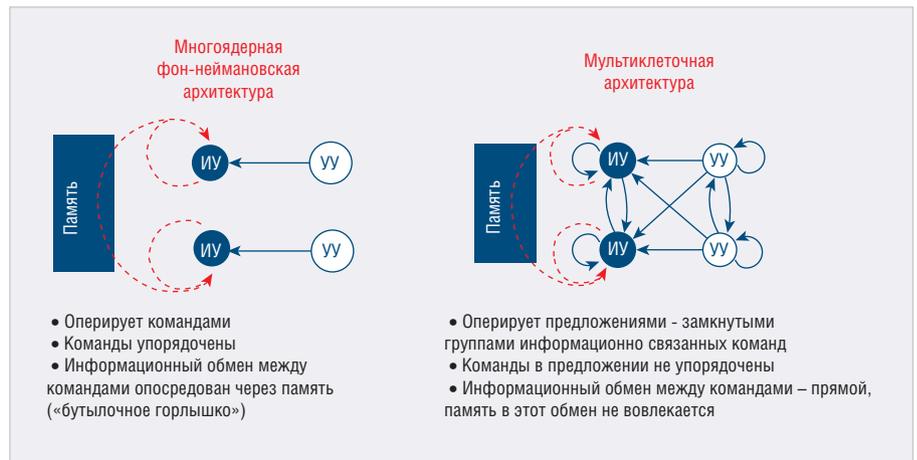
Система, обеспечивающая средства для выполнения параллельного умножения матриц, показана на рисунке 76. Размер матрицы – 6×5, при этом на выходе производится пятиэлементный вектор *NET*. Справа расположен столбец световых источников, лучи которых проходят через цилиндрические линзы; каждый луч освещает одну строку весовой маски. Таким образом, луч 1 освещает и w_{11} w_{12} w_{15} . При этом в качестве маски может быть использована, например, фотоплёнка или фотодиодная матрица, у которой каждый сектор пропорционален «весу». С левой стороны в случае с фотоплёнкой располагается вторая цилиндрическая линза, фокусирующая свет от каждого столбца маски на соответствующий фотодетектор, в результате чего световой поток на фотодетекторе 1 является суммой умножений световых интенсивностей на передаточную функцию столбца 1:

$$NET_j = \sum_i w_{ij} X_i,$$

где NET_j – выход *NE*-нейрона *j* (выход фотодетектора *j*); w_{ij} – вес связи от нейрона *i* к нейрону *j* (величина, обратно пропорциональная прозрачности весовой маски в строке *i*, столбце *j*); X – *i*-я компонента входного вектора *i* (выход источника света *i*).

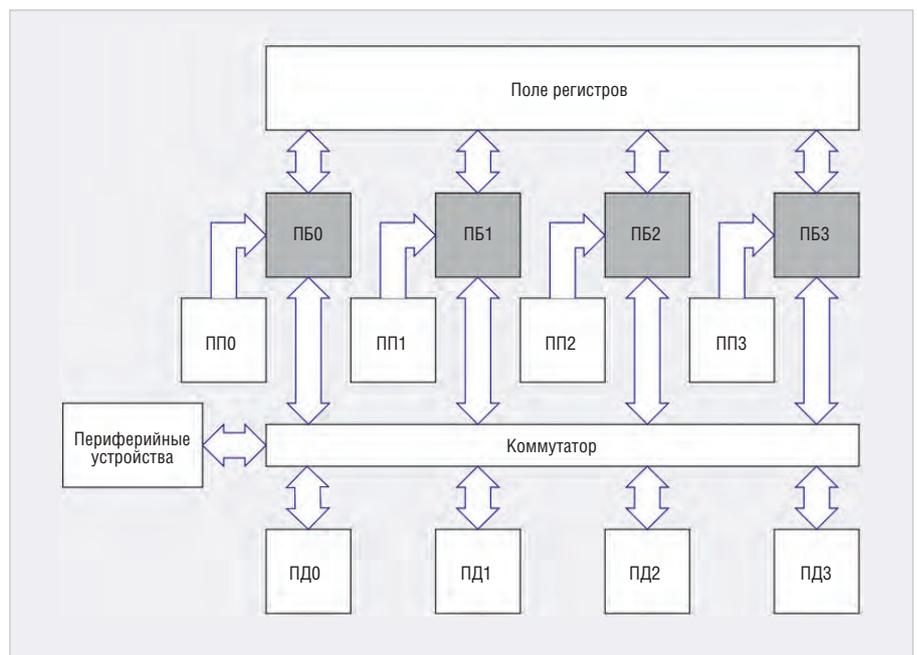
Таким образом, на выходе из системы получается вектор, равный произведению входного вектора и весовой матрицы. При этом данное матричное умножение выполняется параллельно и при использовании современных светоизлучающих диодов и фотодетекторов может быть выполнено менее чем за 1 нс. Кроме того, скорость умножения практически не зависит от размерности массива, что позволяет наращивать сети без существенного увеличения времени вычислений.

Существует перспективный метод, основанный на использовании жидко-



Примечание: ИУ – измерительное устройство, УУ – управляющее устройство.

Рис. 78. Мультиклеточная архитектура



Примечание: ПП – память программ, ПД – память данных, ПБ – процессорный блок.

Рис. 79. Архитектура процессора Multiclet R1

кристаллической плёнки вместо фотографического негатива. Это позволяет изменять вес электронным способом в течение микросекунд.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОЦЕССОРЫ С МУЛЬТИКЛЕТОЧНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Для решения задач, требующих одновременного их выполнения, был разработан принципиально новый процессор MULTICLET серии R (Reconfiguration), обладающий свойством динамической реконфигурации с мультиклеточной архитектурой. Данный тип изделия обладает возможностью динамической реконфигурации процессора в ходе выполнения алгоритма решения задач, в результате чего клетки ядра могут однове-

менно заниматься решением разных задач.

Российский процессор MULTICLET R1 (см. рис. 77) является оригинальным процессором с универсальной не-фон-неймановской архитектурой (см. рис. 78).

Из представленной архитектуры (см. рис. 79) видно, что он имеет 4 процессорных ядра, общие регистровый файл и коммутатор, а также совместный доступ к памяти.

MULTICLET R1 работает на 100 МГц с числами одинарной точности single (32 бит) и, если упаковать комплексное число single, – точности в 64 бит (действительная и мнимая части по 32 бит). Если произвести умножение двух комплексных чисел за 1 такт, производительность будет равна 6 флоп/такт $((a+bi) \times (c+bd) + (ad+bc) \times i)$,

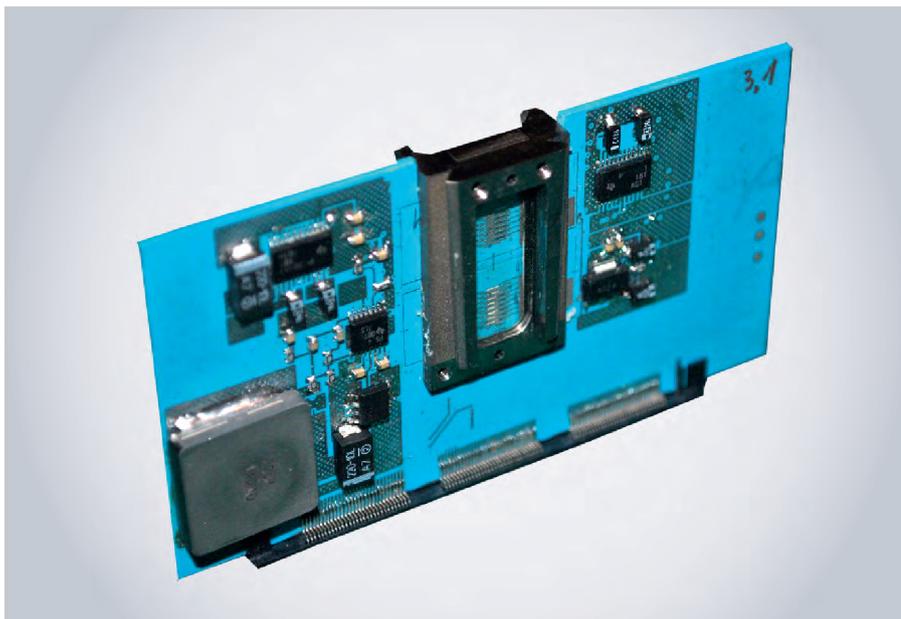


Рис. 80. Многослойная керамическая плата с двумя функциональными 3D М ФЭ СБИС Si и двумя 3D М ФЭ СБИС VCSEL и многоканальным электрическим разъёмом

соответственно, при 4 процессорных ядрах производительность будет $6 \times 4 \times 100 \text{ МГц} = 2,4 \text{ Гфлопс}$. Максимальная скорость обмена данными в таком процессоре с внешним ПЗУ – 30 Мбит/с.

Мультиклеточное процессорное ядро выполняет задачи управления и обработки цифровых сигналов в приложениях, требующих минимального энергопотребления и высокой производительности. Оно может состоять из 4, 8, 16 или 64 клеток. Производительность для одной клетки типового мультиклеточного процессора с частотой до 5 ГГц составляет 10 Гфлопс – соответственно, 64-клеточный кристалл будет иметь 640 Гфлопс при потреблении 7,7 Вт электроэнергии.

Благодаря асинхронной и децентрализованной организации мультиклеточного процессора как на системном (между клетками (параллелизм)), так и внутриклеточном уровне (между блоками клетки (команды)) дополнительно обеспечиваются:

- минимизация номенклатуры и сложности объектов проектирования;
- уменьшение площади кристалла (децентрализованное управление);
- увеличение производительности и сокращение энергопотребления в несколько раз (эффективный вычислительный процесс);
- при реализации на одном кристалле десятков и сотен клеток – использование системы синхрони-

зации для каждой клетки индивидуально.

Многokратное улучшение клеточных количественных характеристик, а также качественные отличия предлагаемой мультиклеточной архитектуры от известных моделей свидетельствуют о принципиальной новизне предлагаемого решения.

Кристалл сделан по технологическому процессу 180 нм. Тип корпуса LQFP-256 28×28 мм, разрядность 32/64, тактовая частота 100 МГц, производительность 2,4 Гфлопс.

ПОСТРОЕНИЕ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ АНАЛОГОВОЙ И ЦИФРОВОЙ ВЕКТОРНО-МАТРИЧНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Концепция построения многопроцессорной аналоговой и цифровой векторно-матричной вычислительной архитектуры с наращиваемой 3D-платформой вычислительных ядер основана на элементной базе 3D М ФЭФ М и строится на правах внешнего вычислительного устройства – быстродействующего акселератора с управляющим микропроцессором TMS320C6455.

Базовой конструкцией 3D-матричной фотон-электрон-фотонной модульной процессорной системы – 3D М ФЭФ М ПС – является многослойная керамическая плата с двумя функциональными 3D М ФЭ СБИС Si и двумя 3D М ФЭ СБИС VCSEL и многоканальным электрическим разъёмом (см. рис. 80).

Концепция построения 3D-матричной фотон-электрон- фотонной процессорной системы (аналоговой) – 3D М ФЭФ ПСА

Далее описывается принцип построения 3D М ФЭФ ПСА с одноклеточной операцией умножения вектора на матрицу на базе 3D М ФЭФ М АЦ с разрядностью АЦП 28 и многоканальным призмённым мультиплексором.

В оптических операционных схемах, разработанных на базе 3D М ФЭФ М, применяется принцип многоканальной оптической коммутации на двух уровнях:

1. Внутренний – в кристалле 3D М ФЭ СБИС Si применяется электронная коммутация выходных оптических сигналов матрицы пикселей.
2. Внешний – с помощью оптического призмённого мультиплексора осуществляется или прямая трансляция слайса матрицы оптических сигналов на приёмную 3D М ФЭФ М Si или коммутация слайса матрицы оптических сигналов с зеркальным отображением каналов слайса матрицы на другую приёмную 3D М ФЭФ М Si.

3D М ФЭФ ПСА строится на базе 3D М ФЭФ М АЦ с двумя 3D М ФЭ СБИС А/Ц и двумя 3D М ФЭ СБИС А/Ц.

Вычисления вектор-матричных произведений на 3D М ФЭФ М ПСА

Аналоговые векторно-матричные потоковые вычислители – 3D М ФЭФ М ПСА – строятся на базе 3D М ФЭФ М АЦ, призмённого мультиплексора и управляющего процессора TMS320C6455. Структурная схема 3D М ФЭФ М АЦ приведена на рисунке 81.

На рисунке 82 представлена структурная схема 3D М ФЭФ ПСА-1 для выполнения одноклеточного умножения 16-элементного входного вектора на матрицу размерностью 8×16 элементов с выводом результата 16-элементного вектора.

3D М ФЭФ ПСА-1 реализована с помощью трёх 3D М ФЭФ М АЦ с разрядностью АЦП 2⁸ и многоканального призмённого делителя.

Алгоритм вычислений. В 3D М ФЭФ М АЦ-1 значения данных вектора располагаются в выходной регистровой памяти матрицы горизонтально с заполнением всех строк выходного слайса матрицы и передаются через оптический многоканальный призмённый делитель на входную приёмную матрицу 3D М ФЭФ М АЦ-3. Ины-

ми словами, в 3D М ФЭФ ПСА каждый пиксель горизонтально расположенного вектора выходной матрицы 3D М ФЭФ М АЦ-1 одновременно освещает выходной столбец весовой маски матрицы 3D М ФЭФ М АЦ-2 на приёмной матрице 3D М ФЭФ М АЦ-3 через оптический многоканальный призмный делитель. Таким образом, на приёмной матрице 3D М ФЭФ М АЦ-3 собираются два оптических потока: выходной оптический поток матрицы 3D М ФЭФ М АЦ-1 и выходной оптический поток матрицы 3D М ФЭФ М АЦ-2.

Операция заполнения всего поля матрицы значениями веса одного регистра эквивалентна операции размножения данных светового регистра с цилиндрической линзы, как в электронно-оптическом векторно-матричном умножителе (см. рис. 81).

В 3D М ФЭФ М АЦ-2 весами маски являются значения пикселей аналоговых оптических сигналов матрицы и переданный на вход приёмной матрицы 3D М ФЭФ М АЦ-3 через оптический многоканальный призмный делитель.

По команде производится передача аналоговых сигналов содержимого маски матрицы 3D М ФЭФ М АЦ-2 и векторов матрицы 3D М ФЭФ М АЦ-1 на приёмную матрицу 3D М ФЭФ М АЦ-3.

Таким образом, набор выходных интенсивностей световых потоков 3D М ФЭФ М АЦ-1 и 3D М ФЭФ М АЦ-2, принятых матрицей 3D М ФЭФ М АЦ-3, представляет собой результирующий вектор, равный произведению вход-

ного вектора и весовой матрицы, т.е. является суммой произведений световых интенсивностей матрицы и передаточной функции строки.

Результат операции умножения вектора на матрицу передаётся по оптическому или электрическому интерфейсу.

Технические характеристики оптического операционного устройства – 3D М ФЭФ МПА:

- скорость поступления информации для вычисления операции умножения вектора на матрицу – 166 МГц;
- разрядность входного вектора – 16 элементов;
- разрядность матрицы – 8×16 элементов;
- разрядность выходного вектора – 16 элементов.

Модуль 3D М ФЭФ М АЦ работает с максимальной частотой 166 МГц. Это ограничение связано с максимальной частотой работы шины EMIFA управляющего процессора TMS320C6455, к которому подключён кристалл 3D М ФЭФ М АЦ.

Процессорная шина – это совокупность сигнальных линий, объединённых по своему назначению – данные, адреса, управление, – которые имеют определённые электрические характеристики и протоколы приёма/передачи информации. Процессорная шина является магистральным каналом между процессором/процессорами и всеми остальными устройствами, подключёнными к ней/к ним через контроллеры связи.

Существует возможность повышения частоты работы 3D М ФЭФ М для задач, в которых необходимо реализо-

вать быстрый буферизованный приём и/или передачу небольшой порции данных. В случае передачи данные должны быть предварительно загружены в регистры пикселей кристалла, а в случае приёма – читаться из регистров пикселей процессором уже после самой передачи данных через оптический интерфейс, т.е. кристалл 3D М ФЭФ М АЦ выступает в роли быстродействующего буфера.

Кристалл 3D М ФЭФ М АЦ имеет 2 независимых регистра данных для каждого пикселя: один для приёма и один для передачи данных. Размер каждого регистра – 8 бит, и последующий высокоскоростной приём 8 бит информации по оптическому интерфейсу.

Физические свойства кристалла 3D М ФЭФ М АЦ позволяют повысить его тактовую частоту до 1 ГГц при использовании только цифрового режима передачи данных через оптический интерфейс. Это позволяет осуществлять приём и передачу порции информации (8+8) по оптическому интерфейсу со скоростью до 1 ГГц на оптический канал. При этом обмен информацией с процессором TMS320C6455 всё так же производится на частоте работы шины EMIFA (которая не может быть повышена), т.е. с максимальной частотой 166 Мбит/с на канал. Отсюда видно, что повышение частоты кристалла 3D М ФЭФ М АЦ не требует увеличения быстродействия алгоритмов обработки информации самим процессором, т.к. количество информации, обрабатываемой процессором в единицу времени, не изменяется.

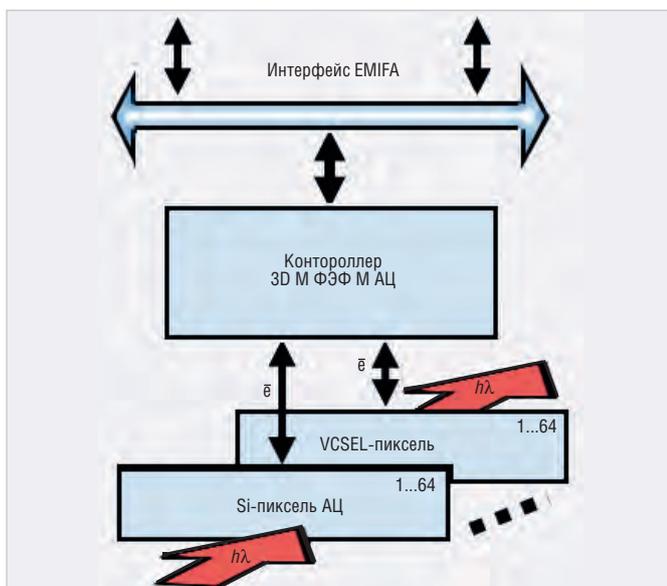


Рис. 81. Структурная схема 3D М ФЭФ М АЦ

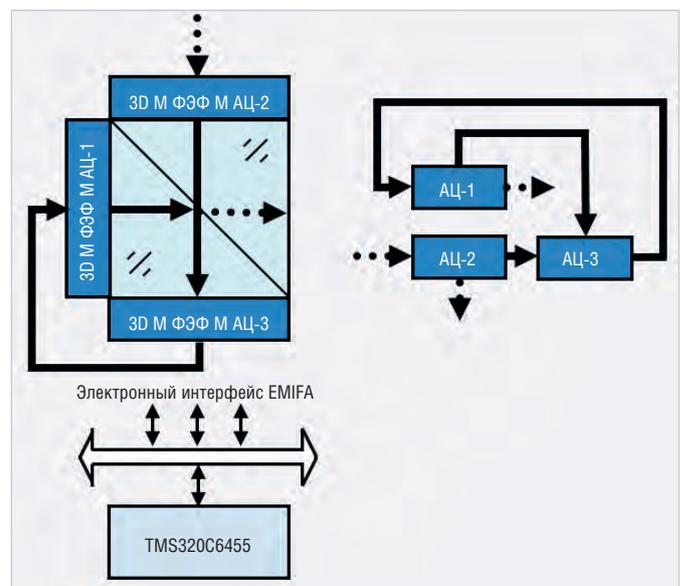


Рис. 82. Структурная схема 3D М ФЭФ ПСА-1

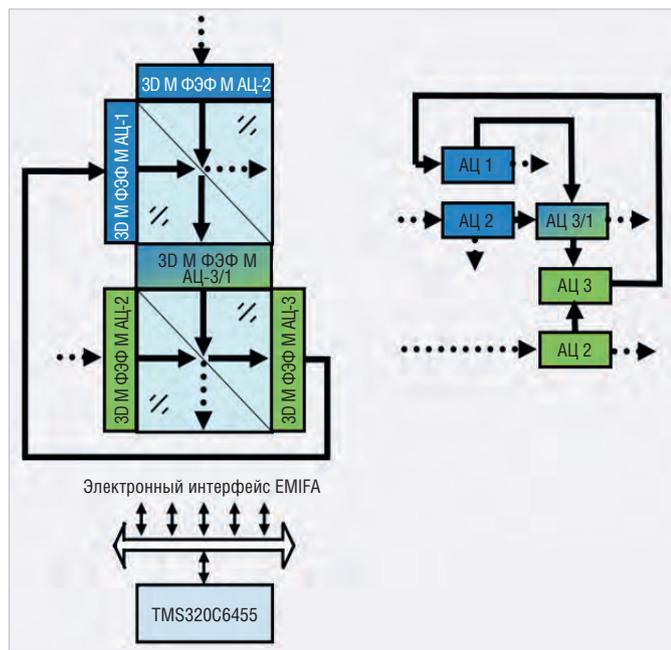


Рис. 83. Структурная схема 3D М ФЭФ ПСА-2

На рисунке 83 представлена структурная схема 3D М ФЭФ ПСА-2 с двумя соединёнными 3D М ФЭФ ПСА-1, последовательным выполнением умножения вектора на матрицу и функцией цикличности. Обратная многоканальная оптическая связь обеспечивает функцию цикличности операций умножения.

На рисунке 84 представлена структурная схема 3D М ФЭФ ПСА-3 с тремя соединёнными 3D М ФЭФ ПСА-1, последовательным выполнением умножения вектора на матрицу и функцией циклич-

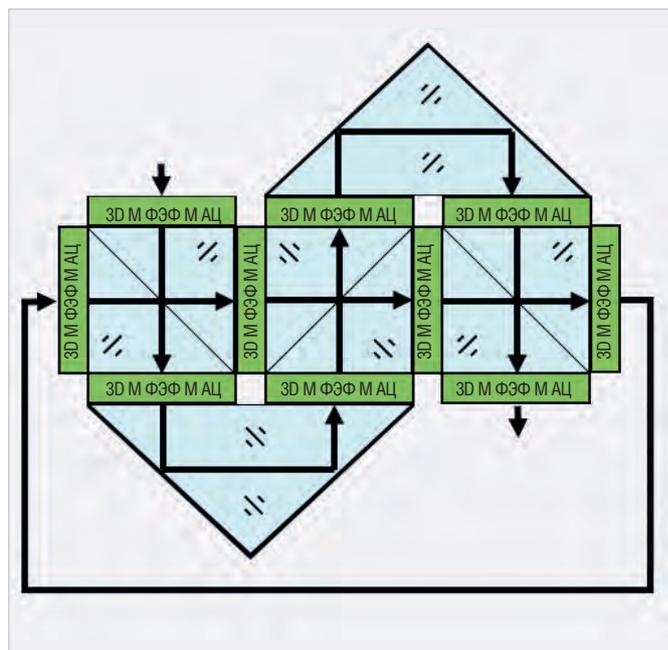


Рис. 84. Структурная схема 3D М ФЭФ ПСА-3

ности. Обратная многоканальная оптическая связь обеспечивает функцию цикличности операций умножения.

Для увеличения производительности представленного оптического аналогового вычислительного устройства необходимо увеличение разрядности вектора и матрицы или организация многомодульности с цикличностью вычислений с сохранением результата предыдущих операций умножения вектора на матрицу.

Развитие первого направления ограничено ввиду высоких энерге-

тических затрат при большой размерности 3D М ФЭ СБИС VCSEL. Второе направление позволяет создавать высокопроизводительные векторно-матричные 3D М ФЭФ ПСА большой разрядности.

В следующей части статьи речь пойдёт о концепции построения процессорной цифровой системы 3D М ФЭФ ПСЦ; будут представлены аналого-цифровые векторно-матричные потоковые вычислители 3D М ФЭФ ПСАЦ и масштабируемые системы с использованием процессора DSP TMS320C6455.

НОВОСТИ МИРА

ЭКСПЕРТЫ GS NANOTECH ЗАЛОЖИЛИ ОСНОВЫ НОВОГО ПРОФСТАНДАРТА ДЛЯ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛИ

В октябре 2017 года Ассоциация разработчиков и производителей электроники объявила о создании рабочей группы по разработке профстандарта для одной из основных профессий электронной отрасли «Инженер-схемотехник электронной аппаратуры». Эксперты из GS Nanotech откликнулись на приглашение коллег и стали соавторами документа.

Созданный в сотрудничестве с экспертами GS Nanotech стандарт содержит описание функционала, требования к образованию, квалификации и навыкам инженеров-схемотехников электронной аппаратуры. Его принятие позволит разрабатывать новые инструменты для переподготовки кадров, курсы повышения квалификации



специалистов и даже образовательные программы вузов с учётом именно тех навыков, которые необходимы для работы на высокотехнологичном производстве микроэлектроники.

Сейчас проект обсуждается профессиональным сообществом. Ознакомиться с ним можно на сайте АРПЭ. После внесения корректировок документ направят на утверж-

дение в Министерство труда и социальной защиты РФ.

Параллельно Ассоциация ведёт работу над стандартами «Инженер-конструктор электронной аппаратуры» и «Инженер-технолог производства электронной аппаратуры». Заявки на их разработку также были поданы в Минтруд России.

Пресс-служба GS Group

**ФГУП «МНИИРИП»
ПРЕДСТАВИЛА ТОРГОВО-
ИНФОРМАЦИОННУЮ ПЛОЩАДКУ
«ЭКБ МАРКЕТ»**

ФГУП «МНИИРИП», головная организация Минпромторга России по ЭКБ, представила торгово-информационную площадку отечественной электронной компонентной базы «ЭКБ МАРКЕТ» на 16-й международной выставке ChipEXPO.

Главная цель создания площадки – переориентация российского потребителя ЭКБ с иностранной компонентной базы на отечественную. Площадка предоставит удобный и простой доступ к базе отечественных компонентов, упростит заказ партий любого объёма, будет способствовать сокращению сроков поставки, обеспечит поиск и параметрическое сравнение компонентов по ключевым техническим характеристикам, а также сделает удобным их применение при проектировании и производстве аппаратуры за счёт наличия конструкторских библиотек для САПР.

Пользователи площадки – это потребители ЭКБ (инженеры-разработчики и закупщики) со стороны приборостроительных предприятий, производители и разработчики ЭКБ, поставщики и испытательные центры. Это будут как частные, так и государственные компании.

На площадке зарегистрировано уже более 160 участников; до конца 2018 года разработчики площадки ставят перед собой задачу увеличить их число до 300. Функциональные возможности площадки постоянно расширяются: на выставке был продемонстрирован механизм автоматической загрузки компонентов в каталог торгово-информационной площадки.

В дальнейшем площадка должна стать универсальной онлайн-платформой радиоэлектронной промышленности, позволяющей проводить онлайн-сделки с обеспечением гарантированных расчётов, обеспечивать интеграцию с информационными системами участников, сервис по шерингу производственных мощностей, а также анализировать рынок ЭКБ. Разработчики ставят задачу привлечь как можно больше экспертов от производителей отечественной ЭКБ, поставщиков и предприятий-потребителей к работе над расширением функционала платформы. В дальнейшем предполагается привлечь к данному информационному ресурсу производителей отечественного телекоммуникационного оборудования, вычислительной тех-

ники и других направлений радиоэлектронной аппаратуры.

Разработка площадки ведётся проектной командой организаций ФГУП «МНИИРИП», АО «ЦНИИ „Электроника“», ГК «Остек». В состав экспертной группы по разработке вошли представители потребителей, производителей и поставщиков ЭКБ, что позволяет учесть потребности всех заинтересованных сторон.

Команда разработчиков приглашает предприятия радиоэлектронной промыш-



ленности регистрироваться на торгово-информационной площадке «ЭКБ МАРКЕТ» и загружать данные по компонентам в каталог.

www.ecbmarket.ru

**НАДЁЖНОСТЬ
БЕЗОПАСНОСТЬ
РЕАЛЬНОЕ ВРЕМЯ**

**Программно-аппаратные комплексы
с операционной системой
реального времени**

QNX PROSOFT® ADVANTIX

PROSOFT® **ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК**
(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU

Разработка метода дистанционной аттестации электродинамических вибростендов

Евгений Николаев (e_nikolaev91@vniiftri.ru), Алексей Язев,
Тамара Тулянцева (tulyantseva@test-expert.ru)

Проведение аттестации электродинамических вибростендов является затратной и организационно сложной процедурой. В статье рассматривается методика, позволяющая проводить аттестацию дистанционно и не требующая выезда специалиста аттестующей организации к заказчику.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на производственных предприятиях для проведения испытаний продукции всё чаще используются электродинамические вибростенды с поверенными системами управления, позволяющими задавать и контролировать параметры испытательных режимов. Любой вибростенд при вводе в эксплуатацию на предприятии подлежит аттестации в соответствии с требованиями действующего законодательства.

Современные вибростенды включают в свой состав средства измерений, удовлетворяющие требованиям нормативной документации по аттестации испытательного оборудования. Предприятия располагают специалистами-испытателями, которые обладают необходимой квалификацией для эксплуатации вибростендов, но зачастую не имеют достаточных навыков по проведению их аттестации. В таких случаях возникает необходимость в привлечении специалистов по аттестации испытательного оборудования из сторонних экспертных организаций. Выезд специалиста сторонней организации требует больших денежных и временных затрат и решения множества организационных вопросов.

Вместе с тем в настоящее время есть предпосылки для минимизации вышеуказанных издержек, связанные, в первую очередь, с использованием современных информационных технологий:

- средств управления и измерений вибростенда, позволяющих осуществлять программное автоматизированное управление;
- средств вычислительной техники в составе стенда, имеющих возможность выхода в интернет;

- сети Интернет, охватывающей большую часть территории Российской Федерации.

Таким образом, для проведения аттестации современных вибростендов могут быть использованы иные, более современные методы.

В данной статье будет рассмотрен способ дистанционной аттестации электродинамических вибростендов, позволяющий проводить задание и исследование их характеристик без выезда на территорию предприятий-заказчиков с использованием специализированного программного обеспечения для удалённого управления посредством персонального компьютера (ПК), а также поверенных систем управления (СУ), задания и контроля параметров испытательных режимов, имеющихся на предприятии.

Анализ существующих путей и способов дистанционной калибровки и поверки

Для определения возможности проведения дистанционной аттестации были рассмотрены уже исследованные методы дистанционной калибровки, изложенные в различных источниках [1]. Анализ метода дистанционной калибровки средств измерений (СИ) показал, что для неё использовались специализированное программное обеспечение, канал выхода в интернет и средства калибровки. Указанные компоненты можно применить при дистанционной аттестации. В этом случае средства калибровки заменяются системами управления и измерений параметров вибрации и объектами аттестации – электродинамическими вибростендами.

Для дистанционного управления ПК, которое требуется при проведении дис-

танционной аттестации, необходимо использовать средства удалённого доступа [2]. Рассмотрим три варианта программ, позволяющих удалённо управлять ПК: Windows Remote Desktop Connection, Remote Administrator (Radmin), TeamViewer. Опыт проведения аттестации вибростендов на территории заказчиков показывает, что для выполнения процедуры дистанционных исследований требуется построить схему из трёх ПК. Первый из них является управляющим сервером и находится на территории сторонней организации, чьи специалисты проводят аттестацию. Вторым и третьим, к которым подключены задающая и контролирующая системы управления соответственно, расположены на территории предприятия-заказчика. Очевидно, что для обеспечения функционирования компонентов данной схемы требуется подключение к сети Интернет.

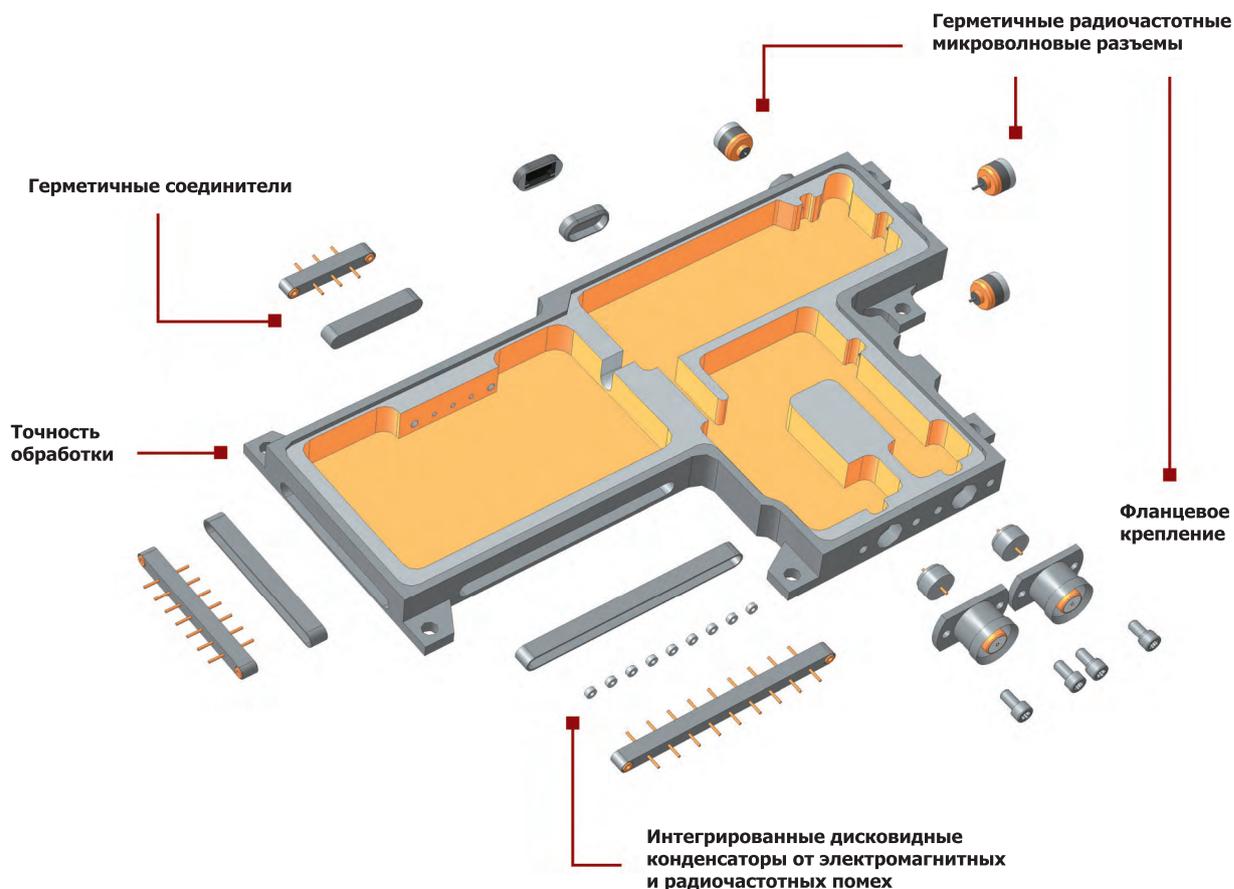
Применение Windows Remote Desktop Connection возможно, но является нецелесообразным в связи с необходимостью самостоятельной настройки клиентом подключения второго и третьего ПК и передачи данных специалистам сторонней организации для подключения сервера к клиенту. Выполнение этих операций подразумевает привлечение сотрудников предприятия-заказчика, что усложняет задачу, поскольку в работе с вибростендами не участвуют IT-специалисты.

С настройкой подключения с помощью Remote Administrator (Radmin) также имеются свои трудности. Использование нестандартного порта подключения (порт 4899) приводит к необходимости изменения стандартных настроек брандмауэра операционной системы Windows, что опять же требует привлечения IT-специалистов.

Создание подключения с помощью TeamViewer, в отличие от вышеуказанных программ, проблем не вызывает. Данная программа автоматически создаёт защищённую виртуальную сеть, не требующую дополнительной настройки.

На основании изложенного в предлагаемом методе дистанционной аттестации целесообразно применение программы TeamViewer.

КОРПУСА ДЛЯ ВЧ И СВЧ ПРИМЕНЕНИЯ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ ЗАКАЗЧИКА

ТЕСТПРИБОР

АО «ТЕСТПРИБОР»
125480, г. Москва,
ул. Планерная, д. 7А,
тел./факс: (495) 657-87-37,
tp@test-expert.ru,
www.test-expert.ru



Рис. 1. Схема удалённого управления исследованиями для дистанционной аттестации вибростенда

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ДИСТАНЦИОННОЙ АТТЕСТАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ TEAMVIEWER

В рамках проведения дистанционной аттестации специалисты сторонней организации должны определить основные технические характеристики вибростендов, используя существующие методики. Для того чтобы гарантировать объективность полученных результатов, сторонним специалистам необходимо полностью осуществлять процесс управления заданием и изменением характеристик вибростенда.

На рисунке 1 представлена рекомендуемая структурная схема системы удалённого управления исследованиями. Она содержит следующие компоненты:

1. ПК-сервер с настроенным выходом в интернет и установленным специализированным программным обеспечением (ПО) для удалённого доступа к ПК-клиентам.
2. ПК-клиент с генерирующей СУ и установленным специализированным ПО, позволяющим управлять ими с ПК-сервера через сеть Интернет.

3. ПК-клиент с измеряющей СУ и установленным специализированным ПО, позволяющим управлять ими с ПК-сервера через сеть Интернет.
4. Датчики, подключённые к генерирующей и измеряющей СУ.
5. Аттестуемый вибростенд, на котором закреплены датчики, подключённые к генерирующей и измеряющей СУ.

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЭВМ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ

Для проведения исследований, подтверждающих возможность применения способа дистанционной аттестации вибростенда с применением схемы, указанной на рисунке 1, специалисты ФГУП «ВНИИФТРИ» использовали следующее оборудование:

- ПК-сервер;
- 2 ПК-клиента;
- 2 USB-накопителя;
- контролирующая СУ – система управления виброиспытаниями ВС-207.4 с трёхкомпонентным акселерометром серии 4300;
- средства связи (гарнитура, веб-камера) для обеспечения голосовой

передачи информации и проведения видеоконференции при испытаниях;

- испытательная база подразделения НИЦ ФГУП «ВНИИФТРИ», состоящая из электродинамического вибростенда Sonic Dynamics и задающей системы управления виброиспытаниями ВС-207.4 с однокомпонентным акселерометром серии AP.

На ПК-сервере были установлены бесплатная версия TeamViewer и программа Open Broadcaster Software Studio (OBS) для видеозахвата изображения с экрана ПК-сервера. Бесплатная версия программы TeamViewer также устанавливается на USB-накопители, которые подключаются к ПК-клиентам и вместе с контролирующей СУ и средствами связи передаются в НИЦ.

На всех ПК запускается программа TeamViewer и осуществляется соединение сервера с клиентами путём введения ID и паролей клиентов на сервере, затем на стороне сервера запускается OBS. Специалистом, находящимся в испытательном центре, осуществляется подготовка к проведению исследований параметров вибростенда. На столе вибростенда закрепляются оба акселерометра, далее они подключаются через коаксиальный кабель к задающей и измеряющей СУ. При этом учитывается, что трёхкомпонентный акселерометр подключается к измеряющей СУ для соблюдения требований действующих методик. Затем СУ подключаются к ПК-клиентам по интерфейсу RJ-45 (см. рис. 2). Весь процесс подготовки к проведению исследований контролируется оператором ПК-сервера в режиме видеоконференции.

После аппаратного подключения оборудования оператор ПК-сервера осуществляет настройку программного подключения ПК-клиентов к обеим системам управления виброиспытаниями ВС-207.4, используя информацию об IP-адресах ВС-207.4, переданную оператором ПК-клиентов. После ввода IP-адресов оператором ПК-сервера осуществляется запуск программного обеспечения для проведения виброиспытаний, проверяется правильность подключения ВС-207.4 к ПК-клиентам.

Если подключение настроено верно, программы запустятся без ошибок. Далее в программах происходит настройка характеристик испытательных режимов и измерительных операций с внесением данных о чувствительности дат-

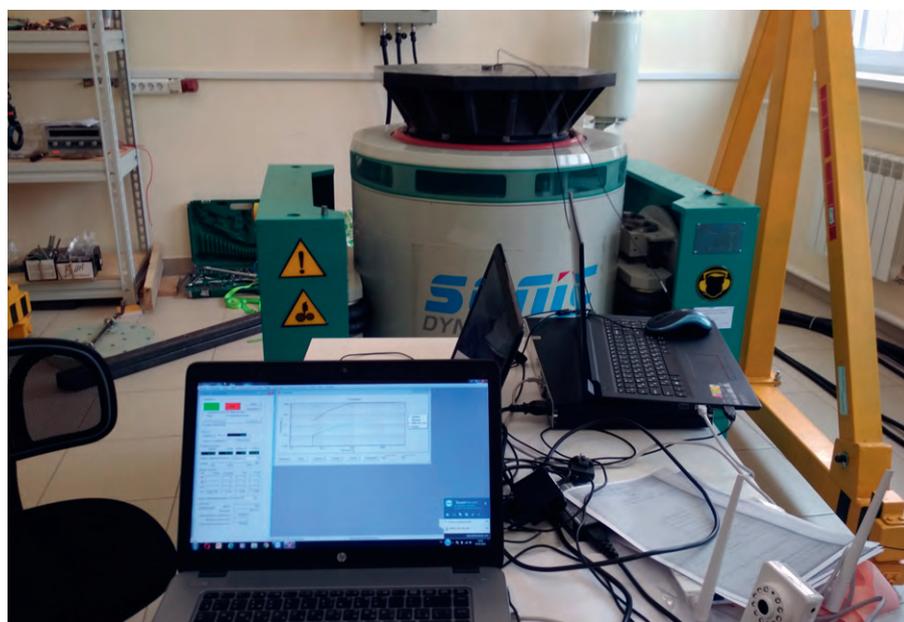


Рис. 2. Рабочее место оператора ПК-клиентов

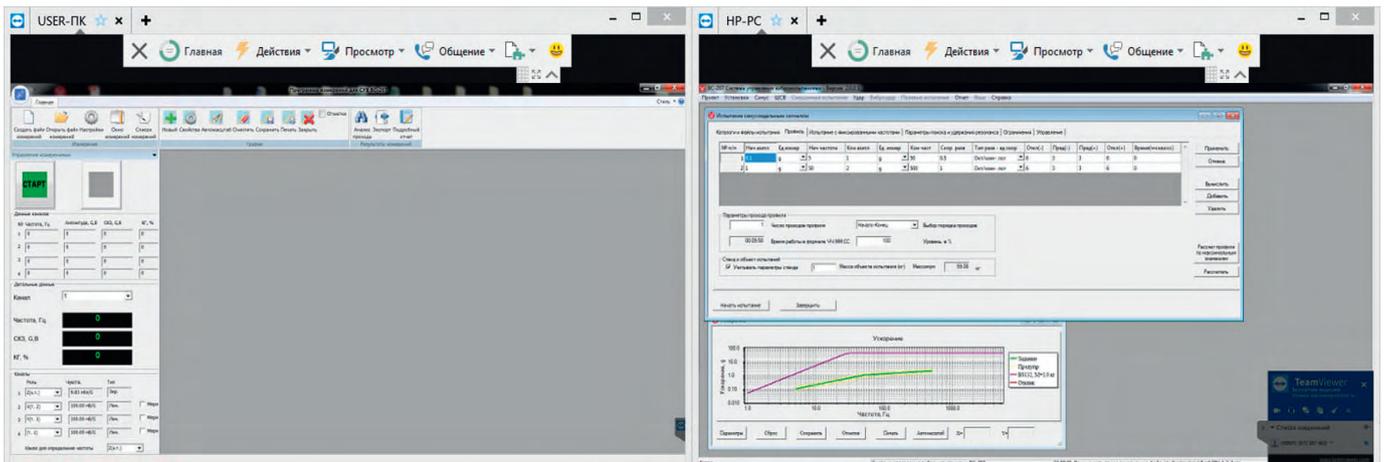


Рис. 3. Изображение на экране ПК-сервера в момент осуществления настроек

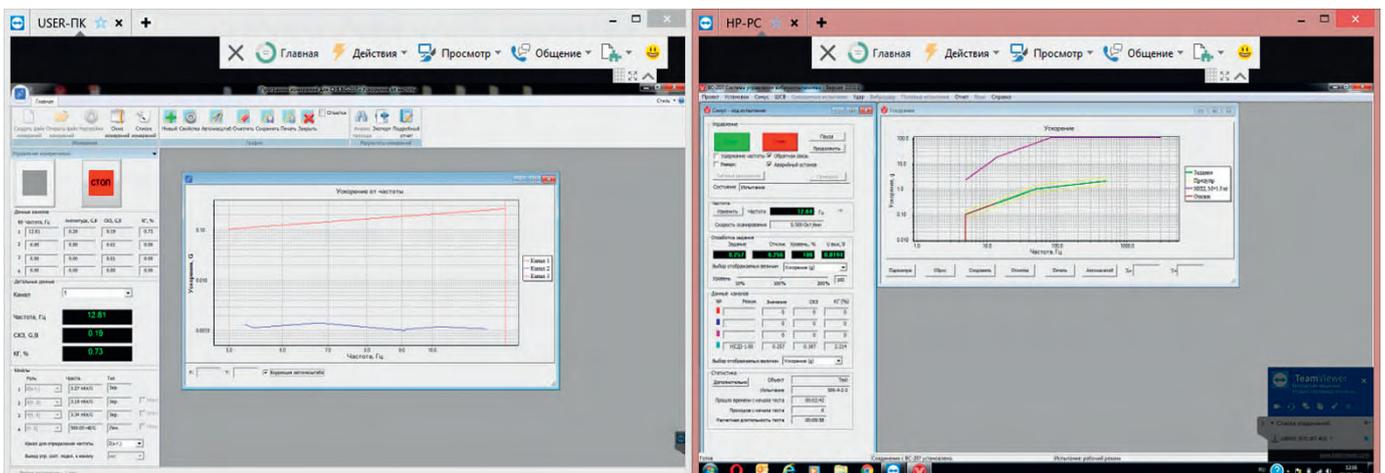


Рис. 4. Изображение на экране ПК-сервера в момент проведения исследований

чиков и параметрах вибростенда, переданных оператором ПК-клиентов.

На рисунке 3 представлен скриншот экрана ПК-сервера, где в правой части отображён ПК-клиент с генерирующей СУ в момент задания характеристик испытательного режима, а в левой части – ПК-клиент с измеряющей СУ в момент проверки подключения и подтверждения наличия связи с ней.

После всех необходимых настроек оператор ПК-клиента осуществляет включение систем питания, воздушного охлаждения и усилителя. Затем оператор ПК-сервера нажатием кнопки «СТАРТ» в интерфейсе программ генерирующей и измеряющей СУ запускает процесс исследований характеристик вибростенда.

Параллельно воспроизведению заданного испытательного режима осуществляется измерение характеристик вибростенда с помощью трёхкомпонентного акселерометра и измеряющей СУ. Результаты измерений отображаются на экране ПК-сервера.

На рисунке 4 представлен скриншот с экрана ПК-сервера, где в правой части отображён график заданного испыта-

тельного режима, и одновременно с этим в левой части можно наблюдать график, построенный на основании полученных результатов измерений, что позволяет сделать вывод о результатах проведённых исследований. В последующем для оформления результатов исследований необходимо экспортировать из программы измеряющей СУ матричные данные полученных результатов измерений. По окончании проведения исследований системы вибростенда выключаются, программы закрываются и отключается связь между ПК-сервером и ПК-клиентами.

Таким образом, способ, рассмотренный в данной статье, возможно применить на практике при проведении аттестации вибростендов, принадлежащих предприятиям-заказчикам. В ходе проведения исследований были отмечены следующие достоинства и недостатки дистанционной аттестации вибростендов.

Достоинства

1. Полноценное управление специалистами сторонней организации заданием и измерением основных харак-

теристик вибростенда с защитой от взлома и изменений данных процесса является гарантией объективности результатов исследований в ходе аттестации.

2. Отсутствие необходимости выезда в командировку на территорию предприятия-заказчика сокращает финансовые затраты.
3. Отсутствие затрат временных ресурсов сотрудников предприятия-заказчика на подготовку и оформление документов, требуемых для прохождения специалистом сторонней организации пропускного контроля, вноса и выноса оборудования, используемого при аттестации вибростенда, а также сопровождения специалиста сторонней организации на территории режимного предприятия.
4. Наличие в арсенале у специалистов сторонней организации большого количества персональных компьютеров, а также применение многопользовательской лицензии программы TeamViewer позволяют проводить исследования характеристик

нескольких вибростендов одновременно с выполнением большого количества длительных операций аттестации.

5. Возможность для сторонней организации экономии денежных средств на закупку средств измерений, применяемых при аттестации вибростендов и их поверке.
6. Проанализировав ход проведения исследований на базе НИЦ ФГУП «ВНИИФТРИ», можно сделать вывод о том, что требования документов действующей нормативной базы будут выполнены без нарушений. Положения существующих методик аттестации вибростендов могут быть соблюдены благодаря современным СУ и СИ, входящим в состав вибростендов. Выполнить процедуру аттестации вибростенда согласно действующей нормативной документации по организации и порядку проведения аттестации вполне возможно при условии присутствия всех участников комиссии, назначенной руководителем предприятия-заказчика для проведения аттестации вибростенда. Стоит отметить, что использование аудио- и видеосвязи позволяет проводить совещания в рабочем порядке между участниками комиссии, а специалисту сторонней организации из состава комиссии – давать разъяснения другим участникам по результатам проведённых исследований характеристик вибростенда.

Недостатки

1. Необходимость использования сети Интернет ограничивает применение данного способа при работе с пред-

приятиями, испытательные подразделения которых находятся вне зоны действия данной сети или имеют ограничения по её использованию.

2. Техническая оснащённость большинства предприятий не позволяет применять способ дистанционной аттестации, т.к. при проведении испытаний продукции используются устаревшие модели механических вибростендов, в составе которых отсутствуют СУ и СИ, имеющие возможность подключения к сети Интернет.
3. Если сторонняя организация и предприятие-заказчик находятся в зонах разных часовых поясов, применение данного способа становится проблематичным: из-за большой разницы во времени может возникнуть необходимость проведения аттестационных мероприятий в нерабочее время или разделения их на множество мелких операций, что увеличивает время, затраченное на аттестацию, до недели или более. Кроме того, без испытаний невозможно оценить, возникнут ли по причине преодоления больших расстояний задержки при передаче аудио- и видеосигналов и окажут ли они негативный эффект на взаимодействие сотрудников, представляющих обе стороны при проведении аттестации.

По первому пункту можно однозначно сказать, что в первую очередь разработанный способ дистанционной аттестации стоит внедрять при проведении аттестации вибростендов, принадлежащих организациям, которые проводят испытания продукции общепромышленного назначения. В таких организациях, как правило, все рабо-

чие места имеют подключение к сети Интернет.

Для устранения второго недостатка предприятиям необходимо постепенно оснащать испытательную базу современной техникой с применением новых технологий. Со временем влияние этого фактора будет уменьшаться.

Разницу во времени исключить невозможно, но и здесь имеются некоторые способы оптимизации процесса. Рекомендуется отработать технику дистанционной аттестации на практике при выполнении работ по периодической аттестации вибростендов, поскольку и методическая часть, и требования действующих нормативных документов к порядку проведения периодической аттестации гораздо меньше по объёму. Это существенно снизит затраты времени, даже если между сторонней организацией и предприятием-заказчиком будет большая разница в часовых поясах.

В заключение стоит отметить, что сторонней организации потребуется провести отбор специалистов из числа сотрудников, обладающих определёнными навыками и знаниями в данной области. Применение дистанционной аттестации на практике потребует изучения специалистами возможностей и особенностей различного программного обеспечения измерительных и управляющих систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Величко О.Н. Организация дистанционной калибровки средств измерений электрических параметров. Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 324. № 5.
2. <https://habr.com/company/ultravds/blog/306486/>



НОВОСТИ МИРА

«РОСТЕЛЕКОМ» ПРИМЕТ УЧАСТИЕ В РАЗРАБОТКЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА IIoT

В данный момент экосистема промышленного Интернета вещей (IIoT) активно развивается. Конечно, не обходится и без трудностей – некоторые из них вызваны отсутствием единых нормативов: производители используют собственные стандарты и протоколы, делая в результате продукты, которые несовместимы друг с другом. «Ростелеком» попытается справиться со сложившейся ситуацией.

Решить эту проблему позволит международный стандарт промышленного Интернета вещей, в разработке которого примет

участие «Ростелеком». Эксперты Международной организации по стандартизации ISO/IEC одобрили разработку проекта международного стандарта, благодаря которому будут установлены единые требования к совместимости различных устройств и систем Интернета вещей. Стандарт будет использоваться для воплощения в реальность концепции «умного» производства. Предполагается, что его окончательный вариант будет представлен лишь в 2020 году.

В России отрасль промышленного Интернета вещей пока находится на этапе зарождения и тестирования, а также первых практик внедрения, но при этом актив-



но практикуется использование инсталлированных внутри локальных сетей предприятий систем мониторинга промышленного оборудования.

www.mbdevice.ru

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
ИСПЫТАНИЯ • ДИАГНОСТИКА



МОСКВА • ЦВК ЭКСПОЦЕНТР
4 - 6 МАРТА 2019

WWW.EXPO.RONKTD.RU

- НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ •
 - ДЕФЕКТОМЕТРИЯ •
 - МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ •
 - ИСПЫТАНИЯ •
 - ДИАГНОСТИКА •
 - ОЦЕНКА РИСКА •
- ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА •



ОРГАНИЗАТОР:
РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ
КОНТРОЛЮ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ



Реклама



Классика и современность: соединители ПАО «Завод Атлант»

Александр Бекмачев (bae@favorit-ec.ru),
Сергей Галинович (atlant3@izob.stv.ru)

«Завод Атлант» – предприятие электронной промышленности с более чем полувековой историей, которое успешно адаптировалось к новым реалиям, сохраняет лидерство в производстве герметичных соединителей и интенсивно осваивает импортозамещающие линейки продукции.

ПАО «Завод Атлант» было создано в 1966 году в г. Изобильном Ставропольского края как предприятие Министерства электронной промышленности СССР. Со дня основания завод специализируется на разработке и выпуске низковольтных низкочастотных электрических соединителей. В настоящее время предприятие способно изготавливать до 123 млн соединителей в год.

Основной продукцией являются многоконтактные герметичные цилиндрические соединители типа 2РМГ, 2РМГД, 2РМГП, 2РМГПД, 2РМГС, 2РМГСД, 2РМГСДП, РРМ43, РРМ44, СНЦ 30, СНЦ 31 с обширной номенклатурой применяемых диаметров. Такие изделия предназначены для использования в авиации, судостроении, ракетно-космической и криогенной технике, изготавливаются

по уникальной технологии спая стекла с металлом. Перспективной сферой применения указанных серий является нефтегазодобывающее, горно-шахтное, геофизическое оборудование.

Широко представлены в номенклатуре ПАО «Завод Атлант» прямоугольные соединители: РРМ12, РРМ12М, РРММ1, РРМ13, РППМ13, СНО58, СНО59, СНО64, СНО63, СНП58, СНП59, СНП232, СНП322, СНП323, СНП234, СНП235, СКП201, СКП202, РРМ7 и другие. Они применяются в авиационной, космической технике, в вычислительных комплексах для атомной энергетики и нефтегазовой промышленности, в системах дальней связи, в электронной и вычислительной технике.

На предприятии разработана, внедрена и сертифицирована система качества в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 15.002-2003, РД В 319.015-2006, ГОСТ Р ИСО 9001-2008, ISO/TS 16949:2009. Использование современных технологий и наличие квалифицированных кадров позволяют заводу создавать продукцию в соответствии с требованиями отечественных и международных стандартов, разрабатывать и внедрять новые виды конкурентоспособных изделий. Обновленный парк высокопроизводительного оборудования обеспечивает изготовление технологической оснастки любой сложности.

Отвечая требованиям времени, производитель расширяет номенклатуру продукции, разрабатывает принципиально новые типоконструкции и осваивает новые рынки: широкий ассортимент соединителей и жгутов для автомобильной промышленности, пружинные шинные клеммы серий ШК-2,5 (см. рис. 1); ШК-4Ф; ШК-6В различных категорий качества для объектов железнодорожной техники и т.п. под провода сечением от 0,8 до 6 мм².

Для подключения силовых цепей к печатным платам освоено в производстве клеммный пружинный соединитель СКПП-2,5 (см. рис. 2). Линейка дополнена вариантом КПП-0,5(2,5) с экстрактором провода (см. рис. 3).

С целью импортозамещения и в соответствии с программой развития на ПАО «Завод Атлант» разрабатываются

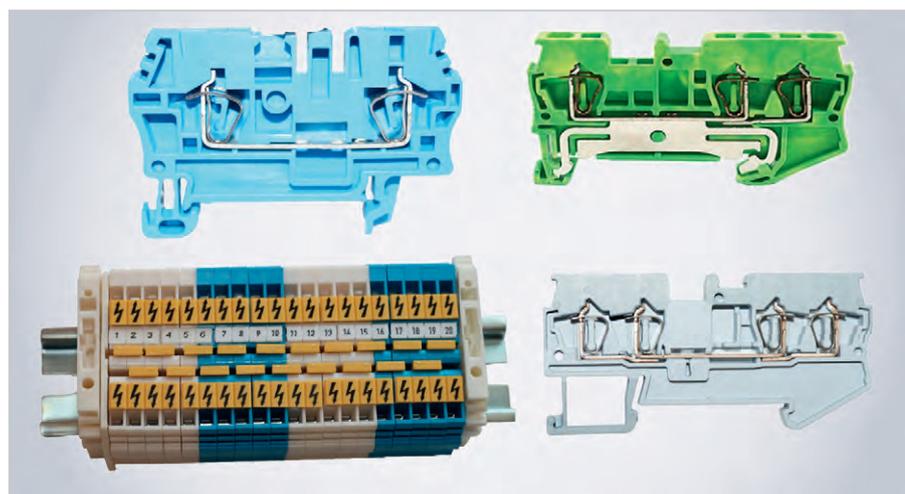


Рис. 1. Пружинные шинные клеммы серии ШК-2,5

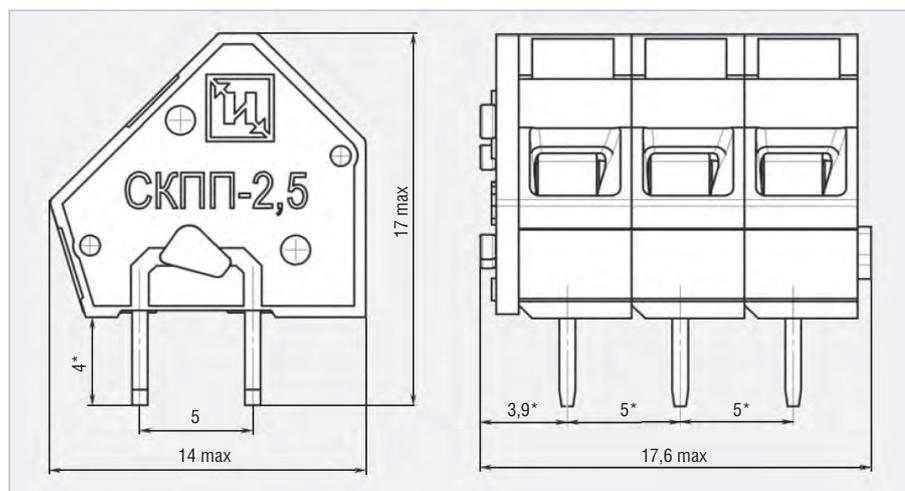


Рис. 2. Клеммный пружинный соединитель СКПП-2,5

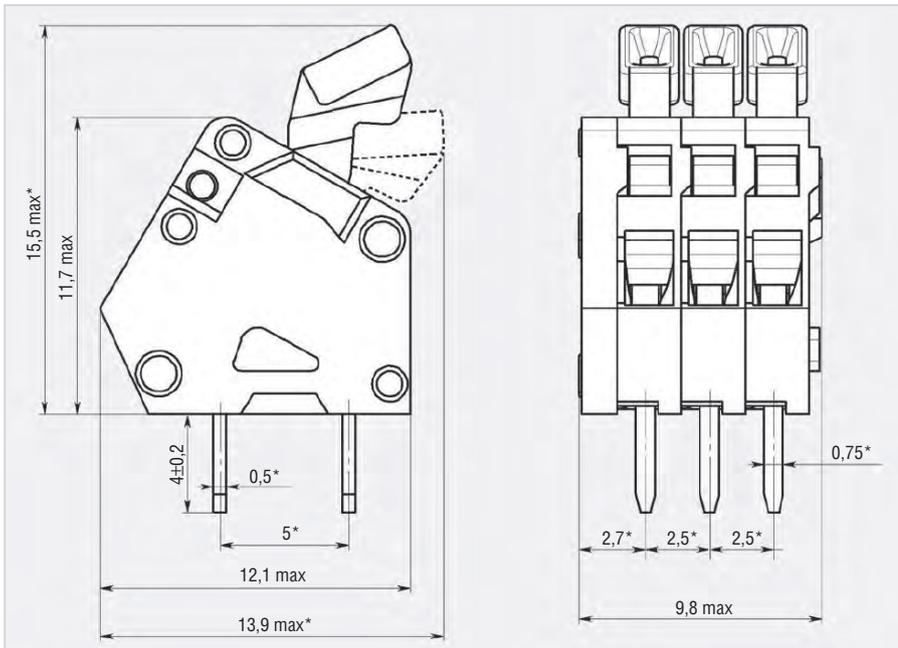


Рис. 3. Пружинная клемма КПП-0,5(2,5), блок

цилиндрические и прямоугольные соединители нового поколения с высокой степенью надёжности и улучшенными электрическими параметрами для предприятий ВПК и гражданского использования.

Предприятием освоено производство двух новых типов цилиндрических соединителей СКЦ102, СНЦ160 – всего 388 типоконструкций для объёмного и печатного монтажа с твинаксиальными и квадраксиальными контактами для



Рис. 4. Соединители с квадраксиальными контактами СКЦ102

высокоскоростных интерфейсов со скоростью передачи данных до 100 Мбит/с на частотах до 3 ГГц и 1 Гбит/с по стандарту Gigabit Ethernet. Такие соединители (см. рис. 4) успешно применяются в системах отображения данных, бортовых системах управления и связи, системах контроля и телеметрии наземной, морской и авиационной техники, в беспилотных аппаратах различного назначения.

В дополнение к традиционной для себя номенклатуре предприятие также ведёт разработку новых изделий в области радиочастотных и оптоволоконных систем – одно- и многомодовых оптических соединителей для передачи большого объёма данных.

МЫ РАСТИМ БУДУЩЕЕ...

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ Фаворит-ЭК

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Россия, 105318, Москва, Семеновская площадь, д.7, e-mail: info@favorit-ec.ru, тел/факс: +7(495) 627 76 24, www.favorit-ec.ru



Рис. 5. Радиочастотные коаксиальные соединители под кабели 50 Ом: а) соединитель типа SMA; б) соединитель типа BMA



Рис. 6. Триаксиальные радиочастотные соединители типа СРТ-75ФК: а) кабельная вилка СРТ-75-428Ф врубного сочленения; б) кабельная вилка СРТ-75-425Ф байонетного сочленения

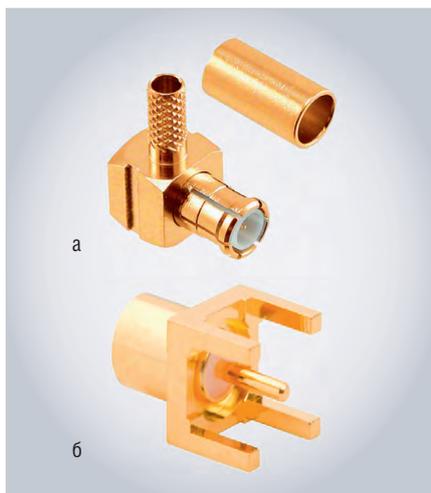


Рис. 7. Миниатюрные коаксиальные радиочастотные герметичные и негерметичные соединители: а) вариант исполнения соединителя CP-50-1-01-x по типу SMB; б) вариант исполнения соединителя CP-50-2-04-x по типу MCX

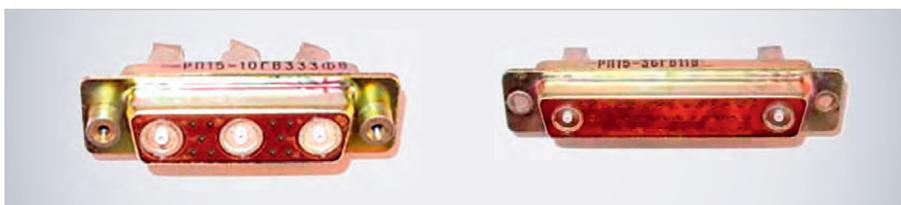


Рис. 8. Комбинированный соединитель RP15 (варианты исполнения)

НОВОСТИ МИРА

Первый рейтинг российской радиоэлектронной промышленности

ЦНИИ «Электроника» совместно с журналом «Электроника: НТБ» и аудиторско-консалтинговой компанией «БДО Юникон» впервые подготовили и опубликовали рейтинг радиоэлектронной промышленности России. Исследование способствует повышению известности предприятий отрасли, выявлению ключевых игроков и их роли в экономике страны, а также позволяет компаниям-участникам получить объективное подтверждение рыночных позиций, укрепить репутацию и расширить круг клиентов.

По итогам рейтинга первые позиции в списках топ-50 организаций радиоэлектронной промышленности России по объёму выручки в сегменте радиоэлектроники и топ-10 производственных организаций занимает ГК «Микрон». Лидером топ-10 научно-производственных организаций и топ-10 организаций по выручке от конструирования продукции или её составных частей стало АО «Научно-исследовательский институт систем связи и управления». В рейтинге топ-10 организаций по выручке от научной деятельности первое место занимает АО «НИИМЭ». Лидером топ-30 организаций по выручке от произ-

Среди реализованных проектов необходимо отметить следующие:

- Радиочастотные коаксиальные соединители под кабели 50 Ом по типу серий SMA и BMA (см. рис. 5) для работы на частотах до 18 ГГц. Серия по типу BMA содержит СВЧ-ввод, приборную вилку, приборно-кабельные вилки и розетки – всего 8 типоконструкций. Применение разрабатываемых соединителей позволит отечественным производителям избежать увеличения массогабаритных характеристик аппаратуры.
- Триаксиальные радиочастотные соединители типа СРТ-75ФК врубного и байонетного исполнения (см. рис. 6), предназначенные для работы в диапазоне частот 0,5...1,5 МГц в мультиплексной линии информационного обмена по ГОСТ Р 52070.

В настоящее время ведётся разработка и освоение миниатюрных коаксиальных радиочастотных герметичных и негерметичных соединителей CP-50-1/2 по типам SMB, MCX (см. рис. 7) для диапазона частот до 6 ГГц и CP-50-3/4 по типам SMP, QMA для диапазонов 18 и 26,5 ГГц по государственной программе Российской Федерации «Развитие оборонно-промышленного комплекса». В ходе выполнения опытно-конструкторских работ будет освоено производство 20 типов 147 типоминиатюрных изделий указанных серий.

Особый интерес для производителей радиолокационной техники может представлять проводимое на предприятии расширение номенклатуры изделий РП15 (см. рис. 8) комбинированными соединителями с радиочастотными вставками 50 и 75 Ом для работы на частотах до 10 ГГц. Всего предполагается выпускать 40 типоконструкций изделия с фиксацией и без фиксации сочленённого положения.



водства компьютеров, электронных и оптических изделий является АО «Ижевский электромеханический завод „Купол“». В топ-5 по производству электрического оборудования первое место занимает ПАО «Завод Атлант», а топ-10 организаций по выручке от производства машин и оборудования, не включённых в другие группировки, возглавляет АО «Крафтвэй корпорэйшн ПЛС».

Рейтинг радиоэлектронной промышленности России будет обновляться ежегодно.

С полной версией рейтинга можно ознакомиться на сайте www.instel.ru.

Пресс-служба ЦНИИ «Электроника»



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 СОМ-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

ix Industrial: назвался груздем – полезай в кузов

Ольга Романовская (romanovskaya@prochip.ru)

Современные промышленные устройства имеют небольшие габариты. В связи с этим разработчики предъявляют высокие требования к интерфейсам: они должны быть очень компактными, но при этом надёжными. Для промышленных Ethernet-приложений HARTING предлагает заказчикам миниатюрный разъём – ix Industrial с A-кодированием. С 2018 года этот разъём доступен и для других, не Ethernet-применений: с этой целью фирма HARTING разработала ix Industrial Signal типа B.

Промышленные устройства становятся всё более миниатюрными и всё более совершенными. При этом часто приходится использовать интерфейсы для передачи данных и питания, представленные на рынке в течение десятилетий и хорошо зарекомендовавшие себя, но уже устаревшие и не лишённые недостатков. Так, например, во многих промышленных системах автоматизации используются разъёмы RJ-45 и M12, но зачастую они являются самыми крупными компонентами в устройствах и требуют слишком много пространства для установки. В то же время стабильность работы разъёма RJ-45 и надёжность его конструкции по-прежнему остаётся проблемой: нередко происходит поломка пластиковых рычажных защёлок на вилочной части разъёма и, кроме того, даже у подготовленных специалистов часто возникают сложности во время монтажа разъёма на кабель обжимным инструментом. Предъявляются претензии и к виброустойчивости решений RJ-45. Разъём ix Industrial HARTING позволяет решить сразу множество проблем.

Во-первых, розеточная часть ix Industrial на 70% меньше, чем у стандартного разъёма RJ-45 (см. рис. 1). Это позволяет производителям выпу-

сказать более компактные изделия или размещать большее число интерфейсов при тех же габаритах устройства. Таким образом, использование ix Industrial соответствует тенденциям постоянно растущей скорости передачи данных и более широкому использованию Ethernet.

Во-вторых, кроме компактности, новый разъём от HARTING решает вопросы стабильности и надёжности. Фиксация ответных частей реализуется при помощи внутренних защёлок в корпусе разъёмов. Слышимый клик сообщает, что устройство зафиксировано. Джек, устанавливаемый на печатную плату, крепится к ней при помощи пяти ТНТ-выводов (см. рис. 2). Эти меры положительно сказались на механических свойствах соединения: ix Industrial обладает отличными показателями по защите от вибрации и механических ударов (см. табл.). Кабельный зажим, прочно прикреплённый к корпусу вилки, обеспечивает разгрузку натяжения соединения.

Благодаря стандартизации разъёма ix Industrial в соответствии с новой нормой IEC 61076-3-124, новый интерфейс был так хорошо принят заказчиками и партнёрами, что компания HARTING решила учесть все предложения и расширить спектр возможных применений. В резуль-

тате на выставке 2018 года в Ганновере ix Industrial был представлен в новом корпусе с улучшенными тактильными характеристиками. HARTING делает ещё один большой шаг в

направлении интересов заказчиков, предлагая новую версию – тип В с 10 контактами для передачи сигналов и подключения последовательных шинных систем. В отличие от ix Industrial Gigabit тип А в новой версии все 10 контактов используются для передачи сигналов, тогда как в типе А два контакта используются в качестве экранирующих элементов контактных пар. Внешне версия с В-кодированием выглядит так же, как и версия для Ethernet, – немного отличается только форма лицевого профиля, что делает неправильное подключение разных типов ix Industrial невозможным (см. рис. 3).

Обе версии рассчитаны на токи до 1,5 А при температуре окружающей среды +55°C. В случае Ethernet-интерфейсов часто используется технология Power over Ethernet (PoE), позволяющая передавать питание и данные через один Ethernet-кабель. Новый стандарт высокой мощности PoE IEEE 802.3bt не требует более высокого значения силы тока, чем 1,5 А на контакт. Это означает, что заказчик может использовать разъём ix Industrial тип А для систем с PoE, а тип В – для устройств с более высокими требованиями к мощности, задействовав все 10 контактов.

Изначально разъём ix Industrial был доступен только в виде кабельных сборок для упрощения заказчикам задачи монтажа на кабель.

В данный момент доступны версии под пайку на провод и для IDC (контакт сквозь изоляцию). IDC-монтаж существенно упрощает и ускоряет процесс соединения провода с разъёмом и избавляет пользователя от необходимости выполнять процесс пайки.

Кроме того, обе версии (А и В) доступны в сочетании с известными интерфейсами: тип А ix Industrial может быть заказан в виде сборки с разъёмом RJ-45, в то время как тип В предлагается совместно с разъёмом D-SUB; по запросу могут быть предоставлены другие комбинации. Это означает, что пользователям не придётся вносить изменения сразу во все устройства, пока происходит процесс адаптации к ix Industrial.



Ольга Романовская

PROCHIP,
бренд-менеджер

(495) 232-25-22

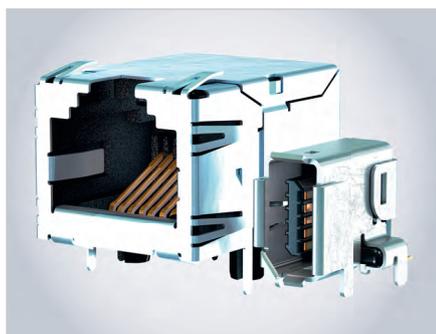


Рис. 1. Сравнение габаритов джеков RJ-45 (слева) и ix Industrial (справа)



Рис. 2. Фиксация ответных частей ix Industrial (слева) и розетка ix Industrial, смонтированная на печатной плате (справа)

Сегодня заказчики часто используют тип В в качестве интерфейса между сервоприводом или преобразователем частоты и поворотным энкодером. Поскольку в ix Industrial тип В установлено 10 контактов, он также может применяться как замена широко используемого 9-штыревого разъёма D-SUB.

Оба типа кодирования позволяют пользователям значительно экономить пространство для своих соединений в приложениях для автоматизации, машиностроения, робототехники, транспорта и сетей передачи

Основные характеристики разъёмов ix Industrial

Основные механические параметры и условия эксплуатации	Значения
Количество циклов сочленения без ухудшения характеристик	5000 соединений/разъединений, скорость сочленения – 10 мм/с, покой – 5 с в разъединённом состоянии
Сила фиксации в соединённом состоянии	Min. 80 Н
Диапазон рабочих температур	–40...+85°C
Быстрое изменение температуры (IEC 60512-11d)	10 циклов –55...+85°C с 30-минутной задержкой при экстремумах температуры и изменение температуры в течение 1 мин
Сухое тепло (IEC 60512-11i)	+85°C на протяжении 500 ч
Холод (IEC 60512-11j)	–55°C на протяжении 240 ч
Поток смешанного газа (IEC 60068-2-60)	Длительность 4 дня, метод 4 (в соединённом и разъединённом виде)
Солёный туман	5% солёная вода, 35±2°C, длительность 48 ч
Вибрация, синусоида (IEC 60512 тест 6d)	10–500 Гц, 0,35 мм, 49 м/с ² , 2 ч / 3 оси
Механические удары (IEC 60512 тест 6c)	Полусинусоидальный удар 500 м/с ² , длительность 11 мс, 3 удара / 2 направления / 3 оси, общее количество ударов – 18, без повреждения контакта

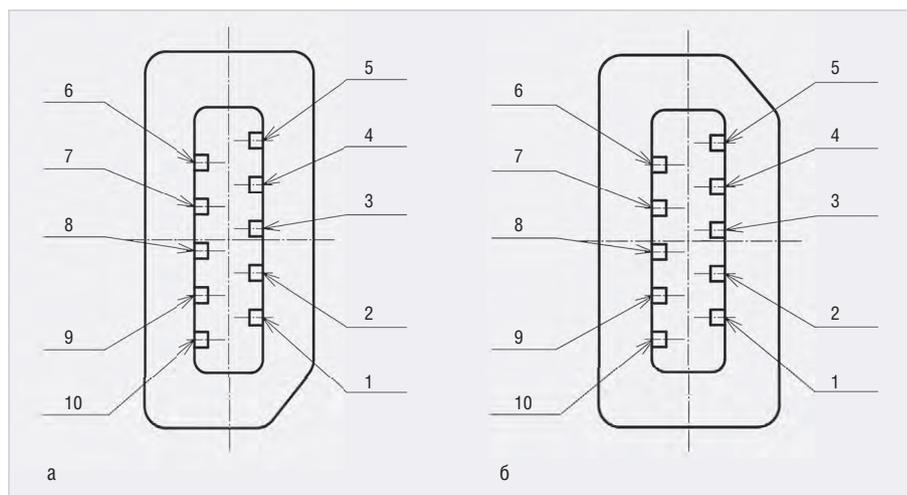


Рис. 3. Джек ix Industrial в разрезе: а) тип А; б) тип В

данных, независимо от того, идёт ли речь о ЧМИ, маршрутизаторах, коммутаторах или IP-камерах. Благодаря ix Industrial и ix Industrial Signal пользователи имеют в своём распоряжении компактный, мощный и стандартизованный интерфейс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Diekmann J. "ix Industrial: in for a penny, in for a pound!": www.harting.ru
2. Романовская О. Веха в развитии промышленного Ethernet: новый интерфейс для скоростной передачи данных. Современная электроника. 2017. № 1.

НОВОСТИ МИРА

РФПИ и Schneider Electric реализуют первый совместный проект

Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ), суверенный фонд Российской Федерации, и Schneider Electric, мировой эксперт в управлении энергией и автоматизации, объявили о начале реализации первого проекта в рамках партнёрства в сфере энергосберегающих технологий. Стороны намерены осуществлять совместную деятельность по повышению энергоэффективности и сокращению энергозатрат на производственных мощностях портфельной компании РФПИ Cotton Way, ли-

дера российского рынка услуг по аренде и профессиональной обработке текстильных изделий. Соответствующее соглашение было заключено 15 октября 2018 года на полях заседания Консультативного совета по иностранным инвестициям в России (КСИИ).

Проект направлен на оптимизацию инженерной инфраструктуры и установку современного оборудования, которое позволит снизить потребление энергоресурсов на производственной площадке Cotton Way в Химках. В дальнейшем стороны также рассмотрят возможности по реализации проектов повышения энергоэффективности на других объектах компании.



РФПИ и Schneider Electric продолжают сотрудничество для реализации взаимовыгодных проектов в области повышения энергоэффективности, отвечающих долгосрочным экономическим интересам России и Франции, а также способствующих экономическому сотрудничеству между странами.

Пресс-служба Schneider Electric

Влагозащищённые соединители для быстрого подключения устройств

Маркус Левандовски (Phoenix Contact GmbH & Co. KG)

В статье представлены новые соединители серии IPD от компании Phoenix Contact. Соединители основаны на технологии push-in и обеспечивают надёжное влагозащищённое соединение. Простой монтаж, в том числе и автоматизированный, позволяет использовать представленные соединители в самых различных отраслях.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Для ряда приложений при подключении питания предъявляются особые требования к конструкции применяемых устройств и соединителей. Требования к обеспечению пылевлагозащищённости соединения иногда вступает в конфликт с технологичностью и удобством монтажа, что ставит перед разработчиками устройств довольно сложные задачи. Производители промышленных соединителей стараются оперативно реагировать на требования рынка, учитывают особенности применений и монтажа изделий. При этом ключевыми факторами по-прежнему остаются увеличение эффективности производства и снижение себестоимости продукции. Новая разработанная серия промышленных разъёмов IPD немецкого электротехнического концерна Phoenix Contact изначально ориентирована на весьма узкое применение, но при этом обеспечивает подключение кабелей питания к устройствам со степенью защиты IP67 и надёжное влагозащищённое соединение в жёстких условиях эксплуатации. При разработке соединителей, в первую очередь ориентированных на массовое производство, было учтено требование свето-

технической отрасли. Разъёмы позволяют максимально автоматизировать монтаж и обеспечивают максимальное удобство подключения непосредственно на объекте без использования специального инструмента. В данной серии соединителей применена наиболее перспективная с точки зрения повышения эффективности производства технология быстрого монтажа проводников push-in (см. рис. 1).

Внешние воздействия, возникающие во влажной среде, оказывают негативное влияние на соединения, превращая разводку кабелей и подключение питания к устройствам в серьёзную задачу. Промышленные системы, в частности на объектах дорожной инфраструктуры, должны выдерживать ряд строгих требований к электропитанию устройства. Помимо полной защиты от попадания пыли, системы, применяемые вне помещений, должны безотказно работать в агрессивных средах, иметь соответствующий уровень защиты от влаги и УФ-излучения.

Даже при наличии герметичного корпуса критическим элементом любого изделия являются его интерфейсы подключения к линиям питания и другим устройствам. Именно эти соединения определяют работоспособность аппа-

ратуры в полевых условиях. Основными требованиями, предъявляемыми к электромеханическим компонентам, являются надёжное соединение и бесперебойное питание в течение длительного времени. Тенденция к уменьшению габаритов устройств и стремление к большей экономической эффективности производства являются дополнительными аргументами для создания компактных конструкций соединителей с минимально возможным количеством составных частей и соединений. Кроме того, к узлу соединения кабеля питания и прибора применяются дополнительные требования, касающиеся удобства и скорости монтажа. В связи с этим при разработке новых типов соединителей необходимо учитывать как себестоимость изделия, так и потенциальную экономию, которую можно получить путём сокращения трудозатрат и времени на монтаж и обслуживание конечных устройств.

Уровень автоматизации приборостроительных предприятий позволяет механизировать практически все технологические этапы изготовления устройств, однако заключительный этап сборки по-прежнему предполагает использование ручного труда. В настоящее время имеется большая потребность в максимальной автоматизации производства, что определяет особые требования ко всем компонентам, используемым в составе промышленного устройства, в том числе и к внешним соединителям. Так, например, в производстве светодиодных светильников, особенно в промышленном

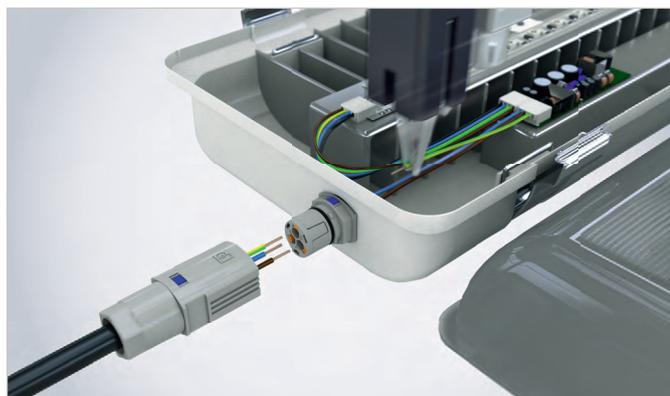


Рис. 1. Роботизированный монтаж push-in-соединителей

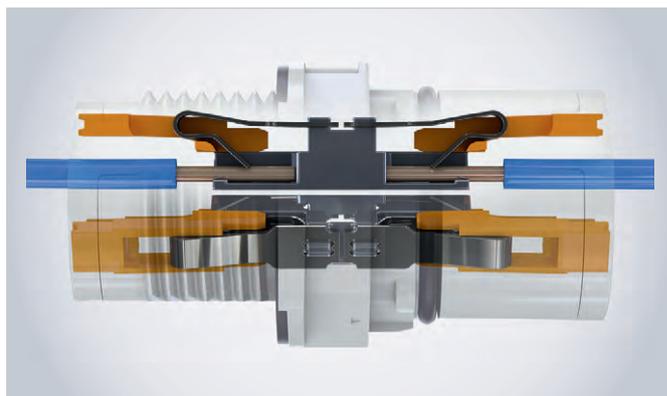


Рис. 2. Конструкция push-in-соединителя

и уличном исполнении, автоматизация становится залогом конкурентоспособности и низкой себестоимости изделия. Кроме того, принимая во внимание необходимость предоставления последующего сервисного обслуживания и расширенной гарантии (в ряде случаев до 7–10 лет), качество компонентов, элементной базы, соединителей, корпусов устройств становится определяющим фактором.

ОГРАНИЧЕННОСТЬ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

На данный момент самым простым типом влагозащищённого подключения кабеля к устройствам и шкафам управления является обычный кабельный ввод. При этом подключение кабеля внутри устройства осуществляется с помощью дополнительных клемм или пайки. В то же время для устройств с предварительно собранными кабелями возможности дальнейшего использования в полевых условиях сильно ограничены. Это связано с тем, что длины кабелей являются фиксированными, но непосредственно на объектах требования к длине кабеля питания могут быть изменены и при этом также необходимо обеспечить герметичность соединения. В результате при подключении или распределении питания от устройства к устройству, например при подключении промышленных светодиодных светильников, применяются дополнительные элементы: муфты сращивания кабеля, распределительные коробки, разъёмы. Всё это, безусловно, сказывается на стоимости и надёжности всей системы в целом. В большинстве случаев такие изделия экономически оправданно производить либо с внешним проходным соединителем, либо с возможностью подключения кабеля внутри устройства. Кабель будет подготовлен и смонтирован непосредственно на объекте в соответствии с требованиями проекта, при этом необходимо обеспечить качество и надёжность соединения, а также защитить определённые узлы устройства от попадания пыли и влаги.

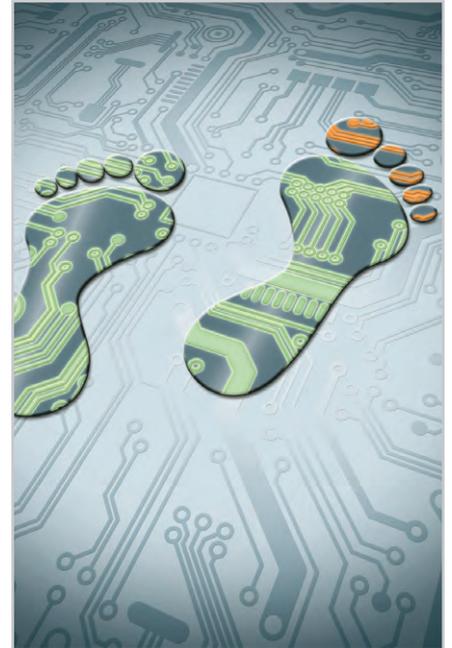
Второй тип устройств оснащается уже готовым кабелем определённой длины, но для подключения на месте также потребуются дополнительные соединители или распределительные коробки. Соединения в разъёмах типа «кабель-кабель» также накладывают дополнительные требования к квалификации монтажников и используемо-

му монтажному инструменту. В таких решениях широко распространены винтовые или обжимные соединения. При этом вероятность появления ошибок и надёжность соединения напрямую зависят от квалификации монтажника.

Новая технология подключения

Именно для повышения эффективности производства при разработке нового типа разъёмов питания на 3 и 5 контактов компанией Phoenix Contact была выбрана технология подключения push-in. Основой push-in-соединителей является пружинный контакт быстрого монтажа (см. рис. 2). Технология не требовательна к квалификации монтажника, не накладывает дополнительных ограничений на монтажный инструмент, позволяет монтировать как одножильные, так и многожильные проводники, интуитивно понятна и предоставляет широкие возможности по автоматизации производства. Всё это определяет успешность и востребованность данной технологии в современных условиях и хорошо вписывается в парадигму Индустрии 4.0, которая подразумевает эффективное и гибко настраиваемое производство, автоматизацию трудоёмких технологических процессов и позволяет исключить или минимизировать вероятность ошибок, что в конечном итоге благоприятно сказывается на качестве и себестоимости конечного продукта.

Проходные соединители серии IPD от Phoenix Contact позволяют подключать от 3 до 5 проводов сечением до 2,5 мм² без применения специальных инструментов. Подключение может производиться как вручную, так и автоматически (роботами). Промышленный соединитель IPD не является стандартным разъёмом, однако обеспечивает возможность быстрого подключения кабеля питания с внешней стороны устройства и идеально подходит для промышленных и уличных светильников, а также для других промышленных устройств. Это стало возможным благодаря специальной проходной муфте с возможностью герметичного крепления на передней стенке устройства. Муфта оснащена двусторонними push-in-контактами, что позволяет произвести соединение на самом устройстве и с помощью специального кожуха обеспечить защиту от влаги и других внешних воздействий. Жёсткие одножильные и многожильные



Близнецы с разным характером

Клеммы на печатную плату с Push-in или винтовой технологией монтажа

Идентичные размеры, но разные технологии подключения проводников – это отличает серию клемм на печатную плату TDPT от всех остальных. Клеммы позволяют проектировать, разрабатывать и производить унифицированные приборы для специфических задач, предлагая на выбор заказчику наиболее оптимальную технологию подключения. Благодаря унифицированной форме клемм их можно интегрировать в устройство не изменяя конструктив прибора и расположение контактных площадок на печатной плате. Универсальность и вариативность еще не была такой доступной.

Дополнительная информация на сайте: www.phoenixcontact.ru





Рис. 3. Влагозащищённое push-in-соединение

снабжённые наконечниками проводники могут быть вставлены в разъем непосредственно, т.е. без приведения в действие толкателя. Многожильные проводники без наконечников могут быть вставлены в муфту с использованием встроенного толкателя для открытия пружины (см. рис. 3). Таким образом, внешние кабели питания могут быть подключены к устройству несколькими простыми действиями.

Простая система для сложных условий эксплуатации

Степень защиты IP66/IP67 обеспечивает надёжное соединение с устройством для использования вне помещений, при неблагоприятных внешних воздействиях, во влажной среде и при температурах от -40 до +100°C. Кроме того, push-in-соединение обеспечивает надёжный контакт при ударах и вибрации. Рабочее напряжение в соединителях серии IPD может достигать 690 В, токи – 20 А, что позволяет использовать их в различных применениях.

Кабель питания вводится через герметичный кожух соединителя и под-



Рис. 4. Быстрозажимные соединители серии IPD

ключается непосредственно к самому устройству. Затем кожух соединителя соединяется с прибором и защёлкивается посредством поворота на 180°. Герметизация кабеля осуществляется затягиванием гайки в хвостовой части кожуха. Специальная кодировка блочной и кабельной частей соединителя позволяет подключить кожух практически вслепую и безошибочно найти правильное положение для блокировки, что необходимо для безопасной работы и надёжного соединения, особенно если монтаж производится в сложных условиях или в ограниченном пространстве. Кожух блокируется в закрытом положении и для отсоединения кабеля требуется разъединить интегрированную защёлку с помощью отвёртки. Все конструктивные особенности и технологии монтажа проводников тщательно прорабатывались на этапе проектирования соединителя, при этом учитывались как специфические требования светотехнической отрасли, так и общие, предъявляемые к промышленному оборудованию, используемому вне помещений.

Так, например, блокировка кожуха и блочной части в закрытом положении защищает место соединения от непреднамеренного открытия, что является безусловным требованием для всех промышленных уличных светильников в странах Европы.

Серия соединителей IPD (см. рис. 4) построена на современной технологии подключения проводников, имеет функциональный дизайн и обеспечивает удобство и надёжность монтажа. Для разделения разных по назначению интерфейсов доступны различные цвета соединителей и специальные маркировочные бирки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология монтажа проводов push-in успешно работает в промышленном оборудовании на протяжении нескольких лет и с каждым годом набирает всё большую популярность. Она обеспечивает удобный и простой монтаж без использования специальных инструментов. Благодаря ряду бесспорных преимуществ push-in-соединители активно внедряются во все отрасли промышленности.



НОВОСТИ МИРА

Мировой рынок IoT к 2023 году достигнет \$267,6 млрд

Мировой рынок Интернета вещей в здравоохранении (IoT) к 2023 году достигнет \$267,6 млрд. Согласно последнему отчёту P&S Market Research, рост рынка в основном обусловлен растущей потребностью в удалённых службах мониторинга пациентов, увеличением спроса на современные информационные системы здравоохранения, распространением диагностирования хро-

нических и связанных с образом жизни заболеваний, а также ростом спроса на технологии mHealth и увеличением поддержки со стороны госорганизаций.

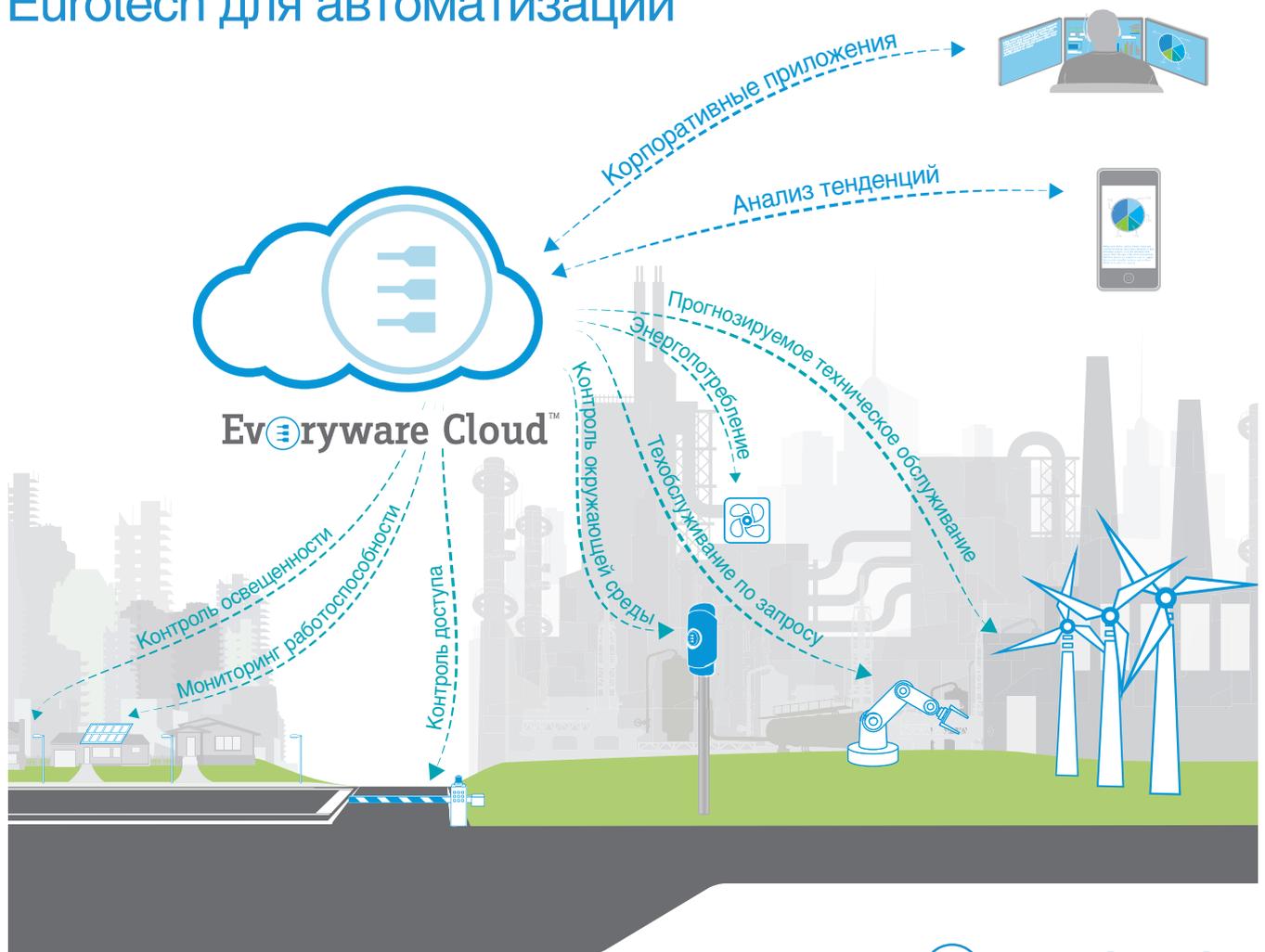
Наибольшую долю на рынке сегодня занимает Северная Америка: регион обеспечил более 44,3% дохода в 2017 году. При этом самыми быстрыми темпами в ближайшие 5 лет будет расти рынок Азиатско-Тихоокеанского региона (34,4%), в том числе в связи со старением населения и увеличением ряда хронических заболеваний (диа-

бет, астма, хроническая обструктивная болезнь лёгких и другие).

Из всех технологий связи (Wi-Fi, Bluetooth LE, NFC, ZigBee, сотовая и спутниковая) самый быстрый рост в течение прогнозируемого периода ожидается от технологии Wi-Fi – в среднем 32% ежегодно. В основном это устройства, используемые для отправки и получения данных из облачных систем. По мнению экспертов, активный рост в ближайшие годы покажет рынок телемедицины.

www.iot.ru

Облачные технологии Eurotech для автоматизации



 **EUROTECH**
Imagine. Build. Succeed.

Решения Eurotech позволяют заказчикам удобно и безопасно подключать оборудование и датчики к корпоративным программным приложениям с помощью **Everyware Cloud™** — M2M-платформы.

Выполняемые функции

- Управление устройством
- Приложение для устройства и управления жизненным циклом
- Контроль состояния устройства/связи в режиме реального времени
- Поддержка промышленных протоколов
- Простая интеграция с корпоративными приложениями
- Сбор потоков данных с различных устройств в реальном времени
- Анализ данных в реальном времени, их хранение и предоставление исторических данных

PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА	(495) 234-0636	info@prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ	(812) 448-0444	info@spb.prosoft.ru
АЛМА-АТА	(727) 321-8324	sales@kz.prosoft.ru
ВОЛГОГРАД	(8442) 391-000	volgograd@regionprof.ru
ВОРОНЕЖ	(920) 402-3158	chikin@regionprof.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	(343) 356-5111	info@prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ	(843) 203-6020	kazan@regionprof.ru
КРАСНОДАР	(861) 224-9513	krasnodar@regionprof.ru

Н. НОВГОРОД	(831) 215-4084	n.novgorod@regionprof.ru
НОВОСИБИРСК	(383) 202-0960	nsk@regionprof.ru
ОМСК	(3812) 286-521	omsk@regionprof.ru
ПЕНЗА	(8412) 49-4971	penza@regionprof.ru
САМАРА	(846) 277-9166	samara@regionprof.ru
УФА	(347) 292-5216	ufa@regionprof.ru
ЧЕЛЯБИНСК	(351) 239-9360	chelyabinsk@regionprof.ru



Реклама

Отладочные средства для микроконтроллеров STM32 от компании «Амперка»

Олег Вальпа (sandh@narod.ru)

В статье приведено описание отладочной платы Iskra JS и свободной среды разработки программ Espruino Web IDE от компании «Амперка». Представленные продукты предназначены для практического изучения микроконтроллеров серии STM32 компании STMicroelectronics.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ключевых факторов развития отечественного приборостроения, робототехники и других высокотехнологичных отраслей является привлечение молодых специалистов к работе с современной микропроцессорной техникой, а для этого следует обеспечить наличие необходимых источников информации и доступных аппаратных и программных средств обучения и разработки.

Для решения подобных задач многие компании предлагают широкий выбор отладочных плат и программных инструментов. Одной из них является компания «Амперка» [1], выпускающая отладочные платы для различных микроконтроллеров и периферийные устройства, которые легко подключаются к данным платам и имеют программную поддержку. Проекты, развиваемые компанией, во многом схожи с хорошо извест-

ным и распространённым проектом Arduino [2]. В статье представлен один из новых продуктов «Амперки» – отладочная плата Iskra JS, позволяющая быстро приобрести практические навыки работы с микропроцессорами серии STM32 [3].

Отладочная плата ISKRA JS

Отладочная плата Iskra JS является флагманской платой «Амперки», имеет встроенный интерпретатор JavaScript и представляет собой развитие платформы Espruino. Iskra JS обеспечивает высокую скорость выполнения программ, комфортность разработки, максимальную совместимость с платами расширения (в т.ч. с платами Arduino), сенсорами и другими электронными модулями. Внешний вид отладочной платы Iskra JS представлен на рисунке 1.

Основой платы Iskra JS является 32-битный микроконтроллер STM32F405RG с ядром ARM Cortex M4. Плата имеет встро-

енный в микроконтроллер интерфейс USB и не требует для подключения к компьютеру дополнительного моста USB-UART. Iskra JS работает на частоте 168 МГц, имеет 1 МБ флэш-памяти для хранения программы интерпретатора JavaScript и программы пользователя, а также 192 КБ оперативной памяти. Такого объёма памяти хватает для обработки JS-кода и решения множества задач, таких как управление роботом, промышленная автоматика, системы умного дома и т.д. На плате имеются совместимые с Arduino контактные соединители, расположенные в соответствии со стандартной компоновкой Arduino R3.

Напряжения логических уровней сигналов платы Iskra JS составляют 3,3 В, но многие выводы толерантны к 5 В уровням сигналов. Это обеспечивает электрическую совместимость с большей частью периферийных устройств Arduino.

Плата имеет 36 доступных управляющих контактов: 12 для считывания аналогового сигнала, 22 для генерации сигнала широтно-импульсной модуляции, 2 аналоговых выхода.

На платформе имеется 4 последовательных порта, 2 интерфейса SPI и 3 интерфейса I²C для взаимодействия с дисплеями, гироскопами, акселерометрами и другими сложными модулями. При этом по одному интерфейсу SPI и I²C вынесено на штатные разъёмы согласно стандарту Arduino R3 без создания конфликта с остальными выводами. Расположение выводов отладочной платы Iskra JS показано на рисунке 2. Выводы отладочной платы имеют следующее назначение:

- P0 – вывод GPIO (по этому имени можно обратиться к выводу из программы);
- B11 – вывод микроконтроллера STM32F405RG;
- 3.3V – вывод питания;
- PWM – вывод ШИМ сигнала;
- ADC – вывод АЦП микроконтроллера для чтения аналогового сигнала;
- DAC – вывод ЦАП микроконтроллера для формирования аналогового сигнала;
- FVT – вывод, толерантный к напряжению 5 В;

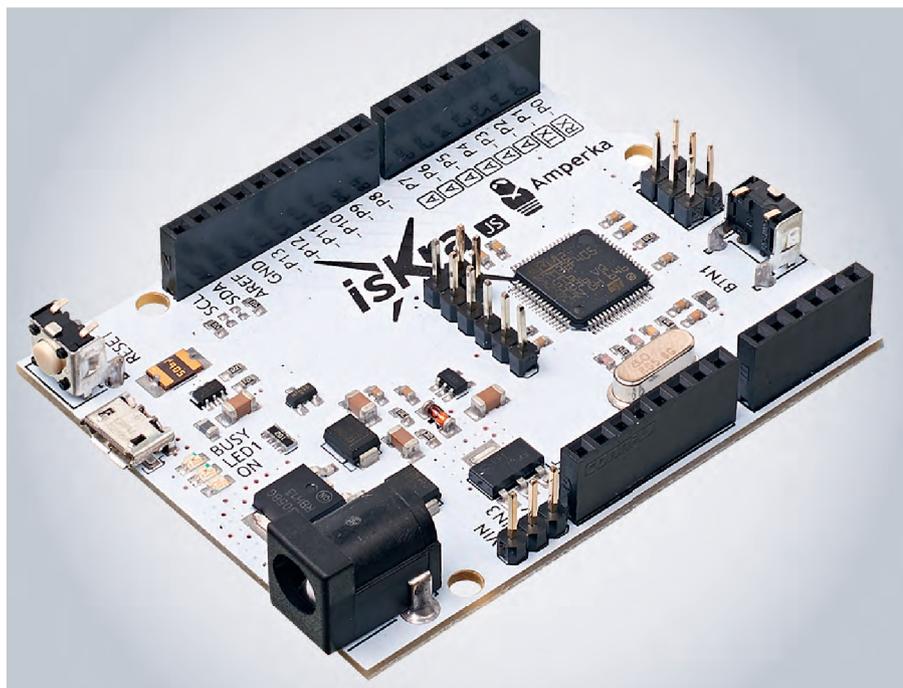


Рис. 1. Внешний вид отладочной платы Iskra JS

- SPI2 SCK – вывод сигнала синхронизации интерфейса SPI2 (программно доступен по имени PrimarySPI);
 - I2C1 SDA – вывод сигнала данных интерфейса I²C (программно доступен по имени PrimaryI2C);
- USART3 TX – вывод сигнала интерфейса UART/USART (программно доступен по имени PrimarySerial).

Такую отладочную плату можно приобрести или изготовить самостоятельно. Принципиальная электрическая схема отладочной платы Iskra JS приведена на рисунке 3, а её сборочный чертёж – на рисунке 4.

Питание платы можно осуществлять как от компьютера через порт microUSB, так и через гнездо питания 2,1 мм. Источник питания определяется платой автоматически. В случае питания через гнездо рекомендуемое входное напряжение составляет от 7 до 15 В. Встроенный в плату регулятор напряжения сформирует необходимые для платы напряжения 5 и 3,3 В. В качестве источника питания можно использовать сетевой адаптер, батарейки или аккумуляторы. Для питания

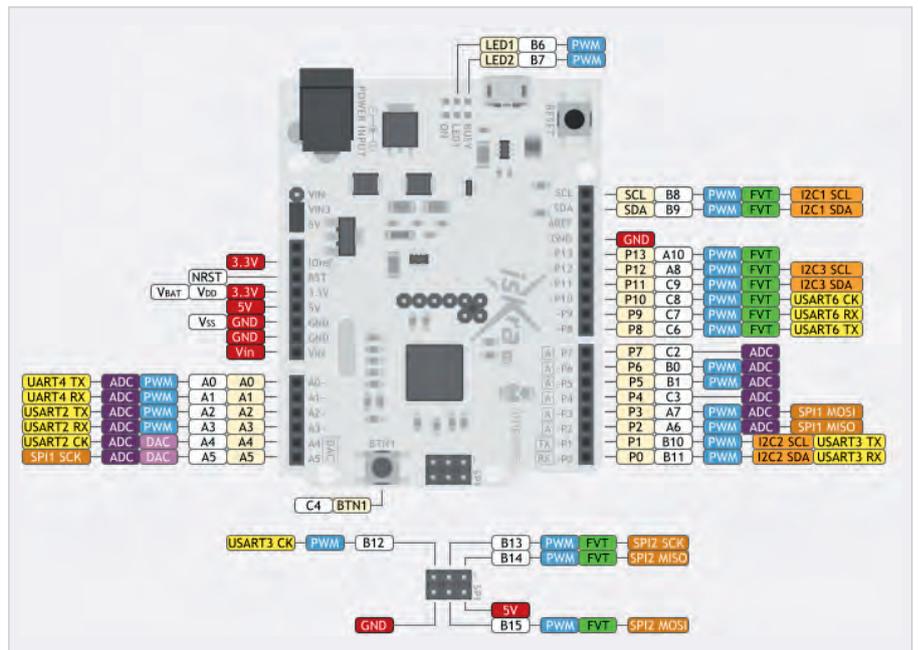


Рис. 2. Расположение выводов отладочной платы Iskra JS

подключённой периферии используются выводы 5V и 3.3V, которые выдают соответствующие напряжения. При использовании внешнего источника питания с вывода 5V можно получить

суммарный ток до 1000 мА, а с вывода 3.3V – до 300 мА. Если для внешних устройств не требуется напряжение 5 В, то можно запитать плату от источника напряжением от 3,6

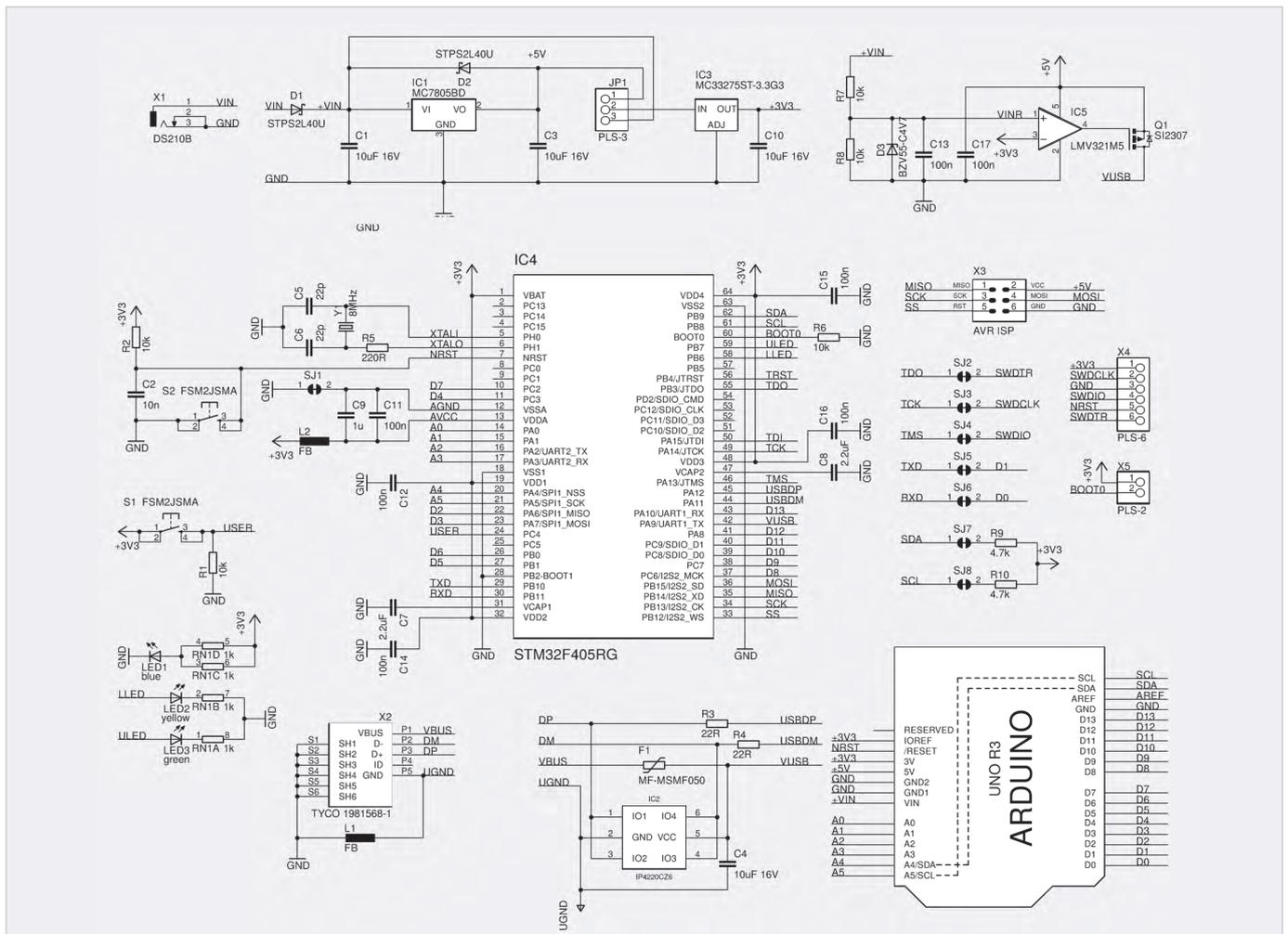


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема отладочной платы Iskra JS

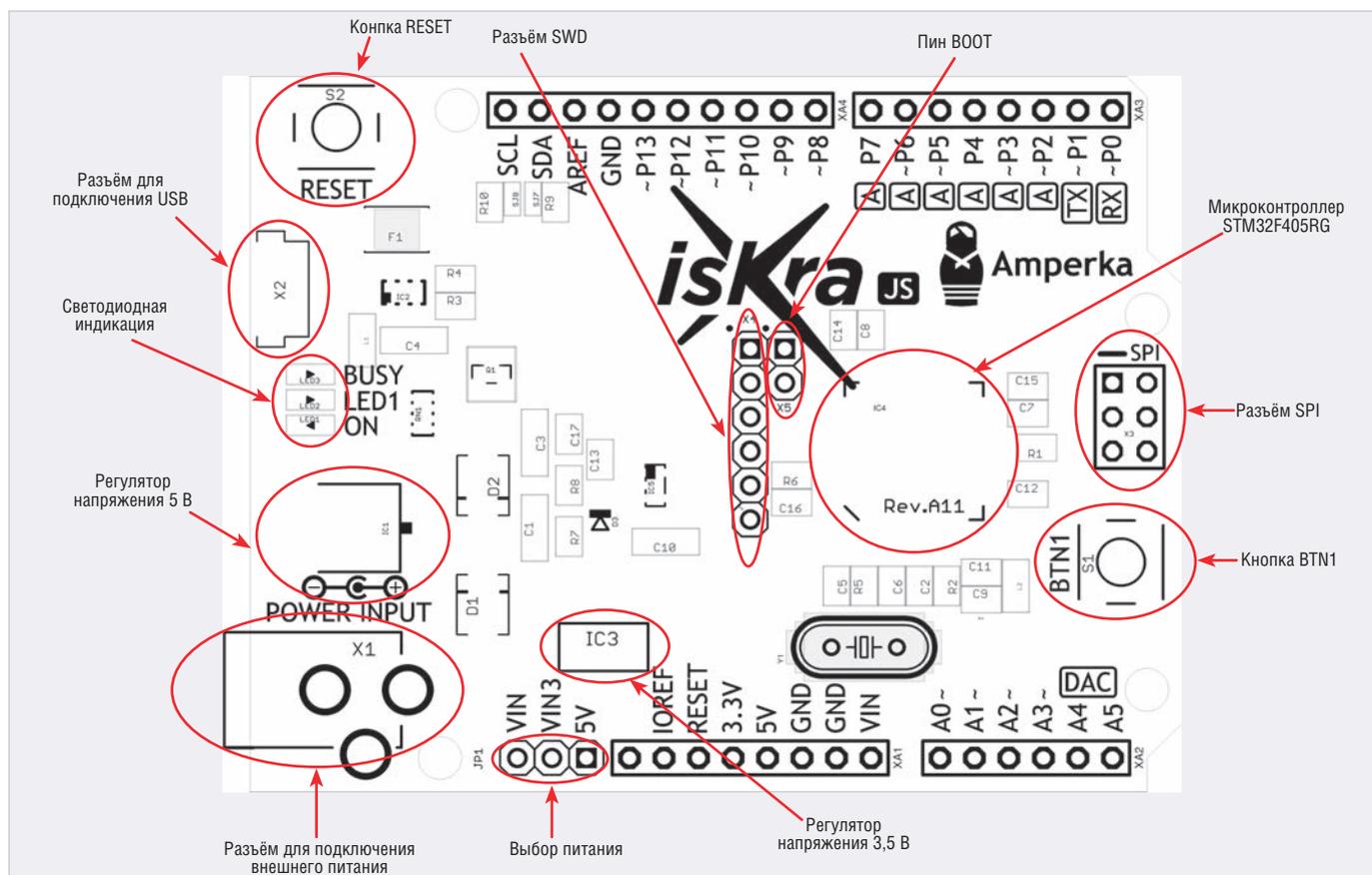


Рис. 4. Сборочный чертёж отладочной платы Iskra JS

до 12 В, например от литий-ионного аккумулятора.

Плата Iskra JS подключается к компьютеру кабелем microUSB. При подключении платформа обнаруживается компьютером как виртуальный последовательный порт. По этому порту загружаются пользовательские программы и осуществляется чтение отладочной информации. Данные процессы автоматизированы в среде разработки Iskra IDE. Кроме того, возможно запрограммировать плату Iskra JS как HID-устройство, то есть эмулировать с его помощью работу клавиатуры, манипулятора мыши, джойстиков и другого компьютерного оборудования.

Плата Iskra JS снабжена предохранителем, защищающим USB-порты компьютера от перенапряжения и коротких замыканий. Хотя большинство компьютеров обладает собственными средствами защиты, предохранитель разрывает соединение, если от USB-порта потребляется ток более 500 мА, и восстанавливает его после нормализации ситуации.

Размеры платы составляют 69×53 мм, гнёзда для внешнего питания и USB выступают на 2 мм за её габариты. По краям платы расположены отверстия

для винтового крепления. Расстояние между контактами составляет 2,54 мм.

Плата Iskra JS имеет следующие технические характеристики:

- микроконтроллер – 32-битный STM32F405RG с ARM-ядром Cortex M4;
- тактовая частота – 168 МГц;
- объём флэш-памяти – 1024 КБ;
- объём флэш-памяти для хранения программы – 256 КБ;
- объём SRAM-памяти – 192 КБ;
- количество портов ввода-вывода общего назначения – 26;
- количество портов с поддержкой ШИМ – 22;
- количество портов АЦП – 12;
- разрядность АЦП – 12 бит;
- количество портов ЦАП – 2;
- разрядность ЦАП – 12 бит;
- количество портов, толерантных к 5 В, – 11;
- доступные аппаратные интерфейсы – 4×UART/Serial, 3×I²C/TWI, 2×SPI;
- номинальное рабочее напряжение – 3,3 В;
- рекомендуемое входное напряжение – 7...15 или 3,6...12 В;
- максимальный ток от источника 5 В – 1000 мА;
- максимальный ток от источника с шины 3,3 В – 300 мА (включая питание микроконтроллера);

- максимальный ток на выводе – 25 мА;
- максимальный суммарный ток выводов – 240 мА;
- рабочий температурный режим –20...+70°C;
- размеры – 69×53 мм.

На рисунке 4 приведено расположение органов управления и коммутации отладочной платы Iskra JS. Переключатель выбора питания определяет, как осуществляется преобразование входного напряжения. Она может быть установлена в одном из двух положений:

1. VIN3+5V – внешнее питание сначала проходит регулятор на 5 В, а он, в свою очередь, питает регулятор на 3,3 В; работают обе шины: 5 В и 3,3 В; допустимое входное напряжение в этом случае составляет от 7 до 15 В.
2. VIN3+VIN – внешнее питание сразу подаётся на регулятор 3,3 В; шина 5 В не используется для получения напряжения 3,3 В; допустимое входное напряжение – от 3,6 до 12 В; данное положение рекомендуется использовать при питании схемы от литий-ионного аккумулятора.

Когда плата подключена к внешнему источнику питания и переключатель выбора питания установлена в положение VIN3+5V, напряжение прохо-

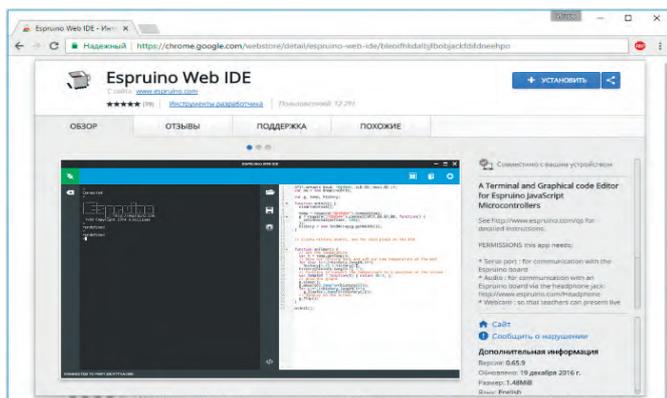


Рис. 5. Установка среды разработки

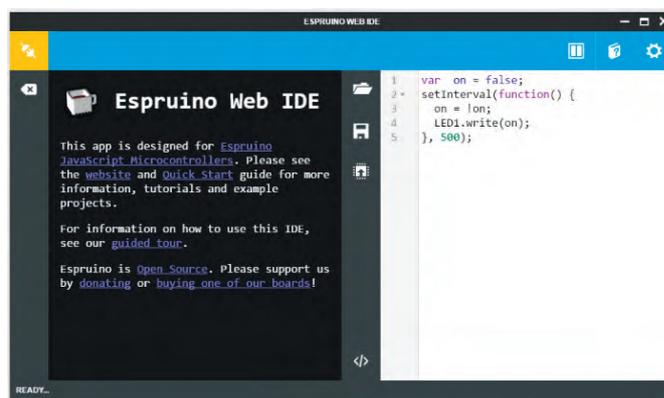


Рис. 6. Окно среды разработки

дит через стабилизатор MC7805BD. Выход стабилизатора соединён с выводом 5V. Максимальный выходной ток составляет 1000 мА. Стабилизатор MC33275ST с выходным напряжением 3,3 В обеспечивает питание микроконтроллера STM32F405RG. Максимальный выходной ток составляет 300 мА.

На плате установлено 3 светодиода:

1. BUSY – индикатор «занятости» системы.
2. LED1 – светодиод свободного назначения.
3. ON – индикатор наличия питания на микроконтроллере.

Кнопка *RESET* служит для сброса микроконтроллера, кнопка *BTN1* программируется пользователем и подключена к выводу PC4 микроконтроллера.

Разъём SPI служит для подключения плат расширения к интерфейсу SPI. Согласно стандарту Arduino R3 разъём SPI должен быть вынесен в виде соединителя 3×2 вывода в определённом месте. Интерфейс SPI не предназначен для внутрисхемного программирования микроконтроллера STM32F405RG и может использоваться только для связи с другими SPI-устройствами.

Разъём SWD предназначен для внутрисхемного программирования микроконтроллера STM32F405RG через программатор, например ST-Link.

Вывод BOOT0 определяет режим загрузки микроконтроллера отладочной платы. Если замкнуть эту пару выводов, микроконтроллер загрузится в режиме DFU. Это позволит записать программу в микроконтроллер без программатора через порт USB.

СРЕДА РАЗРАБОТКИ

Для программирования отладочной платы Iskra JS разработана специальная среда разработки Espruino Web IDE, которая позволяет создавать програм-

мы, загружать их в микроконтроллер платы, отображать результаты работы на консоль и отлаживать программы. Данное приложение работает на платформе Google Chrome [4] и доступно для операционных систем Windows, Mac OS, Linux и Chrome OS.

Для программирования платы Iskra JS используется язык программирования JavaScript, особенности использования которого подробно описаны в [5]; также доступны исходные файлы JavaScript ядра Espruino [6]. Язык программирования JavaScript является популярным и мощным средством разработки. Простой, выразительный и гибкий, он обычно используется для создания интернет-приложений, но этим сфера его применения не ограничивается.

Для установки среды программирования на компьютер потребуется выполнить несколько простых шагов. Сначала необходимо установить на компьютер интернет-браузер Google Chrome и открыть с его помощью ссылку [7] для загрузки среды. Далее необходимо применить дополнительные настройки IDE, кликнув мышкой по программной кнопке «Установить» (см. рис. 5). Можно установить среду разработки, используя другой браузер, но при этом придётся настроить систему вручную [8]. Выполнение настройки необходимо для корректной работы библиотек и плат «Амперки».

Для операционной системы Windows потребуется также загрузить файл драйвера [9] и установить его. После установки драйвера необходимо открыть каталог установки (например, C:\ProgramFiles(x86)\STMicroelectronics\Software\Virtual comport driver) и запустить файл *dpinst_x86.exe* или *dpinst_amd64.exe* для 32-разрядной или 64-разрядной версии операционной системы соответственно. Для опе-

рационных систем Mac OS и Linux драйвер не требуется.

После выполнения установки среда программирования будет автоматически запущена. Если понадобится запустить среду вновь, можно использовать её ярлык, который доступен в Google Chrome во вкладке «Сервисы». Для того чтобы создать ярлык на рабочем столе или в панели быстрого запуска, необходимо ввести в адресной строке браузера *chrome://apps/* и кликнуть правой кнопкой мыши по иконке Espruino IDE.

Окно среды разработки состоит из двух основных частей: слева – окно консоли, справа – окно исходного кода, как показано на рисунке 6. Порядок работы в установленной среде программирования следующий:

1. Подключить отладочную плату к компьютеру через USB-порт.
2. Ввести текст программы на правой панели IDE.
3. Загрузить программу в плату кнопкой .
4. Наблюдать за работой устройства и выводом отладочной информации в консоли.

Подключение платы к компьютеру осуществляется кабелем USB и нажатием программной кнопки  в верхнем левом углу окна IDE. После подключения отобразится список доступных портов и плат, например:

- COMx на Windows;
- /dev/tty.usbmodemXXX на Mac OS;
- /dev/ttyACMx на Linux;

После успешного подключения на консоли появится надпись *Connected*. Цвет фона кнопки  при этом изменится с оранжевого на зелёный, и в нижнем правом углу экрана появится окно с уведомлением о том, что плата успешно подключена к компьютеру. Теперь плата готова к выполнению команд и программ пользователя.

Например, для перезагрузки отладочной платы нужно ввести в поле консоли команду `reset()`; После перезагрузки в консоли отобразится информация о плате с указанием версии её прошивки. При необходимости можно обновить прошивку до последней версии (см. далее).

Программа может отображаться и редактироваться как в текстовом виде, так и в виде программных блоков. Переключение между этими режимами осуществляется с помощью программной кнопки `</>`.

В консоли можно работать с подключённой платой в диалоговом режиме: делать арифметические вычисления, вызывать функции, просматривать значения переменных и т.д. Например, если ввести в консоль `3 + (8-7) * 3/6` и нажать `Enter`, то отладочная плата выполнит команду и вернёт результат `3.5`. В консольном режиме можно использовать переменные:

```
>var x = 3
=3
>var y = 4
=4
>x * x + y * y + 5
=30
```

Переменные могут хранить не только числа, но и строки, логические значения, функции и составные объекты. Интерпретатор JavaScript позволяет работать с пользовательскими и встроенными функциями. Например, вызов функции `>getTime()` вернёт числовой результат времени в секундах, прошедших с момента включения платы.

В диалоговом режиме допускается управление элементами платы и опрос их состояния. Например, с помощью команды `>LED1.write(1)` подаётся питание на светодиод LED1, а посредством команды `>LED1.write(0)` питание светодиода LED1 отключается. Опрос состояния кнопки можно выполнить с помощью команды `>BTN1.read()`. Если кнопка нажата, в ответ отобразится `=true`, в противном случае выведется `=false`.

ПРИМЕРЫ ПРОГРАММ

Рассмотрим пример программы, результатом работы которой будет мигание светодиода LED1 на плате (см. листинг 1).

Данную программу можно сохранить на компьютере в виде файла с произвольным именем и расширением `js`, например `blink.js`. После загрузки программы в отладочную плату Iskra JS на плате начнёт мигать светодиод LED1 с периодичностью 500 мс.

Библиотечные функции JavaScript для платы Iskra JS

Вызов	Результат
Случайные числа	
Инициализация: <code>var random = require('@amperka/hw-random')</code>	
<code>random.int(1, 6)</code>	целое случайное число от 1 до 6
Встроенные функции	
Инициализация: не требуется	
<code>console.log('Hello!')</code>	Вывести «Hello!»
<code>setInterval(function() { ... }, 350)</code>	Вызывать функцию каждые 350 мс
<code>setTimeout(function() { ... }, 350)</code>	Вызвать функцию через 350 мс
<code>(3.1415926).toFixed(3)</code>	Округлить до 3 знаков после запятой: 3,142
<code>getTime()</code>	Получить время в секундах с момента старта или перезагрузки
Светодиод	
Инициализация: <code>var led = require('@amperka/led').connect(P1)</code>	
<code>led.turnOn()</code>	Включить
<code>led.turnOff()</code>	Выключить
<code>led.toggle()</code>	Если выключен – включить, если включён – выключить
<code>led.blink(0.2, 0.8)</code>	Мигать: 0,2 с включён, 0,8 с выключён
<code>led.blink(0.2)</code>	Мигнуть 1 раз в течение 0,2 с
<code>led.brightness(0.42)</code>	Установить яркость 42%
Кнопка	
Инициализация: <code>var button = require('@amperka/button').connect(P3)</code>	
<code>button.on('press', function() { ... })</code>	Вызвать функцию при нажатии
<code>button.on('release', function() { ... })</code>	Вызвать функцию при отжатии
<code>button.on('click', function() { ... })</code>	Вызвать функцию при коротком клике
<code>button.on('hold', function() { ... })</code>	Вызвать функцию при длительном нажатии
Зуммер	
Инициализация: <code>var buzzer = require('@amperka/buzzer').connect(P5)</code>	
<code>buzzer.turnOn()</code>	Включить
<code>buzzer.turnOff()</code>	Выключить
<code>buzzer.toggle()</code>	Если выключен – включить, если включён – выключить
<code>buzzer.beep(0.2, 0.8)</code>	Прерывисто звучать: 0,2 с звучать, 0,8 с не звучать
<code>buzzer.beep(0.2)</code>	Звучать 1 раз в течение 0,2 с
<code>buzzer.frequency(1234)</code>	Звучать на частоте 1234 Гц
Потенциометр	
Инициализация: <code>var pot = require('@amperka/pot').connect(A0)</code>	
<code>pot.read()</code>	Считать значение от 0,0 до 1,0
Сенсор освещённости	
Инициализация: <code>var sensor = require('@amperka/light-sensor').connect(A2)</code>	
<code>sensor.read('lx')</code>	Считать значение в лк
Сервопривод	
Инициализация: <code>var servo = require('@amperka/servo').connect(P13)</code>	
<code>servo.write(42)</code>	Повернуть в положение 42°
Термометр	
Инициализация: <code>var thermometer = require('@amperka/thermometer').connect(A4)</code>	
<code>thermometer.read('C')</code>	Считать значение в °C
Ультразвуковой дальномер	
Инициализация: <code>var sonic = require('@amperka/ultrasonic').connect({trigPin: P10, echoPin: P11})</code>	
<code>sonic.ping(function(error, distance) { ... }, 'cm')</code>	Измерить значение в см и вызвать функцию
ИК-приёмник	
Инициализация: <code>var ir = require('@amperka/ir-receiver').connect(P7)</code>	
<code>ir.on('receive', function(code, repeat) { ... })</code>	Вызвать функцию при нажатии кнопки на ИК-пульте
Эмуляция клавиатуры	
Инициализация: <code>var kb = require('@amperka/usb-keyboard')</code>	
<code>kb.tap(kb.KEY_SPACE)</code>	Нажать «Пробел»
<code>kb.tap([kb.MODIFY_ALT, kb.KEY_SPACE])</code>	Нажать <code>Alt</code> + «Пробел»
<code>kb.type('Hello World!')</code>	Набрать «Hello World!»

Следующий пример – программа `lamp.js` с использованием библиотек «Амперки» – приведён в листинге 2 и предназначен для управления светодиодом, подключённым к выводу P1 отладочной платы. В первой строке программы с помощью функции `require` создаётся объект `led` для светодиода, подключаемого к выводу P1. Во второй строке программы вызывается метод `blink` объекта `led`, который заставляет светодиод светиться в течение 0,1 с, а затем гаснуть на 0,9 с в циклическом режиме.

На сайте производителя приведено множество других примеров про-

Листинг 1

```
var on = false;
setInterval(function()
{
on = !on;
LED1.write(on);
}, 500);
```

Листинг 2

```
var led = require('@amperka/led').connect(P1);
led.blink(0.1, 0.9);
```

грамм для работы с Iskra JS и периферийными платами, например из набора «Йодо» [10]. Среди доступных примеров можно найти такие проекты, как теле-

граф, автоматический диммер, «умное» освещение, терменвокс, экранный люксметр, html-термометр, ультразвуковая линейка, парктроник, сканер ИК-пультов, пульт киномана, радар и др.

В таблице приведён краткий перечень библиотечных функций JavaScript, поддерживаемых отладочной платой Iskra JS, с примерами их использования.

Производитель периодически выпускает обновления интерпретатора JavaScript отладочной платы, добавляющие новые возможности и исправляющие ошибки. Обновить версию прошивки можно непосредственно в среде программирования IDE. Для это-

го необходимо перейти в настройки Flasher и нажать программную кнопку *Flash Firmware*, после чего выполнить следующий алгоритм действий:

1. Нажать кнопку *BTN1* на плате и одновременно с ней – кнопку *RESET*, затем отпустить обе кнопки. В результате попеременно начнут мигать светодиоды LED1 и BUSY – это означает, что плата успешно перешла в режим загрузчика.
2. Нажать в IDE кнопку *Next*.
3. Выбрать порт с подключённой платой.
4. Выбрать модель платы и нажать *Next*.
5. Дождаться окончания процесса прошивки.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.amperka.ru
2. www.arduino.ru
3. www.st.com
4. <https://www.google.ru/chrome/browser/desktop>
5. <http://wiki.amperka.ru/js:start>
6. <https://github.com/amperka/Espruino/tree/iskrajs>
7. <https://chrome.google.com/webstore/category/extensions>
8. <http://wiki.amperka.ru/js:ide:driver-error>
9. http://wiki.amperka.ru/_media/js:iskra_js:stsw-stm32102.zip
10. <http://amperka.ru/product/yodo>



НОВОСТИ МИРА

Новый осциллограф от Rohde & Schwarz

Компания Rohde & Schwarz представляет новое семейство высокопроизводительных осциллографов R&S RTP, расширяя ассортимент в соответствии с девизом «Осциллографы Rohde & Schwarz. Абсолютная уверенность в результатах».

В ходе разработки нового семейства осциллографов компания уделила особое внимание точности измерения, скорости, широкому спектру функций и перспективности применяемых технологий.

Осциллограф R&S RTP сочетает в себе различные приборы лучше, чем любой другой осциллограф данного класса. Эти возможности делают R&S RTP лучшим осциллографом для отладки, в частности, встраиваемых компонентов с быстрыми цифровыми или широкополосными ВЧ-интерфейсами.

Компания Rohde & Schwarz постоянно продвигает инновации на рынке осциллографов, и новые высокопроизводительные модели ещё раз подтверждают её приверженность высокому качеству.

Семейство высокопроизводительных осциллографов R&S RTP сочетает в себе целостность сигнала с высокой скоростью сбора данных. В стандартном режиме сбора данных прибор способен измерять 1 млн осциллограмм/с, делая это более чем в 1000 раз быстрее, чем другие осциллографы данного класса. Эта возможность поможет пользователям быстрее находить редкие возникающие ошибки.

R&S RTP – единственный прибор на рынке, который компенсирует потери при передаче сигнала от источника к осциллографу (функция исключения цепи) в реальном масштабе времени. Преимущество состоит в том, что осциллограф остаётся по-прежнему

быстрым даже при активированной коррекции сигнала, а благодаря уникальной цифровой архитектуре запуска он может с высокой точностью выполнять запуск по скомпенсированным сигналам.

Ещё одна особенность осциллографа R&S RTP, которая сэкономит разработчикам много времени, – использование аппаратного ускорения для ряда функций анализа. Испытания на соответствие маскам, гистограммы и анализ в частотной области могут выполняться с высокой скоростью, обеспечивая быстрое получение результатов с высокой статистической надёжностью.



В дополнение к аналоговым каналам R&S RTP содержит 16 логических каналов, 4 канала измерения напряжения и 4 канала измерения тока.

Прибор также поддерживает анализ протоколов интерфейсов последовательных шин и предоставляет эффективные функции анализа спектра и сигналов. Благодаря широкому спектру инструментов пользователи могут измерять множество сигналов разных типов, коррелированных друг с другом по времени в многокомпонентных цепях, и быстрее находить соответствующие ошибки с помощью одного контрольно-измерительного прибора.

R&S RTP предназначен для самого широкого круга разработчиков электроники, особенно в аэрокосмической и оборон-

ной отрасли, в области автомобилестроения, промышленности и телекоммуникаций. Прибор идеально подходит для отладки на этапе разработки электронных схем с сигналами разного типа, включая высокоскоростные шины (USB, PCI Express, MIPI и т.п.), многоканальные ВЧ-интерфейсы (для радиосвязи или радиолокации), интерфейсы DDR-памяти, сложные модули управления электропитанием и даже простые шины управления и программирования (I²C, SPI и т.п.). Осциллограф может применяться в тех случаях, когда необходимо измерять сигналы высокого разрешения во временной и частотной областях с широким динамическим диапазоном и высокой чувствительностью.

Несмотря на широкий спектр поддерживаемых функций, R&S RTP является самым компактным высокопроизводительным осциллографом на рынке, занимая на 40% меньшую площадь рабочего пространства, чем традиционные модели. Благодаря продуманной концепции охлаждения и бесшумным вентиляторам он никогда не создаст помех в работе лаборатории.

Высокопроизводительное семейство R&S RTP – очень надёжная инвестиция. Если вырастут требования к контрольно-измерительным характеристикам, полоса измерения, глубина памяти и набор функций могут быть легко модернизированы с помощью аппаратных и программных опций.

Rohde & Schwarz планирует дополнительные усовершенствования в семействе R&S RTP. Следующие модели осциллографов R&S RTP с увеличенной полосой пропускания выйдут в 2019 году.

Высокопроизводительные осциллографы R&S RTP уже доступны для заказа в компании Rohde & Schwarz в виде моделей с полосой пропускания 4, 6 или 8 ГГц.

www.rohde-schwarz.com/rtp

GENESYS+ – новое поколение программируемых лабораторных источников питания

Василий Лисин (lisin@prosoft.ru)

Программируемые источники питания TDK-Lambda давно зарекомендовали себя на российском рынке как надёжные, современные и многофункциональные приборы. Области применения этих источников питания довольно широкие: лабораторные измерительные комплексы, системы контроля для зарядки конденсаторов, батарей и работы силовых приводов, промышленные процессы металлонапыления, катодная защита, медицинское оборудование, исследования в области ядерных частиц, системы связи – это только часть отраслей, где данные блоки успели показать свою эффективность. В статье рассматривается новая разработка в серии программируемых источников питания – GENESYS+.

Немного истории

Компания TDK-Lambda начала выпуск управляемых блоков питания с серии ZUP (от англ. Zero Up) в 2001 году. В серии доступны модели с выходными мощностями от 200 до 800 Вт и диапазонами выходных напряжений от 0...6 до 0...120 В. Интерфейсы управления: аналоговый по току или напряжению, RS-232 или GPIB.

В 2002 году на их основе была представлена серия Genesys – на сегодняшний день в ней представлены модели на 750 Вт, а также 1,5; 2,4; 3,3; 5; 10 и 15 кВт (см. рис. 1). Данные модули имеют более широкие диапазоны выходных напряжений от 0...6 до 0...1500 В, к цифровым интерфейсам управления RS-232/485 и GPIB добавился LAN, а к аналоговым – возможность управления по изолированным сигналам тока или напряжения.

В 2012 году свет увидело семейство источников питания Z+ с мощностями от 200 до 800 Вт и выходными напряжениями от 0...10 до 0...650 В (см. рис. 2). Эту серию можно назвать усовершенствованием и симбиозом первых двух: блоки ста-

ли более компактными и лёгкими, появились промежуточные модели на 600 Вт, к интерфейсам управления прибавился USB. Благодаря обновлённому микропроцессору эти источники питания (ИП) стали производительнее, чем их предшественники.

В 2017 году TDK-Lambda представила новую разработку – GENESYS+.

Новая серия ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ GENESYS+

Новая серия источников питания GENESYS+ была разработана силами инженеров израильского подразделения компании TDK-Lambda. Вся сборка, тестирование и выходной контроль блоков осуществляются там же, на собственном заводе компании. В данных блоках питания применяется модульная архитектура построения изделия, которая позволяет максимально автоматизировать технологические процессы для их производства, оперативно проводить сервисное обслуживание или модернизацию, а также масштабировать блоки и модифицировать

системы питания на их основе по требованию заказчика для наращивания мощностей. Внешний вид программируемого (или, как его ещё называют, лабораторного) блока питания GENESYS+ представлен на рисунке 3. Стоит отметить его габариты: ИП имеет стандартные ширину и глубину (423 и 441,4 мм соответственно) для монтажа в 19" стойку и высоту 1U. При таких габаритах и весе менее 5 кг данный блок питания обладает выходной мощностью 5 кВт. Серия GENESYS+ имеет самый высокий показатель удельной мощности на рынке. Для сравнения: предыдущая серия Genesys на 5 кВт имеет высоту 2U, вес 14 кг, а источник питания на 5 кВт EA-PSE 9080-170 3U от Elektro-Automatik имеет высоту 3U и вес почти 17 кг.

Описание органов управления ИП GENESYS+ приведено в таблице 1. Если сравнить эти ИП с предыдущими сериями, то можно отметить, что инженеры TDK-Lambda постарались максимально вынести новый функционал управления и индикацию на лицевую панель. На обновлённом 16-сегментном жидкокристаллическом дисплее с высокой контрастностью и широким углом считывания показаний сразу отображаются необходимые данные для работы и настройки.

Задняя часть ИП GENESYS+ (см. рис. 4) дополнена несколькими полезными функциями, которых иногда не хватало в предыдущих моделях: клавишей сброса к заводским настройкам, индикацией состояния LAN-подключения и USB-портом (отсутствовал в базовой комплектации ZUP и Genesys). Описание органов управления на задней панели GENESYS+ представлено в таблице 2.



Рис. 1. Источники питания серии Genesys



Рис. 2. Источники питания серии Z+



Рис. 3. Передняя панель программируемого источника питания серии GENESYS+ (см. табл. 1)

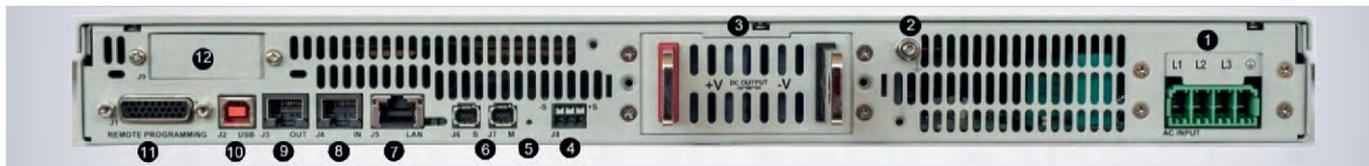


Рис. 4. Задняя панель программируемого источника питания серии GENESYS+ (см. табл. 2)

Таблица 1. Органы управления и индикации GENESYS+

№	Орган управления/индикатор	Описание
1	Выключатель питания	Управление включением/выключением питания
2	Наклейка с указанием модели источника питания	Идентификатор модели, напряжения и тока
3	Вращающийся энкодер / клавиша напряжения	Вращающийся энкодер высокого разрешения с фиксацией для регулировки выходного напряжения и навигации по меню; при нажатии – вспомогательная функция для принятия заданного значения в режиме предварительного просмотра (Preview)
4	Область индикации напряжения	4-разрядный 16-сегментный дисплей напряжения. По умолчанию отображает выходное напряжение. В режиме Preview дисплей отображает запрограммированное значение выходного напряжения. В навигации по меню эта область индикации отображает выбранную функцию
5	Индикатор режима работы	Индикатор режима работы CV/CC/CP
6	Область индикации тока	4-разрядный 16-сегментный дисплей тока. По умолчанию отображает выходной ток. В режиме Preview дисплей отображает запрограммированное значение выходного тока. В навигации по меню эта область индикации отображает выбранный параметр
7	Панель индикаторов	Отображает значения выходных токов, напряжения, мощности, режимов работ, задействованных интерфейсов, активных ячеек памяти
8	Вращающийся энкодер / клавиша тока	Вращающийся энкодер высокого разрешения с фиксатором для регулировки выходного тока и навигации по меню; при нажатии – вспомогательная функция для принятия заданного значения тока, выбора уровня меню и настройки значения параметра
9	Клавиша BACK («Назад»)	Возврат на один шаг назад в режиме навигации по меню
10	Клавиша/индикатор PROG	Активация меню Program/Sequencer (триггерное меню). Триггерное меню обеспечивает управление функциями «Последовательность» и «Триггер», а также загрузку произвольной функции, сохранённой в памяти источника питания. Зелёный светодиод загорается, когда активно меню Program. Если оно активно, нажатие кнопки PROG вернёт на главный экран
11	Клавиша/индикатор SYST / блокировка передней панели	Активация меню основных настроек (системное меню). Меню System обеспечивает выбор точки считывания OC (внутреннее/внешнее считывание), управление функциями Interlock, Enable, сигналом рабочего состояния PSOK, настройку SAVE/RECALL источника питания, управление программируемыми сигналами, функцией «Предварительная нагрузка», яркостью/затемнением, а также сброс настроек источника питания. Зелёный светодиод загорается, когда активно меню SYST. Если оно активно, нажатие на кнопку SYST вернёт в главное меню. Блокировка/разблокировка передней панели нажатием кнопки SYST с последующим нажатием на энкодер тока
12	Клавиша/индикатор CONF	Активация режимного меню (Configuration), которое обеспечивает управление режимом запуска источника питания, источником напряжения и тока, функциями «Внутреннее сопротивление», «Ограничение постоянной мощности» и «Регулирование скорости нарастания», выбор диапазона аналогового программирования/мониторинга. Зелёный светодиод загорается, когда активно режимное меню. Если активно меню «Конфигурация», нажатие кнопки CONF вернёт в главное меню
13	Клавиша/индикатор PROT	Активация меню защит (Protection), которое обеспечивает настройку OVP, UVL, управление функциями UVP, Foldback и включением выключением функции OCL. Зелёный светодиод загорается, когда активно меню «Защита». Если оно активно, нажатие на кнопку PROT вернёт в главное меню
14	Клавиша/индикатор COMM	Активация меню Communication (меню связи), которое обеспечивает выбор интерфейса связи, адреса источника питания, управление настройками LAN, выбора скорости передачи данных, выбора языка связи и содержит информацию о версии ПО. Зелёный светодиод загорается, когда активно меню Communication. Если оно активно, нажатие на кнопку COMM вернёт в главное меню
15	Клавиша/индикатор FINE	Клавиша перехода на тонкую/грубую регулировку напряжения/тока. Работает как переключатель. В режиме тонкой регулировки поворотные регуляторы напряжения и тока работают в режиме высокого разрешения. В режиме грубой регулировки энкодеры напряжения и тока работают со стандартным разрешением (примерно 3 поворота для полной шкалы номинального напряжения/тока). Зелёный светодиод загорается, когда устройство находится в режиме тонкой регулировки
16	Клавиша/индикатор PREV	Нажатие кнопки PREV позволяет просматривать установки значений выходного напряжения и токоограничения. Дисплей будет отображать настройки в течение 5 с. Если клавиши не нажимаются в течение этого времени, дисплей вернётся к отображению фактического выходного напряжения и тока. Если значения напряжения или тока изменены и ни одна клавиша не нажата в течение 15 с, дисплей вернётся к отображению фактического выходного напряжения и тока. Зелёный светодиод загорается при входе в режим PREV
17	Клавиша/индикатор OUT	Управление включением/выключением выхода. Зелёный светодиод загорается, когда выход постоянного тока активирован

Таблица 2. Органы управления задней панели GENESYS+

№	Орган управления/индикатор	Описание
1	Входной разъем AC	Тип разъёма: PC 5/ 4-G-7,62
2	Винт заземления	Соединение функционального заземления, винт M4x8
3	Шина/коннектор выхода постоянного тока	Шины для моделей от 10 до 100 В, разъем IPC 5/ 4-GF-7,62 для моделей от 150 до 600 В
4	Разъем для внешнего считывания	Разъем для внешней обратной связи (OC). Подключение к зажимам на нагрузке для регулировки напряжения и компенсации падения напряжения в силовых проводах
5	Клавиша сброса	Восстановление настроек источника питания по умолчанию (сброс к заводским настройкам)
6	Разъемы для включения в параллель	Разъемы ведущий/ведомый, тип MINI I/O
7	Разъем LAN с индикаторами	Разъем интерфейса LAN, тип RJ-45 с индикаторами состояния LAN. Зелёный светодиод на разъёме RJ-45 – соединение/активность. Жёлтый светодиод на разъёме RJ-45 – скорость. Горит – 100 МБ/с, в противном случае – 10 МБ/с. Зелёный индикатор состояния (рядом с RJ-45) – соединение активно. Красный индикатор состояния (рядом с RJ-45) – ошибка LAN / отсутствие соединения
8	Входной разъем последовательного интерфейса	Разъем типа RJ-45, используется для подключения ИП к портам RS-232 или RS-485 компьютера с целью внешнего управления. При использовании нескольких ИП в рамках системы электропитания первый прибор соединяется с компьютером через последовательный вход, а остальные формируют цепь, дистанционный выход к дистанционному выходу
9	Выходной разъем последовательного интерфейса	Разъем типа RJ-45, используется для соединения ИП в цепочку и управления через последовательный канал связи
10	Разъем USB	Разъем интерфейса USB тип B
11	Разъем изолированного управления и сигналов	Аналоговые сигналы управления/мониторинга и контроля, изолированные от выходного напряжения
12	Опциональный интерфейс	Место для карты опционального интерфейса связи



Рис. 5. Готовая сборка GSP на 15 кВт от TDK-Lambda

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ GENESYS+

Первые появившиеся на рынке модели GENESYS+ имеют выходную мощность 5 кВт и широкие диапазоны трёхфазной питающей сети: ~170...265, ~342...460 и даже ~342...528 В. В самое ближайшее время станут доступны модели и на 1,7 кВт, имеющие широкий однофазный вход ~85...265 В. Благодаря новой архитектуре КПД источников питания в ряде моделей на полной нагрузке составляет >91%. Модели доступны с диапазонами напряжений от 0...10 до 0...600 В (а в скором времени и до 1200 В), токов от 0...8,5 до 0...500 А. Для повышения эффективной работы скорость вентиляторов в данной серии зависит от нагрузки и температуры – таким образом повышается срок службы изделия и снижаются энергозатраты.

На базе блоков питания GENESYS+ высотой 1U можно собирать параллельные готовые системы от 10 до 20 кВт (имеют маркировку GSP). Для этого применяется запатентованная компанией TDK-Lambda архитектура параллельной работы. Один из вариантов такой сборки на 15 кВт представлен на рисунке 5.

Данная технология позволяет соединять до 4 модулей с помощью специальных разъёмов параллельной работы по шине коммуникации, когда система работает как одно целое. «Мастер» (ведущий модуль) автоматически определит наличие ведомых модулей и их количество, необходимые настройки будут установлены также автоматически. Суммарные значения напряжения/тока для всей системы отображаются на ведущем модуле, а в случае неполадки одного из блоков выдаётся сигнал ошибки – при перезагрузке система перенастраивается, что обеспечивает защиту и работоспособность остальных звеньев. Поми-

мо стандартных возможностей программирования и задания выходных импульсов, которые были реализованы в предшествующих сериях, в GENESYS+ добавлен ещё ряд полезных встроенных функций. Режим работы CP (стабилизация по мощности) позволяет задать ограничение по выходной мощности, а блок питания сам будет устанавливать оптимальные значения токов и напряжений на выходе. Симуляция $R_{вн}$ – ещё один полезный инструмент, который приблизит моделирование к максимально реальным условиям – симуляция внутреннего сопротивления, например батареи или проводников. Для высокоточных измерений можно воспользоваться управлением скоростью нарастания импульса – от 0,0001 до 1000 В/мс или А/мс с шагом 0,1 мВ/мс или 0,1 мА/мс. Кроме того, стоит отметить определение максимальной пиковой мощности, что позволит оценить, например, максимальную энергоотдачу солнечной батареи.

По умолчанию источники питания GENESYS+ поставляются со следующими интерфейсами: аналоговые изолированные органы управления по току или напряжению, RS-232/485, USB, LAN (опционально – GPIB или AnyBus (RJ-45, 5×5,08 или DB9)). При этом интерфейс AnyBus имеет поддержку Modbus TCP, PROFIBUS, EtherCAT, POWERLINK, PROFINET, IRT, CC-Link&CC-Link IE Field, DeviceNet. Широкий перечень поддерживаемых протоколов позволяет включать источники питания GENESYS+ в многофункциональные современные измерительные и испытательные комплексы, а также использовать их в промышленности в рамках единой системы автоматизации.

Источники питания GENESYS+ можно заказать с рядом механических опций для выбора оптимального решения и экономии бюджета, например с пустой

передней панелью – для применений, в которых управление с передней панели не предполагается. Все остальные функции управления и параметры идентичны, а настройки доступны через команды посредством сетевых интерфейсов. Также лицевую панель можно заменить на навесной внешний фильтр с возможностью быстрой установки и замены для применений в среде с повышенной концентрацией пыли и частиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первую очередь, новые источники питания GENESYS+ благодаря своей высокой удельной мощности и лёгкой масштабируемости найдут применение в тех областях, где себя уже зарекомендовали классические серии от TDK-Lambda, как-то: производство и тестирование полупроводниковых компонентов, катодная защита металлических поверхностей и труб, испытания электромагнитной техники, калибровка сервоприводов, испытания в автомобильной индустрии (тестирование батарей, электроприводов узлов, наработка на отказ). Особо следует отметить применение в лабораторных и измерительных системах, метрологии, симуляции бортового питания в аэрокосмической, военной и морской технике, поскольку все серии программируемых ИП TDK-Lambda имеют сертификаты соответствия TP/TC 004/2011 и 020/2011 и внесены в Госреестр средств измерений РФ (процесс внесения в реестр серии GENESYS+ находится в активной стадии). Кроме того, все программируемые ИП имеют подробные инструкции по эксплуатации и управлению на русском языке. Заказывать модули из новой серии, получить высококвалифицированную техническую поддержку, ознакомиться с образцами оборудования и их работой можно в компании ПРОСОФТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рабинович Е. Программируемые источники питания от TDK-lambda: <https://www.compel.ru/pdf-items/lambda/pf/z-plus/7b1c48e48b069b68a172adfd64620eef>
2. TDK-Lambda Russia: <https://tdk-lambda.ru/products/programmable-power-supplies/>
3. GENESYS+. Руководство пользователя: <https://tdk-lambda.ru/KB/G5K-.pdf>
4. Источники питания TDK-Lambda. Спецвыпуск для российской промышленности. Каталог. 2015.



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



Системы отображения информации для уличного применения

Игорь Матешев (mateshev@prochip.ru)

В статье рассмотрены современные тенденции развития средств отображения информации и приведены примеры основных типов видеоустройств, используемых на транспорте и в рекламе. Отдельный акцент сделан на устройствах для транспорта, поскольку именно в этой сфере насыщение информационными экранами происходит наиболее активно.

ВВЕДЕНИЕ

О том, что современный мир немалым без огромных потоков информации, известно всем. День многих людей начинается с просмотра новостей по телевизору и обновления ленты в смартфонах. Жители современных городов ждут общественный транспорт и следят за непрерывно обновляющимся расписанием прибытия автобусов и поездов, пассажиры последних могут посмотреть свежий новостной выпуск, а то и целый футбольный матч – и почти никто уже не задумывается о том, что

вся эта информация выводится через дисплеи, бегущие строки и светодиодные экраны (см. рис. 1). Ещё совсем недавно всё ограничивалось бумажными схемами и рекламой, однако с тех пор произошёл качественный скачок, и количество дисплеев на квадратный метр пространства (не только в транспорте, но и в целом в городах) будет только расти. В связи с тем что большинство таких устройств будет эксплуатироваться на улице, системным интеграторам придётся учитывать некоторые важные моменты.

Начнём с температуры. Если речь идёт о системах, которые находятся в помещении, то вполне допустимо использовать устройства, работающие при температуре от 0°C и выше. Если же говорить, например, о трамвайных остановках, то в некоторых регионах России и температура –40°C не предел, поэтому нужно или реализовывать спецрешение с подогревом, или выбирать устройство, которое может работать в таких условиях по умолчанию.

Второе – яркость. Если устройство находится на улице, то на него неизбежно падают солнечные лучи, что ухудшает читаемость картинки. Выхода из этой ситуации два: делать солнцезащитные козырьки или выбирать яркие и контрастные решения. Козырёк плох в основном тем, что сужает обзор, и, чтобы увидеть изображение на дисплее, приходится подходить вплотную (см. рис. 2). Если в случае платёжных



Рис. 1. Информационное пространство в аэропорту



Рис. 2. Солнцезащитный козырёк



Рис. 3. Бегущая строка производства НПП «Сармат»



Рис. 4. Светодиодный экран в аэропорту Ростова-на-Дону

терминалов это допустимо, то для табло с расписанием поездов такой способ неудобен.

Сейчас на рынке информационных устройств выделяют два основных направления: жидкокристаллические дисплеи и светодиодные экраны. Рассмотрим некоторые из их видов.

СВЕТОДИОДНАЯ БЕГУЩАЯ СТРОКА

Это, наверное, самый первый вариант использования светодиодного экрана для отображения информации, пусть и в сильно упрощённом виде. Всё началось с обычных лампочек, которые загорались и гасли в определённом порядке. Было красиво, но лампочки часто перегорали. С появлением светодиодов бегущая строка получила вторую жизнь.

Производителей различных бегущих строк множество, среди них есть как зарубежные, так и российские (см. рис. 3). Светодиоды уверенно работают при -40°C и по природе своей очень контрастны. Благодаря тому что сочетание трёх светодиодов (красного, зелёного и синего) фактически представляет собой пиксель, на бегущую строку можно даже вывести полноцветное изображение, хотя обычно это дорого и нецелесообразно, поэтому строки делают монохромными, например зелёный текст на чёрном фоне. Хотя иногда встречаются экзотические сочетания, например строка синего текста на зелёном фоне – конструкторы явно не стремились сохранить зрение прохожим.

Бегущая строка хороша по нескольким причинам. Её очень просто адаптировать для использования на улице (достаточно покрыть платы лаком, а светодиоды залить силиконом, защитив от влаги). Она компактна – на небольшом табло можно выводить много информации. На бегущую строку легко передавать данные – обычно это делается с помощью обычного USB-разъёма. Наконец, главный плюс – она недорогая.

Минусы строки очевидны. Во-первых, она ограничивает восприятие информации: в ожидании окончания текста или фразы можно проехать нужную остановку. Во-вторых, на неё неудобно выводить полноценную картинку, только текст. Эти минусы устранены в другом устройстве – полноценном светодиодном экране.

СВЕТОДИОДНЫЙ ЭКРАН

Светодиодный экран использует тот же принцип вывода изображения, что

и бегущая строка: каждый пиксель – это светодиод. А точнее, в подавляющем большинстве светодиодных экранов, каждый пиксель – это 3 светодиода: красный, зелёный и синий, которые объединяются в кластер из нескольких пикселей, а кластеры собираются в экран нужного размера (вплоть до огромных светодиодных «полей», которые украшают стадионы, бизнес-центры и аэропорты (см. рис. 4)). В отличие от бегущей строки, на светодиодном экране можно легко показывать

изображения и видеоролики – всё зависит лишь от размера экрана. В московском метро, например, недавно стали появляться светодиодные экраны, на которых отображаются текущее время, название станции с дублированием на английском языке и время, оставшееся до прибытия следующего поезда. Кроме того, маленькие монохромные светодиодные экраны стали монтировать на кабину поезда – они показывают номер состава. Как и в случае бегущей строки, важное преимущество све-



ХОРОШО ПОД СОЛНЦЕМ, ЕСЛИ ТЫ LITEMAX!

Дисплеи сверхвысокой яркости

- ЖК-дисплеи серии DURAPIXEL™ с яркостью от 800 до 2000 кд/м²
- Размеры по диагонали от 6,5" до 60"
- Разрешение от 640×480 до 1910×1080 (FHD)
- Угол обзора 178° (во всех плоскостях)
- Диапазон рабочих температур (некоторых моделей) $-30...+85^{\circ}\text{C}$
- Возможна установка сенсорного экрана, защитного стекла
- Разнообразные конструктивные исполнения
- Ресурс до 70 000 часов

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

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





Рис. 5. ЖК-дисплей в поезде



Рис. 6. Дисплей Digital Signage в аэропорту



Рис. 7. Монитор Litemax для вагона метро

одиодных экранов – высокая яркость и уверенная работа в зимний период – конечно, с определёнными конструктивными особенностями.

Однако у светодиодных экранов есть и недостатки. Самый главный – сильная зернистость картинки. В отличие от ЖК-дисплеев, в светодиодном экране пиксели не примыкают друг к другу вплотную, между ними существует зазор в несколько миллиметров. Некоторые производители предлагают экраны с очень маленьким шагом пикселя, в частности Planar поставляет модели с расстоянием между пикселями в 1,2 мм, но и стоимость такого устройства нельзя назвать бюджетной. Кроме того, каждый светодиодный экран требует подготовки посадочного места – его не получится перенести в другое место при реконструкции остановки или переезде информационного киоска. Проще всего это сделать с дисплеями.

ЖК-дисплеи

На сегодняшний день популярность ЖК-дисплеев в системах информации не ниже, чем у бегущих строк – во всяком случае, в крупных городах. И это неудивительно: дисплеи можно использовать практически везде, производители предлагают огромное количество решений для любых требований (см. рис. 5). Sharp, Samsung, Planar изготавливают большие панели для рекламы и промороликов, а мониторы Litemax или Advantech готовы служить при температуре от -30°C и при любом

освещении. Всё зависит от требуемых характеристик и будущего контента.

Что касается характеристик, прежде всего необходимо понять, где именно будет использоваться изделие. Если речь идёт о транспортном узле в Сочи, то устройство не обязано выдерживать очень низкие температуры, достаточно -10°C. Это развязывает руки в вопросе размера диагонали – можно подобрать, например, 46" панель Sharp и вывести на экран разом всю нужную информацию. Если же говорить, например, о Якутске, то в условиях этого региона и устойчивости к -30°C будет мало, и нужно обязательно реализовывать решение с подогревом. В целом все дисплеи стандартных форматов можно разделить на две группы: обычные промышленные и так называемые Digital Signage, то есть предназначенные непосредственно для рекламы и информации в общественных местах (см. рис. 6).

Выбор промышленного дисплея зависит не только от характеристик яркости и температуры, но и от того, как планируется его интегрировать. Если интеграцией будет заниматься специализированная компания-разработчик, то ей имеет смысл выбрать отдельно ЖК-матрицу или комплект подключения, а корпус изготовить самостоятельно, что даст ощутимую экономию. К тому же это позволит встроить устройство в любое отверстие при условии соответствия диагонали матрицы. Производителей матриц достаточно много, но основными явля-

ются AUO, Sharp и Mitsubishi. Многие компании (Litemax, Advantech, I-Sft) дорабатывают чужие матрицы, делая их более яркими и/или дополняя их различными опциями вроде сенсорного экрана. Если монитор нужен компании, которая на разработке «железа» не специализируется (обычно это рекламные агентства), то предпочтительны модели в корпусе со стандартными интерфейсами (VGA, DVI, HDMI) и, желательно, уже с креплением. И это правильно: пусть такие решения и дороже, но они позволяют не зависеть от третьих лиц; их можно использовать сразу, не тратя времени на доводку. Такие решения обычно выпускают компании, дорабатывающие стандартные матрицы.

У панелей Digital Signage свои особенности. В 90% случаев они продаются в готовом виде в корпусе с креплением и даже встроенным плеером. Это удобно, но полностью исключает доработку под проект, остаётся лишь подбирать модель по характеристикам. Часто некоторые опции являются избыточными, но отказаться от них нельзя, и приходится переплачивать. Использовать большие панели на улице нужно с осторожностью. Во-первых, большинство из них рассчитано на работу при температуре выше 0°C, а во-вторых, они имеют высокую стоимость, поэтому вандализм становится ещё большей проблемой. Известен случай, когда компания, обслуживающая остановки пригородных электропоездов, перешла на светодиодный экран из-за того, что раз в полгода большую ЖК-панель на станции расстреливали из ружья.

Компромиссом между промышленными дисплеями и рекламно-информационными панелями большого формата могут стать полосковые дисплеи.

Полосковые ЖК-дисплеи

В России пока не устоялся даже сам термин: в интернете встречаются понятия «широкоформатный дисплей», «bar-type панель», «резанный дисплей», «вытянутый дисплей» и даже «узкий монитор». Все они обозначают одно – ЖК-панель с широкой активной областью.

Серийное производство ЖК-панелей с нестандартными размерами осуществляется двумя методами: по полному циклу (подобно стандартным дисплеям) и с помощью доработки дисплея-«донора». Изготавливать полосковые дисплеи по полному циклу очень дорого, а значит выгодно только при больших тиражах. Поэтому так поступают немногие компании-гиганты, например AUO или Mitsubishi. Кроме того, невозможно окупить производство большой линейки диагоналей, поэтому в арсенале у этих компаний имеется лишь 4–5 моделей.

Изготовление полоскового дисплея с помощью обрезки проще, и сложнее. Проще, потому что не нужно строить дорожную производственную линию, поэтому в активе у таких производителей много диагоналей. Сложнее, потому что правильно изготовить такой дисплей не так-то просто – нужно обладать опытом и сложным оборудованием. Поэтому на рынке довольно много компаний, которые выпускают откровенно некачественную продукцию, просто потому что не знают, как качественно обрезать дисплей. В теории всё понятно: у дисплея нужной ширины при обрезке ненужные драйверы строк и столбцов отделяют, потом подгоняют под нужный формат плёнки нижнего и верхнего поляризаторов, затем режут алмазной фрезой обе стеклянные подложки ЖК-панели. Жидкие кристаллы не вытекают, потому что их удерживают на месте капиллярные силы, при этом они остаются полностью работоспособными. Последний штрих – герметизация ЖК-зазора. Так можно получать экраны почти любой формы (кроме круглой) [1, 2]. Сложность состоит в том, что каждая из этих операций требует своих ноу-хау. В качестве примера компании, изготавливающей качественные дисплеи по второму методу, можно привести Liteмах, которая предлагает большое разнообразие диагоналей и имеет больше опыта, поскольку именно её специалисты первыми научились правильно

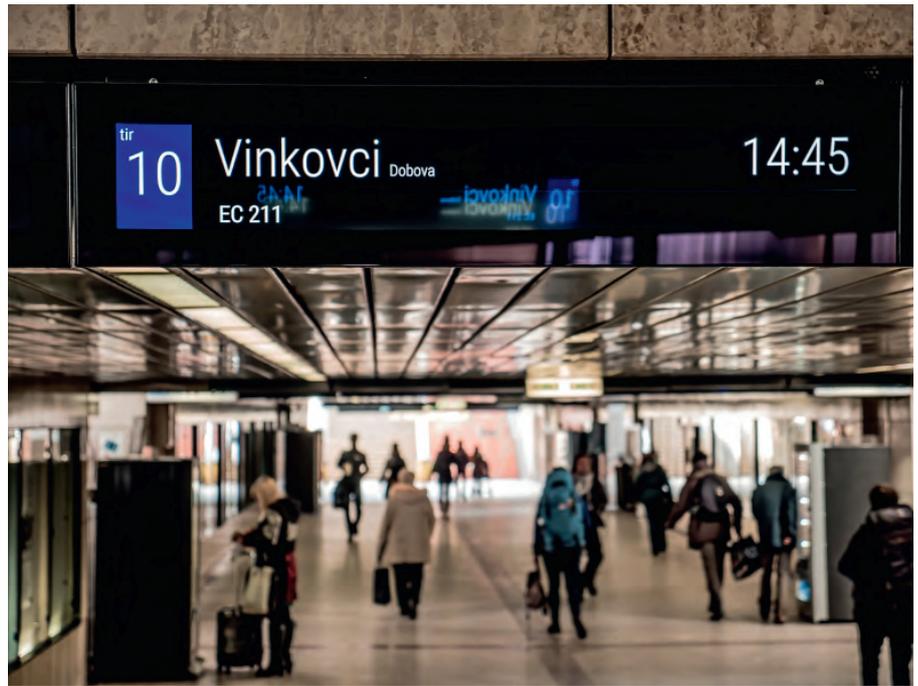


Рис. 8. Полосковый монитор на вокзале в Словении

обрезать дисплеи (в рамках реализации проекта по созданию информационной среды для транспорта в Тайбэе (см. рис. 7).

Полосковые дисплеи хороши по многим причинам, самая главная из которых – возможность использовать их в ограниченном пространстве. Наддверное табло, кабина машиниста, информационная «растяжка» над платформой или вдоль эскалатора – лишь часть возможных областей их применения (см. рис. 8). Кроме того, сохраняются почти все плюсы обычных дисплеев: на полосковые дисплеи можно выводить инфографику, рекламу и вообще любой тип изображения. Рекламщики же любят их за то, что психологически все уже привыкло к стандартным дисплеям и не обращают на них особого внимания, а дисплей такого нестандартного формата волей-неволей привлекает внимание. Впрочем, судя по скорости распространения полосковых дисплеев, это преимущество временное.

Главный минус полосковых дисплеев – практически ни один производитель не адаптирует их для эксплуатации при низких температурах (навскидку можно назвать только 2–3 модели самого маленького размера от Liteмах), поэтому конструкторам приходится думать либо о том, как их установить в помещении, либо о том, как встроить обогрев. При этом на рынке достаточно дисплеев такого типа с высокой яркостью (>1000 кд/м²), поэ-

тому вокзалы в Сочи можно переоборудовать без опаски.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлены далеко не все виды средств для отображения информации – не рассмотрены некоторые редкие, но тем не менее встречающиеся решения, например проекторы или блинкерные табло, однако перечислены основные типы устройств, которые разработчики предлагают для использования в информационных системах. Основное внимание при этом сосредоточено именно на системах для транспорта, поскольку автор убеждён, что именно транспорт (во всяком случае, в России) станет двигателем этого рынка. Сейчас реклама в городах – это очень прибыльный бизнес, регулируемый муниципальными законами, и одним из самых эффективных видов инфраструктуры, которая позволяет и демонстрировать рекламу, и выводить полезную информацию, стали дисплеи и светодиодные экраны. Неслучайно, по данным СМИ, в московское метро в скором времени вернётся реклама, причём реклама именно на экранах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матешев И. Дисплейные технологии Liteмах для применения на транспорте. Современная электроника. 2017. № 4.
2. Петропавловский Ю., Самарин А. Дисплейные решения Liteмах для промышленных приложений. Компоненты и технологии. 2014. № 3.



Проблемы тестирования модулей памяти стандартов DDR3, DDR4 и DDR5

Павел Логинов (pavel.loginov@keysight.com)

DDR (удвоенная скорость передачи данных) – это технология изготовления микросхем памяти, изначально ориентированная на применение в серверах информационных центров. Такие информационные центры, являясь хранилищами больших объёмов данных, остро нуждались в новой технологии памяти, поскольку должны были отвечать сочетанию сразу нескольких требований: малое энергопотребление, большой объём памяти и высокая скорость передачи данных. В ситуации, когда потребности производителей серверов стимулировали разработку памяти DDR следующего поколения, выигрывали и простые потребители, поскольку новые типы памяти становились всё более доступными. По мере снижения цены память DDR начала применяться в настольных ПК и ноутбуках.

В 2007 году был выпущен стандарт DDR3, в 2012 году – DDR4, в настоящее время ожидается выход DDR5. Некоторые передовые разработчики уже вплотную подошли к созданию этой технологии, и ожидается, что JEDEC (Объединённый инженерный совет по электронным устройствам) выпустит этот стандарт в ближайшем будущем.

Преимущества DDR4 перед DDR3:

- повышенная скорость передачи данных;
- более высокая эффективность;
- улучшенная целостность данных;
- больший объём памяти.

Память DDR3 работает со скоростью 800–2133 МТ/с (миллионов посылок в секунду), тогда как DDR4 – со скоростью 1600–3200 МТ/с, т.е. вдвое быстрее своего предшественника. Кроме того, память DDR4 рассчитана на напряже-

ние 1,2 В, что повышает её эффективность, продлевая время работы от батареи и снижая нагрузку по сравнению с напряжением 1,5 В, от которого питается DDR3.

Помимо этого, алгоритм нахождения контрольной суммы (CRC) и встроенный в технологию DDR4 детектор ошибок чётности улучшает целостность данных, выполняя дополнительную проверку передаваемых команд и данных. Кроме того, удельный объём памяти DDR4 был увеличен в 4 раза. Максимальный объём памяти DDR3 составляет 128 Гбит, тогда как для DDR4 эта цифра равна 512 Гбит.

Предполагается, что с появлением DDR5 скорость передачи данных и объём памяти снова удвоятся, т.е. достигнут 6 ГТ/с и 1 Тбит соответственно, а

это подразумевает ещё более высокую эффективность.

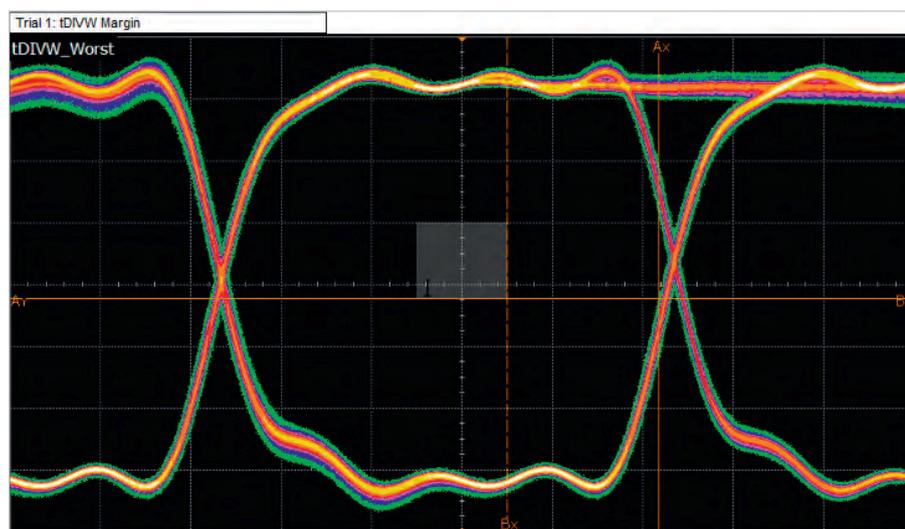
ПРОБЛЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Целостность сигнала

Наиболее распространёнными проблемами технологии DDR являются проблемы синхронизации контроллера памяти. Как правило, контроллер памяти покупается в уже готовом виде, а не проектируется самостоятельно. В этом случае необходимо добиться синхронной работы платы и контроллера памяти – для этого достаточно выполнить тесты времени установки и удержания и проверить скорость передачи данных. В прошлом скорости были ниже, поэтому конструктивные запасы были шире, и, если тесты времени установки и удержания проходили успешно, можно было с большой уверенностью утверждать, что система памяти DDR2 или DDR3 отвечает требованиям спецификаций. Однако с ростом скорости передачи конструктивные запасы сужаются. Работая с DDR4 или DDR5, получить достаточные конструктивные запасы для прохождения простых тестов времени установки и удержания практически невозможно. Для проверки DDR4 нужно использовать глазковую диаграмму.

Стандарт DDR4 предъявляет особые требования к допускам на случайный джиттер и коэффициент битовых ошибок. Можно создать маску для осциллографа согласно этому стандарту (см. рис.). Маска определяет область на экране осциллографа, в которой должен оставаться сигнал, чтобы отвечать требованиям стандарта. Если глазок закрывается слишком сильно и пересекает маску, то, скорее всего, это значит, что возникли битовые ошибки и требования спецификаций не выполняются.

Можно предположить, что глазок DDR5 будет закрываться из-за повышенной скорости передачи данных. В таких случаях для достаточного раскрытия глазка нужно применять методы эквализации. Кроме того, характеристики DDR5 определяются на шариковых выводах корпуса, однако установить пробник внутрь микросхемы не получится. Вместо этого при-



Выполнение теста DDR4 по маске в рамках испытаний на соответствие требованиям стандарта

дётся исследовать сигнал канала, но это не позволит понять, открыт или закрыт глазок во внутренних цепях микросхемы, поэтому для устранения влияния импульсной характеристики канала нужно применять эквалайзер с решающей обратной связью.

Повреждение данных

В процессе проверки DDR4, LPDDR4, DDR5 или LPDDR5 зачастую выявляется повреждение данных. Оно может происходить по разным причинам: либо из-за нарушения целостности сигнала, либо из-за функциональных проблем. Для проверки целостности сигнала (включая размер глазка, время перепадов и качество питающих напряжений) можно использовать осциллографы, а для проверки функциональности и соответствия протоколов систем памяти – логические анализаторы. Функциональные проблемы, когда память не получает корректные команды в нужной последовательности или в нужное время, могут привести к повреждению данных и вызвать системные сбои. Для выявления таких ошибок и их причин важную роль играют физические и функциональные

тесты, которые позволяют отладить схему и предотвратить отказы.

Контрольно-измерительное оборудование для испытаний модулей памяти

Для упрощения тестирования и отладки можно применить программное обеспечение, выполняющее проверку на соответствие требованиям стандарта. Такое ПО работает прямо на осциллографе и помогает проверять целостность сигнала и физический уровень проектируемого устройства. Оно автоматизирует проверку соответствия, тестирует устройство и генерирует отчёт типа «годен / не годен» – нужно лишь подать сигналы на осциллограф и запустить приложение.

Для проверки функциональности или соответствия протокола можно захватить все сигналы DDR подходящим логическим анализатором (более 100 сигналов в схемах DIMM/SODIMM) со скоростью 4200 МТ/с и с глубиной захвата до 400 Мвыб/сигнал.

Приложение для анализа декодирует транзакции протокола и предлагает разные режимы представления трафика во

всех точках системы. Эти отчёты и диаграммы помогают инженерам быстро исследовать поток трафика и выявлять проблемные области. ПО для проверки на соответствие протокола требованиям стандарта выявляет точную причину возникновения проблем в системах памяти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

DDR – это технология изготовления микросхем памяти, которая за последние 10 лет включила в себя 2 поколения. В настоящее время ведётся разработка следующего поколения этой памяти. Каждое из них предлагало повышенные скорость, эффективность и объём памяти, но по мере того как стандарт позволял передавать всё большие объёмы данных на более высоких скоростях, конструктивные запасы сокращались и, соответственно, усложнялись разработка и тестирование. Осциллографы и ПО для проверки на соответствие требованиям стандарта могут облегчить решение некоторых проблем на физическом уровне, а логические анализаторы позволяют тестировать и отлаживать системы на функциональном уровне или на уровне протокола. ©

СВЕРХТОНКИЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ НА DIN-РЕЙКУ



- 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



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



Отладка и контроль каналов SpaceWire

Даниель Лазари, Александр Дойчер, Анжела Сантос (CITAR Project),
Армин Хорн, Матиас Бир, Фолькер Олен (Rohde & Schwarz)

В статье описываются методы отладки и контроля каналов связи стандарта SpaceWire с помощью осциллографа. Обсуждается новый алгоритм запуска для непрерывных потоков данных SpaceWire в сочетании с эффективными функциями декодирования. С помощью осциллографа проводится анализ величины рассинхронизации в различных каналах. Предлагается использовать быстрое аппаратное восстановление тактового сигнала по сигналу данных для создания глазковой диаграммы.

ВВЕДЕНИЕ

При отладке канала связи SpaceWire проблемы могут возникать на различных уровнях стека протоколов. Определить, где находится проблема, не так уж просто. Если предполагается, что она существует на физическом уровне, то для анализа чаще всего используют осциллограф.

На рисунке 1 показан стек протоколов стандарта SpaceWire. Большинство осциллографов не позволяет получить декодированные данные SpaceWire – можно измерить лишь время нарастания, длительность импульсов, время распространения и т.п. Поэтому, если проблема присутствует не только на физическом уровне, отладка становится более сложной задачей. В этой статье представлены возможности осциллографов Rohde & Schwarz серий RTE,

RTO и RTP, которые позволяют не только охватить физический уровень, но и извлекать из сигналов SpaceWire глазковые диаграммы, декодировать данные SpaceWire, а также осуществлять запуск по определённым символам SpaceWire.

ЗАПУСК И ДЕКОДИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ SPACEWIRE

Измерение с декодированием позволяет отобразить логическое содержимое захваченных сигналов. В отличие от анализаторов протокола или сетевых приборов, осциллографы способны декодировать только текущие захваченные в окне сбора данные. Не имея информации о подтверждении соединения, при декодировании с помощью осциллографа необходимо найти другие методы для идентификации пакетов в потоке данных.

Стандарт SpaceWire не обладает легко идентифицируемой структурой пакета, т.к. пакеты не разделены равными интервалами и не отмечены определёнными шаблонами данных. Декодер стандарта SpaceWire от компании Rohde & Schwarz выравнивает пакеты на основании битов проверки чётности, используя алгоритм исключения. Для того чтобы этот алгоритм работал, необходимо в начале окна сбора получить не менее 110 бит достоверных данных. После выравнивания декодер может идентифицировать все типы пакетов стандарта SpaceWire и представить их пользователю.

Графическое представление

Наиболее интуитивно понятным способом отображения данных является графическое представление над соответствующими кривыми. Выравнивание начала и конца пакета по сигналу позволяет пользователю увидеть, какие переходы в потоке данных являются частью конкретного пакета. Это особенно полезно, если возникают ошибки, связанные с искажением сигнала, или глитчи. Декодер позволяет выявить и пометить такие ошибки. В случае SpaceWire это, как правило, будут ошибки чётности. С помощью функций масштабирования пользователь сможет локализовать и исследовать их.

Представление в виде таблицы результатов

Иногда более удобным может быть отображение обнаруженных пакетов в виде таблицы результатов, особенно в случае больших выборок данных. Таблица результатов содержит все декодированные пакеты, а также время начала/конца пакета, состояние (ошибки) и переданные значения. Для автоматизации или расширенной обработки данных таблицу результатов можно запросить с помощью команды дистанционного управления или просто экспортировать в файл стандартного формата.

Функции поиска

Поток данных SpaceWire содержит большое количество небольших пакетов. Большие окна сбора данных легко могут привести к получению нескольких сотен декодированных пакетов.

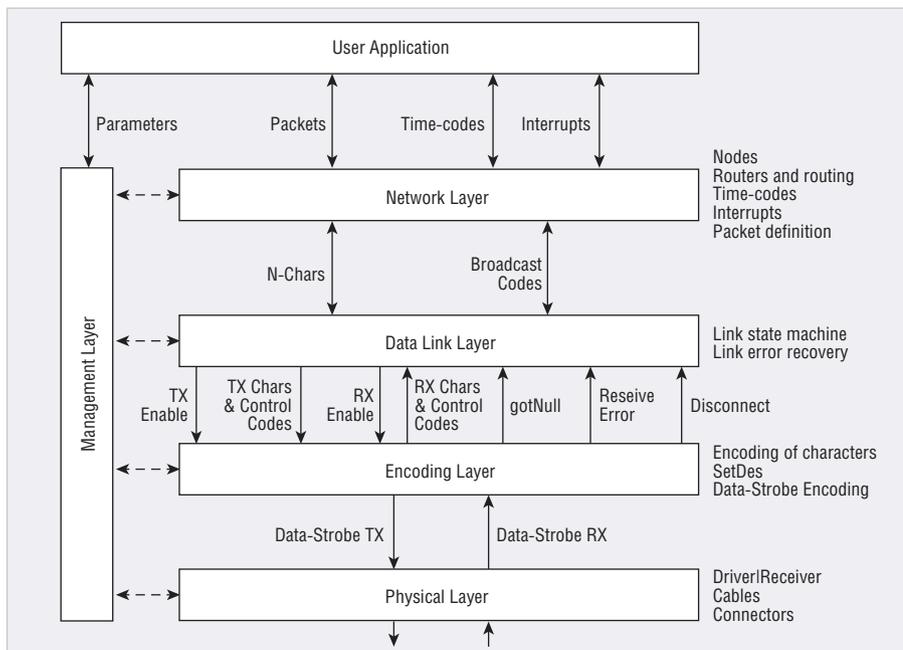


Рис. 1. Стек протоколов стандарта SpaceWire

С помощью функций поиска пользователь может отфильтровать интересные его результаты.

Функции запуска

Для поиска интересующей пользователя области в потоке данных, например появления определённого редкого события (это могут быть ошибки или просто начало и конец передачи), может оказаться полезной функция запуска на основе декодированных данных. Используя базовый запуск по фронту, функция запуска для стандарта SpaceWire обнаруживает любую активность на шине, декодирует данные и затем ищет в них заданные события. Процедура повторяется до тех пор, пока не будет найдено хотя бы одно из них. Найденное событие отображается на маркере запуска. На рисунке 2 показан пример запуска по символу EOP, который отмечает конец пакета.

- управляющие символы – FCT, EEP, EOP или ANY;
- символы данных – любые значения («равно», «не равно» или диапазон);
- NULL-код;
- TIME-код – любое значение («равно», «не равно» или диапазон);
- ошибки чётности или ошибки ESCAPE.

Рассинхронизация сигналов СТРОБИРОВАНИЯ И ДАННЫХ СТАНДАРТА SPACEWIRE

Успешная работа канала SpaceWire на высоких скоростях передачи данных во многом зависит от рассинхронизации (задержки) между парами дифференциальных сигналов данных и сигналов стробирования во всей сети. Это связано с тем, что протокол SpaceWire для корректного декодирования использует минимальное время между двумя любыми фронтами сигналов данных и стробирования. Чтобы обеспечить корректное декодирование, стандарт SpaceWire устанавливает, что задержка должна быть минимизирована по всему тракту от передатчика до приёмника, включающему в себя:

- формирование /распространение КМОП-сигналов данных и стробирования (логические цепи источника);
- LVDS-драйвер;
- дорожки печатной платы между LVDS-драйвером и разъёмом SpaceWire;
- кабель и разъёмы SpaceWire;
- дорожки печатной платы между разъёмом SpaceWire и LVDS-приёмником;
- LVDS-приёмник;

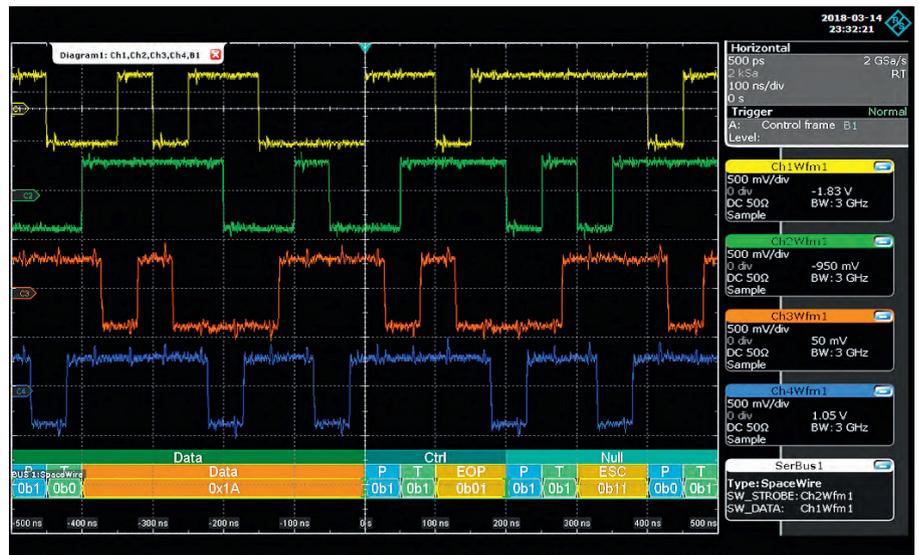


Рис. 2. Графическое представление декодированных данных с запуском по символу EOP

- распространение и обработку КМОП-сигналов логическими цепями адресата. Приложение 1 стандарта SpaceWire версии 1 [1] описывает проведение некоторых изолированных измерений, например только драйвера, только приёмника, только кабеля и т.д. Такой подход возможен, если имеется доступ ко всем отдельным компонентам. Метод, предлагаемый в данной статье, заключается в измерении всего канала (драйвер, разъёмы, кабели, приёмник) для получения суммы задержек сигналов данных / стробирования в канале.

Для реализации данного метода использовались 9 различных устройств, между которыми была измерена задержка для 41 межточечного канала. Для соединения двух устройств SpaceWire использовались различные наборы кабелей (1 м, 1+1 м, 1+2 м). Ниже приводится сравнение двух методов автоматического измерения задержки SKEW между сигналами данных и стробирования стандарта SpaceWire:

1. Метод с использованием встроенных функций измерения осциллографа SETUP и HOLD.
2. Метод с формированием расчётного сигнала MATH, представляющего собой функцию исключающего «ИЛИ» сигналов данных DATA и стробирования STROBE, с последующим измерением длительности высокого состояния HIGH PULSE расчётного сигнала.

Как показано на рисунке 3, функция измерения SETUP/HOLD использует любой фронт тактового сигнала (Either) [2]. В этом случае осциллограф измеряет время между любым перепадом тактового сигнала (Clock) и любым перепадом сигнала данных

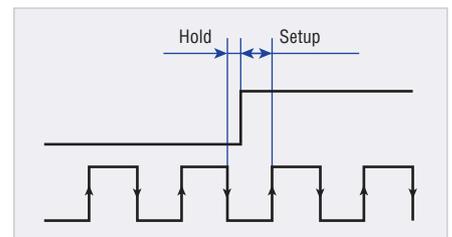


Рис. 3. Настройки осциллографа для измерений SETUP/HOLD

(Data). Функция SETUP предполагает, что сначала изменяются данные, а HOLD представляет собой тактовый сигнал. При этом неважно, назначается ли сигнал данных стандарта SpaceWire тактовому сигналу или сигналу данных осциллографа. В обоих случаях будет измерено время между любым фронтом сигнала STROBE и любым фронтом сигнала DATA и наоборот.

При использовании функции MATH XOR для сигналов DATA и STROBE можно измерить высокий или низкий импульс, который также указывает на расстояние между фронтами сигналов DATA и STROBE. В обоих случаях (SETUP/HOLD и MATH XOR) был включён набор статистики измерений, что позволяет определить максимальное значение за указанный период времени или число событий. В данном случае измерения проводились на основе данных, полученных из 11 454 событий. На рисунке 4 показаны результаты измерений для функций SETUP и HOLD (каналы 1 и 2) и положительного импульса для функции MATH XOR (каналы 3 и 4).

Как видно из рисунка 5, каналы 1 и 2 получают сигналы от драйвера приёмо-передатчика T6, а каналы 3 и 4 – от драйвера приёмо-передатчика T1. Между ними расположен кабель SpaceWire дли-

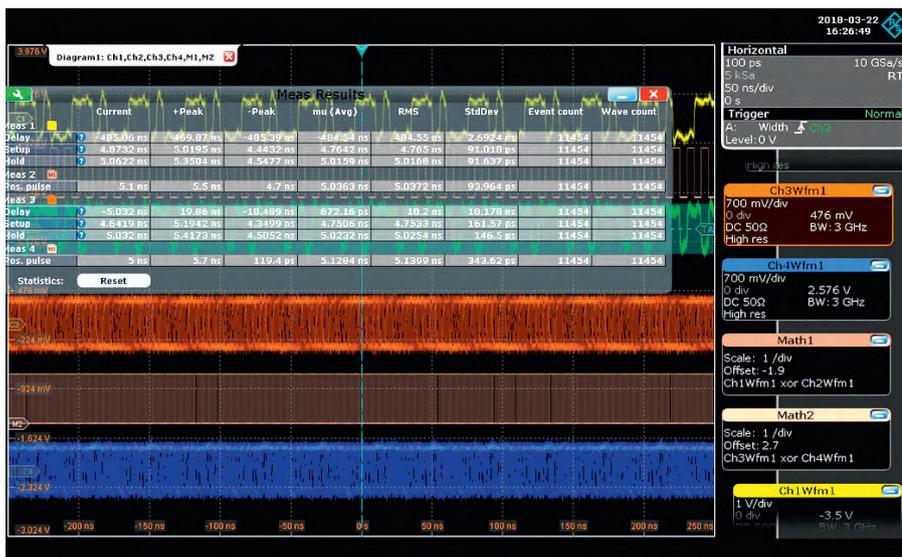


Рис. 4. Измерение задержки с помощью осциллографа

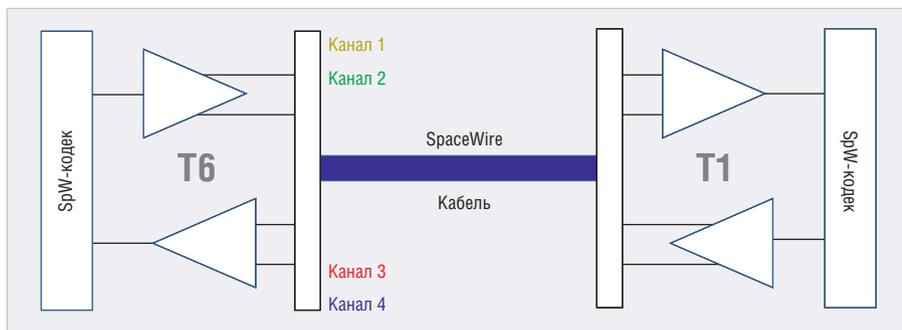


Рис. 5. Физическая схема для измерения задержки SKEW

Таблица 1. Сравнение результатов измерений SETUP/HOLD и XOR

Канал осциллографа	LVDS XCVR	SETUP/HOLD			XOR	Разница в методах, нс
		Макс. SETUP, нс	Макс. HOLD, нс	Макс. SETUP/HOLD, нс		
Ch 1-2	T6	5,02	5,35	5,35	5,5	0,15
Ch 3-4	T1	5,19	5,42	5,42	5,7	0,28

Таблица 2. Разница между методами измерения задержки для 41 канала

Разница в методах	Кабель 1 м, нс	Кабель 3 м, нс
Максимальная	0,40	0,65
Средняя	0,16	0,20
СКО	0,11	0,19

ной 1 м. В данном примере оба измерения были проведены со стороны T6. В таблице 1 представлены результаты измерений SETUP/HOLD и MATH XOR для коммуникационной пары T6/T1, изображённой на рисунке 5. Измеренное значение задержки составляет порядка 0,5 нс для каналов 1 и 2 и порядка 0,7 нс для каналов 3 и 4. Разница между значениями, полученными методами SETUP/HOLD и MATH XOR составила 0,15 нс для каналов 1 и 2 и 0,28 нс для каналов 3 и 4.

В таблице 2 приведены результаты сравнения двух методов, полученные на 41 межточечном канале. В таблице показана разница в значениях задержек, измерен-

ных методами SETUP/HOLD и MATH/XOR. При проведении измерений использовались 9 устройств, все каналы работали на частоте 200 Мбит/с. Измерения проводились на стороне приёмника с различными наборами кабелей (1 м, 1+1 м, 1+2 м).

Для измерений во всех каналах максимальная разница между двумя методами составила 0,4 нс для кабеля SpaceWire длиной 1 м и 0,65 нс для кабеля длиной 3 м. С учётом полосы пропускания пробников такой разницей можно пренебречь. Таким образом, можно заключить, что оба метода показывают одинаковые результаты измерения задержки между сигналами DATA и STROBE в канале SpaceWire.

ГЛАЗКОВЫЕ ДИАГРАММЫ ДЛЯ СТАНДАРТА SPACEWIRE

Глазковые диаграммы играют важную роль в определении качества раз-

личных высокоскоростных каналов связи. Помимо влияния всех видов задержек, вносимых компонентами канала, глазковые диаграммы также позволяют оценить величину имеющегося джиттера. Ниже представлены результаты измерений для 10 устройств в различных комбинациях. При проведении измерений:

- использовалась функция измерения глазковых диаграмм осциллографа (с автоматическими настройками);
- измерялись высота (мВ), ширина (нс) и Q-фактор глазковой диаграммы;
- по возможности использовалась скорость передачи 200 Мбит/с; одно устройство (T4) было ограничено скоростью 100 Мбит/с, а другое – 40 Мбит/с;
- измерения проводились как без кабеля (вблизи драйвера и приёмника), так и с различными наборами кабелей (1 м, 1+1 м, 1+2 м).

На рисунке 6 показаны глазковые диаграммы сигналов SpaceWire между двумя LVDS-передатчиками T1 при использовании кабеля SpaceWire длиной 3 м. В таблице 3 представлены измеренные параметры глазковой диаграммы для трёх различных конфигураций.

Помимо измерений параметров глазковой диаграммы, можно задать маску внутри неё. Маски используются для проверки соответствия параметров сигналов заданным пределам. Таким образом можно выявить любые превышения пределов и набрать статистику обнаруженных нарушений.

СВЯЗЬ МЕЖДУ АКТИВНОСТЬЮ В КАНАЛЕ SPACEWIRE И ЗНАЧЕНИЯМИ ТОКА

Иногда бывает полезно выявить соответствие сигналов и сообщений потребляемой мощности. При проведении этих исследований использовался многоканальный пробник мощности R&S RT-ZVC02 для измерения тока в двух точках. Данный пробник позволяет параллельно проводить 2 измерения тока и 2 измерения напряжения с помощью 4 дифференциальных аналоговых пробников.

На рисунке 7 показан разрыв соединения SpaceWire, т.е. состояние exchange of silence конечного автомата протокола. Помимо двух сигналов SpaceWire для двух устройств, также показаны два измерения тока, что даёт в сумме 6 сигналов. В приведённом

Таблица 3. Параметры глазковой диаграммы от T1 к T1 для 3 конфигураций

Конфигурация	Высота глазка, мВ	Ширина глазка, нс	Q-фактор
Кабель SpaceWire длиной 3 м	443	4,2	28
Кабель SpaceWire длиной 1 м	545	4,4	37
Без кабеля	593	4,7	47

ниже примере ток Z1.I1 падает с 34,6 до 31,4 мА, а ток Z1.I2 – с 11,1 до 7,9 мА.

С помощью функции масштабирования можно в деталях наблюдать 4 осциллограммы. Также имеется возможность включить функцию декодирования канала SpaceWire с обеих сторон для проверки всего обмена символами во время инициализации канала, как показано на рисунке 8. Это ещё один пример эффективного использования функции декодирования сигналов SpaceWire.

После того как обе стороны перейдут в состояние выполнения Run, скорость передачи переключается с 10 на 200 Мбит/с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье описаны функции осциллографа R&S для работы с сигналами SpaceWire. Функция декодирования сигналов SpaceWire позволяет одновременно с ними отображать на экране символы SpaceWire, что даёт пользователю возможность уделять внимание таким проблемам, как время перехода и глитчи. Функция запуска по сигналам SpaceWire позволяет пользователю выполнять поиск определённых данных, управляющих символов или редких событий (например, ошибок чётности).

В статье описаны два метода измерения рассинхронизации (задержки) между сигналами данных и стробирования протокола SpaceWire и проведено сравнение этих методов, показавшее их эквивалентность. Глазковые диаграммы извлекаются из сигналов данных и стробирования протокола SpaceWire и отображают совместное влияние задержек и джиттера. Было проведено исследование влияния длины кабеля на измерение задержек и глазковые диаграммы, а также описана процедура выявления соответствия между декодированными сообщениями, аналоговыми сигналами SpaceWire и потреблением мощности.

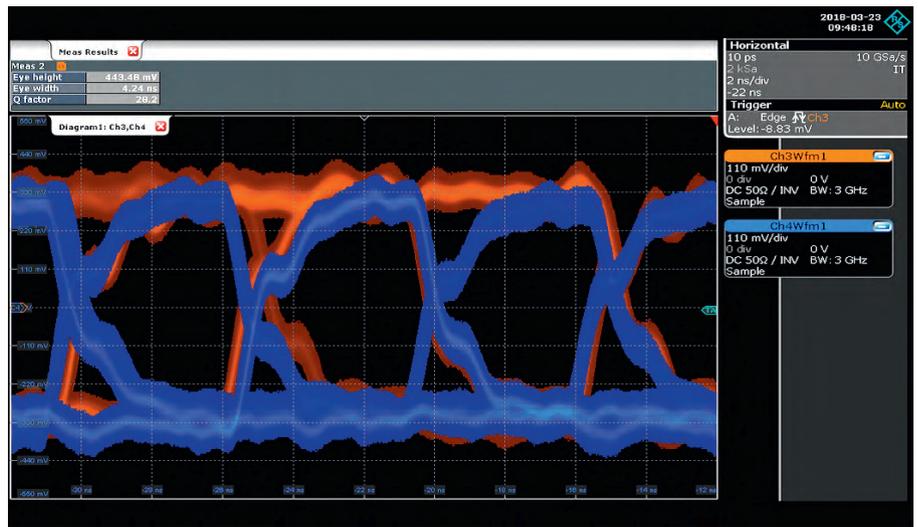


Рис. 6. Глазковая диаграмма от T1 к T1 через кабель длиной 3 м

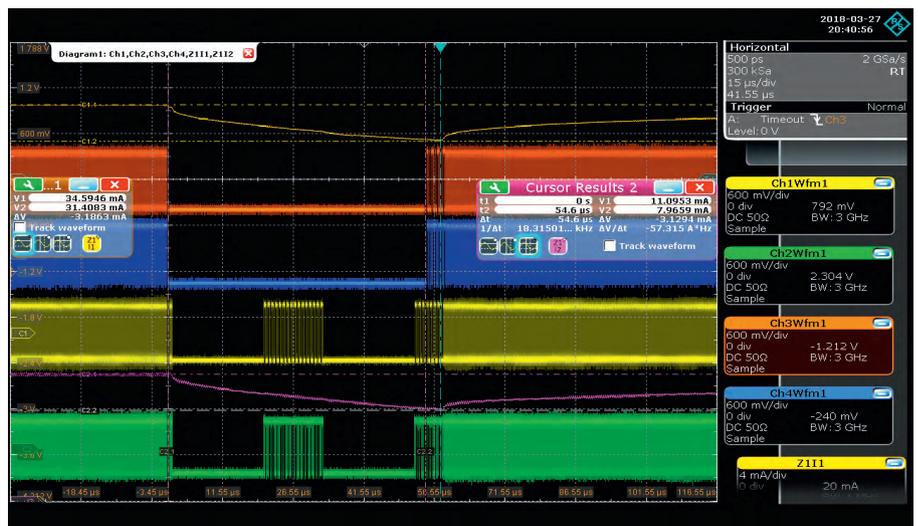


Рис. 7. Спад тока во время разрыва соединения SpaceWire

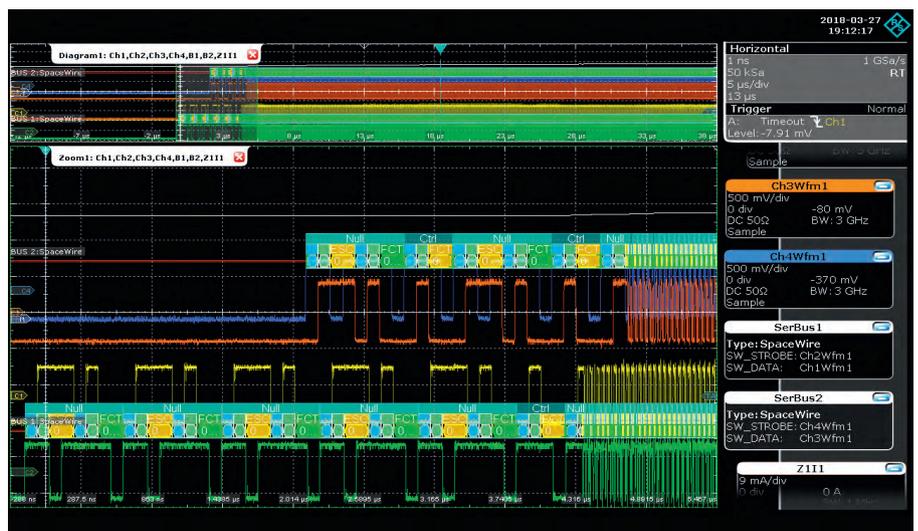


Рис. 8. Инициализация канала SpaceWire

Можно заключить, что осциллограф R&S подходит для проведения отладки на нижних уровнях стека протоколов стандарта SpaceWire во всех представленных сценариях применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. SpaceWire Standard Revision Draft F1 Issue 1.7.
2. Руководство по эксплуатации цифрового осциллографа R&S RTO.

Повышение разрешающей способности АЦП микроконтроллера EFM8LB12

Часть 2

Алексей Кузьминов (compmicrosys@mail.ru)

Во второй части статьи описаны программные средства сопряжения микроконтроллера EFM8LB12F64 с компьютером посредством интерфейса USB с помощью изолированных преобразователей USB-SPI на базе микроконтроллера EFM8UB10 и цифровых изоляторов ADUM3160 и SI8662, а также приведены результаты измерений, подтверждающие повышение разрешающей способности АЦП.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Программная часть проекта включает в себя программу для компьютера, обеспечивающую приём/передачу данных по интерфейсу USB; программу микроконтроллера UB10 для работы в преобразователе интерфейсов USB-SPI; программу микроконтроллера LB12 для работы с его АЦП и передачи данных по интерфейсу SPI.

Далее будут описаны основные принципы и алгоритмы работы программ (их исходные тексты и сами оттранслированные программы приведены в дополнительных материалах к статье на сайте www.soel.ru).

Сначала несколько слов о том, что представляет собой сумма 2048 чисел и как из этой суммы получить усреднённое значение. Шестнадцатеричное представление числа 2048_{10} есть число $0x800$ ($0x7FF+1$), а максимальное значение суммы из 2048 двухбайтных чисел равно $0x7FFFFFFF$. Для получения 19-разрядного кода, максимальное значение которого равно $0x7FFFF$, число $0x7FFFFFFF$ необходимо сдвинуть вправо ровно на 1 байт, что соответствует осреднению по 256 значениям.

При этом число $0x7FFFF$ нельзя передать по однобайтному интерфейсу, каковым является SPI, поэтому в программе для микроконтроллера используется совмещение (union) одного длинного беззнакового целого числа типа unsigned long ADC0.UЛ длиной 4 байта с массивом из 4 однобайтных беззнаковых целых чисел типа unsigned char ADC0.BT[0]...ADC0.BT[3], где последний элемент содержит младший байт числа. Это совмещение распределяет одно и то же место в памяти микроконтроллера для хранения числа ADC0.UЛ и массива ADC0.BT[3] и не

требует преобразования одного длинного целого в 4 однобайтных числа и обратно. С другой стороны, такой подход позволяет использовать при расчёте суммы 2048 чисел длинное целое число, а для передачи по интерфейсу SPI – 4 однобайтных числа. Таким образом, если $ADC0.UЛ=0x7FFFFFFF$, то $ADC0.BT[0]=0x7F$, $ADC0.BT[1]=0xFF$, $ADC0.BT[2]=0xFF$, $ADC0.BT[3]=0xFF$.

Вместо того чтобы сдвигать всё число ADC0.UЛ вправо на 1 байт, достаточно передавать по интерфейсу SPI только ADC0.BT[0], ADC0.BT[1] и ADC0.BT[2], отбрасывая ADC0.BT[3], т.к. этот элемент при сдвиге обнуляется (теряется).

Число $ADC0.UЛ=0x7fff=524\ 287_{10}$, а с учётом нулевого значения общее количество отсчётов будет на 1 больше, т.е. $524\ 288$. Поэтому, для того чтобы получить напряжение в вольтах, необходимо умножить число ADC0.UЛ на V_{ref} и разделить на $524\ 288$: $U=ADC0.UЛ \times V_{ref} / 524\ 288 = ADC0.UЛ \times 2,4 / 524\ 288$ при $V_{ref} = 2,4\ В$.

Все предыдущие рассуждения касались однократного суммирования, или, другими словами, однократного осреднения всех 2048 чисел при $N=1$, где N – количество осреднений. Если же произвести двукратное осреднение ($N=2$), т.е. получить два числа ADC0.UЛ, сложить их между собой и разделить на 2, то их сумма будет равна $Summa=(ADC0.UЛ[1]+ADC0.UЛ[2])/2$. Вместо деления на 2, число Summa можно сдвинуть вправо на 1 бит, при $N=4$ число нужно сдвинуть вправо на 2 бита, а при $N=8$ – на 3 бита. Именно на таком принципе построена программа для микроконтроллера F067, имеющего 16-разрядный АЦП [1]. В данном случае АЦП LB12 14-разрядный. Максимальное значение 14-разрядного числа равно $0x3FFF$, что в 4 раза меньше максимального значения

16-разрядного кода ($0xFFFF$), поэтому для получения 19-битного результата ($0x7FFFF$) необходимо произвести 4-кратное осреднение ($N=4$). При 8-кратном осреднении результат необходимо сдвинуть вправо на 1 бит, при 16-кратном – на 2 бита, а при 32-кратном – на 3 бита. Однако при 2-кратном осреднении 19-разрядный результат может быть получен, если сумму сдвинуть на 1 бит влево, а при однократном – если сумму сдвинуть влево уже на 2 бита. На таком принципе и построена программа для LB12. Передача 3 байт ADC0.BT[0]...ADC0.BT[2] по интерфейсу SPI организована аналогично F067, как описано ранее.

Оценим время, требующееся микроконтроллеру LB12 для однократного осреднения. Как будет показано далее, время одного аналого-цифрового преобразования и автоматической записи в память XRAM его результата для LB12 при тактовой частоте 72 МГц составляет 1,11 мкс (частота 900 кГц). Если производится 2048 преобразований, то такая процедура потребует времени $1,11 \times 2048 \approx 2,27$ мс.

Суммирование двух четырёхбайтных чисел, как было показано в [1], занимает не менее 30 тактов, а суммирование 2048 чисел потребует $30 \times 2048 = 61\ 440$ тактов. При тактовой частоте 72 МГц время суммирования составит $61\ 440 / 72\ 000\ 000 = 0,85$ мс. Таким образом, общее время составит $2,27 + 0,85 = 3,12$ мс. Если предполагается проводить измерения по 8 каналам, то это время будет в 8 раз больше и составит 0,025 с. В реальных условиях это время чуть меньше и составляет около 0,022 с (см. далее) при $N=1$. Таким образом, интервал времени измерения Δt можно задавать со следующей дискретностью: 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 и 1 с. Другими словами, задав интервалы времени с такой дискретностью, можно быть уверенным, что LB12 успеет произвести аналого-цифровые преобразования и, соответственно, 1, 2, 4, 8, 16 и 32 осреднения по 8 каналам. В программе для F067 данные интервалы составляли 0,1; 0,2; 0,5 и 1 с [1].

В программах для F067 указанные интервалы времени Δt задавались с помощью таймеров (T0 и таймера массива счётчиков PCA). На монитор компьютера выводились результаты АЦП через каждый интервал времени Δt по 8 каналам, т.е. строка, состоящая из 8 шестизначных чисел с запятой после первой цифры (например, 1,23456 В). В программах для LB12 использовалась более простая процедура без использования таймеров, позволяющая оценить время, соответствующее 1, 2, 4, 8, 16 или 32 осреднениям. Вместо однократного получения и вывода 8 шестизначных чисел производился десятикратный цикл, т.е. на монитор выводились 10 строк с результатами по 8 шестизначных чисел в строке. Перед выводом на монитор в программе на компьютере включался программный таймер. После полного вывода 10 строк таймер выключался. Для нахождения Δt (в однократном цикле) время по таймеру (T) просто делилось на 10. Если, например, время T составляло 0,22 с, то $\Delta t = 0,022$ с. Использование 10-кратного цикла даёт двойное преимущество по сравнению с однократным. Во-первых, выборка, состоящая из 10 строк по 8 чисел является более репрезентативной, чем выборка из 8 чисел. Во-вторых, 10-кратный цикл увеличивает время T в 10 раз, что позволяет более точно определить интервал Δt , подсчитанный как среднее ($T/10$).

Перейдём непосредственно к описанию программ (программа для компьютера приведена в дополнительных материалах к статье на сайте www.soel.ru: исходный текст – In8U.clw, исполняемый файл – In8U.exe, файл проекта – In8U.prj). При запуске программы на экран монитора выводится окно, в верхней левой части которого расположено поле ввода количества осреднений N , а внизу – две кнопки: «Выход» и «Запуск/Продолжить». Пользователь вводит число N , нажимает кнопку «Запуск/Продолжить», и через некоторое время на экран выводятся результаты. Эта программа передаёт по интерфейсу USB массив из 32 однобайтных элементов ($A[32]$), первый из которых содержит число N ($A[1]=N$), а остальные зарезервированы для пользовательских целей. Следует обратить внимание, что индексация массива на языке Clarion начинается с 1. Далее в 10-кратном цикле программа принимает массив из 32 однобайтных элементов, первые 24 из которых содер-

жат информацию о напряжении, измеренном АЦП LB12 по 8 каналам (т.е. по 3 байта на канал), а остальные байты зарезервированы. Программа использует функции API обращения к интерфейсу USB из пакета USBXpress, бесплатно поставляемого компанией Silicon Laboratories. Применение этих функций подробно описано в [2, 3] в программе TestUSB. Расчёт напряжений и вывод их на экран монитора производится точно так же, как и в программе In8U, подробно описанной в [1].

Программа для микроконтроллера UB10 приводится в виде файла с исходным текстом USBXpress_Echo_main.c и оттранслированного файла USBXpress_Echo_12.hex. Данная программа принимает массив из 32 однобайтных элементов по интерфейсу USB и передаёт этот массив по интерфейсу SPI. Затем в 10-кратном цикле принимает массив из 32 однобайтных элементов по интерфейсу SPI и передаёт этот массив по интерфейсу USB. Для программирования обращений к интерфейсу USB со стороны микроконтроллера UB10 программа также использует функции API из библиотеки USBXpress. Использование этих функций подробно освещено в описании программы USBXpress_Echo [2, 3].

Программа для микроконтроллера LB12 приводится в виде файла с исходным текстом EFM8LB1_ADC_Lib_Autoscan_Large_Buffer.c и оттранслированного файла EFM8LB1_ADC_Lib_Autoscan_Large_Buffer_4.hex. Данная программа принимает по интерфейсу SPI массив из 32 однобайтных элементов $A[32]$. В первом элементе этого массива содержится число осреднений $A[0]=N$ (индексация массивов в языке C начинается с 0). Затем производится 2048-кратное аналого-цифровое преобразование напряжения, поданного на вход АЦП, и заполнение памяти XRAM двухбайтными словами 2048 раз, т.е. всего 4096 байт. Далее из памяти извлекаются и суммируются все двухбайтные слова, и результат помещается в переменную AD0. UL типа unsigned long. После этого, в зависимости от числа осреднений N , производится N -кратное повторение измерений, суммируются все AD0. UL по каждому измерению, и результат помещается в переменную ADCSR типа unsigned long. Затем для получения 19-разрядного кода ADCSR сдвигается вправо или влево в зависимости от N (см. ранее). Измерения производят-

ся в 8-кратном цикле (как для 8 каналов). После этого формируется массив из 32 однобайтных элементов, первые 24 элемента (по 3 байта на 8 каналов) которых несут полезную информацию, а остальные зарезервированы. Этот массив передаётся по интерфейсу SPI, работающему в 4-проводном ведущем режиме. Измерения и вывод массива повторяются 10 раз.

Программа написана на основе демонстрационной программы EFM8LB1_ADC_Lib_Autoscan_Large_Buffer.c от Silicon Laboratories. Она также заполняет буфер из 4096 байт в памяти результатами измерений АЦП, производит осреднение результатов измерения, вычисление напряжения, но результат передаёт по интерфейсу RS-232. Кроме того, она использует выводы микроконтроллера для зажигания светодиодов. В настоящей программе коммуникация по RS-232 заменена на коммуникацию по SPI, удалены обращения к вычислениям напряжения и зажиганиям светодиодов. Кроме того, существенно изменены настройка работы АЦП, настройка системной тактовой частоты работы микроконтроллера, его процессора и др.

Далее будет описана процедура настройки микроконтроллера с помощью конфигуратора в среде Simplicity Studio V3, бесплатно поставляемой компанией Silicon Laboratories. В результате данной процедуры в автоматическом режиме будет сформирован файл инициализации устройства InitDevice.c. Затем будет показано, какие дополнительные команды необходимо вставить в подпрограммы для коммуникации по интерфейсу SPI, чтобы обмен данными по SPI работал корректно.

В настоящее время компанией Silicon Laboratories разработана новая версия Simplicity Studio V4, которая имеет много новшеств по сравнению с Simplicity Studio V3, однако в ОС Windows XP некоторые функции Simplicity Studio V4 работают некорректно. Дальнейшее изложение будет вестись для Simplicity Studio V3.

НАСТРОЙКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

После запуска среды Simplicity Studio необходимо в проекте EFM8LB1_ADC_Lib_Autoscan_Large_Buffer_4 выбрать конфигурационный файл EFM8LB1_ADC_Lib_Autoscan_Large_Buffer.hwconf. После этого на экран будет выведено окно DefaultMode Peripherals, отражающее все периферийные устройства

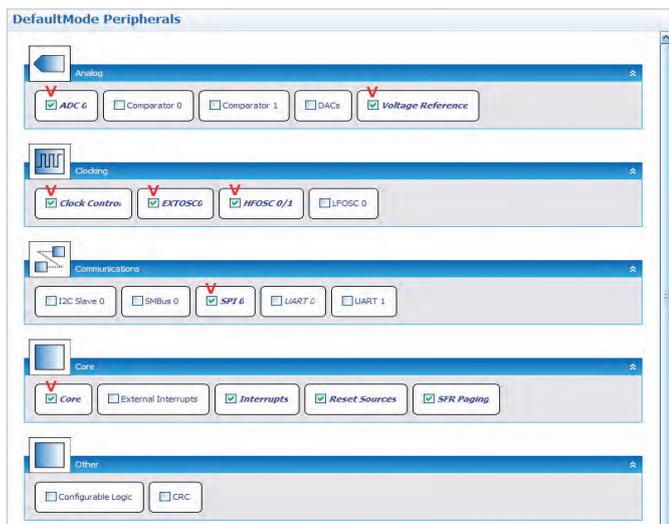


Рис. 6. Периферийные устройства LB12

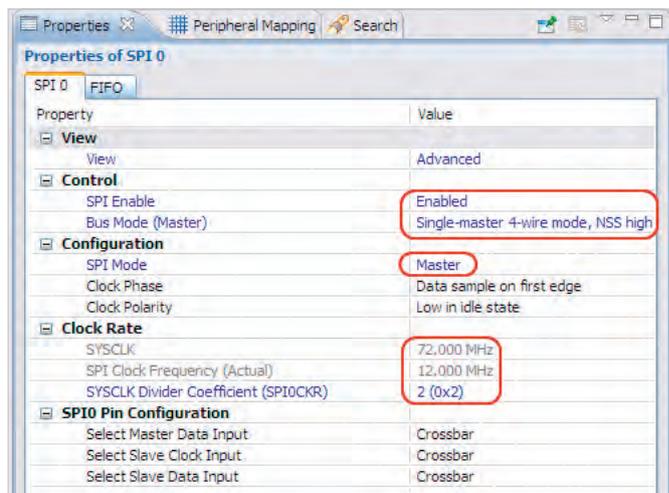


Рис. 8. Свойства SPI

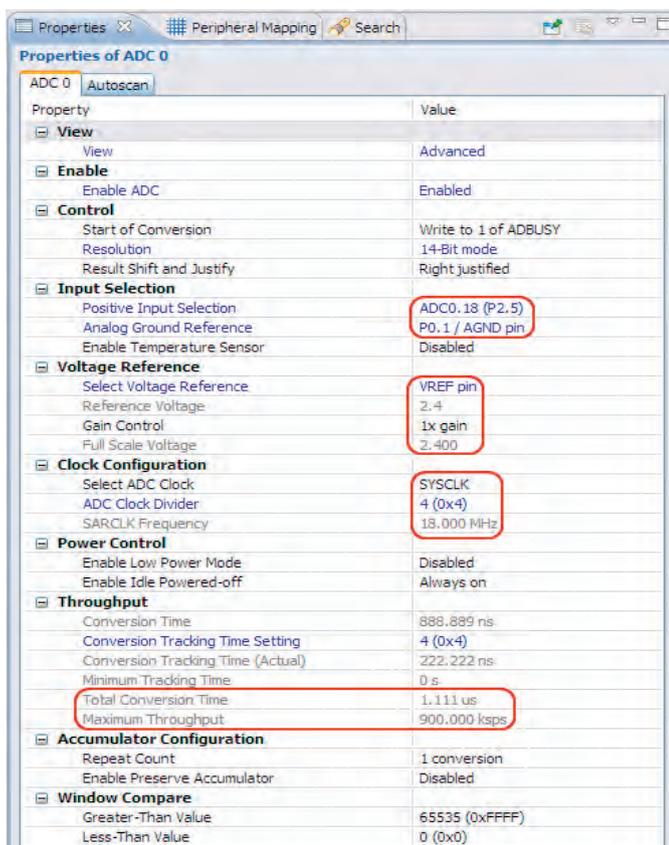


Рис. 7. Параметры АЦП

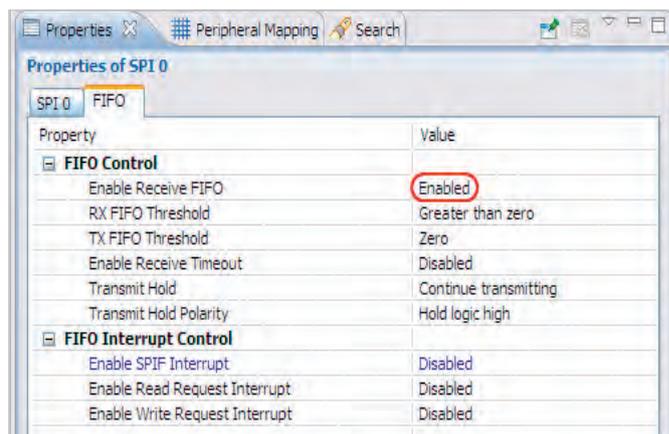


Рис. 9. Свойства FIFO SPI

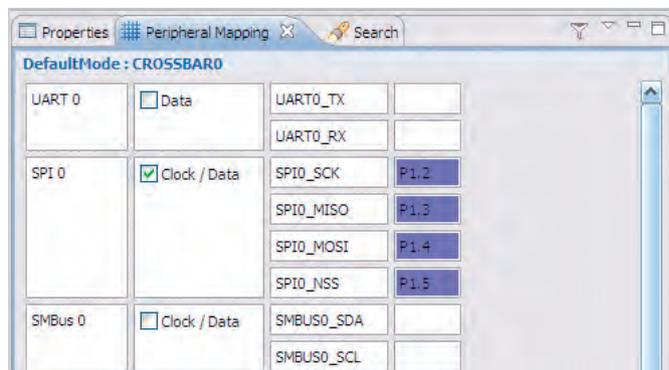


Рис. 10. Разрешение SPI в матрице соединений

LB12 (см. рис. 6). Основные устройства, работу которых необходимо настроить, показаны красными галочками.

Сначала необходимо настроить параметры внешнего генератора, нажав кнопку EXTOSC0. На экран будет выведено окно, в котором необходимо выбрать режим CMOS и установить частоту 72 МГц. После этого следует нажать кнопку Clock Control (см. рис. 6) и в открывшемся справа окне выбрать External Oscillator и SYSCLK/1, в результате чего системная частота установится равной 72 МГц.

Затем необходимо выбрать параметры работы ядра процессора, нажав кнопку Core (см. рис. 6), и в открывшемся справа окне выбрать параметр SYSCLK is below 75 MHz. Вместо внешнего генератора можно выбрать внутренний, тоже с частотой 72 МГц. Для этого необходимо нажать кнопку Clock Control (см. рис. 6) и в открывшемся окне выбрать Internal High Frequency Oscillator 1 и SYSCLK/1, в результате чего системная частота также установится равной 72 МГц. В обоих случаях программа будет работать одинаково

корректно. Внешний генератор следует выбирать, если требуется измерять или задавать точные интервалы времени с помощью таймеров, поскольку точности внутреннего генератора для этих целей недостаточно.

Для настройки параметров работы АЦП и его опорного напряжения необходимо нажать кнопку Voltage Reference (см. рис. 6) и в открывшемся окне установить Internal 2.4V (output to VREF pin). Далее следует нажать кнопку ADC0 (см. рис. 6) и в открывшемся окне выбрать параметры АЦП в соот-

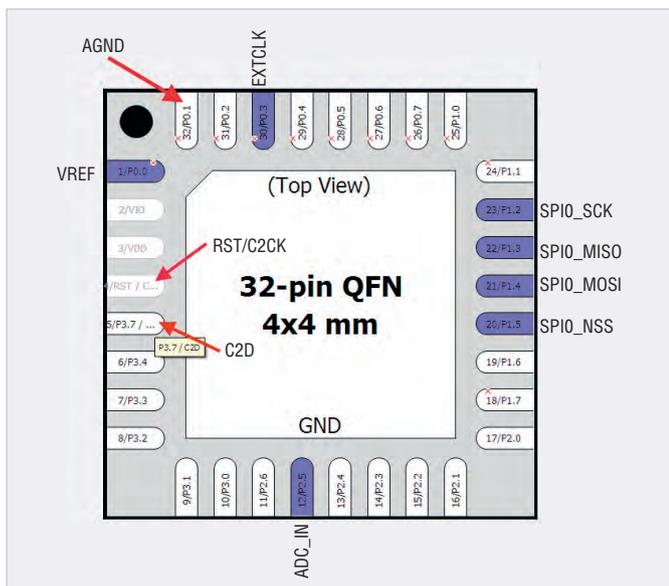


Рис. 11. Порты LB12

ветствии с рисунком 7, уделив особое внимание параметрам, выделенным красным.

Для настройки работы интерфейса SPI необходимо нажать кнопку SPI0 (см. рис. 6) и в открывшемся справа окне выбрать параметры SPI, уделив особое внимание параметрам, выделенным красным (см. рис. 8). Затем в этом окне следует выбрать вкладку FIFO и в открывшемся справа окне установить параметры в соответствии с рисунком 9. Далее следует разрешить работу SPI в матрице соединений, для чего в правом верхнем углу меню нужно нажать на «решётку» (CROSSBAR0) и в открывшемся справа окне (см. рис. 10) выбрать пункт Clock/Data. В этом случае порты (SPI) P1.2...P1.5 будут отмечены синим цветом.

Далее необходимо настроить работу портов LB12. Для этого в нижней части меню следует переключить режим, нажав кнопку Default Mode Port I/O. На экране будет отображён рисунок микросхемы LB12 с её портами (см. рис. 11). С помощью команды Skip необходимо «передвинуть» сигналы SPI (SPI0_SCK, SPI0_MISO, SPI0_MOSI и SPI0_NSS) в правую часть микросхемы. Далее следует установить для портов P1.2 (SPI0_SCK), P1.4 (SPI0_MOSI) и P1.5 (SPI_NSS) режим Digital Push-Pull Output, для порта P1.3 (SPI0_MISO) – Digital OpenDrain I/O, для порта P0.3 (EXTCLK) – Digital OpenDrain I/O, для портов P0.0 (VREF), P0.1 (AGND) и P2.5 (ADC_IN) – Analog I/O. После выполнения всех перечисленных операций сконфигурированный режим работы устройства сле-

дует записать на диск, в результате чего будет сгенерирован файл InitDevice.c.

Рассмотрим подробнее подпрограммы приёма/передачи по интерфейсу SPI, т.к. при их написании и использовании был обнаружен ряд проблем. В описании микроконтроллера EF8MLB12 указано, что в SPI добавлен новый режим FIFO глубиной до 4 байт. При применении режима FIFO, вместо стандартных процедур ввода/вывода по SPI и, в частности, использования флага SPIF (SPI0CN0_SPIF) для контроля ввода/вывода байта, должны применяться специальные процедуры. Вместе с тем в описании сказано, что если не использовать FIFO, то должны применяться стандартные процедуры ввода/вывода по SPI и, в частности, должен использоваться флаг SPIF для контроля приёма/передачи. При этом отмечается, что после команды сброса флага SPIF (SPI0CN0_SPIF=0;) для её гарантированного выполнения должен быть пройден как минимум один машинный цикл. Один машинный цикл может быть задан, например, командой _nop_() (пустая операция). Тогда, в соответствии с описанием, если не использовать FIFO, его необходимо запретить, т.е. в строке Enable Recive FIFO установить опцию Disabled вместо Enabled (см. рис. 9). Кроме того, в стандартных подпрограммах вывода байта (см. листинг 1) и ввода байта (см. листинг 2) после команды сброса флага SPIF необходимо ввести оператор _nop_(). Однако в такой конфигурации обмен по SPI работать не будет. Если же разрешить FIFO, то обмен данными заработает, но первые несколь-

Листинг 1

```
//-----
void outspi(unsigned char byte) {
//-----
    SPI0DAT = byte; // Вывод байта по SPI
    while (!SPI0CN0_SPIF); // Ожидание окончания
    вывода байта
    SPI0CN0_SPIF = 0; // Сброс флага окончания
    передачи
    DEL20NS(); // Задержка для гарантированного
    сброса флага SPIF
}
//-----
```

Листинг 2

```
//-----
unsigned char inspi() {
//-----
    unsigned char byte;
    SPI0DAT = 0x0f; // Ввод байта в микрокон-
    троллер
    while (!SPI0CN0_SPIF); // Ожидание окончания
    ввода байта
    SPI0CN0_SPIF = 0; // Сброс флага окончания
    приёма
    byte = SPI0DAT;
    DEL20NS(); // Задержка для гарантированного
    сброса флага SPIF.
    return (byte);
}
//-----
```

Листинг 3

```
//-----
void DEL20NS() {
//-----
    _nop_();
    for (i = 0; i < 2; i++) {}
}
//-----
```



Рис. 12. Окно программы с результатами при N=4

ко байт будут прочитаны неправильно. Не помогает и многократное включение команды _nop_(). Проблема может быть решена, если после команды сброса флага SPIF обратиться к подпрограмме задержки DEL20NS() (см. листинг 3), представляющей собой два пустых цикла (for (i = 0; i < 2; i++) {}) при использовании генератора на 72 МГц. При использовании генератора на 50 МГц количество пустых циклов можно уменьшить до одного (for (i = 0; i < 1; i++) {}).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты работы программы измерений напряжений при N=1, 2, 4, 8, 16 и 32 приведены в дополнительных материалах к статье на сайте www.soel.ru. На рисунке 12 представлены результаты измерений при N=4. Как видно из рисунка, 5-й знак после запятой изменяется от 4 до 7.

Результаты работы АЦП LB12 при различных значениях N

Режим измерений	Номер канала							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	U, В							
$N=1, \Delta t=0,022$ с	1,20007	1,20003	1,20006	1,20007	1,20004	1,20003	1,20002	1,20005
$N=2, \Delta t=0,042$ с	1,20004	1,20007	1,20007	1,20004	1,20005	1,20008	1,20005	1,20002
$N=4, \Delta t=0,085$ с	1,20006	1,20004	1,20007	1,20004	1,20006	1,20004	1,20005	1,20004
$N=8, \Delta t=0,167$ с	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20004	1,20005	1,20005
$N=16, \Delta t=0,334$ с	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005
$N=32, \Delta t=0,667$ с	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005	1,20005

В таблице приведены результаты, взятые из 5-й строки каждой из 6 серий измерений. С увеличением N прослеживается явная тенденция к уменьшению разброса значений напряжений. Если при $N=8$ в 4-й строке присутствует только одно значение (1,20004 В), отличающееся от остальных (1,20005 В), то в следующих двух строках 5-й знак после запятой уже не меняется. Это позволяет утверждать, что максимальная точность результата достигается уже при $N=16$ и осреднения при $N=32$ проводить не имеет смысла. Поскольку при $N=16$ $\Delta t=0,334$ с, то, выбрав интервал времени, через который необходимо производить измерения $\Delta t=0,4$ с, можно быть уверенным, что АЦП LB12 успеет произвести преобразования с максимальной точностью. Другими словами, максимальная точность результата может быть достигнута при Δt не более 0,4 с.

Представляет интерес сравнение результатов АЦП LB12 с результатами АЦП F067 [1]. 5-й знак после запятой для F067 не меняется при $\Delta t=0,5$ с, а для LB12 этот интервал времени Δt не превышает 0,4 с. Кроме того, минимальный интервал времени Δt при измерениях F067 составляет 0,1 с, в то время как минимальный интервал времени для LB12 составляет 0,022 с при $N=1$. Другими словами, LB12 позволяет использовать интервалы времени $\Delta t=0,025$ с и $\Delta t=0,05$ с, а F067 такой возможностью не обладает. Из сравнения LB12 и F067 следует явное преимущество первого перед вторым по скорости измерений,

тогда как по точности измерений они друг от друга не отличаются.

Здесь необходимо отметить, что точность до 5-го знака после запятой в большинстве случаев является избыточной. Даже цифровые вольтметры и мультиметры, измеряющие напряжение с точностью до 4-го знака после запятой, стоят довольно дорого, а цена приборов с разрешением до 5-го знака после запятой может достигать нескольких тысяч долларов. Стоимость же LB12 составляет не более \$2.

Как известно, SAR-АЦП имеют несколько строго детерминированных типов погрешностей: интегральная нелинейность, погрешность нуля и полной шкалы, погрешность каждого канала. Кроме того, для предотвращения перенапряжений на входах АЦП перед ними в обязательном порядке необходимо устанавливать микросхемы защиты, например MAX4507, одновременно предохраняющую от перенапряжений 8 каналов. Сопротивления каждого канала таких микросхем также несколько отличаются между собой. Детерминированность всех этих погрешностей легко компенсируется вводом специальных калибровочных коэффициентов для каждого канала, и впоследствии в программе для компьютера каждое из измеренных напряжений по конкретному каналу компенсируется путём умножения на соответствующий калибровочный коэффициент. Умножение в компьютере занимает ничтожно малое время и не оказывает никакого влия-

ния на скорость вывода результатов. Опыт показывает, что однажды введённые коэффициенты не изменяются в течение достаточно долгого времени, исчисляемого месяцами и годами. В $\Delta\Sigma$ -АЦП, например в ADS1210, калибровку нуля и полной шкалы приходится проводить перед каждым измерением. В таких АЦП перед измерением также требуется установка цифрового фильтра, на что тратится дополнительное время. Помимо прочего, достаточно высокая стоимость $\Delta\Sigma$ -АЦП не выдерживает никакой конкуренции с SAR-АЦП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты, приведённые в статье, свидетельствуют о том, что метод передискретизации и осреднения, применённый для АЦП микроконтроллера EFM8LB12F64, позволяет использовать этот микроконтроллер вместо C8051F067 в самых различных средствах измерения напряжений, в том числе в компьютерно-микроконтроллерных системах сбора и обработки измерительной информации. Применение микроконтроллера EFM8LB12F64 в подобных системах позволит существенно улучшить их скоростные характеристики и надёжность, значительно снизить стоимость и тем самым повысить их конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Как заставить встроенный в микроконтроллер АЦП поразрядного уравнивания работать с разрешением дельта-сигма-АЦП. Современная электроника. 2012. № 3.
2. Кузьминов А. Преобразователь интерфейсов USB-SPI на базе нового 51-совместимого микроконтроллера EFM8UB1. Современная электроника. 2017. № 1–3.
3. Кузьминов А.Ю. Связь между компьютером и микроконтроллером. Современные аппаратные и программные средства. – М.: Перо, 2018.
4. Кузьминов А. Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях. Технологии в электронной промышленности. 2010. № 8–10. 2011. № 1, 2.
5. Кузьминов А. Технология изготовления печатных плат с высоким разрешением в любительских условиях. Радио. 2017. № 10.
6. Improving ADC Resolution by Oversampling and Averaging. AN118: www.silabs.com. 

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

Модуль управления для охранного извещателя «Астра-5»

Сергей Шишкин (schischckin.sergei2014@yandex.ru)

В статье представлен модуль управления для охранного извещателя «Астра-5» исполнения А. Подробно описаны алгоритм работы устройства, его схемотехника и программное обеспечение.

В описываемом устройстве задействован отечественный извещатель охранный объёмный оптико-электронный «Астра-5» исполнения А ИО 409-10 (далее – датчик охраны). Данный датчик предназначен для обнаружения проникновения в закрытое охраняемое помещение и формирования извещения о тревоге посредством размыкания выходных контактов сигнального реле.

Принцип действия основан на регистрации изменений потока теплового излучения, возникающих при попадании человека в область обнаружения, которая состоит из нескольких чувствительных зон. Каждая из этих зон, в свою очередь, состоит из двух элементарных чувствительных зон. Чувствительные зоны датчика формируются линзой Френеля и двухплощадочным пироэлектрическим приёмником излучения. Электрический сигнал с пироэлектрического приёмника поступает на микроконтроллер, который в соответствии с заданным алгоритмом формирует извещение «ТРЕВОГА» размыканием выходной цепи оптоэлектронного реле. Внешний вид датчика охраны «Астра-5» приведён на рисунке 1. Структурная схема представляемого устройства представлена на рисунке 2.

Внешними (выносными) элементами по отношению к модулю управления являются 7 датчиков охраны «Астра-5». В качестве нагрузки № 1 могут выступать такие исполнительные устройства, состояние которых не изменяется периодически во времени. Это может быть соленоид электромеханического замка, актуатор люка или двери, механизм блокировки дверей. У нагрузки № 2 состояние периодически изменяется во времени (световая или звуковая сигнализация). Внутренние кнопки платы контроллера S1–S7 – кнопки для проверки работоспособности линий, к которым подключаются выносные датчики охраны.

Рассмотрим работу модуля управления. Его принципиальная схема с подключённым датчиком охраны «Астра-5» представлена на рисунке 3.

Назначение выводов на колодке датчика охраны «Астра-5»:

- TMP – сигнал, который при снятии крышки формирует извещение о тревоге независимо от включения питания датчика;
- RES – клемма для установки резистора;
- RELAY – выходы реле;
- +12 В, GND – клеммы питания и земли.

На принципиальной схеме показано подключение одного датчика. При

выключенном питании, а также в дежурном режиме (по истечении 1 мин после подачи питания) выходные контакты реле RELAY датчика охраны разомкнуты. Подробное описание датчика охраны «Астра-5» приведено в [1].

Нагрузка, состояние которой не изменяется во времени после включения сигнализации, подключается к соединителю X1. Канал управляется с вывода 2 микроконтроллера DD1. Нагрузка, состояние которой периодически изменяется во времени после включения сигнализации, подключается к соединителю X2. Канал управляется с вывода 11 микроконтроллера DD1. С порта PB микроконтроллер DD1 управляет клавиатурой (кнопки S1–S8) и динамической индикацией. Динамическая индикация выполнена на транзисторах VT5, VT6, цифровых 7-сегментных индикаторах HG1, HG2. Резисторы R11–R18 – токоограничители для сегментов индикаторов HG1, HG2. Коды для включения данных индикаторов при функционировании динамической индикации поступают на вход PB микроконтроллера DD1. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 7 микроконтроллера DD1. Рабочая частота микроконтроллера DD1 задаётся генератором с внешним резонатором ZQ1 на 10 МГц. Питающие напряжения +5 В и +15 В поступают на устройство с соединителя X3. Конденсатор С6 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В.



Рис. 1. Внешний вид датчика охраны «Астра-5»

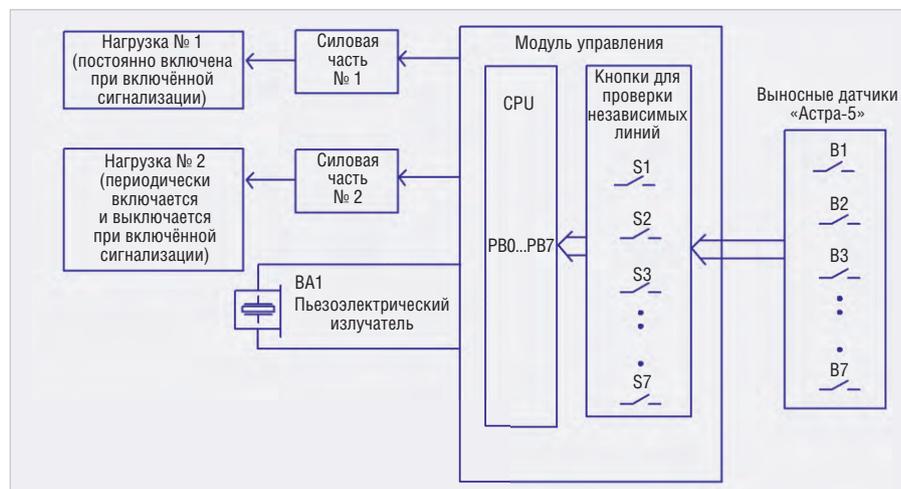


Рис. 2. Структурная схема устройства

Интерфейс управления состоит из клавиатуры (кнопки S1–S8), блока индикации, двух цифровых семи-сегментных индикаторов HG1 и HG2 и тумблера SA1. Перечисленные элементы имеют следующее назначение:

- S1–S7 – контрольные кнопки проверки линий датчиков системы охраны;
- S8 («Режим») – кнопка выбора режима работы: режим № 1, режим № 2; режим № 3 (сигнализация сработала) данной кнопкой не устанавливается;
- SA1 – тумблер включения питания датчика охраны.

Разряды индикации интерфейса имеют следующее назначение:

- 1-й разряд (индикатор HG2) отображает единицы секунд во время обратного отсчёта при переходе из режима № 1 в режим № 2, а также единицы секунд во время обратного отсчёта при переходе из режима № 2 в режим № 3; отображает «1» в режиме № 1, «2» в режиме № 2, «3» в режиме № 3 (сигнализация сработала);
- 2-й разряд (индикатор HG1) – в режиме № 1 элементы индикатора позволяют контролировать и проверять линии № 1–7, к которым подключаются внешние датчики охраны; отображает десятки секунд во время обратного отсчёта при переходе из режима № 1 в режим № 2; десятки секунд во время обратного отсчёта при переходе из режима № 2 в режим № 3.

Конструктивно все вышеуказанные элементы целесообразно разместить на отдельной панели управления.

Состояние контактов реле датчиков охраны можно контролировать с помощью элементов А, В, С, D, E, F, G индикатора HG1. На принципиальной схеме (см. рис. 2) к соединителю X4 (через ответную часть – соединитель X5) подключён только один датчик – датчик охраны № 1 (линия № 1 – А1, В1). На остальные линии А2, В2–А7, В7 (линии № 2–7) установлены переключки. Таким образом, в устройстве имеется 7 независимых линий, к которым можно подключить 7 датчиков типа «Астра-5». О подключении датчиков в шлейф на одну линию будет сказано далее. Реле датчиков охраны через соединитель X5 подключаются параллельно кнопкам S1–S7.

Алгоритм работы устройства, состоящего из модуля управления и датчика охраны, следующий. Как упоминалось выше, возможны три режима работы – № 1–3.

После подачи питания на модуль управления он переходит в режим № 1 – режим контроля независимых

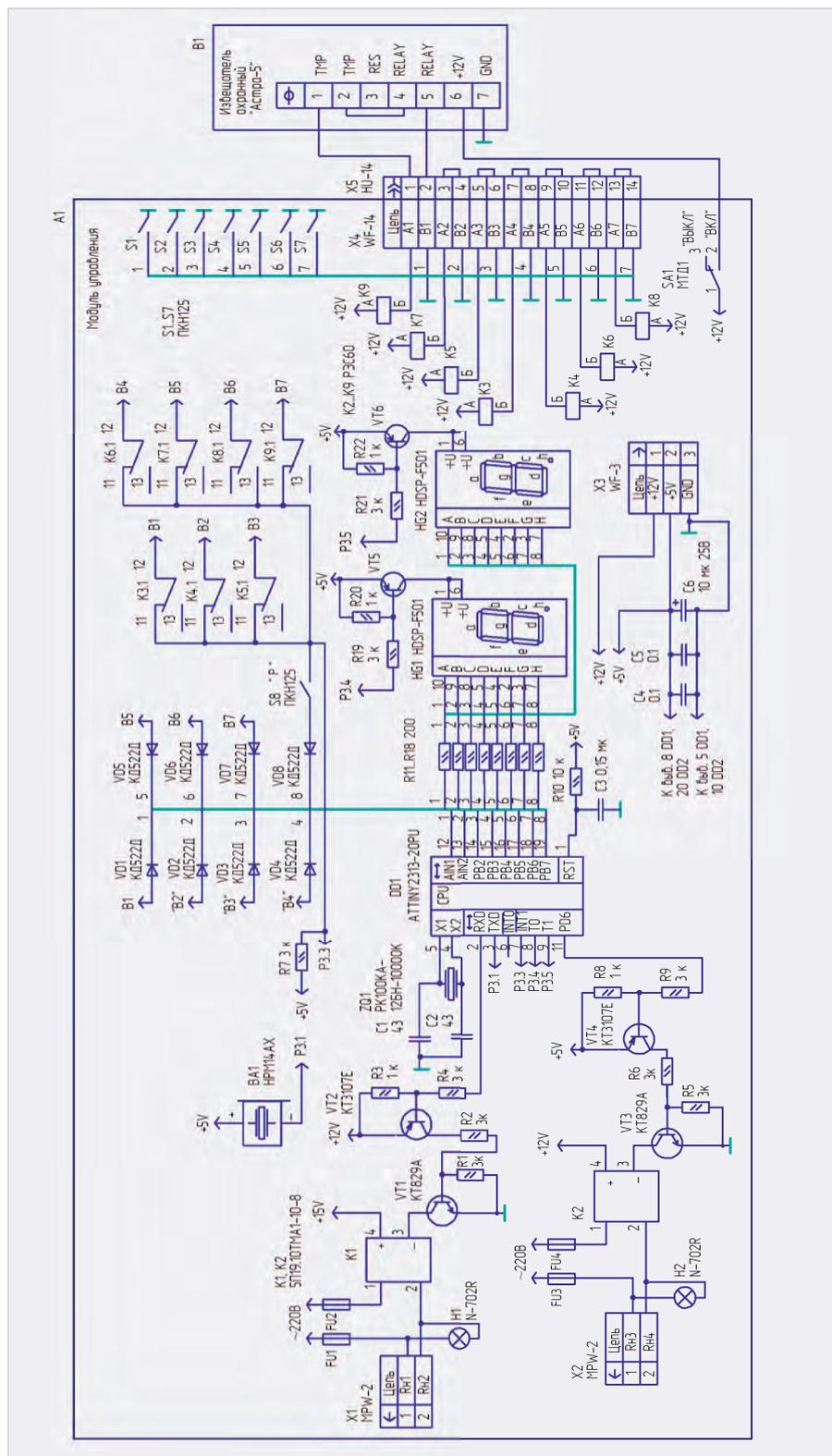


Рис. 3. Принципиальная схема модуля управления охранного устройства

линий. Тумблер SA1 должен находиться в положении «ВЫКЛ», т.е. датчик охраны выключен. При нажатии на концевой выключатель, кнопку S1 или при принудительном замыкании контактов RELAY датчика охраны № 1 начинает мигать элемент А индикатора HG1 и т.д. Остальные линии контроля работают аналогично. Элементам А–G индикатора HG1 соответствуют кнопки S1–S7 и датчи-

ки охраны № 1–7. На индикаторе HG2 в режиме № 1 отображается цифра 1.

В режиме № 2 (постановка на охрану) индикация организована следующим образом. После нажатия на кнопку S8 модуль управления из режима № 1 переходит в режим № 2, начинается обратный отсчёт времени, который отображается на индикаторах HG1 и HG2. При этом необходимо установить тумблер

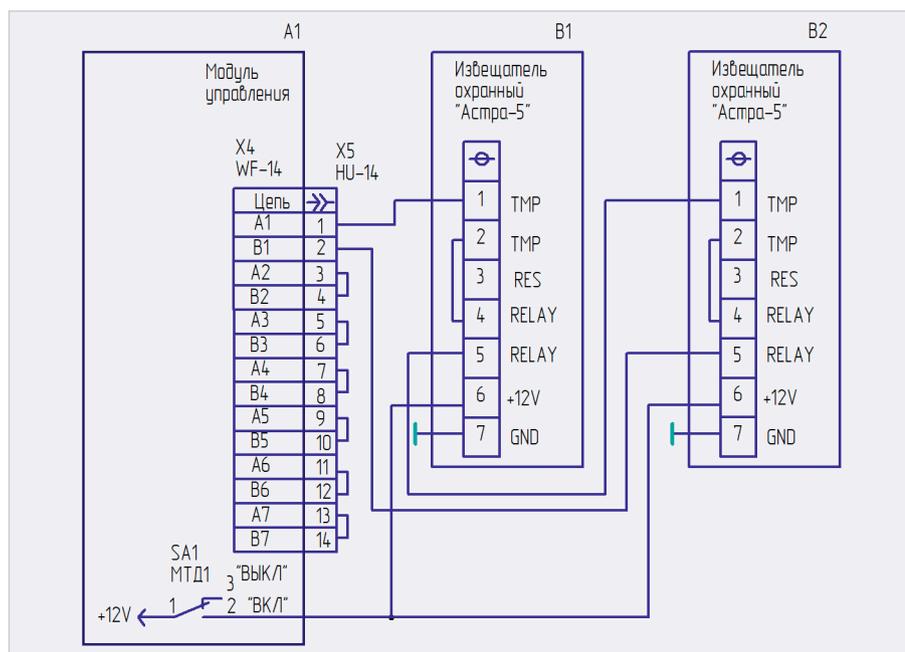


Рис. 4. Схема подключения датчиков охраны «Астра-5»

SA1 в положение «ВКЛ». Датчик охраны переходит в дежурный режим. Длительность дежурного режима составляет 60 с. Обратный посекундный отсчет начинается со значения 99. За отведённые 99 с необходимо закрыть окна, двери и покинуть помещение – сдать помещение на охрану. В течение этого времени на индикаторе HG2 в режиме № 2 отображается цифра 2. Точка Н индикатора HG2 периодически мигает, индикатор HG1 погашен. Через 99 с устройство гарантированно перейдет из дежурного режима в режим охраны. Контакты RELAY датчика охраны замкнуты, реле K9 модуля управления включено. Контакты 11, 12 группы K9.1 разомкнуты. Контакты 11, 12 в группах K3.1–K8.1 разомкнуты.

В режиме охраны сигнализация срабатывает (модуль управления переходит в режим «Тревога») приблизительно через 22 с с момента перехода в режим «Тревога» датчика охраны. После размыкания контактов RELAY датчика охраны на 4 с происходит следующее. Реле K9 обесточивается, контакты 11, 12 группы K9.1 замыкаются. Микроконтроллер DD1 получает сигнал тревоги. Начинается обратный отсчет времени, которое отображается на индикаторах HG1, HG2. При достижении нулевого значения на индикаторах HG1, HG2 срабатывает сигнализация. При этом на выводе 11 микроконтроллера DD1 сигнал будет иметь форму меандра с периодом 2 с. Соответственно, нагрузка (сирена, ревун и пр.), подключённая к соединителю X2 будет включаться и выключаться с той же периодичностью. На инди-

каторе HG3 в режиме «Тревога» отображается цифра 3. Точка Н индикатора HG2 периодически мигает, индикатор HG1 погашен. На выводе 2 микроконтроллера DD1 устанавливается сигнал лог. 0, т.е. нагрузка, подключённая к соединителю X1, будет постоянно включена. Звуковой пьезоэлектрический излучатель ВА1 включён. Аналогично сигнализация сработает при размыкании контактов TMP датчика охраны, то есть при попытке снять с него крышку.

При нажатии на кнопку S8 в режимах № 2, № 3 устройство переходит в режим № 1. Таким образом, для снятия помещения с охраны необходимо за 22 с с момента подачи сигнала с датчика охраны нажать на кнопку S8 и перевести тумблер SA1 в положение «ВЫКЛ». Очевидно, что несанкционированный доступ к данным органам управления должен быть ограничен.

Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера DD1 через RC-цепь (резистор R10, конденсатор C3) формируется сигнал системного аппаратного сброса микроконтроллера DD1. Инициализируются регистры, счётчики, стек, таймер T/C1, сторожевой таймер, порты ввода/вывода. При инициализации каналы управления нагрузками отключены. На выводах 2, 3, 6, 11 установлен уровень лог. 1. Принципиальная схема подключения датчиков охраны «Астра 5» к линии № 1 модуля управления представлена на рисунке 4.

Программа (дополнительные материалы к статье можно скачать на сайте www.soel.ru) состоит из трёх основных

частей: инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C1 (метки INIT, SE1, TIM0 соответственно). В основной программе реализован отсчет времени и включение сигнализации. В подпрограмме обработки прерывания осуществляются счёт одной секунды, опрос клавиатуры, работа динамической индикации и перекодировка двоичного числа значений времени в код для отображения информации на 7-сегментных индикаторах.

На R22 организован регистр знакоместа. При инициализации в Y-регистр загружается начальный адрес буфера отображения \$060. При этом на дисплее будет включён разряд единиц минут (единиц секунд). При каждом обращении к подпрограмме обработки прерывания содержимое регистра R22 сдвигается влево на один разряд, а содержимое регистра Y увеличивается на 1.

Разработанная программа на ассемблере занимает 0,54 Кбайт памяти программ микроконтроллера. Потребление тока по каналу напряжения +5 В составляет не более 100 мА.

Конденсаторы C1–C5 типа K10-17а. Конденсатор C6 типа K50-35. В схемах применены резисторы типа C2-33H-0.125 с допуском $\pm 5\%$. K1, K2 – твёрдотельное реле типа 5П19.10ТМА1-10-8 с максимальным током нагрузки 10 А и напряжением до 800 В. Данное реле можно заменить на электромагнитное или другое твёрдотельное реле, учитывая при этом параметры подключаемой нагрузки. Реле K1, K2 типа РЭС60 исполнения РС4.569.435-02. Предохранители FU1 и FU2 типа ВП1-5А (5 А/250 В). Держатели плавких вставок типа ДВП4-1в.

Номинальный ток предохранителя выбирается исходя из номинального тока подключаемой нагрузки. Индикаторы HG1 и HG2 зелёного цвета HDSP-F501. Модуль управления не требует дополнительной настройки и отладки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации. Извещатель охранной объёмный оптико-электронный ИО 409-10 «Астра-5» Исполнение А.
2. Бродин В.Б., Шагурина И.И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс. – М.: Издательство ЭКОМ, 1999.
3. Белов А.В. Создаём устройства на микроконтроллерах. – СПб.: Наука и техника, 2007.
4. Голубцов М.С., Кириченко А.В. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005.

НОВОСТИ МИРА

ФЕДЕРАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СЕССИИ «ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ – ОТ НАУКИ К БИЗНЕСУ»

Федерация интеллектуальной собственности приняла участие в сессии «Трансфер технологий – от науки к бизнесу», которая прошла на полях международного форума инновационного развития «Открытые инновации» 17 октября 2018 года в Сколково.



Наука играет ключевую роль в преодолении технологических барьеров, однако отлаженные механизмы коммуникации индустрий и научной среды, которые позволяют слаженно и успешно монетизировать разработки, не сформированы. Своими мнениями по этой проблеме в рамках сессии поделились президент Федерации интеллектуальной собственности Сергей Матвеев, директор по связям с органами государственной власти и правовым вопросам ГК «ХимПар» Дмитрий Галкин, профессор GWU Элиас Караяннис, генеральный директор MARCHMONT Capital Partners Кендрик Уайт, вице-президент по науке и образованию фонда «Сколково» Николай Суетин, старший менеджер по стартапам Dassault Systèmes Фабьен Нойер, исполнительный директор Национальной ассоциации трансфера технологий Егор Шипицын и другие.

Как отметил президент Федерации интеллектуальной собственности Сергей Матвеев, «проблема трансфера технологий на сегодня лежит не в законодательстве. Это проблема культуры коммуникации, взаимодействия. Если университеты будут рассказывать о своих исследованиях, то это подтолкнёт промышленность к формированию внятных и конкретных заказов. Их невозможно сформулировать, не узнав о возможностях и трендах в науке. Обратное тоже верно. Поэтому трансфер технологий, результатов интеллектуальной, творческой деятельности – всегда двустороннее действие, всегда взаимодействие, сотворчество науки и индустрий».

Сергей Матвеев отметил, что шанс на развитие такой коммуникации даёт развитие технологий – от строительства открытой цифровой инфраструктуры формиро-

вания научно-технологических программ и проектов до управления правами на результаты интеллектуальной деятельности. В условиях невысокой концентрации научного и предпринимательского потенциала это очевидный способ решения проблемы взаимодействия между наукой и бизнесом, а зачастую и государством.

В свою очередь, Вадим Куликов, первый заместитель генерального директора Агентства по технологическому развитию, отметил, что в системе трансфера технологий бывает ситуация, когда есть «и донор, и реципиент». Однако вендоры технологий зачастую не находят инжиниринговую компанию, которая была бы в состоянии решить конкретную задачу в определённый момент, и для этого нужно разрабатывать разнообразные инструменты поддержки для разных этапов технологического трансфера и производства.

Пресс-служба ассоциации IPChain

WORLD SMART ENERGY SUMMIT RUSSIA ПРЕДСТАВИТ БОЛЕЕ 90 КЕЙСОВ В СФЕРЕ IoT

Более 90 практических кейсов будут представлены на III Всемирном энергетическом саммите World Smart Energy Summit Russia, который пройдёт 26–27 марта 2019 года в Москве в «Event Hall Даниловский».

Цель Всемирного цифрового энергетического саммита World Smart Energy Summit Russia – создать новый вектор трансформации в системе генерации, распределения,

накопления и управления энергоресурсами с помощью внедрения инновационных технологий и интеллектуальных энергосистем в промышленность и энергетику будущего, ускорить развитие и применение технологий новой энергетики в России.

Уже в третий раз World Smart Energy Summit Russia:

- объединит лидеров крупнейших энергетических, промышленных предприятий и ведущих мировых экспертов в области инновационных, цифровых и интернет-решений для энергетической сферы;
- представит лучший мировой опыт перехода на новые модели генерации, распределения, управления и накопления энергии;
- презентует лучшие мировые проекты реализации комплексных программ по цифровой энергетике и внедрению инновационных технологий на предприятиях, в ЖКХ и зданиях;
- познакомит участников саммита с перспективными решениями как от крупных ИТ-компаний России и мира, так и со стартап-решениями ведущих мировых акселераторов.

В 2019 году программа предполагает 6 ключевых потоков для презентации практики и последних разработок и решений в области интеллектуальной энергетики: «Цифровизация», «Распределённая энергетика», «Промышленная энергетика», «Энергетика и ЖКХ», «Энергоэффективные города и здания», «Energy Tech Hub».

Пресс-служба Redenex

IF/RF & Microwave Design

Advantex

СВЧ-блоки

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

Автоматизация формирования посадочных мест электронных компонентов в среде Altium Designer

Часть 2

Алексей Якубенко (alexey@idstrade.com)

В первой части статьи был рассмотрен процесс формирования посадочных мест с помощью мастера IPC Compliant Footprint Wizard. Во второй части речь пойдёт об их формировании с помощью группового мастера IPC Compliant Footprints Batch Generator.

IPC COMPLIANT FOOTPRINTS BATCH GENERATOR

Мастер *IPC Compliant Footprints Batch Generator* предназначен для группового формирования посадочных мест (ПМ). Иными словами, за одну сессию с помощью этого мастера создаётся любое количество ПМ любого типа. При этом принцип действия мастера *IPC Compliant Footprint Wizard* – формирование геометрии ПМ на основе вводимых геометрических данных корпусов электронных компонентов (ЭК) с учётом рекомендаций и фор-

мул стандарта – остаётся неизменным. Данные для формирования ПМ здесь вводятся не при помощи диалоговых окон, как это происходит в случае мастера *IPC Compliant Footprint Wizard*, а при помощи таблиц в формате *.xls или файлов табличных данных в формате *.csv. Интерфейс мастера состоит из одного окна (см. рис. 1), с помощью которого в среду AD загружаются файлы данных для формирования ПМ. Загруженные файлы отображаются в таблице, расположенной в верхней части окна мастера. Таблица

состоит из двух столбцов: в первом – *Package Type* – отображаются типы корпусов ЭК, для которых должны быть сформированы ПМ, во втором – *File Name* – пути к загруженным файлам. Для загрузки файлов предназначена кнопка *Add Files*, которую можно найти справа под таблицей файлов. Там же расположена кнопка для удаления файлов из таблицы – *Remove Files*. Под таблицей файлов расположена опция *Output Folder*, с помощью которой задаётся путь к папке, где должны сохраняться результаты работы мастера.

Ещё ниже расположена галочка *Produce STEP model*. Если она поставлена, то параллельно с созданием ПМ формируются, подключаются к ПМ и сохраняются во внешних файлах 3D-модели корпусов в формате STEP. При этом чуть ниже доступна опция *Model Folder*, с помощью которой указывается путь к папке для сохранения файлов 3D-моделей. Когда указанная галочка снята, 3D-модели также создаются и подключаются к ПМ, но при этом они представляют собой набор 3D-примитивов и во внешних файлах не сохраняются.

Ещё ниже расположена опция выбора вариантов формирования библиотеки посадочных мест, включающая следующие пункты:

- *Generate all footprints in...* – сохранять все ПМ в текущей библиотеке посадочных мест;
- *Generate single PcbLib files per input file* – генерировать отдельную библиотеку посадочных мест для каждого загружаемого файла данных (библиотекам присваивается то же имя, что и у файла данных);
- *Generate single PcbLib files per footprint name* – генерировать отдельную библиотеку посадочных мест для каждого ПМ (библиотекам присваивается то же имя, что и у соответствующего ПМ).

Ещё ниже расположен пункт *Generate report on completion*, выбор

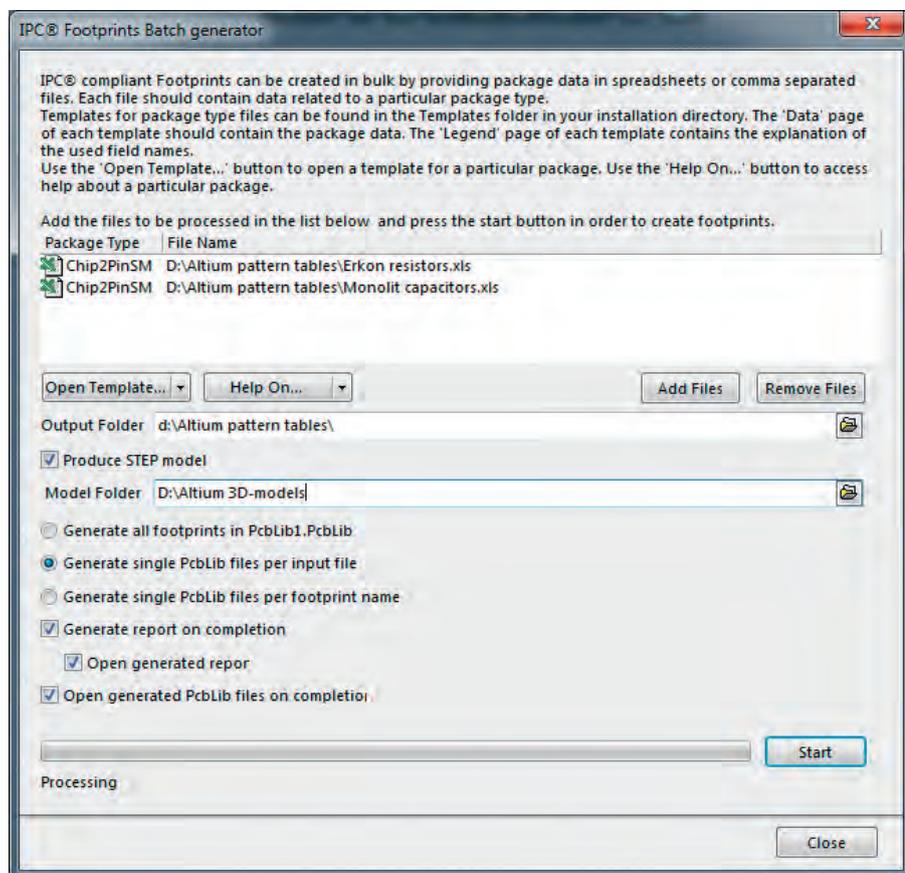


Рис. 1. Окно мастера *IPC Compliant Footprints Batch Generator*

которого позволяет после формирования ПМ сгенерировать отчёт о проведённой операции. Когда эта опция активирована, становится доступным пункт *Open generated report*, выбор которого приводит к открытию в окне AD сгенерированного отчёта. В самом низу находится опция *Open generated PcbLib files on completion*, которая становится доступной после выбора пункта *Generate single PcbLib files per input file* в опции выбора вариантов формирования библиотек. В случае проставления соответствующей галочки после окончания работы мастера открываются все сгенерированные библиотеки посадочных мест.

Каждый файл данных, загружаемый с помощью мастера, должен строго соответствовать определённой форме. Для каждого типа корпуса предусмотрен собственный шаблон таблицы в формате *.xls, содержащий свой оригинальный набор параметров. Доступ к шаблонам осуществляется с помощью выпадающего меню *Open Templates...*, которое можно найти слева под таблицей файлов данных (см. рис. 1). Каждый из шаблонов представляет собой Excel-книгу, где первый лист, имеющий название *Data*, собственно, и является таблицей данных, которая используется для построения ПМ и 3D-моделей. Каждый столбец этой таблицы предназначен для ввода определённого параметра и соответственно озаглавлен. Вторым и третьим листы, *Legend – Package* и *Legend – Footprint*, являются листами помощи для заполнения таблицы. На листе *Legend – Package* поясняется, как заполнять данные по размерам корпуса, а на листе *Legend – Footprint* – как заполнять данные по посадочным местам. Каждый лист помощи, помимо поясняющего рисунка, содержит поясняющие таблицы, состоящие из следующих столбцов:

- *Name* – наименование столбца таблицы данных;
- *Value Required* – потребность в заполнении соответствующего столбца; здесь приводятся следующие значения:
 - *Yes* – столбец обязательно должен быть заполнен;
 - *Optional* – столбец можно не заполнять – в таком случае мастер автоматически сформирует соответствующие данные на осно-

Chip2PinSM		Package Specifications										
FootprintName	FootprintDescription	Lmin	Lmax	Wmin	Wmax	Tmin	Tmax	Amin	Amax	PackageType	PolarityPin	DensityLevel
P1-8M-0,1	Типоразмер 0603	1,4	1,8	0,65	0,95	0,2	0,2		0,8 R			N
P1-8M-0,125	Типоразмер 0805	1,8	2,2	1,05	1,45	0,2	0,2		0,8 R			N
P1-8M-0,25	Типоразмер 1206	3	3,4	1,4	1,8	0,2	0,2		0,8 R			N
P1-8M-0,5	Типоразмер 1812	4,4	4,8	3	3,4	0,2	0,2		0,8 R			N
P1-8M-1,0	Типоразмер 2512	6,2	6,4	3	3,4	0,2	0,2		0,8 R			N

Рис. 2. Заполненная таблица для формирования линейки посадочных мест для чип-резисторов производства АО «НПО „ЭРКОН“»

ве расчётов и рекомендаций стандарта;

- *Format* – формат вводимых данных соответствующего столбца; здесь может присутствовать один из вариантов:
 - *String* – значения должны вводиться в текстовом формате;
 - *Real* – значения должны вводиться строго в числовом формате с запятой;
 - строго определённый набор символов;
- *Description* – пояснение к столбцу соответствующего параметра.

Таким образом, алгоритм работы с мастером *IPC Compliant Footprints Batch Generator* в общем случае представляет собой следующую последовательность действий:

1. Запуск мастера.
2. Запуск шаблона таблицы требуемого типа корпуса и её заполнение.
3. Сохранение таблицы данных под определённым именем.
4. Повторение пунктов 2 и 3 для любого количества корпусов любого типа.
5. Загрузка с помощью окна мастера полученных таблиц данных.
6. Настройка мастера.
7. Запуск генерации ПМ. По окончании формирования ПМ окно мастера автоматически закрывается.

ПРИМЕРЫ РАБОТЫ С IPC COMPLIANT FOOTPRINTS BATCH GENERATOR

Продemonстрируем принципы работы с мастером на основе примеров. Допустим, требуется сформировать линейку посадочных мест для чип-резисторов производства нижегородского АО «НПО „ЭРКОН“» и конденсаторов производства витебского ОАО «ВЗРД „Монолит“». Все необходимые данные представлены в документации на соответствующие линейки изделий, которую можно найти в свободном доступе на сайтах компаний [1, 2].

Для выполнения поставленной задачи запустим из редакто-

ра посадочных мест мастер командой *Tools → IPC Compliant Footprints Batch generator...* (необходимо заметить, что данный мастер также является частью расширения *IPC Footprint Generator*). В открывшемся окне раскроем выпадающее меню *Open Template...* и выберем пункт *CHIP*. В результате откроется шаблон файла, предназначенного для загрузки в AD данных по двухвыводным чип-корпусам. Ориентируясь на документацию на чип-резисторы производства АО «НПО „ЭРКОН“» [3] и на лист помощи *Legend – Package*, заполним соответствующими параметрами таблицу данных (см. рис. 2). В данном случае в первую очередь необходимо заполнить такие геометрические параметры, как *Lmin* и *Lmax* (минимальная и максимальная длина корпуса), *Wmin* и *Wmax* (минимальная и максимальная ширина корпуса), *Tmin* и *Tmax* (минимальная и максимальная длина вывода под корпусом) и *Amax* (максимальная высота корпуса). В параметре *PackageType* указывается тип корпуса – в данном случае для чип-резисторов прописываем букву *R*. Параметр *DensityLevel* определяет в соответствии со стандартом уровень плотности – в данном случае устроит средний уровень, поэтому прописываем букву *N*. Если столбцы *FootprintName* и *FootprintDescription* оставить без заполнения, то мастер их заполнит автоматически в соответствии со стандартом. Прописав в них свои данные. В столбце *FootprintName* укажем наименования типоразмеров корпусов в соответствии с данными из документации, а в столбце *FootprintDescription* – понятные нам пояснения. На этом заполнение таблицы закончим, поскольку все остальные данные будут рассчитаны мастером автоматически на основе стандарта. Сохраним получившийся файл данных под определённым именем и закроем его.

Далее снова откроем шаблон файла данных для чип-корпусов, ориентируясь на документацию на конденсаторы

Chip2PinSM		Package Specifications										
FootprintName	FootprintDescription	Lmin	Lmax	Wmin	Wmax	Tmin	Tmax	Amin	Amax	PackageType	PolarityPin	DensityLevel
MЧ1608М (коды Р и N)	Типоразмер 0603	1,4	1,8	0,6	1	0,2	0,2			1,2 С		N
MЧ1608М (код О)	Типоразмер 0603	1,4	1,9	0,6	1,1	0,2	0,2			1,4 С		N
MЧ2012М (код Р и N)	Типоразмер 0805	1,7	2,3	1,05	1,45	0,2	0,2			1,4 С		N
MЧ2012М (код О)	Типоразмер 0805	1,7	2,4	1,05	1,55	0,2	0,2			1,6 С		N
MЧ3216М (код Р и N)	Типоразмер 1206	2,8	3,6	1,4	1,8	0,2	0,2			1,6 С		N
MЧ3216М (код О)	Типоразмер 1206	2,8	3,7	1,4	1,9	0,2	0,2			1,8 С		N
MЧ3225М (код Р и N)	Типоразмер 1210	2,8	3,6	2,2	2,8	0,2	0,2			2 С		N
MЧ3225М (код О)	Типоразмер 1210	2,8	3,7	2,2	2,9	0,2	0,2			2,2 С		N
MЧ4532М (код Р и N)	Типоразмер 1812	4,5	5	2,8	3,6	0,3	0,3			2,2 С		N
MЧ4532М (код О)	Типоразмер 1812	4,5	5,2	2,8	3,7	0,3	0,3			2,4 С		N
MЧ45750М (код Р и N)	Типоразмер 2220	5,2	6,2	4,5	5,5	0,3	0,3			2,6 С		N
MЧ45750М (код О)	Типоразмер 2220	5,2	6,4	4,5	5,7	0,3	0,3			2,8 С		N

Рис. 3. Заполненная таблица для формирования линейки посадочных мест для чип-конденсаторов производства ОАО «ВЗРД „Монолит“»

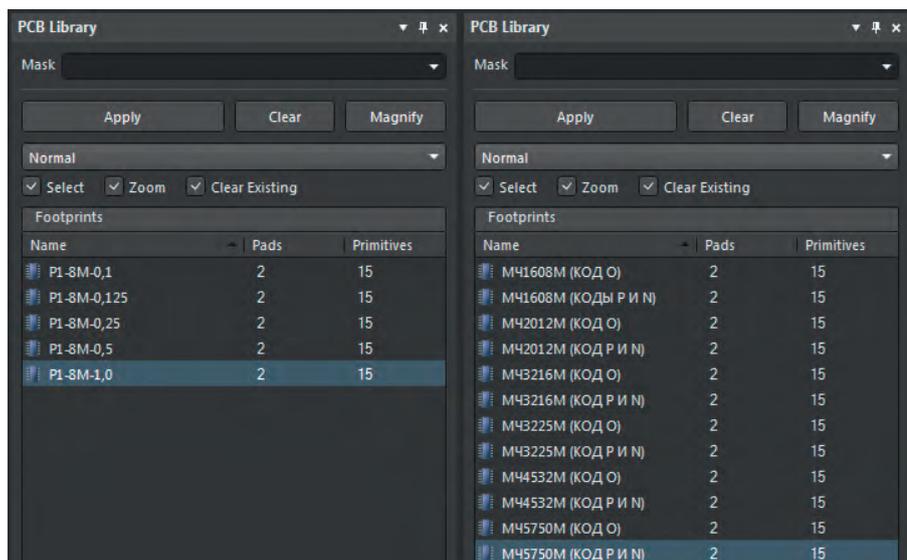


Рис. 4. Состав библиотек посадочных мест чип-резисторов (слева) и чип-конденсаторов (справа), сформированных за один сеанс работы мастера *IPC Compliant Footprints Batch Generator*

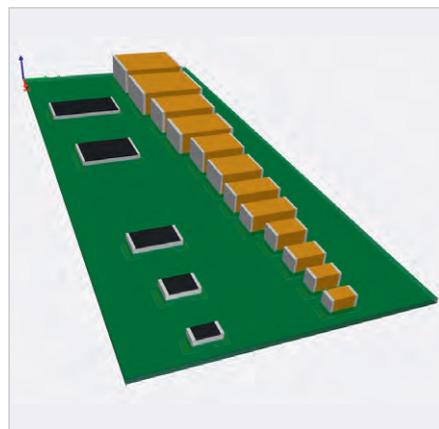


Рис. 5. Весь спектр посадочных мест чип-резисторов и чип-конденсаторов, сформированных за одну сессию работы мастера *IPC Compliant Footprints Batch Generator*

производства ОАО «ВЗРД „Монолит“» [4], заполним аналогичным образом таблицу данных для чип-конденсаторов (см. рис. 3), сохраним её под определённым именем и закроем.

Далее, имея две сформированные таблицы данных, загрузим их в AD с помощью окна мастера, а после этого

выполним его настройку, как показано на рисунке 1:

- с помощью опции *Output folder* зададим путь сохранения файлов библиотек посадочных мест;
- для формирования 3D-моделей в формате STEP поставим галочку *Produce STEP model* и зададим путь сохранения файлов 3D-моделей;
- с помощью соответствующего переключателя выберем вариант создания отдельных библиотек посадочных мест для каждого файла данных – *Generate single PcbLib files per input file*;
- поставим галочки *Generate report on completion*, *Open generated report* и *Open generated PcbLib files on completion*.

Теперь остаётся лишь запустить процесс генерации ПМ с помощью кнопки *Start*, которая расположена в правом нижнем углу окна мастера, и дождаться окончания его работы. После этого окно мастера закроется, а в среде AD откроются две сформированные библиотеки (см. рис. 4), в которых будут сохранены все сфор-

мированные ПМ (см. рис. 5). Кроме того, откроется окно с отчётом о произведённых операциях, а на жёстком диске по заданному пути появятся STEP-файлы сгенерированных 3D-моделей [5].

Последнее, о чём необходимо упомянуть: дополнительно к набору типов корпусов мастера *IPC Compliant Footprint Wizard* мастер *IPC Compliant Footprints Batch Generator* может генерировать ПМ для монтируемых в отверстия корпусов ЭК таких типов, как DIP, FM, SIP и ZIP.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном цикле статей были рассмотрены такие инструменты автоматизированного проектирования ПМ и 3D-моделей корпусов, как мастера *IPC Compliant Footprint Wizard* и *IPC Compliant Footprints Batch Generator*. На полный процесс разработки ПМ с формированием 3D-модели в стороннем САПР машиностроительного направления или с использованием собственных средств 3D-моделирования среды AD для таких типов корпусов, как BGA, QFP или QFN с числом выводов более 100, может потребоваться до 5–6 часов рабочего времени. Мастер *IPC Compliant Footprint Wizard* сводит это время до 10–20 минут не просто без потери в качестве выполненной работы, а ещё и со значительным уменьшением вероятности возникновения ошибок. При формировании ПМ и 3D-моделей для нескольких разных ЭК мастер *IPC Compliant Footprints Batch Generator* позволяет ещё сильнее сэкономить ресурсы разработчиков электронных изделий. Очевидно, что использование в процессе разработки электронных приборов рассмотренных инструментов даёт колоссальный прирост производительности на этапах формирования библиотечных компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. АО «НПО „ЭРКОН“»: www.erkon-nn.ru
2. ОАО «ВЗРД „Монолит“»: www.monolit.vitebsk.by
3. АО «НПО „ЭРКОН“». АБШК.434110.009 ТУ. Чип-резисторы постоянные непроволоочные P1-8M.
4. ОАО «ВЗРД „Монолит“». Каталог. Многослойные керамические конденсаторы.
5. Altium. Documentation 2018. IPC Compliant Footprints Batch Generator.



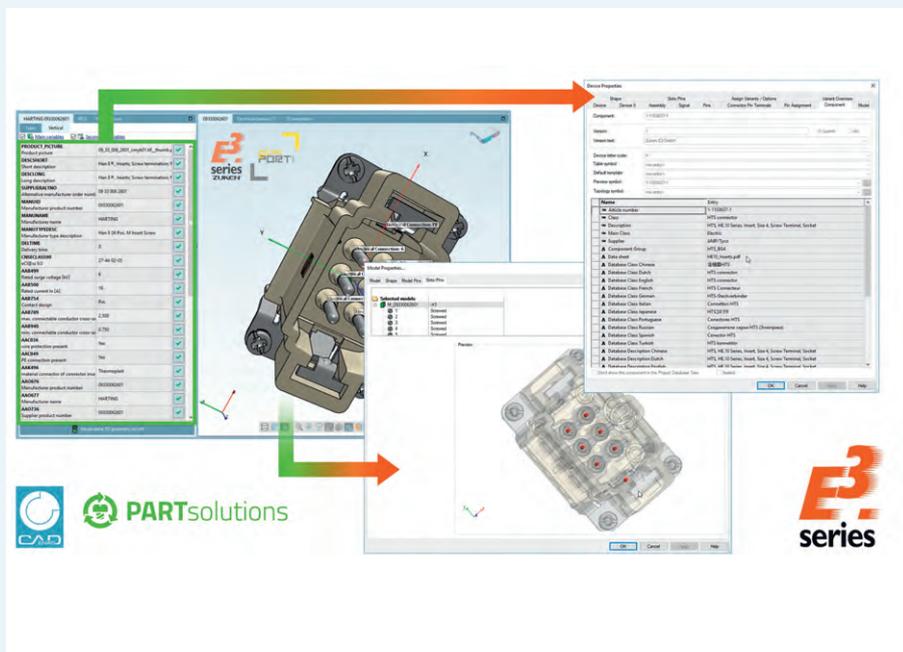
НОВОСТИ МИРА

HARTING ПЕРВЫМ ПРЕДОСТАВИЛ ECAD-ИНФОРМАЦИЮ ЧЕРЕЗ ОНЛАЙН-БИБЛИОТЕКУ

HARTING – первый производитель, который стал поддерживать общий интерфейс E³.series, разработанный поставщиками САХ-данных CADENAS и Zuken. Быстрый и надёжный доступ к библиотекам компонентов необходим для бесперебойного производства и ускорения времени выхода на рынок новых устройств.

Zuken и CADENAS в рамках укрепления своих компетенций объявили о партнёрстве, предоставив пользователям Zuken E3.series прямой доступ к онлайн-библиотекам компонентов. О партнёрстве было объявлено на глобальной клиентской конференции Zuken Innovation World, проходившей в Йокогаме, Япония, с 18 по 19 октября 2018 года.

Партнёрство укрепляет основные компетенции Zuken и CADENAS. Пользователи Zuken E³.series получают прямой доступ к portalу компонентов CADENAS, где они смогут найти компоненты из разных производств и загружать необходимые детали непосредственно в E³.series. Это даст пользователям ECAD широкий выбор деталей, поскольку портал CADENAS в настоящее время раз-



мещает библиотечные данные более чем 800 производителей.

E³.series – настоящая параллельная электротехническая среда, поддерживающая современные требования к электротехнической документации, шкафам, жгутам проводов и гидравлических конструкций.

Посетители Zuken Innovation World первыми увидели, как пользователи могут подобрать подходящий соединитель HARTING через портал компонентов CADENAS и загрузить его прямо в свой чертёж.

Пресс-служба HARTING Stiftung & Co. KG

ICAPE GROUP YOUR EXPERT SERVICES PROVIDER IN CHINA

НАШ ГЛОБАЛЬНЫЙ ОТВЕТ ВАШИМ ПОТРЕБНОСТЯМ В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЯХ

ЭКСПЕРТЫ К ВАШИМ УСЛУГАМ!



ЦЕНА

Лучшее соотношение цена -качество для ваших нужд. Наш глобальный объем закупок даёт возможность предложить вам конкурентные цены.



СКОРОСТЬ

Доставка к вашей двери всего за 5 дней! Два онлайн магазина работают без перерывов и выходных. 98% поставок вовремя.



КАЧЕСТВО

Член МПК и сертификат ISO 9001:2015. Наши поставщики: ISO 14001, ISO TS 16949, ISO 13485 и AS9100.

Реклама

ООО "АЙКЕЙП РУС"
115114, Москва,
Кожевническая ул. 10, стр. 1

www.icape-group.com
www.icapeshop.com
www.cipemshop.com

+7 495 668 11 33
info@icape-group.com



Проблемы проектирования устройств для сетей 5G миллиметрового диапазона

Джек Браун (Microwaves & RF)

В данной статье рассмотрены основные проблемы и задачи, стоящие перед разработчиками усилителей мощности для сетей 5-го поколения миллиметрового диапазона с учётом строгих требований к уровням выходной мощности и линейности и значению КПД устройства.

ВВЕДЕНИЕ

Беспроводные сети 5-го поколения (5G) часто называют по-настоящему «следующим» поколением сетей связи, поскольку их ожидаемые характеристики должны значительно превзойти все параметры текущего 4-го поколения (LTE). Несмотря на то что стандарты 5G ещё однозначно не установлены, многие, кто планирует их введение, согласны с тем, что сети нового поколения должны работать в более широкой полосе, обеспечивающей увеличенную пропускную способность передачи данных. Получить такую полосу возможно, перейдя в область более высоких частот, а именно в область миллиметровых волн (порядка 60 ГГц). Сама область миллиметровых волн хорошо зарекомендовала себя в «умных» системах автомобилей (например, в системах предотвращения столкновений используются радары на 77 ГГц), а возможность обеспечить рабочую полосу от 30 до 300 ГГц является многообещающей характеристикой диапазона, которая удовлетворит требованиям к пропускной способности сетей, особенно по сравнению с достигающими своих пределов параметрами сетей LTE. Тем не менее построение сетей 5G,

использующих все преимущества миллиметрового диапазона, требует увеличения уровней мощности передаваемых сигналов, а это значит, что ключевую роль в развитии новых систем будет играть доступность соответствующих усилителей мощности (УМ).

Проектирование УМ миллиметрового диапазона – задача нетривиальная. Как следует из названия, длины волн сигналов составляют от 1 до 10 мм. С учётом взаимоотношений между частотой, длиной волны и различными параметрами схем, необходимых для работы на столь высоких частотах, основными проблемами при разработке становятся миниатюризация схем и необходимость сохранения мощности сигнала за счёт уменьшения прямых и обратных потерь.

Перспективы 5-го поколения

Ожидания от сетей 5G велики даже несмотря на то, что инфраструктура к ним ещё не готова (см. рис. 1). Ранние поколения сетей беспроводной/сотовой связи строились для передачи голосовых данных, но уже с появлением сетей 2G и 3G ситуация стала меняться. Природа современных сетей связи изменилась во многом благодаря раз-

витию сети Интернет, став более ориентированной на передачу больших объёмов данных, что, в свою очередь, привело к появлению новых требований к скорости передачи данных и пропускной способности сетей.

Появление и развитие Интернета вещей (IoT) также ведёт к созданию устройств с низким энергопотреблением, поскольку большая их часть постоянно находится во включённом состоянии с непрерывным беспроводным подключением к интернету. Это отличает устройства IoT от смартфонов, которые могут находиться в режиме ожидания без постоянного потребления ресурсов сети. Постоянное подключение устройств IoT к сети может диктоваться их назначением – к примеру, устройства для мониторинга состояния здоровья должны непрерывно записывать и передавать данные о состоянии пациента. По различным оценкам, количество устройств IoT, которые должны будут находиться в подключённом к сети состоянии, может достигать нескольких триллионов уже через несколько лет – при этом не учитывается рост количества смартфонов, работающих в тех же сетях. В связи с этим необходимость в сетях с высокой пропускной способностью становится насущной проблемой.

Неизбежность перехода на новое поколение сетей обусловлена также и ограниченностью характеристик текущего поколения (4G). По сравнению с 3G сети 4-го поколения обеспечили значительный прирост производительности благодаря повышенной спектральной эффективности, обеспеченной продвинутыми методами модуляции и кодирования, а также развитием технологий антенн (например, MIMO – «многоканальный вход – многоканальный выход»).

Усовершенствования позволили добиться скорости передачи данных до 1 Гб/с для стационарных и порядка 100 Мб/с для мобильных устройств. Ожидания от сетей связи 5-го поколения подразумевают увеличение этих значений не менее чем в 10 раз. Это позволило бы обеспечить работу множества смартфонов и устройств



Рис. 1. Необходимость расширения рабочей полосы в связи с новыми требованиями к скорости передачи больших массивов данных

ОДНА ПЛАТФОРМА, БЕЗ ПРЕГРАД.

Простота гениальна

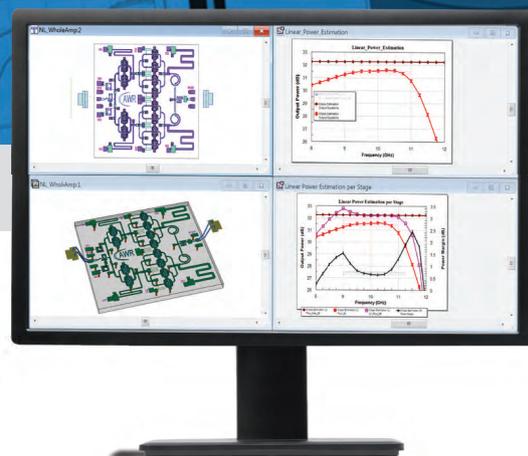
NI AWR DESIGN ENVIRONMENT

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

Новый раздел “Материалы и публикации” - awr.com/ru
Технические статьи и материалы о РЧ/СВЧ-проектировании.



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

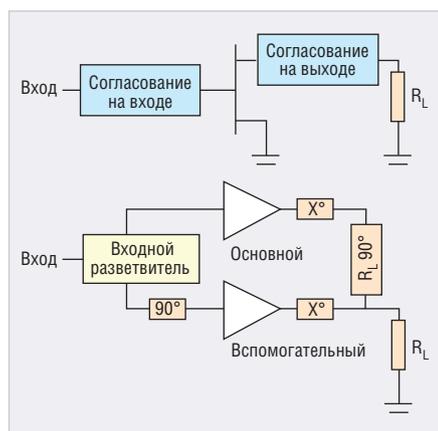


Рис. 2. Сравнение стандартного усилителя класса АВ и конструкции Догерти

IoT, постоянно передающих не только голосовые и текстовые данные, но и потоковые видео. Таким образом, скорость передачи данных должна составлять порядка 10 Гб/с.

Пропускная способность сети зависит от ряда факторов, включающих доступную полосу, количество каналов связи, количество сот и отношение сигнал/шум. Увеличение рабочей полосы за счёт перехода в миллиметровую область спектра позволит повысить пропускную способность, однако при этом разработчики надеются избежать серьёзного увеличения энергопотребления, что является важным требованием к проектированию УМ для 5G не только на высоких, но и на относительно низких частотах.

Основы проектирования УМ

Как правило, УМ описывается рядом характеристик, среди которых – коэффициент усиления, стабильность усиления, уровень выходной мощности, линейность, КПД, входной и выходной коэффициенты стоячей волны по напряжению (КСВН) и коэффициент шума. Рабочая полоса конкретного УМ определяется способностью усилителя сохранять значения этих параметров в требуемом диапазоне. Например, коэффициент усиления максимален на низких частотах и минимален на высоких, и допустимое отклонение определяется стабильностью усиления: значение ± 1 дБ соответствует диапазону стабильности в 2 дБ во всём рабочем диапазоне усилителя.

Выходная мощность является функцией входного уровня мощности, коэффициента усиления и допустимого уровня компрессии на выходе УМ. Для большинства УМ миллиметрового диапазона выходная мощность измеряется

и указывается для точки компрессии в 1 дБ (обычно обозначается как P1dB). Добиться большей мощности можно, увеличив уровень входного сигнала, но это сильно уменьшит линейность усилителя, поскольку параметры УМ будут определяться искажениями сигнала, например в точке компрессии в 3 дБ. В усилителе с высокой линейностью входные сигналы максимально пропорциональны выходным с точки зрения формы сигнала. С появлением цифровых схем модуляции увеличились и значения параметра отношения пиковой мощности к средней для сигналов. Это означает, что УМ заводятся в режим компрессии очень глубоко и только рабочая точка усилителя находится не намного ниже точки компрессии. В результате усилители и их модели создаются при всё более высоких уровнях компрессии, либо проектирование УМ и согласование производится в режиме back-off.

Высокая линейность большинства УМ достигается при работе на уровнях мощности входного сигнала ниже максимального – таким образом УМ не переходит в режим компрессии. С другой стороны, КПД усилителей максимален при работе именно в режиме компрессии, а именно в точке, где режим работы УМ считается насыщенным и его выходная мощность максимальна, поскольку дальнейшее увеличение входного сигнала не приведёт к существенному увеличению выходной мощности. Линейность – это ключевой параметр УМ систем 5-го поколения, т.к. для достижения высокой скорости передачи данных используются сложные схемы модуляции. Для корректной работы данных схем необходимы сигналы с минимальными искажениями. Линейность усилителей обычно достигается в ущерб энергоэффективности. Так, например, в классах А или АВ усилители постоянно включены и потребляют энергию для того, чтобы избежать нелинейных режимов работы.

В сетях 5G усилители должны работать с высоким КПД, чтобы минимизировать потребление энергии базовой станции или микросоты. Аналогично усилители в мобильных устройствах, работающих от батарей, должны работать в линейном режиме без ущерба значению КПД по добавленной мощности. Для увеличения КПД и линейности существуют различные методы. Например, в конструкции усилителя Догерти используются два усилителя

различных классов (см. рис. 2). Входной сигнал разделяется на две части и суммируется после усиления на выходе, при этом за счёт различного смещения усилителей и особенностей конструкции обеспечивается более эффективное потребление энергии с учётом формы и уровня сигнала. Для увеличения КПД усилителей используются различные методы отслеживания огибающей, позволяющие гибко изменять подачу питания на усилитель с тем, чтобы поддерживать значение выходной мощности на нужном уровне.

Для обеспечения высокой линейности УМ при сохранении достаточного КПД часто используются методы цифровой коррекции предискажений. Поскольку усилитель обладает наибольшим КПД в области точки насыщения, цифровая коррекция позволяет изменять форму модулированных сигналов таким образом, чтобы он работал с высоким КПД, но без искажений или повышенной нелинейности.

Полупроводниковые технологии

В производстве усилителей миллиметрового диапазона используются различные полупроводниковые технологии, включая транзисторы на кремний-германий (SiGe), арсениде галлия (GaAs), фосфиде индия (InP), нитриде галлия (GaN). Кроме того, применяются устройства на подложках из различных материалов, включая нитрид галлия на кремнии (GaN-on-Si) и нитрид галлия на карбиде кремния (GaN-on-SiC), обладающие превосходными тепловыми характеристиками для эффективного рассеяния.

Кремниевые LDMOS-усилители (металл-оксидные полупроводники с поверхностной диффузией) традиционно используются в роли высокоомощных активных устройств в базовых станциях сетей 3G и 4G. Кремниевые УМ со структурой «кремний-на-изоляторе» также способны обеспечить требуемые уровни мощности при конфигурации нескольких транзисторов в многоуровневую структуру. Полученные выходные мощности порядка 1 Вт на частоте до 28 ГГц с высокой степенью линейности усиления свидетельствуют о принципиальной применимости этих относительно недорогих в производстве структур для устройств сетей 5-го поколения.

Выбор материала для УМ во многом определяется тем, будет ли этот усилитель применяться в базовой станции

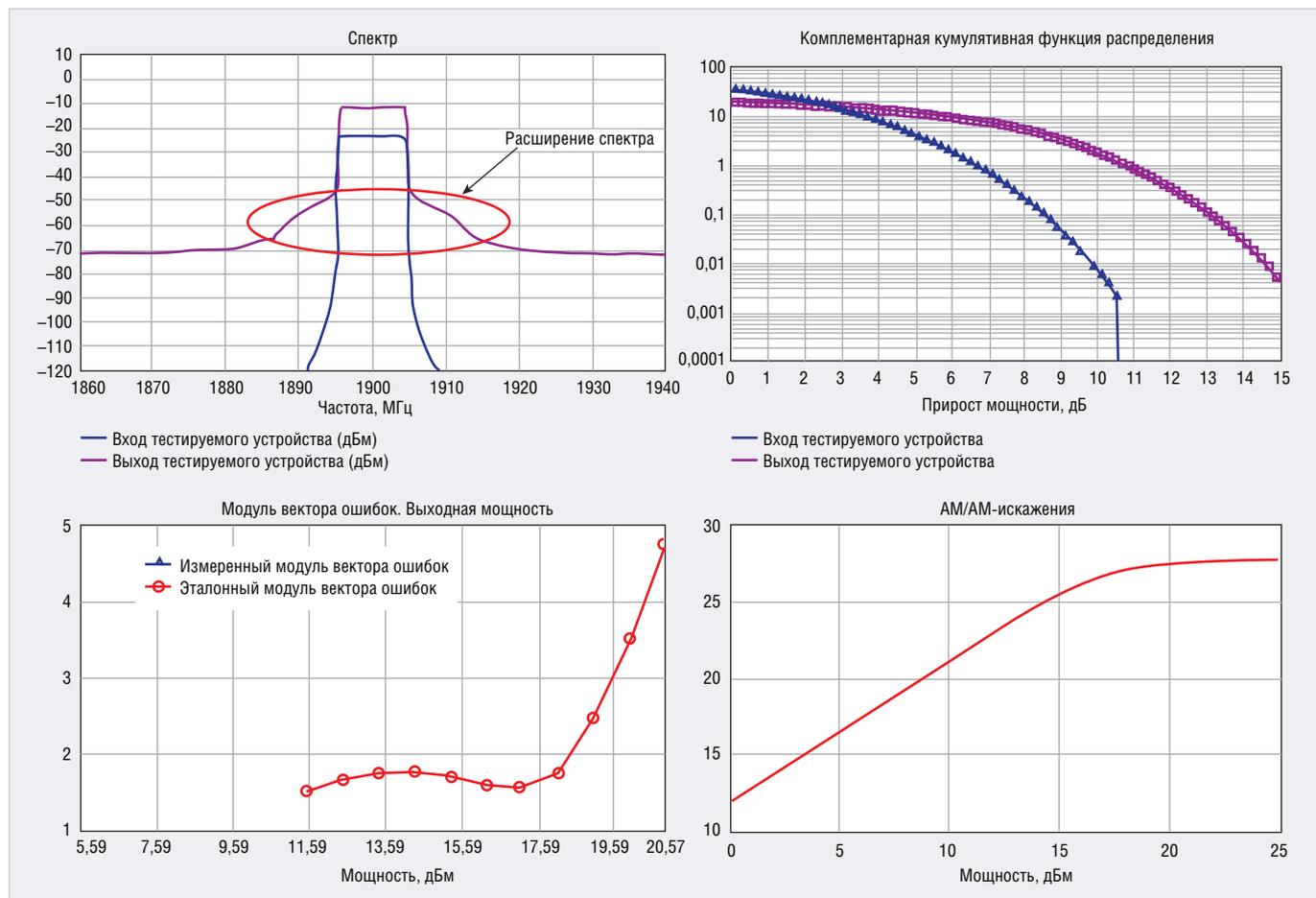


Рис. 3. Моделирование характеристик УМ в NI AWR Design Environment и Visual System Simulator

или в мобильном устройстве, а также рабочим частотным диапазоном, поскольку в разных странах мира под сети 5-го поколения планируется выделять различные диапазоны. Так, на данном этапе внимание инженеров привлекают диапазоны 4–6 и 24–86 ГГц, при этом требования к УМ в этих диапазонах также различаются: например, требование к уровню выходной мощности снижается с 30 до 0,2 Вт при переходе в область более высоких частот.

Ключевой характеристикой любого полупроводникового материала с точки зрения применения УМ в сетях 5G является высокая подвижность электронов, и все перечисленные ранее материалы показали своё превосходство над кремнием и являются перспективными для миллиметрового диапазона волн. На этих материалах были изготовлены различные структуры транзисторов, включая гетеробиполярные транзисторы (HBT), полевые транзисторы с затвором Шоттки (MESFET) и транзисторы с высокой подвижностью электронов (HEMT). Каждая из структур обладает определёнными усилительными и мощностными характеристиками в миллиметровой области спектра.

Нитрид галлия (GaN) в последнее время становится предпочтительным материалом для многих разработчиков УМ, в том числе и для применения в миллиметровой области. В то время как SiGe-, InP- и GaAs-транзисторы обладают частотой среза до 300 ГГц и выше, GaN обеспечивает значительно более высокие уровни допустимой мощности, тем самым позволяя создавать усилители на дискретных элементах или монолитные интегральные схемы УМ меньшего размера и большей мощности по сравнению с другими материалами.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УМ

Как было отмечено ранее, проектирование усилителя для сетей 5G миллиметрового диапазона требует достижения компромисса между рядом параметров и характеристик, таких как линейность и КПД. В зависимости от технологии активного устройства перед разработчиком стоит задача выбора конструкции усилителя, количества каскадов и т.д. Конечный результат будет определяться набором требований к усилителю: частотный диапазон, коэффициент усиления, выходная мощность, линейность и КПД.

Получение оптимальных характеристик зависит от качества решения задачи согласования входного и выходного импедансов транзистора к характеристическому импедансу системы. Как правило, с этой целью производятся измерения S-параметров устройства на векторном анализаторе для получения малосигнальных характеристик на входе, а также load-pull-измерения при помощи соответствующего тюнера для нелинейного согласования выходного импеданса на основе данных, полученных в режиме большого сигнала. Оптимальный импеданс источника позволяет уменьшить коэффициент шума УМ, в то время как согласование нагрузки необходимо для получения требуемых параметров выходной мощности, КПД и линейности (а также коэффициента мощности по смежному каналу и модуля вектора ошибок (см. рис. 3)). Ввиду необходимости проведения большого количества расчётов разработчикам рекомендуется использовать автоматизированные установки для проведения load-pull-измерений, например от Maury Microwave или Focus Microwave. Применение программного обеспечения типа LabVIEW от National

Instruments позволяет дополнительно автоматизировать этот процесс и сократить время, требуемое для подготовки транзистора к согласованию и дальнейшему проектированию.

Проектирование усилителя мощности в среде разработки NI AWR Design Environment с подключённым модулем схмотехнического проектирования Microwave Office может основываться на компактной или поведенческой модели транзистора. Альтернативный подход заключается в непосредственном использовании измеренных (или промоделированных на основе компактной модели) данных load-pull. Microwave Office предоставляет разработчикам необходимые функциональные возможности для обработки больших объёмов данных измерений и моделирования. При этом он позволяет проводить согласование не только на основе построенных контуров различных ключевых характеристик, но и дополнительно автоматизировать процесс благодаря последним нововведениям, а именно инструменту синтеза цепей согласования. Мощные схмотехнические симуляторы (линейный и гармони-

ческого баланса), а также электродинамические решатели (планарный AXIEM и трёхмерный Analyst) позволяют проводить анализ различных возможных реализаций схемы для оценки влияния параметров линий передачи и конфигурации пассивных компонентов и даже различных согласующих схем на характеристики всего усилителя.

В зависимости от конкретного применения (стационарного или портативного) усилитель для сетей 5G должен отвечать различным требованиям к частотному диапазону, уровню мощности, КПД и линейности. Стандартные линейные симуляции позволяют оценить коэффициент усиления, возвратные потери и другие параметры в зависимости от частоты. Для тестирования работы усилителя в условиях, приближённых к реальным, используется NI AWR Design Environment в виде входящих в состав системного модуля Visual System Simulator блоков цифровой модуляции нового поколения (включая CP-OFDM) и предустановленной тестовой схемы для 5G, которая позволяет рассчитывать различные параметры с точки зрения системного дизайна в той же среде

проектирования. Разработчик может рассчитать основные параметры усилителя и запустить моделирование значений коэффициента мощности по смежному каналу (ACPR) и роста внеполосного излучения за счёт нелинейности усилителя или модуля вектора ошибок – ещё одной метрики линейности, описывающей вектор ошибки на сигнальном созвездии между идеальной точкой и точкой, полученной в приёмном тракте.

Несмотря на то что миллиметровый диапазон частот может обеспечить очень широкие рабочие полосы для устройств сетей 5-го поколения и других применений, включая автомобильные радары и системы безопасности, усилители мощности для этих областей, вероятно, будут ограничены в рабочей полосе. Многие организации, планирующие введение сетей 5G, предлагают использование узких каналов передачи данных вокруг центральных частот 24, 28 или 60 ГГц. Помимо этого, проектирование согласующих схем в узкой полосе значительно проще, чем в широкой, особенно в том случае, если речь идёт об устройствах, работающих в миллиметровом диапазоне волн. 

НОВОСТИ МИРА

**РВК и НТИ «Энерджинет»
РАЗРАБОТАЮТ СТАНДАРТЫ
АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ IОE**

Технический комитет «Киберфизические системы», созданный на базе РВК, начал разработку стандартов терминологии и архитектуры для распределённых энергетических систем. Проект позволит стимулировать массовое внедрение в России разработок в сфере «умной» энергетики и замедлить рост стоимости электроэнергии для конечных потребителей.

Технические стандарты разрабатываются по инициативе проекта «Архитектура Интернета энергии», который получил поддержку в рамках дорожной карты Национальной технологической инициативы «Энерджинет». Документы нормативно-технического регулирования позволят создать основу для развития в России Интернета энергии (IoE) – нового типа энергосистем с интеллектуальным децентрализованным управлением объектами распределённой энергетики, который обеспечивает свободный обмен электроэнергией между генераторами, потребителями, просьюмерами и другими субъектами отрасли.

На базе технического комитета «Киберфизические системы» при участии Инфра-

структурного центра НТИ, статус которого получил Фонд «Центр стратегических разработок „Северо-Запад“», будут разработаны стандарты «Информационные технологии. Умная энергетика. Термины и определения» и «Информационные технологии. Умная энергетика. Типовая архитектура Интернета энергии».

Первый стандарт позволит определить и сделать однозначным толкование новых терминов и понятий «умной» распределённой энергетики, кодифицировать язык её описания и разработки. Второй стандарт определит архитектурные требования к построению энергетических систем в парадигме Интернета энергии. В частности, в нём будут заданы принципы построения электроэнергетических систем такого типа, а также требования к компонентам и модулям, выполнение которых обеспечит возможность масштабирования энергосистем по принципу plug&play.

Интернет энергии – это peer-to-peer-энергетика, построенная на принципах свободного обмена энергией и взаимного оказания услуг всеми пользователями энергетики в целях оптимального использования возможностей энергосистемы и всех входящих в неё субъектов. Архитектура вклю-

чает в себя весь необходимый набор силовых, информационно-управляющих и финансовых систем для обеспечения такого свободного обмена энергией.

Актуальность разработки стандартов и массового развития «умной» энергетики обусловлена потребностью российской экономики в новом источнике повышения эффективности энергетической отрасли. Растущая неэффективность российской электроэнергетики становится фактором ограничения конкурентоспособности отечественной экономики. Решающую роль в поисках ответа на этот вызов в ближайшее время сыграет распределённая энергетика.

Оценки на основе модельных расчётов показывают, что реализация новой архитектуры позволит снизить потребность в присоединённой мощности потребителей и оптимизировать структуру генерирующих и сетевых мощностей.

Разработка и утверждение стандартов позволит сделать практику создания и развития распределённой энергетики массовой, даст игрокам этого растущего рынка основы системного подхода и методологии для множества частных решений и проектов, снизит барьер входа на этот рынок и в результате позволит перейти от пилотных проектов

к масштабированию «умной» энергетики. В результате рост стоимости электроснабжения для конечных потребителей замедлится, надёжность электроснабжения и качество электроэнергии вырастут.

Первые проекты стандартов в сфере «умной» энергетики будут разработаны и представлены для публичного обсуждения и доработки к середине 2019 года. После этого они будут внесены техническим комитетом на утверждение в Росстандарт.

По прогнозам экспертов Центра стратегических разработок и рабочей группы НТИ «Энерджинет», масштабное развитие электроэнергетики на основе архитектуры Интернета энергии позволит сдержать рост цен на электроэнергию на 30-40% к 2035 году по сравнению с инерционным сценарием.

Пресс-служба РВК

«РОСЭЛЕКТРОНИКА» ПРОВЕЛА КРУГЛЫЙ СТОЛ С МОЛОДЫМИ СПЕЦИАЛИСТАМИ НА WorldSkills Hi-Tech

В рамках V Национального чемпионата сквозных рабочих профессий высокотехнологических отраслей промышленности WorldSkills Hi-Tech 2018 состоялся круглый

стол с участием индустриального директора радиоэлектронного комплекса Госкорпорации «Ростех» Сергея Сахненко, руководства холдинга «Росэлектроника», директоров ключевых предприятий отрасли и молодых специалистов организаций радиоэлектронного кластера.

Призёры инновационных конкурсов, лидеры рейтинга молодёжных промышленных форумов, активисты молодёжных объединений – всего более 60 участников из 14 регионов России – приняли участие в открытой дискуссии с руководством отрасли.

В ходе обсуждения были затронуты вопросы, связанные со стратегией развития радиоэлектронного кластера «Ростеха», возможностями карьерного роста для молодёжи, жилищной политикой, системой наставничества, корпоративными программами обучения.

«Сегодня закладываются проекты и формируются направления, которые не только будут определять будущее радиоэлектроники в ближайшие 5–10 лет, но станут фундаментом для новых прорывных технологий. Именно молодёжь должна стать драйверами этих изменений. У нас есть традиции, накопленные десятилетиями, и большой потенциал для освоения новых продукто-



вых направлений и выхода на новые рынки», – отметил индустриальный директор радиоэлектронного кластера Госкорпорации «Ростех» Сергей Сахненко.

«„Росэлектроника“ сейчас ведёт активную работу с молодёжью. Мы формируем перечень компетенций и специальностей, которые необходимы для обеспечения работы будущих производственных мощностей наших предприятий. На основе выявленных компетенций совместно с профильными вузами мы будем разрабатывать обучающие программы. Это позволит своевременно обеспечить потребность в кадрах по тем направлениям, которые на сегодняшний день ещё отсутствуют, а завтра уже будут активно востребованы предприятиями холдинга», – отметила заместитель генерального директора холдинга «Росэлектроника» Наталья Транковская.

Пресс-служба Объединённой «Росэлектроники»

Elektro-Automatik

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ НАГРУЗКИ

Для лабораторий и промышленности

Функции:

Испытания постоянной мощностью, током, напряжением, сопротивлением
 Запись результатов испытаний
 Рекуперация энергии до 95%

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
 INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

100 лет супергетеродинному радиоприёмнику

Владимир Бартнев (bartvg@rambler.ru)

Статья рассказывает о зарождении и основных достижениях радиоэлектроники в области радиоприёмных устройств. Историческое повествование ведётся на примере развития техники супергетеродинного приёма на протяжении длительного времени. В центре внимания – борьба изобретателей супергетеродина Армстронга и Леви за свои приоритеты. Важное место занимает история супергетеродина в нашей стране.

В состав радиотехнических систем радиоприёмное устройство входит как одна из наиболее важных составных частей. Технические характеристики радиоприёмных устройств во многом определяют эффективность радиотехнических систем в целом. Именно поэтому начиная со времени создания первых приёмных устройств Александром Степановичем Поповым повсеместно шла непрерывная борьба за повышение чувствительности, избирательности и помехозащищённости радиоприёмников. Особенно бурное развитие приёмной техники началось с изобретения элек-

тронной радиолампы – диода Флеминга, а затем триода Ли Де Фореста [1]. Настоящим прорывом в области повышения чувствительности радиоприёмных устройств можно считать изобретение регенеративного радиоприёмника Эдвином Говардом Армстронгом (1890–1954).

Предшественник СУПЕРГЕТЕРОДИНА – РЕГЕНЕРАТОР АРМСТРОНГА

29 октября 1913 года американский изобретатель Эдвин Говард Армстронг подал свою заявку на патент под названием "Wireless receiving system" [2]. Это была заявка на патент регенеративного приёмника, который вступил в силу 4 октября 1914 г. под номером US1113149. Свою заявку Армстронг подал в 23 года, будучи выпускником Колумбийского университета. Как уже было сказано, этому предшествовало изобретение 3-электродной лампы (audion tube) Ли Де Форестом, который получил на неё патент в 1906 году. Де Форест не мог не заметить появления патента Армстронга и сразу же вступил в борьбу за оспаривание своего приоритета в изобретении и регенератора, ссылаясь на то, что, в соответствии с его лабораторными записями, в 1912 году он наблю-

дал генерацию за счёт положительной обратной связи в изобретённой им лампе. Многолетняя судебная тяжба стоила Де Форесту более \$1 млн, но это его не остановило, т.к. к этому времени он уже был владельцем 25 фирм. Несколько раз дело рассматривал Верховный суд США, и в итоге Де Форест своего добился. Тем не менее, пока шли судебные рассмотрения вопроса о приоритете в изобретении регенератора, многие фирмы уже успели приобрести лицензию у Армстронга и освоили регенераторы в производстве. Среди производителей регенеративных приёмников в США в 20-е годы особенно преуспел П. Кросли (1886–1961). История создания его фирмы такова [3]. В 1921 году он решил сделать подарок своему сыну, купив ему детекторный приёмник, однако его поразила высокая цена на эти устройства. В результате он решил собрать такой приёмник самостоятельно и, убедившись, что это совсем несложно, счёл выгодным для себя основать фирму по производству радиоприёмников. В тот же год он приобрёл компанию The Precision Equipment Co. и на её базе создал Crosley Radio Corporation. Начав с детекторного приёмника, фирма Кросли динамично развивалась, освоив в производстве линейку регенераторов по лицензии на патент Армстронга № 1113149. Слоган фирмы "Better – cost less", что можно перевести как «Лучше и дешевле», способствовал её успеху. Кросли первым в США внедрил в производство своих приёмников прогрессивный способ сборки на конвейере, после чего его стали называть Фордом в радиопромышленности. Взятая из описания одного из популярнейших в США 20-х годов регенеративного приёмника Crosley 51 реклама звучит следующим образом: "Wonderful instrument, which astounded radio world". Такой приёмник имеется в коллекции автора. Его электрическая схема приведена на рисунке 1. Это классический регенеративный детектор Эдвина Армстронга с однокаскадным УНЧ, подключённый через переходной трансформатор.

Следует обратить внимание, что демонстрируемый приёмник Crosley 51

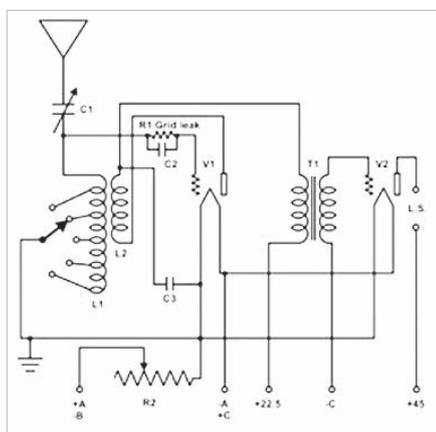


Рис. 1. Электрическая схема регенератора Crosley 51



Рис. 2. Наклейки на корпусе приёмника Crosley 51 с противоречивой информацией о его производителях

изготовлен в Торонто (Канада) фирмой Де Фореста, но по схеме Армстронга и с использованием лицензии, купленной П. Кросли. Об этом говорят две наклейки на его корпусе (см. рис. 2). Здесь можно только отметить исключительную предприимчивость изобретателя аудиона и одновременно превосходство схемы регенератора Армстронга над другими приёмниками.

КТО ИЗОБРЕЛ СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЁМНИК

Хотя регенеративный приёмник благодаря своей простоте и экономичности навсегда останется в истории радиоприёмной техники значимой вехой в её развитии, для решения задач, требующих высокой чувствительности и избирательности, стабильной и надёжной работы, предпочтение следует отдать супергетеродину.

История изобретения супергетеродина, как и регенератора, также весьма противоречива и неоднозначна. Французский инженер Люсьен Леви 4 августа 1917 года подал заявку на изобретение супергетеродина во Франции и получил патент в августе 1919 года под номером 493660.

Он же 12 августа 1918 г. также подал заявку на изобретение супергетеродина и в США (патент США № 1734038), причём сделал это за 6 месяцев до Эдвина Армстронга, чья заявка на супергетеродин была подана 8 февраля 1919 г. Патентному ведомству США пришлось иметь дело с двумя заявками на изобретение. Поскольку патент не может быть выдан дважды на одно и то же изделие, требовалось судебное разбирательство. Апелляционный суд округа Колумбия (США) признал изобретателем супергетеродина Люсьена Леви, и 5 ноября 1929 года патент на супергетеродинный приёмник был ему выдан с приоритетом от 4 августа 1917 года. Свои права на патент в США Люсьен Леви продал за \$20 000 фирме AT&T, которая до настоящего времени является их обладателем. Более подробно ознакомиться с патентом Люсьена Леви на супергетеродин с названием «Electrical transmission of energy» («Электрическая передача энергии» – весьма странное название, явно позаимствованное у патентов Теслы) можно в [4]. Далее приводится описание одного из важ-

нейших отличительных признаков супергетеродина, который входит в формулу изобретения Люсьена Леви: «A carrier wave transmission system comprising selective means for receiving a desired radio frequency, a local source of high frequency energy, means for combining the received energy and the energy of the local source to produce an intermediate frequency lower than the received frequency but above audibility, a second local source of alternating current energy and a detector for combining the intermediate frequency energy and the energy of said second local source to reduce signals and an electrical filter connected at one end to a circuit containing the intermediate frequency and at the other end to said detecting means» («Система, содержащая избирательные средства для приёма требуемой радиочастоты, локальный источник высокочастотной энергии, средство для объединения принимаемой энергии и энергии локального источника, для получения промежуточной частоты ниже принятой частоты, но выше слышимой, второй локальный источник энергии переменного тока и детектор для объединения энергии промежуточной частоты и энергии упомянутого второго локального источника для выделения сигналов и электрического фильтра, соединённого на одном конце со схемой на промежуточной частоте, а на другом – со средством детектирования»).

Следует обратить внимание на введённые Л. Леви впервые важные термины: промежуточная частота ниже принимаемой, но выше слышимой; локальный источник для преобразования принимаемой частоты в промежуточную (имеется в виду гетеродин); фильтр на промежуточную частоту и второй локальный источник, который следует понимать как так называемый телеграфный гетеродин. При этом под энергией принимаемой, промежуточной и генерируемой локальными источниками в патенте следует понимать, конечно, электромагнитную энергию.

О втором, так называемом телеграфном гетеродине следует сказать особо. Гетеродинный приём стал широко применяться достаточно давно: с переходом на передачу незатухающих колебаний и их приём кристаллическими детекторами. В гетеродинном приёмнике на детектор подавались два сигнала – принимаемый и гете-

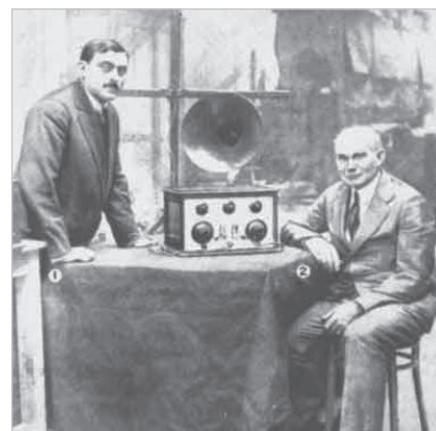


Рис. 3. Люсьен Леви (стоит слева) демонстрирует свой супергетеродин Ли де Форесту

родинный, значительно больший по амплитуде. Если частота гетеродина немного, например на 1 кГц, отличается от частоты приёма, то на выходе детектора появляется напряжение биений с разностной частотой. Телеграфные сигналы в этом случае воспринимаются в телефонах привычными хорошо различимыми тональными сигналами азбуки Морзе. Таким образом, добавление ещё одного гетеродина для преобразования частоты принимаемого сигнала в промежуточную частоту, на которой происходят основное усиление и фильтрация, превращает гетеродинный приём в супергетеродинный.

На рисунке 3 изображены Люсьен Леви и изобретатель аудиона (3-электродной лампы) Ли де Форест – два «победителя» судебных тяжб с Армстронгом. Ли де Форест сумел доказать в суде, что он изобрёл регенератор (рассмотрение продолжалось с 1914 по 1934 год), а Люсьен Леви судом был признан изобретателем супергетеродина (рассмотрение шло с 1917 по 1929 год). На фоне этих исторических фактов естественным образом вспоминается ещё один судебный прецедент, который связан с признанием Теслы изобретателем радио Верховным судом США (1943 год, ответчиком выступал Маркони). При этом в России подобный судебный процесс был бы невозможен: трудно себе представить профессора Александра Степановича Попова, выросшего в православной семье старинного рода священнослужителей (9 поколений), получившего духовное образование, видного учёного пустившимся в многолетние судебные тяжбы с предприимчивым Маркони. Это не могло быть выбором



Рис. 4. Фрагмент статьи Б.П. Асеева с описанием супергетеродина

нашего великого соотечественника, изобретателя радио.

СУПЕРГЕТЕРОДИН В РОССИИ

В СССР первая публикация о супергетеродине появилась в № 12 журнала «Радио всем» за 1926 год (см. рис. 4). Это статья Бориса Павловича Асеева (1901–1965), в дальнейшем генерал-майора инженерно-технической службы, доктора технических наук, профессора. Следует заметить, что на рисунках в этой статье весьма своеобразно объясняется работа супергетеродина, в частности преобразование частоты в промежуточную и звуковую с помощью суммирования и детектирования.

В 1928 году под руководством Александра Ильича Деркача (главный конструктор) в Остехбюро был разработан первый отечественный супергетеродинный приёмник «Дозор» [5]. В нём впервые был применён кварцевый фильтр на промежуточной частоте. По рекомендации комиссии, возглавляемой А.И. Бергом, приёмник был запущен в серийное производство на заводе им. Козицкого. Электрическая схема приёмника из технической документации завода представлена на рисунке 5.

Другим ярким примером применения супергетеродина является приёмник для макета первой импульсной РЛС «Редут», созданный в ЛФТИ по руководством Д.А. Рожанского в 1935 году. Это был первый в стране УКВ-супергетеродин с двойным преобразованием частоты, имеющий высокую чувствительность, которая обеспечивала приём отражённых сигналов от самолётов в первых отечественных РЛС дальнего обнаружения РУС-2, принятых на вооружение перед Великой Отечественной войной [6].

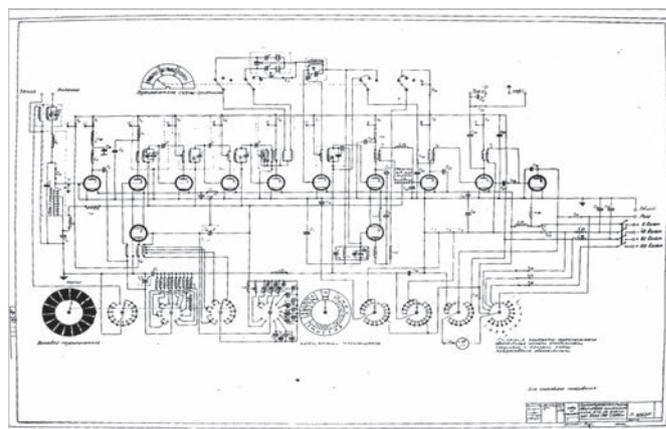


Рис. 5. Электрическая схема супергетеродина с кварцевым фильтром «Дозор М»

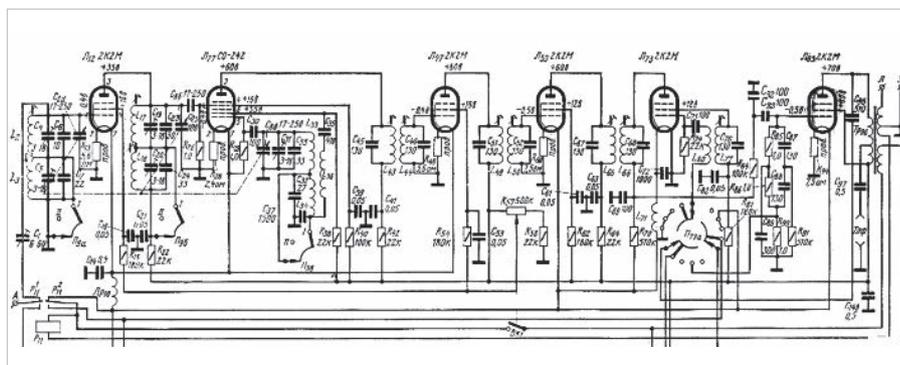


Рис. 6. Электрическая схема супергетеродина радиостанции РБМ

Первый бытовой советский серийный супергетеродинный приёмник типа ЦРЛ-8 разработки Центральной радиолaborатории выпустил завод имени Козицкого в Ленинграде в конце 1935 года. Создана была и радиола на его базе. Ему предшествовала разработка в 1931 году отечественного батарейного супергетеродина СГ-6. Прибор комплектовался рамочной приёмной антенной и работал на лампах типа ПТ-2. Александровский радиозавод в 1936 году начал выпуск знаменитых супергетеродинов первого класса серии СВД. За СВД последовали СВД-М, СВД-9, СВД-10. Им на смену пришли приёмники 9Н-4, 10Н-15, 5НУ-8, 5Н-12, радиолы Д-11, 10МГ-16. В начале 1938 года Воронежский завод «Электросигнал» приступил к серийному выпуску самого массового довоенного супергетеродина 6Н-1. Перед Великой Отечественной войной были разработаны модели супергетеродинов «Маршал», «Пионер» (приёмник и радиола), КИМ (все три выпускались Минским радиозаводом им. Молотова).

В годы войны выпуск бытовых радиоприёмников был прекращён, но в военных радиостанциях, таких как

РБМ (см. рис. 6), 12-РП, 13-Р, РСИ-4, применялись высокочувствительные коротковолновые супергетеродины.

С окончанием Великой Отечественной войны разработка новых моделей бытовых супергетеродинных приёмников была возобновлена. Одним из первых супергетеродинов, выпущенных на возрождённом Воронежском заводе «Электросигнал» в 1945 году, был батарейный супергетеродин «Родина». В массовое производство в Иркутске и Бердске после войны был запущен супергетеродин «Рекорд», подвергавшийся в дальнейшем многочисленным модификациям. Наибольшей популярностью и спросом у населения пользовались массовые недорогие супергетеродины «Москвич-В» и АРЗ, сконструированные по экономичной рефлексной схеме. К 1949 году начался серийный выпуск множества многоламповых супергетеродинов: это приёмник и радиола «Урал-47», «Рига Т-689» и «Рига Т-755», приёмник «Минск» и радиола «Минск Р-7», «Восток 7Н-27», «Беларусь» и «Ленинград». Высоким достижением бытовой радиоприёмной ламповой техники тех лет в СССР стал радиоприёмник 1-го клас-



Рис. 7. Супергетеродин «Фестиваль» с пультом дистанционного управления

са «Мир М-152», который выпускался Рижским государственным электротехническим заводом ВЭФ. «Мир М-152» представляет собой 13-ламповый всеволновый супергетеродин с питанием от сети переменного тока. Его модернизированный вариант «Мир М-154» с улучшенным внешним видом и электроакустическими данными был использован при создании радиолы «Мир М-154Р». Наивысшим достижением бытовой отечественной радиоприёмной ламповой техники можно считать радиоприёмник «Фестиваль», который с осени 1957 года выпускался на Рижском радиозаводе имени А.С. Попова. Супергетеродинный приёмник высшего класса с дистанционным управлением «Фестиваль» (см. рис. 7) на Всемирной выставке Expo-58 в Брюсселе был отмечен почётным дипломом.

Новый послевоенный этап развития радио характеризовался более высокими требованиями прежде всего к военной радиоприёмной технике. Работы по созданию такой техники получили высокую оценку в виде Сталинских премий за 1950 год, лауреатами которых стали: за приёмник «Кит» – Антон Антонович Савельев и Анатолий Леонидович Харинский, за приёмник «Крот» – Вера Васильевна Елизарова, Аким Лукьянович Аствацатуров, Николай Иванович Светлов.

Нельзя не вспомнить супергетеродинный приёмник, который был создан в НИИ-20 (ныне ВНИИРТ) Александром Ильичом Деркачом. Это был тот самый Александр Ильич – создатель довоенного супергетеродина «Дозор» и магистральной линии связи «Алмаз», за которую он был награждён Сталинской премией в 1943 г. В начале 50-х годов он завершил разработку уникального радиоприёмника «Берилл» – вершины его радиотехнической деятельности. Являясь главным конструктором целого семейства супергетеродинных радиоприёмников, А.И. Деркач впервые предложил

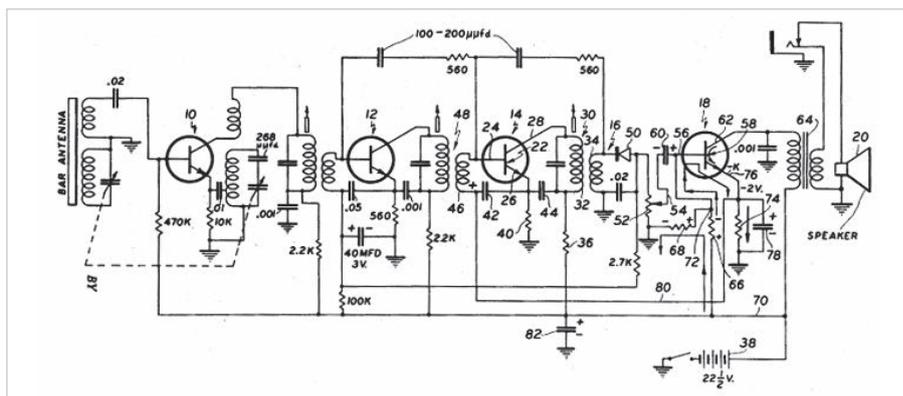


Рис. 8. Первый в мире супергетеродин на транзисторах Regency TR-1

применить подобный приём на дискретных частотах. При сдаче эскизного проекта радиоприёмника «Берилл» заказчик принял его сразу как технический проект – настолько тщательно и в срок он был разработан. Это был специальный коротковолновый магистральный связной радиоприёмник. Радиоприёмное устройство «Берилл» было представлено на соискание Сталинской премии в 1953 году, однако после смерти И.В. Сталина эти премии были отменены, и А.И. Деркач остался без второй награды.

СУПЕРГЕТЕРОДИНЫ НА ПОЛУПРОВОДНИКАХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Первый серийный полностью транзисторный приёмник также был супергетеродинным. Он был выпущен в США под названием Regency TR-1 в 1954 году. Приёмник был запатентован Ричардом Кочем (патент США 2892931 [7]). Схема прибора из патента приведена на рисунке 8.

В приёмнике используются 4 транзистора типа n-p-n. Первый транзистор совмещает в себе функции преобразователя частоты и гетеродина. Усилитель промежуточной частоты двухкаскадный. После детектирования полупроводниковым диодом сигнал усиливается однокаскадным усилителем низкой частоты. Применение точечных транзисторов фирмы Texas Instrument в этом приёмнике потребовало использовать нестандартный источник питания на 22,5 В. В СССР один из первых транзисторных супергетеродинов был выпущен в начале 1957 года Воронежским радиозаводом и назывался «Спутник» (см. рис. 9). Советские транзисторы, применённые в нём, были не хуже американских, японских и английских. В приборе были установлены диффу-

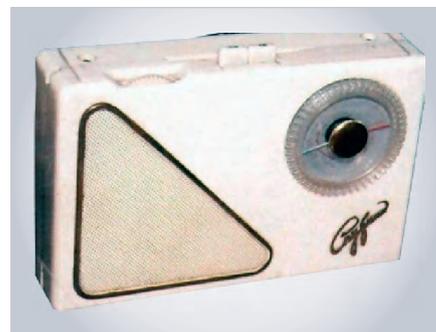


Рис. 9. Первый советский транзисторный супергетеродин «Спутник»

зионные высокочастотные транзисторы П402 (60 МГц), П401 (30 МГц) и 5 плоскостных Пб. Все эти транзисторы были произведены серийно на заводе «Пульсар» в Москве. Приёмник работал от аккумулятора напряжением 5 В, который заряжался от встроенной солнечной батареи.

Супергетеродин «Меридиан-201» уникален тем, что является первым в СССР приёмником, который уже с 1971 года был выполнен на трёх гибридно-плёночных интегральных микросхемах 237-й серии, а приёмник «Меридиан РП408» в 1984 году был собран полностью на одной монолитной интегральной микросхеме К174ХА10. На примере целого семейства супергетеродинов «Меридиан», начало выпуска которых было положено ещё в 60-х годах тогда ещё на транзисторах Киевским заводом «Радиоприбор», можно наблюдать эволюцию развития радиоприёмных устройств. Первая отечественная частично цифровая модель приёмника была создана в СССР в 1986 г. Это супергетеродин «Электроника 26-01» с синтезатором частоты, сканированием принимаемых частот на СВ и УКВ, памятью на 14 станций, электронными часами и будильником (см. рис. 10).



Рис. 10. Первый отечественный супергетеродин на интегральных схемах с цифровым управлением «Электроника 16-21»



Рис. 11. Первый отечественный программируемый приёмник «Орлёнок»



Рис. 12. Первый зарубежный программируемый приёмник Morphy Richards (Англия)

Этот приёмник стал предтечей нового поколения цифровых приёмных устройств, в которых принимаемый сигнал или сигнал на промежуточной частоте подвергается аналого-цифровому преобразованию и вся дальнейшая

обработка представляет собой цифровую обработку сигналов со своими особенностями и алгоритмами. В связи с этим классическая структура супергетеродина аналогового построения уходит в прошлое.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За 100 лет супергетеродина прошёл несколько этапов своей модернизации по мере совершенствования элементной базы от радиоламп до интегральных микросхем. Последнее десятилетие XX века характеризовалось наступлением нового этапа развития – эры программируемой радиоэлектроники. Полезно отметить характерные особенности этого нового современного этапа. Программируемая радиоэлектронная система – это не только цифровая, но и реконфигурируемая система, способная к постоянному совершенствованию и модернизации только за счёт смены программного обеспечения. Концепция программируемой радиоэлектроники отражает главное изменение в современной конструкторской парадигме, для которой соотношение аппаратных и программных средств выбирается с явным преобладанием последних, что и обеспечивает возможность быстрого изменения тактико-технических характеристик проектируемого устройства в соответствии с изменяющимися требованиями и возможностями. Эта концепция распространяется практически на все разрабатываемые современные радиоэлектронные устройства, начиная с сотовых телефонов и заканчивая радиолокационными станциями. Разработчиками современных радиоэлектронных систем становятся главным образом программисты. Создание программируемых устройств существенно сокращает период разработки новых моделей радиоэлектронных систем. Их аппаратная реализация требовала макетирования, отладки и трудоёмкой регулировки изделия в целом. В то же время для одного и того же воздействия сигнальный процессор с одной и той же программой даст на выходе один и тот же отклик. Это существенно снижает затраты на изготовление и проверку программируемого устройства.

Появление в новом веке целых семейств высокопроизводительных сигнальных процессоров, созданных фирмами-лидерами в этой области

Texas Instruments и Analog Devices, а также супер-ПЛИС от Xilinx и Altera открыло новые горизонты в развитии программируемых радиоэлектронных систем. Проекты, реализованные на сигнальных процессорах и ПЛИС, уже применяются в различных радиотехнических системах. Об этом 12 лет назад в Китае на Международной конференции RADAR-2006 автор представил доклад «Software Radar – New Reality» («Программируемые РЛС – новая реальность») [8]. Сформировалось целое направление и в создании программируемых радиоприёмных устройств. На смену супергетеродинным приёмникам пришли программируемые радиоприёмники. Этот новый класс приборов получил на западе наименование Software Defined Radio (SDR), которое так и переводится, как «программно определяемое радио».

Первый отечественный бытовой программируемый радиоприёмник «Орлёнок» (см. рис. 11) был разработан в КБ Сарапульского радиозавода в 2007 г.

В коллекции автора имеется также один из первых представителей программируемых радиоприёмников – радиоприёмник Morphy Richards 2006 года (см. рис. 12).

Оба этих устройства объединяет то, что они созданы на базе программируемых интегральных микросхем фирмы RadioScape [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бартенев В.* Рождение радиоэлектроники. Современная электроника. 2014. № 9.
2. *Armstrong E.* US patent № 1113149. Wireless receiving system: <https://patents.google.com/patent/US1113149/>
3. *Crosley P. Jr.* National Radio Hall of Fame. Retrieved May 7, 2013.
4. *Levy L.* US patent № 1734038A. Electrical transmission of energy: <https://patents.google.com/patent/US1734038A/>
5. *Бартенев В.Г.* Россия – родина радио. Исторические очерки. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014.
6. *Бартенев В.Г.* Первые отечественные РЛС дальнего обнаружения. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017.
7. *Koch R.* Transistor radio apparatus: <https://patents.google.com/patent/US2892931/>
8. *Bartenev V.G.* Software Radar – New Reality. RADAR-2006, China, 2006.
9. Radio Scape Announces World's First DRM Module: <http://www.radioscape.com/> 

НОВОСТИ МИРА

«IoT: Цифровая трансформация»: рекордный охват, презентации, видеообзоры

В московском «Экспоцентре» 18 октября 2018 года состоялась конференция «IoT: Цифровая трансформация», организованная iot.ru. Событие превзошло успех первой конференции «IoT: Цифровое будущее», проведённой этим медиаресурсом в апреле.

На мероприятии, объединившем российский рынок Интернета вещей, собралось около 300 человек. Видеотрансляцию конференции посмотрело более 20 тысяч зрителей – это рекорд по охвату аудитории на конференциях, посвящённых IoT и смежным технологиям в России.

Конференцию открыл Вячеслав Шило, генеральный директор iot.ru. В своём приветственном слове он представил проект «Умный город» – интерактивную карту «умных» технологий, внедрённых в городах России – и пригласил всех собравшихся принять в нём участие.

Святослав Иришин, ведущий менеджер направления «ИТ-системы для общественного транспорта» компании «Евромобайл», провёл презентацию решений, позволяющих решить проблемы современного общественного транспорта в России. Это системы мониторинга, датчики подсчёта пассажиропотока, системы видеонаблюдения в салоне, системы «умный автобус» и «умная остановка», решения для помощи водителю и др.

Сергей Кондаков, ведущий эксперт департамента инфраструктурных проектов компании «Ай-Теко», осветил в своём выступлении практические проблемы и перспективы применения IoT-решений. Спикер представил проектный подход, риски и проблемы на примере реализации решения для управления потреблением коммунальных ресурсов, а также ключевые тренды в области IoT на 2018–2019 годы.

Иван Запольский, сооснователь и заместитель генерального директора по маркетингу компании Rightech, поделился своим взглядом на бизнес-модели будущего в проекции Интернета вещей, представив их классификацию, эволюцию и прикладные примеры гибридных моделей бизнеса IoT. В презентации были представлены высокоуровневая архитектура IoT-кейса, место IoT в ИТ-инфраструктуре компании, а также реалии и тренды современного ИТ-рынка.



Дмитрий Ивушкин, заместитель руководителя отдела разработки и РЭА компании ICBCom, поднял тему изменения систем учёта энергоресурсов и возможностей IoT-технологий в ЖКХ. Спикер представил ряд современных решений, в том числе на технологиях связи LoRa и NB-IoT, которые позволяют устранить ряд фундаментальных проблем сферы ЖКХ, а также уделил внимание организации связи и облачным платформам Интернета вещей.

Коммерческий директор ООО «Вега-Абсолют» Максим Каруля представил решения компании для рынка IoT, а также примеры применения технологии IoT для мониторинга транспорта, в промышленности, ритейле и системах безопасности.

Светлана Савельева, руководитель департамента развития отраслевой экспертизы Sofline, представила платформу для удалённого мониторинга состояния сотрудников, подверженных риску травматизма на рабочем месте, акцентировав внимание на изменениях в обществе, которые несёт за собой распространение IoT.

Генеральный директор Tibbo Systems Виктор Поляков провёл презентацию единой платформы цифрового предприятия, строящейся вокруг концепции «озера данных», осветив её задачи, основные виды модулей и перспективы развития рынка таких платформ.

Ольга Плоская, руководитель отдела анализа данных Visiology, выступила на тему вызовов промышленной аналитики в эпоху промышленного Интернета вещей, представив созданную компанией аналитическую платформу.

Технический директор GoodWAN Александр Шепетовецкий провёл презентацию технологии GoodWAN и проекта GoodWAN Alliance. В выступлении был представлен взгляд на текущее состояние технологии LPWAN и её перспективы в свете конкуренции с NB-IoT.

Мероприятие завершило выступление Евгении Шилаевой, руководителя проектов Фонда развития промышленности. Она представила программы государственных целевых займов, предоставляемых на цифровизацию производства под 1 и 5% годовых.

Обсуждение наиболее актуальных тем продолжалось в холле с участием всех заинтересованных сторон: на «IoT: Цифровая трансформация» собрались профессионалы, открытые к диалогу и сотрудничеству.

Вторая конференция, организованная iot.ru, подтвердила свой статус уникальной площадки для встреч и знакомств с деловыми партнёрами, обмена опытом и профессионального нетворкинга.

Следующее мероприятие, которое организует iot.ru, – IoT Tech Spring 2019 – состоится 23–26 апреля 2019 года. Деловая программа будет расширена до двух дней, в неё будет включена масштабная выставка, где будут представлены последние разработки и решения в сфере IoT.

www.iot.ru



РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

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

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР

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

НОВОСТИ МИРА

В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ СОЗДАДУТ ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ ЦЕНТР НТИ ПО РАЗВИТИЮ «УМНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ

Фонд «Центр стратегических разработок „Северо-Запад“» стал победителем конкурсного отбора РВК по созданию инфраструктурного центра Национальной технологической инициативы (НТИ). Центр займётся развитием «умной» энергетики (Энерджинет).

В задачи инфраструктурных центров НТИ входят подготовка рыночной и технологической аналитики, включая прогнозирование развития рынков НТИ и анализ технологических и нормативных барьеров, разработка предложений по правовому и техническому регулированию новых рынков, развитие профессионального сообщества и популяризация НТИ, содействие продвижению технологических товаров и услуг на мировой рынок.

За счёт бюджетных средств предусмотрено финансирование реализации задач в течение первых 3 лет в объёме до 682 млн руб. с полным замещением на внебюджетное финансирование с 4-го года работы центров.

По итогам конкурсного отбора статус инфраструктурных центров НТИ получили:

1. Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» (рынок Автонет).
2. АНО «Аналитический центр Аэронет» (рынок Аэронет).
3. Отраслевой союз «Нейронет» (рынок Нейронет).
4. Научно-технологический парк Новосибирского академгородка (рынок Хелснет).
5. Ассоциация «Технет» (рынок Технет).
6. Фонд «Центр стратегических разработок „Северо-Запад“» (рынок Энерджинет).
7. Ассоциация участников технологических кружков (кружковое движение).

Дальнейшее развитие Национальной технологической инициативы требует профессиональной инфраструктуры. Отобранные центры должны со временем стать ядром рыночных ассоциаций, объединяющих отраслевое технологическое сообщество. Инфрацентры смогут организовать работу по экспертной поддержке рабочих групп, снятию нормативных барьеров, привлечению релевантных проектов, профессионализации сообществ и развитию рыночной инфраструктуры.

www.rvc.ru

ExpoCoating Moscow

С 23 по 25 октября 2018 года в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо» прошла 16-я Международная выставка технологий, оборудования и материалов для обработки поверхности и нанесения покрытий ExpoCoating Moscow.



В выставке приняли участие 76 компаний из России, Австрии, Беларуси, Италии, Китая, Турции, Украины, Франции и Швеции, которые продемонстрировали широкий выбор гальванического оборудования, оборудования и материалов для очистки сточных вод, обработки поверхности, покрытий, а также оборудования для их нанесения.

В числе новинок, представленных на выставке:

- более 10 инновационных разработок на стенде «Сколково»: технологии очистки и подготовки поверхности сухим льдом, мультифункциональные нанокompозитные, тонкослойные, минеральные, комбинированные, цинк-силикатные и другие защитные покрытия;
- установки для высокоскоростной экологически чистой электролитно-плазменной обработки металлов и противозносный антифрикционный состав, значительно снижающий коэффициент трения и износа, от НПО «Промтехнопарк»;
- препараты для подготовки поверхности металла перед окраской, деформацией, нанесением различных покрытий на стенде компании «ФК»;
- технологии и химические продукты для гальванического производства и химической обработки металлов, фильтровальные установки, теплообменники, выпрямители и ячейки Хулла на стенде компании «Экомет»;
- технологии для химико-гальванических производств и подготовки поверхности, блескообразующие добавки для цинкования, меднения, никелирования на стенде компании «Сонис».

Выставка ExpoCoating Moscow проходила одновременно с международными промышленными выставками NDT Russia, Testing & Control, PCVExpo, FastTec, Power Electronics и HEAT&POWER. Проведение на одной площадке 7 международных промышленных выставок создаёт синергетиче-

ский эффект для бизнес-аудитории посетителей, обеспечивая условия для развития взаимодействия представителей предприятий смежных отраслей промышленности.

www.expocoating-moscow.ru

NDT Russia – МАСШТАБНОЕ СОБЫТИЕ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

С 23 по 25 октября 2018 года в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо» прошла 18-я Международная выставка NDT Russia – самое масштабное в России и странах ближнего зарубежья событие в области неразрушающего контроля.

В этом году в выставке приняли участие 75 компаний из России, Италии, Казахстана, Кореи и Швеции, которые продемонстрировали широкий выбор оборудования для осуществления неразрушающего контроля различными методами.



В числе новинок, представленных на выставке:

- приборы, осуществляющие контроль и измерения на основе акустических (ультразвуковых), магнитных, электрических и вихретоковых видов неразрушающего контроля, на стенде ГК «Техно-НДТ»;
- оборудование для неразрушающего контроля от более чем 10 иностранных производителей, тепловизоры для диагностики оборудования, поиска утечек газа, ультрафиолетовые камеры для диагностики ПЧР и коронных разрядов на электрооборудовании, а также трассоискатели и георадары на стенде компании «ПЕРГАМ-ИНЖИНИРИНГ»;
- новинки ведущих международных производителей оборудования для неразрушающего контроля на стенде компании «Промстройконтроль»;
- приборы для неразрушающего контроля методом магнитной памяти металла на стенде компании «Энергодиагностика»;
- оптоэлектронные компоненты и системы промышленного и научного применения для регистрации и эмиссии оптического излучения на стенде компании Hamamatsu Photonics;
- ультразвуковые дефектоскопы и толщиномеры для металлических конструкций,

пластиков и композитов, а также томографы и дефектоскопы для контроля бетона, толщиномеры для ручного ЭМА и многое другое на стенде компании «Акустические контрольные системы»

www.ndt-russia.ru

«СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА» СНОВА В МОСКВЕ

С 23 по 25 октября 2018 года в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо» прошла 15-я Международная выставка «Силовая Электроника» – единственная в России специализированная выставка компонентов и систем силовой электроники для различных отраслей промышленности.

В выставке приняли участие 57 компаний из России, Великобритании, Германии, Израиля, Китая и США – мировые производители и дистрибьюторы компонентов и модулей силовой электроники, которые представили продукцию для различных отраслей промышленности: электротехники, энергетики, промышленной автоматизации, производства электротранспорта, телекоммуникаций и др.

В рамках экспозиции выставки были представлены силовые полупроводниковые и пассивные компоненты, источники вторичного электропитания и преобразователи электроэнергии, узлы, сборки, разъёмы, магниты и материалы сердечников, датчики и сенсоры, системы охлаждения и отвода тепла, компоненты для автоматизации и цифровые устройства управления, сборочно-монтажное и другое оборудование.

Выставку сопровождала насыщенная деловая программа – научно-практические конференции и технические семинары компаний-участников.

В первый день выставки состоялся научно-практический семинар «Электромагнитная совместимость систем силовой электроники и силовой компонентной базы». Модератором семинара выступил д.т.н. проф. В.А. Тухас (НПП «Прорыв»). Также для специалистов прошёл открытый технический семинар Infineon Technologies AG «Силовые полупроводниковые компоненты для энергоэффективных решений».

24 октября деловую программу выставки продолжили открытые технические семинары участников:

- «Защита электродвигателей, новые силовые компоненты IXYS и Littelfuse» (IXYS);
- семинар компании «ПРОТОН-ЭЛЕКТРОТЕКС»;
- «SEMİKRON – проблемы применения IGBT-модулей в системах высокой мощности»;

- «Особенности применения IGBT-модулей в экстремальных климатических условиях» (ПАО «Электровыпрямитель»);
- «Технологические тренды в силовых полупроводниковых модулях „Мицубиси Электрик“» («Мицубиси Электрик Рус»). 25 октября в рамках деловой программы выставки состоялась церемония награждения победителей Всероссийского конкурса «Лучшие разработки молодых исследователей и инженеров в области силовой электроники», организаторами которого высту-

пили «ПРИМЭКСПО» / ITE Санкт-Петербург и Национальный исследовательский университет «МЭИ» при поддержке Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ.

Также в третий день выставки состоялся научно-практический семинар «Карбид-кремниевые технологии в производстве силовых электронных приборов». Модератором выступил проф. М.Ю. Румянцев (НИУ «МЭИ»).

www.powerelectronics.ru



Магнитодиэлектрики MICROMETALS

Применение сердечников Micrometals гарантирует:

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



PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 • INFO@PROCHIPRU • WWW.PROCHIPRU



ПРОЧИТАЙТЕ

Живая электроника России – 2018

В начале октября 2018 г. в Москве состоялось присуждение премии «Живая электроника России». В ряду многочисленных мероприятий, проходящих в отрасли, её присуждение занимает особое место: это независимая ни от каких властных структур премия.

Лауреатов премии определяет экспертный совет, который формируется ежегодно из руководителей отраслевых ассоциаций и компаний, экспертов рынка и специалистов, имеющих высокую репутацию в отрасли.



Премия «Живая электроника России» зародилась в 2009 году, когда российским компаниям приходилось доказывать жизнеспособность отечественной электроники, и присуждалась ежегодно, кроме непростых 2014 и 2015 годов.

В 2018 году в состав Экспертного Совета вошли: Иван Покровский, исполнительный директор Ассоциации поставщиков электронных компонентов; Борис Паньков, генеральный директор компании «Омниконм»; Николай Комлев, директор Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий (АП КИТ); Юрий Гончаров, независимый эксперт и бизнес-консультант; Андрей Кучерявенков, генеральный директор МНПП «Антракс»; Евгений Долин, генеральный директор Ассоциации производителей светодиодов и систем на их основе; Сергей Гвоздев-Карелин, исполнительный директор Ассоциации «Честная позиция»; Александр Сазанович, профессор, председатель Совета директоров российской консалтинговой группы «Стратегия устойчивого развития»; Владимир Крылов, профессор Владимирского госуниверситета; Кива Джурунский, заслуженный деятель науки, НПО «Исток» и Ростислав Палешко, управляющий розничной сети, вице-президент ООО «Даджет».

Премия присуждается в шести номинациях: «Коммерческий успех», «Глобальный бизнес», «Достижение уни-



Борис Рудяк

кальных технических параметров»; «Самый амбициозный проект»; «Разработка успешного потребительского товара» и «Самый перспективный стартап». Победителей конкурса экспертный совет определяет непосредственно на форуме «Живая электроника России»: представители компаний-соискателей выступают с докладами о своих проектах, отвечают на вопросы членов совета и всех присутствующих в зале. Предусмотрена ещё номинация «Приз зрительских симпатий» – победитель определяется открытым голосованием всех участников форума.

Форум открыл председатель оргкомитета премии «Живая электроника России» Борис Рудяк. Президент компании «РБА-груп» выступил с обзорным докладом о состоянии и перспективах российской электроники. По его представлению, в развитии электроники России можно выделить три периода продолжительностью около десяти лет: 1989–1998 гг. – «детский сад»: первые разработки, продажи, предпринимательский опыт; 1999–2008 гг. – «средняя школа»: рост масштаба деятельности, первые лидеры, глобализация в пределах СНГ; 2009–2018 гг. – «университет»: сложные разработки, амбициозные проекты, первый опыт продаж за пределами СНГ.

Так получилось, что первые два периода заканчивались в кризисные годы. В период кризиса, считает докладчик, все процессы в отрасли ускоряются: компании, которые в обычное время медленно слабели и постепенно двигались к своему концу, во время кризиса погибают быстро, тогда как другие быстро укрепляют своё положение. Текущий период снова заканчивается очень сложной ситуацией, и в ближайшие год-два на российском рынке произойдут серьёзные изменения.

Одна из важнейших проблем, с которыми сталкивается отрасль, это нараста-

ющее санкционное давление на Россию: западные страны ужесточают контроль за соблюдением правил; появляются новые ограничения; увеличивается частота санкционных событий; в санкционных документах появились слова «электронные компоненты». По прогнозу Бориса Рудяка, с высокой вероятностью можно ожидать введения ограничений на поставку в Россию компонентов двойного применения; ввод ограничений на все компоненты американского происхождения маловероятен, но и этот вариант не исключён. Цель, которую преследуют санкции, – обеспечить постепенное долгосрочное отставание экономики России от мировой. Как один из участников рынка электронных компонентов, Борис Рудяк чётко сознаёт, что это абсолютно глобальный рынок и в мире нет ни одного изделия, которое построено на компонентах, произведённых в одной стране. Разработчик счастлив – он выбирает лучшие мировые достижения. И сегодня (по крайней мере в гражданской электронике) практически ничего нельзя сделать только на российских компонентах. Но именно в этой области постепенно ужесточаются санкции.

Тем не менее, оценивая состояние производства электроники в России в 2018 году, Борис Рудяк прогнозирует его общий годовой рост на 8–10%, рост гражданской продукции на 10–15%, контрактного производства – на 17% и экспорта – на 19%. Хороший знак – то, что американские поставщики электронных компонентов не снижают своей активности на российском рынке, как бы абстрагируясь от политических процессов. Радует активная позиция Ассоциации российских производителей электроники (особенно работа её международного комитета) и действия государства по стимулированию экспорта «несырьевой» продукции. Есть положительные сдвиги в регулировании эко-

номики: если в 2012 г. Россия занимала в рейтинге Всемирного банка Doing business 120-е место, то в 2017 оказалась уже на 35-м. Потенциал нашей электроники в плане экспорта гигантский: в отрасли около 4 тысяч предприятий, многие из которых выпускают замечательную продукцию. Однако лишь некоторые имеют стратегию глобальных продаж и осваивают мировой рынок.

Борис Рудяк рекомендует компаниям в нынешней ситуации исключать использование компонентов «двойного применения» везде, где это можно сделать не в ущерб качеству готового изделия. Стоит внимательнее изучить компоненты китайского производства – в Китае их производят около 300 заводов, и они предлагают свою продукцию по более дешёвым ценам, чем западные производители. Но главный совет – принять решение о глобализации продаж, создать департамент зарубежных продаж под руководством владельца компании и начать выход на мировой рынок. Кстати, в России есть структуры, которые могут помочь это сделать: это федеральный Российский экспортный центр и региональные экспортные центры. Они довольно эффективны и быстро развиваются. Важно ещё не рассчитывать на прямые продажи в другие страны – лучше найти там опытных местных партнёров и договориться с ними, даже если им придётся отдавать 50 или даже 70% маржи. Российский внутренний рынок электроники очень маленький – около 1,5% от мирового, поэтому только выход на другие рынки открывает для наших компаний возможность заметного роста. Подводя итоги сказанного, Борис Рудяк сформулировал свой прогноз развития российской электроники на следующие 10 лет: период с 2019 по 2028 год будет периодом её взрослой жизни, когда будут продажи по всему миру, производство будет приближено к рынкам сбыта, а ряд российских компаний станут мировыми лидерами в отдельных нишах.

Порядок выступления соискателей премии определил жребий. Первым получил слово Владимир Елин, генеральный директор ОАО «Intersoft Eurasia», представивший авиационную систему персонального дозиметрического мониторинга лётного состава DO-RA.Avia. Её внедрение будет способствовать соблюдению требований радиационной безопасности экипажей самолётов и часто летающих пассажиров. Безопасной считается годовая доза облучения 1 мЗв, а, например,

уровень радиации при полёте «Москва-Париж» на высоте 12 км составляет 3 мкЗв/ч. Проект предусматривает создание компактных твёрдотельных дозиметров-радиометров и серверного решения для сбора, анализа и обработки данных в реальном времени с применением блокчейн-технологии. На текущий момент созданы прототипы компонентов системы, проведены их испытания и подготовлена скорректированная документация в формате IPC на все составляющие дозиметра, выпуск которого уже в этом году начнётся в Китае. Потенциальный рынок для проекта – 10 млн лётного состава и 70 млн часто летающих пассажиров.

Главный конструктор КБ «Фарватер» Владислав Перевощиков представил проект «Российское шасси для мини-АТЕ (Automated Test Equipment)». Компания поставила целью занять место на рынке оборудования для АТЕ, который растёт в пять раз быстрее общего роста рынка измерительного оборудования. Для этой цели она создаёт проектный консорциум компаний-единиц «Russian ATE Vision», который будет совместными усилиями разрабатывать российскую платформу АТЕ, постепенно замещая иностранные приборы, и продвигать её на внешние рынки. Докладчик представил первый продукт консорциума – созданное КБ «Фарватер» и КБ «Фианит» мини-шасси FPXI-9031, соответствующее стандарту компактных модульных приборов PXI Express. Благодаря использованию современных технологий и учёту недостатков зарубежных моделей это шасси стало лучшим в своём классе. На его базе будут разрабатываться отечественные АТЕ-приборы, причём модульная конструкция позволит без проблем заменять зарубежные модули отечественными по мере их разработки.

ГК ТОНК представила доклад «Партнёрство в разработке и создании современных ИТ-систем», с которым выступил менеджер по работе с технологическими партнёрами Дмитрий Смирнов. Компания выпускает современные тонкие клиенты для корпоративных информационных систем, готовые к работе в любой среде виртуализации. В них используются средства защиты информации разработки самой компании и её партнёров по ИБ, отличающиеся высокой надёжностью, компактностью, бесшумной работой (благодаря конвективной системе охлаждения и отсутствию движущихся частей) и



Владимир Елин



Владислав Перевощиков



Дмитрий Смирнов

готовностью к размещению любого клиентского ПО заказчика и работе в VDI (Virtual Desktop Infrastructure). К разработкам компания привлекает широкий круг партнёров, что позволяет создавать конкурентоспособные модели. Производство осуществляется в основном в Китае, продажи – в разных странах мира; только в России продаётся более 100 тысяч тонких клиентов в год.

Доклад директора по развитию компании InfiNet Дмитрия Говердовского был посвящён её глобальному бизнесу – работе на зарубежных рынках. Компания InfiNet входит в пятёрку мировых лидеров – разработчиков и производителей оборудования беспроводного широкополосного доступа для организации магистральных каналов и сетей доступа операторского класса. Сегодня у неё 30 представительств и более 100 прямых дистрибьюторов в разных странах мира, более 500 тыс. устройств проданы в 120 странах. Ежегодно продаётся 100 тыс. устройств, при этом производственные мощности



Дмитрий Говердовский



Вадим Роженцов



Виктор Серов



Фёдор Немцов

компании позволяют ежегодно производить 200 тыс. таких устройств. Стратегия компании на зарубежных рынках состоит в том, чтобы выстраивать тесные связи с представителями местных рынков, знающими особенности этих рынков и имеющими хорошие связи с местными потребителями. «На зарубежных рынках надо идти через партнёров, – рекомендует Дмитрий, – без местных людей продажи там не идут».

Вадим Роженцов, руководитель службы развития продуктов ООО «Армтел», посвятил свой доклад презентации ком-

пании как успешного разработчика и производителя систем промышленной связи. За 18 лет компания выполнила 519 проектов в 18 странах, заручилась поддержкой 25 зарубежных партнёров по бизнесу, внедрила систему менеджмента качества по ISO 9001-2015. У компании есть собственный центр исследований и разработок с полным управлением жизненным циклом продукта и расположенные в Санкт-Петербурге производственные мощности, способные производить 5000 изделий в год. Ключевые зарубежные рынки – Индия, где имеется собственный офис и 5 партнёров, Сингапур, страны Ближнего Востока и Персидского залива. В 2021 г. в Индии будет открыта сборочная линия «Армтел». Продукция компании широко применяется в нефтяной, химической, газовой, горно-металлургической и других отраслях промышленности, что обеспечивает ей устойчивое положение на зарубежных рынках. Выручка «Армтел» растёт быстрыми темпами: в 2016 г. – на 36,7%, в 2017 – на 36,9%, в 2018 ожидается рост на 34,6%.

Заместитель директора по науке и развитию ООО «НПФ «Плазмаинформ» Виктор Серов рассказал о разработке алгоритмов цифрового управления преобразованием электроэнергии и создании программно-управляемых устройств вторичного электропитания с большими потенциальными возможностями и высокой удельной мощностью. В качестве примера был приведён интеллектуальный программно-управляемый комбинированный блок питания ЛБВ с полностью цифровым управлением преобразованием энергии на основе DSP, в котором с помощью цифровой коррекции может быть достигнута необходимая заказчику точность выходного сигнала. Компактный источник питания массой 1 кг, мощностью 600 Вт и габаритными размерами 150×80×60 мм позволяет подстраивать выходные параметры под каждую ЛБВ, обеспечивает высокую стабильность выходного напряжения, работоспособен в диапазоне температур от –55 до +60°C и допускает механическое воздействие до 75g.

Генеральный директор ООО «Эколайт» Фёдор Немцов рассказал о разработанном инновационном устройстве защиты от искрения УЗИС, внедрение которого позволит более чем вдвое сократить количество пожаров из-за неисправности электрических сетей. По данным

ВНИИ МЧС России, на долю таких пожаров на предприятиях приходится 26% от общего числа пожаров, в жилых домах – 32%, в индивидуальных жилых домах – до 70%. УЗИС устанавливается в распределительный щит на DIN-рейку. Оно обнаруживает процесс пожароопасного искрения в защищаемой цепи и производит её автоматическое отключение от питающей сети. Устройство обеспечивает новое качество защиты по сравнению с обычными автоматическими выключателями и УЗО (устройствами защитного отключения). Высокая надёжность и доступная цена должны обеспечить гарантированный спрос на УЗИС. Устройство производится в России, оно защищено патентами, прошло испытания и рекомендовано к применению, а компания уже готовится к выводу его на рынок Германии и других европейских стран и ведёт переговоры с потенциальными партнёрами в Индии и Китае.

Научный руководитель ООО «Архилайт» Сергей Никифоров рассказал о разработанной радиометрической установке «БИОФОТ» для измерения параметров энергетической экспозиции по ГОСТ ИЕС 62471 (ГОСТ Р МЭК 62471), которая была выведена на рынок в августе текущего года. По его словам, до создания этой установки на рынке фактически не было универсального средства измерения для оценки фотобиологической безопасности излучающих устройств. «БИОФОТ» использует разделение спектрофотометров и радиометрических датчиков абсолютного значения на диапазоны волн и обеспечивает фотометрирование на любом расстоянии, начиная с 200 мм, и динамический диапазон измерения облучённости (энергетической яркости) – 8 порядков величины. В установке нет изнашиваемых элементов, что обеспечивает её высокую надёжность – срок службы не ограничен. «БИОФОТ» позволяет работать с любыми источниками излучения в диапазоне волн от 200 до 3000 нм, размером до 2 м и массой до 50 кг. Установка совместима с гониофотометрической установкой «Флак», что даёт возможность одновременного измерения полного спектра фотометрических характеристик.

Андрей Калиниченко, генеральный директор компании DEUS, представил две комплексные платформы: Buildn – для управления освещением внутри помещений и CitySense – для управления освещением снаружи помещений.

Платформы должны способствовать экономии электроэнергии, обеспечивать соответствие освещения действующим нормативам и создавать комфортные условия для жизни и работы горожан. В рамках платформы Buildn компания разработала серию роутеров, драйверов и других компонентов для управления освещением по протоколам DALI, MESH и PLC, а также софт как для облачного сервера, так и для локальных серверов, и для мобильных устройств. Для платформы CitySense разработано оборудование по протоколам LoRa и PLC. Платформа построена на базе облачных серверов, доступ к системе осуществляется через браузер. Разработанное компанией программное обеспечение позволяет осуществлять дистанционное ручное и автоматическое включение и выключение линий питания светильников, управление мощностью каждого светильника или группы светильников и сбор данных о работе и состоянии каждого светильника. Компания ведёт разработки и не занимается непосредственным производством, её доходы – это лицензионные отчисления производителей.

Компания StarLine представила «Умный автомобиль StarLine», о котором рассказала менеджер проекта Анна Кондрашова. Компания, которая уже 30 лет производит охранно-телематическое оборудование, поставила целью создание автономного беспилотного автомобиля. Это дальняя цель, на пути к ней разрабатывается система помощи водителю ADAS. Уже реализованы системы торможения перед препятствием, удержания автомобиля в полосе движения (при наличии разметки) и автоматической парковки. Тестовый автомобиль оснащён спутниковым навигационным приёмником, определяющим местонахождение автомобиля с сантиметровой точностью, несколькими радарными и лидаром с 16 лазерами, измеряющими расстояние до объектов вокруг автомобиля. В салоне размещены две фронтальные видеокамеры, позволяющие использовать как обычное видеозрение, так и стереозрение для построения карты глубины и оценки расстояния до объекта. «Умный автомобиль StarLine» с помощью искусственного интеллекта распознаёт различные классы объектов на видеоизображении. Сейчас автомобиль обучают перестраиваться из полосы в полосу и распознавать объекты не только впереди, но и позади него. Для взаимодействия со штатны-

ми системами управления автомобилем используются разработанные компанией читающе-передающие модули шин CAN и LIN «Сигма 15». Для симуляции дорожных ситуаций используется виртуальная дорожная среда. Для удержания автомобиля в полосе движения в отсутствие разметки будут использоваться высокоточная система навигации и сверхточная дорожная карта в сочетании с локальным планировщиком движения, реагирующим на ближайшее окружение автомобиля. Для компании это некоммерческий проект, открытый для всех энтузиастов. Исходный код программного обеспечения распространяется свободно.

После каждого доклада выступающим приходилось отвечать на уточняющие вопросы, иногда довольно острые, и выслушивать комментарии и рекомендации присутствующих специалистов. Когда экспертный совет удался, чтобы выбрать победителей, обсуждение проектов продолжалось в кулуарах форума.

Владимир Елин так оценил мероприятие: «Меня поразило, что электроника в нашей стране активно развивается. Здесь собрались очень интересные компании с большой перспективой не только для российского, но и для международного рынка. Жюри премии очень квалифицированное и крайне специализированное. Конечно, хотелось бы, чтобы участников было больше, конкуренция должна быть более острой. Но в целом было очень интересно, полезно и познавательно – получился очень интересный и насыщенный день с большой перспективой на будущее. Спасибо, что нас пригласили».

Модератору форума Андрею Агеновру, вице-президенту по продажам и маркетингу компании «КОМПЭЛ», также хотелось бы, чтобы соискателей премии и участников форума было больше: «Потому что это мероприятие, на мой взгляд, интересное. Мне кажется ценной и возможностью услышать независимое, а иногда резкое мнение квалифицированной аудитории о том, что ты делаешь, а это бывает очень полезно. И для тебя, и для других, кто присутствует и наблюдает это действо».

После полуторачасового заседания экспертного совета были объявлены лауреаты премии. В номинации «За достижение уникальных технических параметров» премию решили никому не присуждать. Компания «Эколайт» победила в номинациях «Самый перспективный



Сергей Никифоров



Андрей Калинин



Анна Кондрашова



Андрей Агенов

стартап» и «Разработка успешного потребительского товара». Премия в номинации «Самый амбициозный проект» досталась компании StarLine, в номинации «Коммерческий успех» – компании «Арттел», в номинации «Глобальный бизнес» – компании «Инфинет».

Премии в номинации «Приз зрительских симпатий» по результатам зрительского голосования завоевала компания «Эколайт».



*Материал подготовил
Юрий Курочкин*

Mentor Graphics и «Нанософт» представили современные средства разработки электронных устройств

Представительство компании Mentor Graphics и её дистрибьютор, АО «Нанософт», провели семинар, посвящённый современным высокоэффективным инструментам разработки РЭУ, «Новое поколение решений для проектирования электронных устройств от Mentor Graphics».

Mentor Graphics, основанная в 1981 году, специализируется на разработке программных решений для автоматизации проектирования электронных устройств (Electronic Design Automation – EDA). Компания имеет более 80 офисов по всему миру; штаб-квартира расположена в городе Уилсонвилл (Орегон, США). В ноябре 2016 года о приобретении Mentor Graphics объявила компания Siemens.

АО «Нанософт», созданное в 2008 году, ориентируется на инновационные методы разработки и распространения программного обеспечения. Одна из парадигм – дистрибуция специализированного программного обеспечения. С момента основания компания имеет сбалансированный портфель как собственных продуктов, так и разработок отечественных и зарубежных производителей, уделяя пристальное внимание локализации, адаптации и интеграции программного обеспечения. На сегодня в портфеле АО «Нанософт» представлено программное обеспечение от Siemens PLM Software, Desktop EDA, CSoft Development, НТП «Трубопровод», GRAPHISOFT, Mentor Graphics, Cigraph, PTC. Партнёрская сеть компании насчитывает более 150 дилеров, специализирующихся

на продаже и внедрении программных продуктов для российских инженеров-проектировщиков.

Максим Егоров, генеральный директор АО «Нанософт», российского дистрибьютора Mentor Graphics, в приветственном слове представил партнёров компании, работающих непосредственно с заказчиками. Его выступление задавало тон всей дальнейшей работы – деловой, но в то же время непринуждённый, что и необходимо для эффективного обмена опытом. Семинар прошёл на одном дыхании, в зале не оставалось свободных мест даже во время перерывов на обед и кофе.

Денис Лобзов, менеджер по дистрибуции решений Mentor Graphics в России, СНГ и Турции, в своём выступлении отметил: «Мы живём в эру цифровизации, вернее, в самом её начале. За дополненной реальностью, большими данными, Интернетом вещей, автономными автомобилями стоит электроника. Именно современная электроника меняет суть вещей. Mentor Graphics – признанный мировой лидер в области автоматизации проектирования и подготовки к производству электронных узлов и компонентов. В России мы с гордостью

представляем PADS Professional: новое поколение решений и самую высокопроизводительную платформу для проектирования печатных плат. С помощью PADS Professional можно эффективно решать задачи проектирования и верификации сложнейших топологий.

Mentor Graphics сделалась ещё сильнее, став частью Siemens. В мире появилась компания, которая напрямую или через партнёров может отвечать за цифровизацию всего, включая электронику; отвечать за конечный результат автоматизации, выстраивая сквозной маршрут проектирования для конструкторов, электронщиков, программистов и руководителей, работающих в единой информационной цифровой среде.

Требования к электронным устройствам постоянно повышаются, и платформа решений Mentor Graphics наилучшим образом к этому подготовлена. На российском рынке Mentor Graphics будет работать над повышением доступности своих продуктов, совершенствованием помощи заказчикам при переходе на сквозной маршрут проектирования приборов и электроники, обучением студентов и инженеров платформе PADS Professional, поддержкой создания лучших в мире процессоров и систем-на-кристалле.

Богдан Филипов, менеджер по продукту PADS Mentor Graphics (АО «Нанософт»), предложил подробный полтора-часовой обзор решений PADS Professional. Платформа PADS Professional объединяет в себе всё самое лучшее из решений «верхнего» и «среднего» уровней: положенная в её основу мощная технология Mentor Graphics Xpedition сочетается с удобством, экономичностью, простотой освоения и использования. Возможности PADS Professional могут дополняться по мере усложнения проектов – это позволяет создавать новые продукты с учётом последних достижений в электронике и приборостроении, ориентироваться на самые совершенные технологии производства.

Виртуозно провёл презентацию, посвящённую анализу печатных плат в HyperLynx, Александр Филипов, тех-



нический директор АО «МЕГРАТЕК». Демонстрация всех расчётов сопровождалась подробными комментариями. В ходе семинара докладчик ответил на рекордное количество вопросов из зала.

Анатолий Сергеев, технический директор ООО «Оркада», рассказал об управлении ограничениями в сквозном маршруте разработки печатных плат PADS Professional.

После перерыва были организованы мастер-классы, которые провели Богдан Филипов и Василий Платонович (QA Manager, Mentor Mechanical Analysis Division).

Богдан Филипов представил процесс проектирования гибко-жестких печатных плат (Rigid-Flex Design) и эффективный инструмент эскизной трассировки Sketch Routing.

Василий Платонович очень живо и наглядно продемонстрировал пример расчёта охлаждения электроники в решении FloEFD.

Семинар завершился розыгрышем призов от партнёров компании «Нанософт» («Оркада», «МЕГРАТЕК», CSoft (г. Москва), CADIS) и неформальным общением на фуршете в сопровождении живой музыки.

Комментарий организаторов: «Мы чувствуем очень большой интерес к продуктам Mentor Graphics, подтверждением чему стало множество вопросов, звучавших и непосредственно после докладов, и в перерывах. Убеждает в этом и количество участников: нам пришлось даже уплотнять ряды и существенно увеличивать количество стульев, чтобы все пришедшие могли сесть. Постараемся и в следующий раз провести столь же полезный семинар, учитывая пожелания, которые нам оставили неравнодушные участники».



НОВОСТИ МИРА

Терминалы ЭРА-ГЛОНАСС «Росэлектроники» признаны лучшим изделием ЭКБ 2018 года

АО «НИИМА „Прогресс“» (входит в холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации «Ростех») заняло первое место в номинации «Лучшее изделие электронной компонентной базы» премии «Золотой чип 2018». Жюри конкурса высоко оценило разработанный НИИМА «Прогресс» навигационно-связной модуль (терминал ЭРА-ГЛОНАСС) для транспорта. Это первая отечественная разработка такого рода, целиком удовлетворяющая требованиям рынка.



При аварии терминал автоматически оценивает направление и силу удара, а затем передаёт информацию диспетчеру экстренной службы, который может по громкой связи переговорить с водителем. Устройство оснащено кнопкой экстренного вызова и состоит из навигационного приёмника, модема 2G/3G, контроллера, акселерометра и устройства управления питанием.

«На данный момент терминал ЭРА-ГЛОНАСС находится на этапе аттестации, запуск серийного производства оборудования запланирован на середину 2019 года, – рассказал генеральный директор АО «НИИМА „Прогресс“» Василий Шпак. – Мы продолжаем работать над устройством и планируем расширять его функционал – например, добавив такие полезные для потребителя опции, как дистанционная оценка техниче-

ского состояния автомобиля или топливной эффективности поездок».

Премия «Золотой чип» присуждается с 2004 года, церемония награждения состоялась в рамках специализированной выставки ChipExpo, которая прошла 17 и 18 октября 2018 года в московском «Экспоцентре». На выставке ChipExpo 2018 «Росэлектроника» представила перспективные компоненты, применяемые для систем передачи информации, радионавигации и вычислительной техники.

Пресс-служба Объединённой «Росэлектроники»

В России законодательно упростят создание «умных» «фабрик будущего»

Правительство России подготовило дорожную карту по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров для обеспечения мероприятий другой дорожной карты – «Технет». Новый документ снимает ограничения на работу «умных» фабрик.

«Технет» является частью проекта Национальной технологической инициативы и направлен на формирование в России комплекса ключевых технологических компетенций, обеспечивающих интеграцию передовых производственных технологий и бизнес-моделей для их распространения в качестве «фабрик будущего». Последнее означает системы комплексных технологических решений для проектирования и производства продукции, конкурентоспособной на мировом уровне. Такие системы должны генерироваться на основе испытательных полигонов.

Согласно новой дорожной карте, в 2018 году планируется ограничить требования обязательного предоставления на бумажном носителе цифровых моделей кон-

структорских изделий. На 2019 год намечена разработка национальных стандартов, определяющих требования к оформлению, учёту, хранению и обмену цифровой проектно-конструкторской и эксплуатационной документацией и к цифровой модели изделия на всех этапах его жизненного цикла. Тогда же должны быть разработаны термины и определения в области передовых производственных технологий.



Ещё одним направлением станет легализация виртуальных испытаний при подтверждении соответствия продукции. В 2020 году планируется расширить практику проведения таких испытаний при оптимизации порядка, условий и объёмов проведения натурных испытаний. Документ предусматривает и упрощение процедуры сертификации инновационной продукции, в том числе для железнодорожного транспорта, и снижение барьеров для использования новых материалов и изделий из них.

Согласно дорожной карте, в 2018 году будет проведена разработка перспективного плана стандартизации в области передовых производственных технологий, включая передовые ИТ и киберфизические системы, на 2018–2025 годы. На 2019 год запланировано обеспечение создания экосистемы нормативного регулирования в области передовых производственных технологий (от базовых стандартов до специализированных). Будет проведена разработка нацстандартов на госзакупки для передовых производственных технологий.

www.iot.ru

Вопросы терминологии и классификация инверторов

Часть 4

Евгений Силкин (elsi-mail@ya.ru)

В четвёртой части статьи будут кратко рассмотрены возможные дополнительные элементы в классификации автономных инверторов, имеющие, в определённом смысле, частный характер, которые в то же время могут быть полезными и неформальными.

Продолжая тему, начатую в предыдущих частях статьи [1–3], отметим, что реальный инвертор, кроме силовой части, обычно содержит и различные вспомогательные (слаботочные) цепи (ГОСТ 18311-80), в том числе цепь (систему) управления. Системы управления-регулирования инверторов сегодня могут, в частности, иметь равное количество входов-выходов аналогичного назначения, одинаковые «обратные» связи, конструктивное исполнение, габариты и вес и выполняться на одной и той же (или подобной) элементной базе, но принципиально отличаться при этом качеством функционирования. Термины «управление» и «регулирование» применительно к автономным инверторам (АИ) имеют смысл (и их различают, так сложилось в течение минимум последних пятидесяти лет), соответственно, как операции (процесс) формирования, распределения (или «расстановки») и подачи управляющих сигналов на вентили силовой части (управление инвертором) и как «управление режимом» устройства и (или) технологическим процессом (суть – «регулирование», варьирование нагрузки, стабилизация, поддержание параметра или параметров, программное изменение и прочее). По принципу управления и способу функционирования системы управления-регулирования инверторы разделяются на устройства с независимым возбуждением, зависимым возбуждением и автогенераторные [4].

В системах с независимым возбуждением (в схеме управления) содержится отдельный маломощный источник колебаний для управления силовым инвертором, который и задаёт основную частоту выходного сигнала. При таком возбуждении в общем случае управление осуществляется от импульсов управляемого задающего генератора (преобразователя напряжения в частоту). Независимое

возбуждение реализуется в том числе и в различных устройствах с «фазовой автоподстройкой частоты».

В классическом представлении определение моментов включения вентилей на каждом интервале повторяемости при зависимом возбуждении (инвертора) «производится времязадающими или фазосдвигающими устройствами, синхронизируемыми выходным напряжением или током инвертора». В общем случае синхронизация может осуществляться не только выходным напряжением или током инвертора, но и любым другим сигналом или комбинацией сигналов (в любой цепи силовой схемы инвертора и нагрузки, если это обосновано и/или необходимо), а синхронизирующий сигнал (комбинация сигналов) преобразуется цепью управления по амплитуде и фазе, или, точнее, временному сдвигу (классическое представление) в сигналы управления вентилями [4–6].

Примером мощных автогенераторных устройств (инверторов) могут служить лампы генераторы для электротехнологии (в них есть и положительная обратная связь, и контроль фаз сигналов обратной связи, а также выполняются необходимые и достаточные «условия», или балансы фаз и амплитуд). В ГОСТ 24346-80 под «самовозбуждением» понимается «возбуждение колебаний (вибрации) системы поступлением энергии от неколебательного источника, которое регулируется движением самой системы». Наиболее же широко на практике используются маломощные автогенераторные устройства (инверторы).

АИ выполняются по следующим схемам (имеются в виду силовая часть и способ соединения вентилей схемы): одноключевым или четвертьмостовым (quarter-bridge), нулевым (with zero terminal), полумостовым (half-bridge), мостовым (full-bridge) однофазным и

многофазным, одно- и многоячейковым (multiple connection, multicellular), а также составным (composite circuit, при питании от нескольких источников по числу секций инвертора). К многоячейковым относятся, в частности, «многоуровневые» (multi-level inverter) и «матричные» (matrix inverter) схемы.

Однонаправленная («нулевая», оригинальный перевод в самом источнике) схема преобразователя, по IEV (551-15-12, single-way connection (of a converter)), определяется как «преобразовательное соединение, такое, что ток через каждую из фазных клемм цепи переменного тока является однонаправленным». В [7] нулевая схема, называемая также «однонаправленной», – это «схема преобразователя, в которой ток через каждый из фазных выводов цепи переменного тока протекает только в одном направлении». Заметим, что название «нулевая схема» для инверторов получило распространение от вводимых в силовую часть в некоторых технических решениях выходных трансформаторов с «нулевыми выводами» (в первичных обмотках) и для АИ определения «нулевой схемы» из IEV и [7] неприменимы (кроме того, их также можно отнести и в общем к неудачным). В [8] рассмотрены варианты «нулевых схем» инверторов тока без выходных трансформаторов. Определяющим для всех «нулевых схем» инверторов является использование в соединении вентилей только одной группы (анодной, катодной, коллекторной или эмиттерной, истоковой и т.д.) и замена вентилей другой группы на обмотки, в частности от одного или нескольких нагрузочных трансформаторов, или на реакторы (см. рис. 1).

Многоячейковым устройством, согласно IEV (multiple connection, multi-connected converter), называется преобразователь (инвертор), «состоящий из двух или более преобразовательных блоков, соединённых параллельно или последовательно или параллельно и последовательно, каждый из которых является действующим преобразователем». В [7] же со ссылкой на МЭС 551-12-41 дано следующее неудачное определение многоячейкового пре-

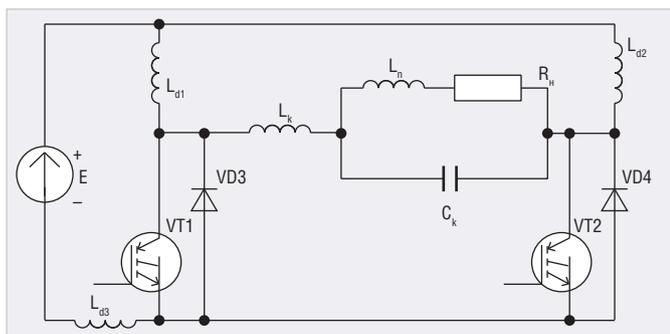


Рис. 1. Инвертор тока с квазирезонансной коммутацией, выполненный по нулевой схеме

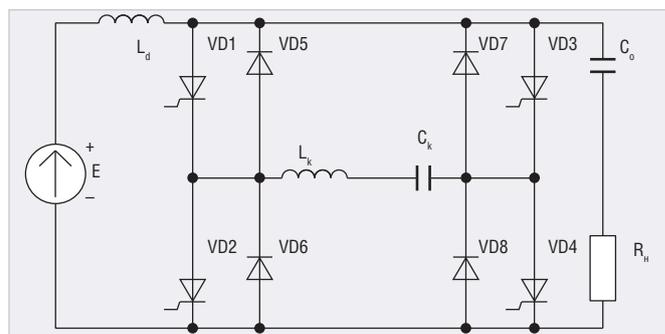


Рис. 2. Согласованный инвертор с удвоением частоты и резонансной коммутацией

образователя: «Электронный преобразователь, состоящий из двух или более преобразовательных блоков, каждый из которых работает самостоятельно». Многоячейковость традиционно предполагает «идентичность» составляющих инвертор преобразовательных ячеек. При этом каждая из ячеек может преобразовывать постоянный ток в переменный (является полнофункциональной) и сохраняет работоспособность при отключении или закорачивании остальных ячеек (или их части). Многоячейковость в инверторах используется и сегодня, в частности для увеличения выходной частоты или мощности устройства, улучшения гармонического состава и (или) регулирования выходного сигнала, разгрузки входных фильтров, а также для снижения требований к вентилям по предельным токам и напряжениям или частотным свойствам.

В качестве дополнительного (уточняющего) классификационного признака для АИ можно применить также и понятие (наличие явления или принцип) «умножения (выходной) частоты (инвертором)». Если полный цикл работы всех вентилях инвертора равен периоду выходной частоты, то АИ относится к устройствам без умножения частоты. В случае же если время цикла работы всех вентилях превышает период выходной частоты, инвертор следует относить к устройствам с умножением частоты. Умножение частоты, очевидно, может быть получено как за счёт применения специального алгоритма управления (инверторы с «ударным возбуждением» или «ударной генерацией», релаксаторы [9] второго вида), так и за счёт самого схемотехнического решения (удвоители частоты, несимметричные инверторы, инверторы с выходными трансформаторами, многоячейковые схемы умножения частоты). Для примера рассмотрим классическую схему однофазного мостового согласованного (резонансного) инвертора с удвоением частоты (см. рис. 2). Если нагрузка R_H в этой схеме

включена в диагональ переменного тока (симметричная схема) вентильного моста ($V_1...V_8$), умножения (удвоения) частоты нет. В случае же включения нагрузки R_H в цепь разделительного конденсатора (C_0 , удвоение частоты, несимметричная схема) период выходной частоты в два раза меньше времени полного цикла работы всех вентилях схемы ($V_1...V_8$). При этом заметим, что схему с нагрузкой R_H в цепи разделительного конденсатора C_0 можно считать «двухъячейковым» инвертором с преобразовательными ячейками в виде полумостов.

Инверторы имеют открытый или закрытый вход. При открытом входе цепь источника питания инвертора обладает «малым» или «близким к нулю» [10] сопротивлением (импедансом) для переменной составляющей потребляемого тока основной частоты. При высоком сопротивлении цепи источника питания для переменной составляющей тока инвертор имеет закрытый вход. В частности, классический инвертор тока (а также нулевой инвертор тока (см. рис. 1), инвертор тока с квазирезонансной коммутацией (см. рис. 2 [2]) и согласованные инверторы (см. рис. 1 [2] и рис. 2)) реализуется с закрытым входом, что (автоматически) обеспечивается элементами самой схемы (дроссель в цепи постоянного тока высокой индуктивности). Закрытый (или открытый) вход может быть также организован и за счёт дополнительных компонентов схем, например соответствующего фильтра на входе инвертора.

В заключение отметим, что оптимальный выбор автономного инвертора, способного удовлетворить заданным техническим требованиям (конкретной задаче), должен основываться на тщательном и всестороннем сопоставлении характеристик различных схем и типов инверторов (в соответствии, в том числе, с приведённой в статье классификацией).

Автор предлагает специалистам обсудить на страницах журнала проблемы,

касающиеся применяемой сегодня в силовой электронике, в том числе в инверторной преобразовательной технике, терминологии на русском и английском языках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Силкин Е. Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 1. Современная электроника. 2018. № 6. С. 74–78.
2. Силкин Е. Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 2. Современная электроника. 2018. № 7. С. 96–99.
3. Силкин Е. Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 3. Современная электроника. 2018. № 8. С. 90–95.
4. Силкин Е. Элементы классификации автономных инверторов и свойства согласованного инвертора с резонансной коммутацией. Часть 2. Силовая электроника. 2017. № 5. С. 58–66.
5. Silkin E.M. Method for controlling resonance-tuned inverter with diodes connected in parallel opposition. Derwent Industry and Technology Patents Profiles, Thomson Scientific, 2001. pp. 124–126.
6. Силкин Е.М. Управление по вычисляемому прогнозу параллельным инвертором тока со стабилизирующим диодом. Тез. Докл. ВНТК, посвящ. микроэлектронике в машиностроении, 14–16 ноября 1989 г. Ульяновск, 1989. С. 81–84.
7. Силовая электроника: краткий энциклопедический словарь терминов и определений /под ред. Ф.И. Ковалёва и М.В. Рябичицкого. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 90 с.
8. Силкин Е. Применение нулевых схем инверторов тока с квазирезонансной коммутацией. Силовая электроника. 2005. № 3. С. 84–87.
9. Силкин Е. Автономные несимметричные одноключевые инверторы с закрытым входом для новых электротехнологических систем. Силовая электроника. 2008. № 2. С. 110–117.
10. Ивенский Г.В., Пискулов А.Е. Принципы построения схем и классификация резонансных автономных инверторов. Электротехническая пром-сть. 1972. Вып. 7. С. 15–17.

ПЕРСОНА НОМЕРА

- № 1 / стр. 4 «Работать с российскими инженерами – одно удовольствие!»
- № 1 / стр. 8 «Мы хотим, чтобы передовые технологии были доступны всем нашим пользователям»
- № 2 / стр. 4 Российская микроэлектроника не стоит на месте
- № 3 / стр. 4 Чтобы быть в авангарде, необходимо предлагать актуальные решения и формировать новые рынки
- № 4 / стр. 4 «АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК источники электропитания» – 20 лет на рынке
- № 4 / стр. 8 HARTING в эпоху Индустрии 4.0
- № 5 / стр. 4 Инерциальные МЭМС-датчики производства АО «ГИРООПТИКА» АЛЕКСАНДР БЕКМАЧЕВ, НАТАЛИЯ ПОПОВА
- № 6 / стр. 4 Секрет качества HARTING: ни одно изделие ни при каких обстоятельствах не может быть возвращено заказчиком!
- № 8 / стр. 4 Перевод проектирования электроники в виртуальную плоскость – вопрос времени
- № 8 / стр. 10 Эстетика, созвучная времени высоких технологий. Художница из Саратова нашла нестандартное применение устаревшим приборам

РЫНОК

- № 1 – 9 Новости российского рынка
- № 1 / стр. 18 Форум дистрибьюторов ЭК 2017: игроки прежние, правила новые. Эксперты убеждены, что время классической дистрибуции закончилось
- № 1 / стр. 24 Будущее электромобилей в России АНДРЕЙ КАШКАРОВ
- № 2 / стр. 10 Российская электроника в поисках «дирижёра». Войти в готовую экосистему будет сложнее, поэтому, пока есть возможность, необходимо создавать свою
- № 3 / стр. 14 К цифровой революции готовы. Эксперты убеждены: в ближайшей перспективе будут востребованы комплексные решения
- № 4 / стр. 16 Автопром как двигатель прогресса в электронике. Часть 1. Автомобили и электроника СЕРГЕЙ ВОЛКОВОЙ
- № 6 / стр. 12 Автопром как двигатель прогресса в электронике. Часть 2. Электромобили, их перспективы и промежуточные варианты СЕРГЕЙ ВОЛКОВОЙ
- № 7 / стр. 16 Автопром как двигатель прогресса в электронике. Часть 3. Электронные компоненты и экономика СЕРГЕЙ ВОЛКОВОЙ
- № 8 / стр. 18 Автопром как двигатель прогресса в электронике. Часть 4. Энергетика, литий и электротранспорт СЕРГЕЙ ВОЛКОВОЙ
- № 5 / стр. 12 Ожидания работодателя не всегда совпадают с реальностью. Эксперты рассказали, какие кадры необходимы российской электронике
- № 7 / стр. 10 Курс – на лучшие практики. Эксперты пришли к выводу, что пора переходить от их точечного внедрения к более широкому распространению в отрасли
- № 7 / стр. 20 Манифест консорциума «РазВИТие»
- № 7 / стр. 22 Российские промышленные предприятия будут решать свои задачи с помощью отечественного инженерного ПО
- № 9 / стр. 4 Экстремальная микроэлектроника: перспективные рынки ДМИТРИЙ РАСПОПОВ

РОБОТОТЕХНИКА

- № 2 / стр. 16 Интернет роботизированных вещей АНДРЕЙ АНТОНОВ
- № 5 / стр. 16 Основы вероятностного метода SLAM в робототехнике АНДРЕЙ АНТОНОВ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- № 1 / стр. 30 Разработка технологии нанесения толстых слоёв меди на керамические материалы из оксида и нитрида алюминия ЮРИЙ НЕПОЧАТОВ, ВЛАДИМИР КОСАРЕВ, НИКОЛАЙ РЯШИН, БОРИС МЕЛАМЕД, ВЛАДИСЛАВ ШИКАЛОВ, СЕРГЕЙ КЛИНКОВ, ИВАН КРАСНЫЙ, СВЕТАНА КУМАЧЁВА
- № 1 / стр. 36 Современные средства анализа данных БРЭД ДОЭР, ЭЙЛИ ГРУМБАЙН
- № 1 / стр. 40 Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: конструктивные решения 3D М ФЭФ М. Часть 6 ВАЛЕРИЙ СВЕДЕ-ШВЕЦ, ВЛАДИСЛАВ СВЕДЕ-ШВЕЦ, МАКСИМ ЗИНОВЬЕВ
- № 2 / стр. 22 Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология: конструкторские решения в области изготовления оптических трёхмерных матричных приёмо-передающих модулей 3D М ФЭФ М. Часть 7 ВАЛЕРИЙ СВЕДЕ-ШВЕЦ, ВЛАДИСЛАВ СВЕДЕ-ШВЕЦ, МАКСИМ ЗИНОВЬЕВ
- № 4 / стр. 20 Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология. Конструкторские и технологические разработки информационно-вычислительных устройств на базе 3D М ФЭФ М. Часть 8 ВАЛЕРИЙ СВЕДЕ-ШВЕЦ, ВЛАДИСЛАВ СВЕДЕ-ШВЕЦ, МАКСИМ ЗИНОВЬЕВ
- № 8 / стр. 28 Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология. Часть 9. Преобразователь оптико-электрического интерфейса – 3D ФЭФ М ПОЗИ ВАЛЕРИЙ СВЕДЕ-ШВЕЦ, ВЛАДИСЛАВ СВЕДЕ-ШВЕЦ, МАКСИМ ЗИНОВЬЕВ
- № 9 / стр. 14 Кремниевая и арсенид-галлий-алюминиевая технология. Часть 10. Концепция построения оптического процессора ВАЛЕРИЙ СВЕДЕ-ШВЕЦ, ВЛАДИСЛАВ СВЕДЕ-ШВЕЦ, МАКСИМ ЗИНОВЬЕВ

- № 2 / стр. 28 **Использование векторного управления электродвигателями на транспорте** МАЙКЛ САЙДЛ
- № 2 / стр. 32 **Техническая сторона управления освещением: световые сценарии в бытовом сегменте рынка** АНДРЕЙ КОНОПЛЁВ
- № 3 / стр. 18 **Зачем нужен анализ отказов в микроэлектронике** ВЯЧЕСЛАВ ДУБРОВИНСКИЙ, СТАНИСЛАВ КОЛЫБИН, ВИКТОР КАРАУЛОВ, КРИСТИНА ПУГАЧ, АНДРЕЙ ПЕТРОВ
- № 5 / стр. 22 **Особенности конструкции и изготовления силовых МОП-транзисторов для космической электроники** ВЛАДИМИР КОТОВ, ВЛАДИМИР ТОКАРЕВ
- № 5 / стр. 28 **Бестрафаретная металлизация керамических подложек. Часть 1** ЮРИЙ НЕПОЧАТОВ
- № 6 / стр. 18 **Бестрафаретная металлизация керамических подложек. Часть 2** ЮРИЙ НЕПОЧАТОВ
- № 6 / стр. 16 **Диэлектрический прорыв. В России запускается современное массовое производство технических диэлектриков на уровне международных стандартов** АЛЕКСАНДР БРИКСА, ИГОРЬ ЗАЛЕСКИЙ, АННА ИВАНОВА
- № 7 / стр. 26 **Моделирование тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры** АЛЕКСАНДР ЩЕЛЯЕВ
- № 7 / стр. 32 **Миграция данных из P-CAD в Delta Design** СЕРГЕЙ ПИЛКИН
- № 7 / стр. 36 **Средства функциональной верификации компании Eremex** НИКИТА МАЛЫШЕВ
- № 7 / стр. 46 **Измерение джиттера и причины его возникновения во встраиваемых системах** СКОТТ ДЭВИДСОН
- № 8 / стр. 24 **Технология 5G в диапазоне миллиметровых волн** СТИВ ДУДКЕВИЧ, РИЧАРД ХИЛТОН
- № 9 / стр. 10 **Инженерная платформа для цифрового предприятия** ВЛАДИМИР ГРЕЧУШКИН

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- № 1 / стр. 46 **Современный «отечественный процессор» – мечта или реальность?** АНТОН ФУТБОЛОВ, ВАЛЕРИЙ БЕРИКАШВИЛИ
- № 1 / стр. 50 **КНИ-биополярные и BCD-процессы для ИМС космической силовой электроники** ВЛАДИМИР КОТОВ, ВЛАДИМИР ТОКАРЕВ
- № 2 / стр. 36 **Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: программный инструмент для настройки синхронизации микроконтроллеров STM32** ОЛЕГ ВАЛЬПА
- № 2 / стр. 38 **Современные кремниевые IGBT-транзисторы для напряжений до 1200 В** АНТОН МАУДЕР
- № 2 / стр. 42 **Современные аккумуляторы для питания РЭА. Часть 1** ЕВГЕНИЙ НИЖНИКОВСКИЙ, АНДРЕЙ ГРИГОРЬЕВ, АЛЕКСАНДР ПОДЛЕСНЫЙ
- № 3 / стр. 30 **Современные аккумуляторы для питания РЭА. Часть 2** ЕВГЕНИЙ НИЖНИКОВСКИЙ, АНДРЕЙ ГРИГОРЬЕВ, АЛЕКСАНДР ПОДЛЕСНЫЙ
- № 3 / стр. 24 **Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32. Подключение акселерометра LIS302DL к микроконтроллеру** ОЛЕГ ВАЛЬПА
- № 4 / стр. 26 **Современные продукты и технологии Hamamatsu: линейные и двумерные КМОП-, N-МОП- и InGaAs-датчики изображения** ЮРИЙ ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ
- № 4 / стр. 34 **Быстроразъёмные соединения «Штойбли» для теплоносителей в системах жидкостного охлаждения** АЛЕКСАНДР БЕКМАЧЕВ, АНДРЕЙ ЮРИКОВ
- № 4 / стр. 38 **Высокоскоростные соединители SP388 для модульной РЭА стандарта VPX** НАТАЛЬЯ АЛЕКСАШИНА
- № 4 / стр. 40 **Силовые электрические герметичные соединители Molex Imperium и MAX-LOC для электромобилей** ЛЕВ ЧЕМАКИН
- № 4 / стр. 46 **Коаксиальные переходы серии ADP1A** ВЛАДИМИР ГУБА, ОЛЕСЯ БЫКОВА, ОЛЬГА МОСИНА
- № 4 / стр. 52 **Перспективы использования диодов с резким восстановлением в силовой электронике** ВАСИЛИЙ БОРОВИКОВ, ЮРИЙ КРАСНИКОВ, ИВАН КРАСНИКОВ
- № 6 / стр. 26 **Современные TFT-LCD-модули высокой надёжности компании Mitsubishi Electric** ЮРИЙ ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ
- № 6 / стр. 30 **Создание графических интерфейсов пользователя для STM32 с использованием STemWin** ОЛЕГ ВАЛЬПА
- № 7 / стр. 50 **Состояние и актуальные технологические проблемы дальнейшего развития производства массовых видов конденсаторов для РЭА** БОРИС БЕЛЕНЬКИЙ, ИРИНА ЯЦУТА
- № 7 / стр. 56 **СВЧ-переходы компании «Микран»** ЕВГЕНИЙ ХОРОШИЛОВ, СЕРГЕЙ ПАВЛОВ
- № 7 / стр. 64 **Современные дискретные полупроводниковые приборы компании Panasonic Semiconductor Solutions. К 100-летию юбилею корпорации Panasonic** ЮРИЙ ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ
- № 7 / стр. 70 **Новый энкодер с тачскрином от Grayhill: интуитивно понятный пользовательский интерфейс** ДЖИМ О'ДОННЕЛЛ
- № 8 / стр. 36 **Точность движения: инерциальные устройства «Лаборатории Микроприборов»** АЛЕКСАНДР БЕКМАЧЕВ, АЛЕКСЕЙ ТИМОШЕНКОВ, АЛЕКСАНДР КАМЕНСКИЙ
- № 9 / стр. 26 **Классика и современность: соединители ПАО «Завод Атлант»** АЛЕКСАНДР БЕКМАЧЕВ, СЕРГЕЙ ГАЛИНОВИЧ
- № 9 / стр. 30 **ix Industrial: назвался груздем – полезай в кузов** ОЛЬГА РОМАНОВСКАЯ
- № 9 / стр. 32 **Влагозащищённые соединители для быстрого подключения устройств** МАРКУС ЛЕВАНДОВСКИ
- № 9 / стр. 36 **Отладочные средства для микроконтроллеров STM32 от компании «Амперка»** ОЛЕГ ВАЛЬПА

ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

- № 5 / стр. 32 **О разработке программ и методик аттестации испытательного оборудования** ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВ, МИХАИЛ РАГОЗИН
- № 5 / стр. 38 **Технологическая оснастка для проведения входного контроля ЭКБ** ДЕНИС РОЕВ, СЕРГЕЙ БЫЗОВ
- № 6 / стр. 24 **Акриловые покрытия для защиты печатных плат и компонентов** СЕРГЕЙ МАХЛАКОВ
- № 9 / стр. 20 **Разработка метода дистанционной аттестации электродинамических вибростендов** ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВ, АЛЕКСЕЙ ЯЗЕВ, ТАМАРА ТУЛЯНЦЕВА

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- № 1 / стр. 54 Упрощение проверки последовательности подачи питания с помощью 8-канального осциллографа ДЭЙВ ПЕРЕЛЕС
- № 3 / стр. 36 10 принципов, которые необходимо знать при работе с источником питания постоянного тока. Часть 1
- № 4 / стр. 64 10 принципов, которые необходимо знать при работе с источником питания постоянного тока. Часть 2
- № 4 / стр. 58 Низкопрофильные преобразователи «АЕПС-ГРУПП» АЛЕКСАНДР ГОНЧАРОВ, АЛЕКСАНДР СУРКОВ
- № 4 / стр. 62 Малощумящие высокочастотные генераторы на ПАВ ДМИТРИЙ АСТАПЕНКО, АЛЕКСЕЙ ЛОЖНИКОВ
- № 5 / стр. 42 Комплексный анализ для быстрой отладки автомобильных сетей Ethernet ЭРНСТ ФЛЕММИНГ
- № 5 / стр. 46 Эффективный метод испытаний бортового зарядного устройства для электромобиля ДЖАКОМО ТУВЕРИ
- № 5 / стр. 50 Упрощение сложных измерений с помощью источника-измерителя (SMU) ТОМ ОЛЬСЕН
- № 6 / стр. 32 Мощные AC/DC-преобразователи для систем бесперебойного электропитания СЕРГЕЙ КОРОТКОВ, АНАТОЛИЙ ЛУКИН, ИГОРЬ СОЛОВЬЁВ
- № 6 / стр. 38 Проблемы тестирования на соответствие стандарту LoRaWAN ДМИТРИЙ ТИТОВ
- № 6 / стр. 42 Осциллографы и пробники для измерения параметров полупроводниковых приборов на основе карбида кремния МАРКУС ХЕРДИН
- № 8 / стр. 42 7 советов для улучшения измерений целостности питания ДЖОЭЛ ВУДВОРД
- № 8 / стр. 46 Трёхчастотный СВЧ-измеритель уровней экранирования объектов МИХАИЛ ЧИСТОВ, ВАСИЛИЙ ЛАГУТКИН
- № 8 / стр. 52 Знакомство со стандартным осциллографическим пробником
- № 8 / стр. 56 Двухнаправленный источник питания: ИП и электронная нагрузка с рекуперацией в одном приборе МАРИО БИЕНЕРТ
- № 8 / стр. 60 Интеллектуальный блок контроля подшипников для систем управления приводами двигателей, вращающимися узлами и механизмами СЕРГЕЙ ЛЕБЕДЕВ, СЕРГЕЙ СИНЮТИН, ДМИТРИЙ СКВОРЦОВ, АНАТОЛИЙ ГРИГОРЬЕВ
- № 9 / стр. 42 GENESYS+ – новое поколение программируемых лабораторных источников питания ВАСИЛИЙ ЛИСИН
- № 9 / стр. 46 Системы отображения информации для уличного применения ИГОРЬ МАТЕШЕВ
- № 9 / стр. 50 Проблемы тестирования модулей памяти стандартов DDR3, DDR4 и DDR5 ПАВЕЛ ЛОГИНОВ
- № 9 / стр. 52 Отладка и контроль каналов SpaceWire ДАНИЕЛЬ ЛАЗАРИ, АЛЕКСАНДР ДОЙЧЕР, АНЖЕЛА САНТОС, АРМИН ХОРН, МАТИАС БИР, ФОЛЬКЕР ОЛЕН

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- № 1 / стр. 58 Стабилизаторы на ОУ и мощных полевых транзисторах с активным электронным фильтром и защитой от превышения тока. Часть 2 АЛЕКСЕЙ КУЗЬМИНОВ
- № 2 / стр. 50 Импульсный индукционный металлоискатель на базе ПАИС Anadigm AN231E04 АЛЕКСАНДР ЩЕРБА
- № 3 / стр. 42 Логический анализатор «за один вечер». Часть 1. Подготовка аппаратной части ПАВЕЛ РЕДЬКИН
- № 4 / стр. 72 Логический анализатор «за один вечер». Часть 2. Работа с программой Saleae Logic ПАВЕЛ РЕДЬКИН
- № 6 / стр. 44 Применение функций обработки строк языка программирования C для управления буквенно-цифровыми дисплеями ТАТЬЯНА КОЛЕСНИКОВА
- № 6 / стр. 50 Устройство для новогодней ёлки СЕРГЕЙ ШИШКИН
- № 8 / стр. 64 Повышение разрешающей способности АЦП микроконтроллера EFM8LB12. Часть 1 АЛЕКСЕЙ КУЗЬМИНОВ
- № 9 / стр. 56 Повышение разрешающей способности АЦП микроконтроллера EFM8LB12. Часть 2 АЛЕКСЕЙ КУЗЬМИНОВ
- № 9 / стр. 62 Модуль управления для охранного извещателя «Астра-5» СЕРГЕЙ ШИШКИН

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- № 1 / стр. 64 Торрент-формирование посадочных мест и других характеристик многоименных пассивных компонентов для электронных САПР ЮРИЙ ЁЛШИН
- № 1 / стр. 70 Расстановка фанатов в САПР TороR СЕРГЕЙ СОРОКИН
- № 1 / стр. 72 Новые возможности САПР Cadence OrCAD и Allegro Venture 17.2 АЛЕКСАНДР АКУЛИН
- № 1 / стр. 80 Полигональные объекты печатной платы в среде Altium Designer: формирование объектов. Часть 2 АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО
- № 2 / стр. 66 Полигональные объекты печатной платы в среде Altium Designer. Polygon: редактирование и управление, менеджер полигонов. Часть 3 АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО
- № 1 / стр. 86 DEEDS – учебная система моделирования и проектирования цифровой аппаратуры АРКАДИЙ ПОЛЯКОВ
- № 2 / стр. 58 Проектирование автомобильных радаров и антенных систем в NI AWR Design Environment МИЛТОН ЛИЕН, ДЭВИД ВАЙ
- № 2 / стр. 72 Безотказность преобразователя напряжения с параллельными резервированными силовыми каналами АНДРЕЙ ЧЕТИН
- № 2 / стр. 76 Верификация VHDL-описаний цифровых устройств, представленных в виде композиции управляющего и операционного блоков. Часть 1. Верификация на основе покрытия VHDL-кода НИКОЛАЙ АВДЕЕВ, ПЁТР БИБИЛО
- № 3 / стр. 68 Верификация VHDL-описаний цифровых устройств, представленных в виде композиции управляющего и операционного блоков. Часть 2. Верификация на основе функционального покрытия НИКОЛАЙ АВДЕЕВ, ПЁТР БИБИЛО
- № 3 / стр. 48 Проектирование МШУ S-диапазона с большим коэффициентом усиления в среде NI AWR DE КИРИЛЛ ПЕТРОВ
- № 3 / стр. 56 Проектирование цифровых фильтров малой разрядности с целочисленными коэффициентами НИКИТА МОРОЗОВ, ВЛАДИМИР БУГРОВ
- № 3 / стр. 64 Разработка GaAs mHEMT MISC МШУ Ku-диапазона частот на основе технологического процесса компании OMMIC АЛЕКСЕЙ КОНДРАТЕНКО
- № 3 / стр. 72 Altium Designer 18.0: обзор новых возможностей ЕГОР ЧИРИКОВ
- № 3 / стр. 78 Интерактивная трассировка в среде Altium Designer. Часть 1. Трассировка отдельной цепи АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО
- № 4 / стр. 82 Интерактивная трассировка в среде Altium Designer. Часть 2. Трассировка дифференциальных пар и групп цепей АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО

- № 5 / стр. 64 **Интерактивная трассировка в среде Altium Designer. Часть 3. Правила и редактирование** АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО
- № 4 / стр. 78 **Подготовка к производству с помощью Delta Design 2.5** СЕРГЕЙ ПОПОВ
- № 4 / стр. 88 **Возможности анализа цепей питания в Altium Designer** ЮРИЙ ЛЕГАН
- № 4 / стр. 94 **Моделирование ключевых элементов беспроводных систем** ДЖОЭЛ КИРШМАН
- № 4 / стр. 98 **Аналого-цифровые преобразователи с понижением частоты. Часть 1** ВИКТОР АЛЕКСЕЕВ
- № 5 / стр. 54 **Аналого-цифровые преобразователи с понижением частоты. Часть 2** ВИКТОР АЛЕКСЕЕВ
- № 5 / стр. 60 **Синтез антенн MIMO для компактных устройств в AntSyn**
- № 5 / стр. 70 **BoardAssistant – универсальный инструмент формирования документации в среде Altium Designer** ВАДИМ ИВАНОВ, ИЛЬЯ ЛЕВИН
- № 5 / стр. 74 **Эффективное управление проектными данными о печатных платах на базе PADS и Teamcenter** АЛЕКСАНДР ЕВГРАФОВ
- № 5 / стр. 76 **Работа в JTAG Maps для Altium Designer** АЛЕКСЕЙ ИВАНОВ
- № 6 / стр. 58 **Применение автоматного программирования и верификатора Spin для решения задачи управления пневмоподвеской автомобиля** МАКСИМ НЕИЗВЕСТНЫХ
- № 6 / стр. 64 **Преимущества программы PSpice при моделировании аналого-цифровых схем** АЛЕКСАНДР АКУЛИН
- № 6 / стр. 68 **Трассировка в среде Altium Designer с помощью инструмента ActiveRoute** АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО
- № 7 / стр. 38 **Размещение двухполюсников под BGA-компонентом** СЕРГЕЙ СОРОКИН, ОЛЕГ СЫСОЕВ
- № 7 / стр. 74 **Важные аспекты проектирования и тестирования беспроводных медицинских приборов** ДЖАНЕТ ОИ
- № 7 / стр. 76 **Преимущества применения точных нелинейных моделей при проектировании усилителей мощности в NI AWR Design Environment** ТЕД ЛОНГШОР, ЛАРРИ ДАНЛИВИ
- № 7 / стр. 86 **DDR SDRAM: особенности проектирования и обеспечения целостности сигнала** БОГДАН ФИЛИПОВ
- № 8 / стр. 70 **Включение гальванически развязанного DC/DC-преобразователя с последовательным соединением его входной и выходной цепей** СЕРГЕЙ ЧЕРНЫШОВ
- № 8 / стр. 76 **Обзор нововведений NI AWR Design Environment V14** ДЭВИД ВАЙ
- № 8 / стр. 82 **Автоматизация формирования посадочных мест электронных компонентов в среде Altium Designer. Часть 1** АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО
- № 9 / стр. 66 **Автоматизация формирования посадочных мест электронных компонентов в среде Altium Designer. Часть 2** АЛЕКСЕЙ ЯКУБЕНКО
- № 8 / стр. 86 **Новые возможности САПР печатных плат верхнего уровня Cadence Allegro/OrCAD 17.2** АЛЕКСАНДР АКУЛИН
- № 9 / стр. 70 **Проблемы проектирования устройств для сетей 5G миллиметрового диапазона** ДЖЕК БРАУН

ЧЕЛОВЕК И ЗАКОН

- № 3 / стр. 84 **Техническое регулирование гражданского оборота интеллектуальной собственности как фундамент роста инновационной экономики России. Часть 1** ГЕННАДИЙ ФОКИН
- № 4 / стр. 106 **Техническое регулирование гражданского оборота интеллектуальной собственности как фундамент роста инновационной экономики России. Часть 2** ГЕННАДИЙ ФОКИН
- № 7 / стр. 90 **Эпитафия и перспективы отечественного франчайзинга. Вернисаж инноваций, франшиз и профилактика правового нигилизма** ГЕННАДИЙ ФОКИН

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- № 2 / стр. 84 **Первопроходцы отечественной радиолокации Ю.К. Коровин и Д.А. Рожанский** ВЛАДИМИР БАРТЕНЕВ
- № 4 / стр. 112 **В.К. Лебединский, М.А. Бонч-Бруевич, О.В. Лосев: научная школа, историческая преемственность и патриотизм** ВЛАДИМИР БАРТЕНЕВ
- № 9 / стр. 76 **100 лет супергетеродинному радиоприёмнику** ВЛАДИМИР БАРТЕНЕВ

СОБЫТИЯ

- № 4 / стр. 118 **HANNOVER MESSE 2018: Industry 4.0 + Логистика 4.0** ОЛЬГА РОМАНОВСКАЯ
- № 7 / стр. 44 **Во главе угла – интересы потребителя. Для чего лидеры ИТ-рынка объединили усилия**
- № 7 / стр. 94 **RADEL и Productronica: достижения мира электроники** ВАЛЕНТИН ЛЕБЕДЕВ
- № 8 / стр. 94 **electronica 2018: объединяя интеллект, безопасность и надёжность**
- № 8 / стр. 96 **Advantech открывает в Москве ООО «Авантек Технолоджи»**
- № 9 / стр. 84 **Живая электроника России – 2018**
- № 9 / стр. 88 **Mentor Graphics и «Нанософт» представили современные средства разработки электронных устройств**

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

- № 2 / стр. 88 **По следам опубликованного...**
- № 6 / стр. 74 **Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 1** ЕВГЕНИЙ СИЛКИН
- № 7 / стр. 96 **Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 2** ЕВГЕНИЙ СИЛКИН
- № 8 / стр. 98 **Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 3** ЕВГЕНИЙ СИЛКИН
- № 9 / стр. 90 **Вопросы терминологии и классификация инверторов. Часть 4** ЕВГЕНИЙ СИЛКИН



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.STA.RU

WWW.SOEL.RU

Подписка оформляется на сайтах журналов

Е•Х•Р•О ELECTRONICA

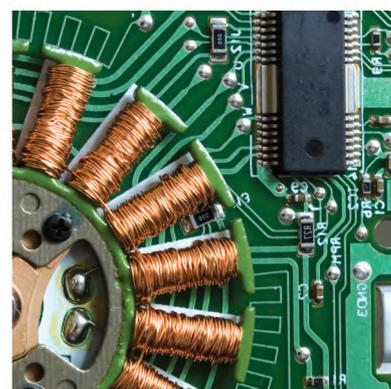
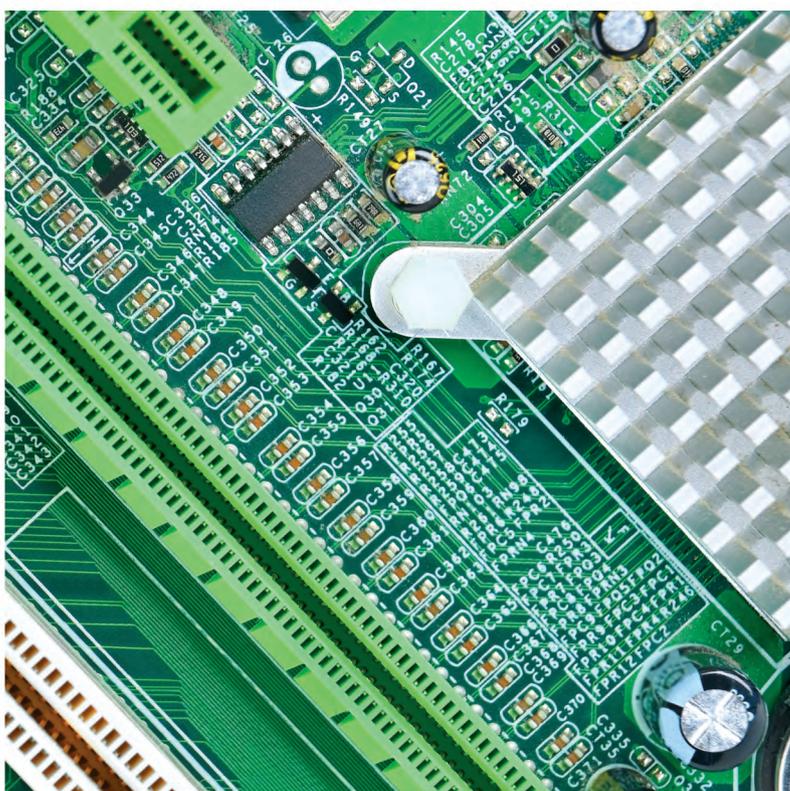


Ufi
Approved
Event

**15-17
апреля
2019**

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная в России
выставка электронных
компонентов, модулей
и комплектующих



Участники:

431 из 14 стран

Посетители:

11 073
из 66 регионов
России

Совместно с выставкой



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
electron@ite-russia.ru

Забронируйте стенд
expoelectronica.ru



Высокая производительность и многофункциональность

Познакомьтесь с новым осциллографом R&S серии RTP (4, 6, 8 ГГц)

- Учет измерительной цепи в реальном времени и синхронизация по скорректированному сигналу
- Несколько инструментов в одном приборе
- Компактный размер

Осциллограф R&S RTP

Новый стандарт высокоточных измерений

www.rohde-schwarz.com/ru/rtp

